الصناعات الغذائية

حفظ وتصنيع الأطعمة

الجزء الثالث

تأليف

دكتور

محمد ممتاز البندى

أستاذ الصناعات الغذائية

بكلية الزراعة - جامعة القاهرة

الطبعة الرابعة

دار المعارف

حقوق الطبع محفوظة للمؤلف

الناشر : دار المعارف – ١١١٩ كورنيش النيل – القاهرة ج . م . ع .

الفصل العشرون

الخل

عموميات . استعمالات الخل . تحضير ثمار الفاكهة الطازجة لصناعة الخل . تحضير الثمار المجففة . تحضير الدرنات النشوية لصناعة الخل . تحضير العسل لصناعة الخل . عملية التخمر . هرس وعصر الفاكهة . إضافة ثانى أكسيد الكبريت . التهوية . ضبط درجة الحرارة . أهمية النظافة . سير التخمر . بكتريا حامض الخليك . تخزين العصير المتخمر . الطرق البطيئة لصناعة الخل . الطريقة السريعة لصناعة الخل . ضبط درجة الحرارة أثناء صناعة الخل . الفقد أثناء تحضير الخل . تعتيق الخل . ترويق الخل . الغباشة فى الخل . بسترة الخل . ديدان الخل . بكتريا حامض اللكتيك . ذبابة الخل . تحليل الخل والعصير المتخمر . حساب ناتج الكحول والخل . خل المولاس . تقدير تركيز الكحول .

يستخدم فى صناعة الخل عادة ثمار الفاكهة غير المناسبة للاستهلاك الآدمى الطازج ، أى ثمار الدرجة الثالثة التى تعرف محلياً باسم النقضة ، وكذلك بقايا تصنيع الثمار مثل مخلفات تجفيف أو تعليب التفاح والخوخ والمشمش والكمثرى والقراصيا والموز والعنب والبرتقال . كما يمكن صناعة الخل أيضاً من الخضراوات النشوية كالبطاطا . فالخل هو الناتج المتحصل عليه من الخامات السكرية والنشوية بتخميرها كحولياً ثم تعريض الكحول الناتج للأكسدة الخليكية .

ويحضر الخل بكثرة فى أمريكا من التفاح أو عصيره ويعرف باسم خل السيدر cider vinegar ، وهذا الخل يسارى الدورة . يحتوى على أربعة جرامات على الأقل من حامض الخليك فى كل مائة ملليمتر من محلول الخل ومعها ١,٦ جرام من مواد التفاح الصلبة بشرط ألا يتجاوز وزن السكريات المختزلة نصف هذه الجوامد ، وذلك طبقاً للقانون الأمريكى ، وتلغى هذه المواصفات فيما عدا نسبة حامض الخليك بالنسبة لخل التفاح المخفف diluted أى المضاف إليه الماء .

ويشترط القانون الأمريكى أن يحتوى خل العنب grape or wine vinegar على أربعة جرامات حامض خليك وجرام جوامد عنب و ٠,١٣ من الجرام رماد عنب على الأقل فى كل مائة ملليلتر خل عند درجة ٢٠° مئوية .

وعند تحضير الخل بأكسدة الكحول المقطر يسمى روح الخل spirit vinegar أو الخل المقطر distilled vinegar أو grain vinegar ؛ وهو يحتوى على أربعة جرامات حامض خليك على الأقل فى كل مائة ملليلتر خل .

وعموماً فإن أى فاكهة تحتوى على السكر بنسبة تزيد على تسعة فى المائة

يمكن استخدامها فى صناعة خل يحتوى على النسبة المقررة من حامض الخليك أو أكثر قليلاً ، وفى حالة تحضير الخل من بقايا الفاكهة يجب أن يذكر ذلك على بطاقة العبوة .

ومن أشهر خامات صناعة الخل هو السائل المتخلف عن صناعة الخميرة المضغوطة . أما استعمال الخضروات النشوية كالبطاطس فى صناعة الخل فمنتشر فى ألمانيا . وتولى بعض الدول صناعة الخل عناية خاصة لتستوعب الثمار المتخلفة عن فرز وتدريج ثمار الفاكهة لاستخراج ثمار الدرجة الأولى ذات السعر المرتفع والتى يحسن ألا تنافسها فى الأسواق ثمار الدرجة المنخفضة .

استعمالات الخل :

يستعمل الخل فى صناعة بعض المخللات وصلصة الطماطم الحريفة والسمك المعلب ، كما يستعمل على المائدة مع السلاطة . ويحضر من الخل حامض الخليك والأسيتون .

تحضير ثمار الفاكهة الطازجة لصناعة الخل :

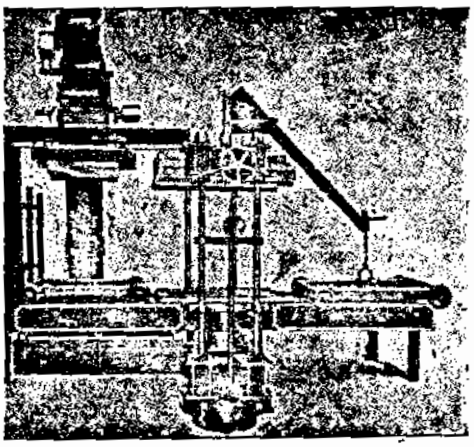
تهرس الثمار العصيرية وتعصر مباشرة . فالتفاح يقشر ويعصر بالكبس ، أو قد يطحن فى طاحونة hammer-mill . ويلاحظ أن البقايا Pomace تحتوى كمية من العصير يحسن استردادها بترك هذه البقايا فى تانك مدة يومين أو ثلاثة لتتخمر ثم تعصر . وفى هذه الحالة يجب أن يضاف لكل طن من هذه البقايا حوالى ١٠ إلى ٢٠ جالوناً من السيدر المتخمر لتنشيط الخميرة أثناء التخمر ومنع حدوث الأكسدة الخليكية لأنها لو حدثت فستوقف التخمر . ويفضل أن يحول عصير البقايا إلى خل منفرداً ، فلا يمزج بعصير الثمار الأصلى منعاً لخفض درجة جودته .

(شكل ١١٨) آلات العصر ذات الأقفاص

ويعصر العنب الأبيض بالطرق العادية لاستخدام العصير فى صناعة خل النبيذ الأبيض ، كما تعصر أصناف العنب الملونة للحصول على عصير أحمر يخمر فى وجود القشور لاستخلاص اللون ويستعمل فى صناعة خل النبيذ الأحمر .

وتعصر ثمار البرتقال بضغطها بين أسطوانتين من البرونز ذى قنوات ثم يجمع العصير ويفصل منه زيت القشور بالطرد المركزى قبل استعماله فى صناعة الخل .

وتهرس ثمار الكمثرى والخوخ والمشمش والبرقوق والموز الناضج وما شابهها ثم تترك بضعة أيام لتتخمر ليسهل عصرها بالكبس وبالتالى ترتفع نسبة العصير الناتج . ومما يسهل عصر الفواكه المهروسة المتخمرة إضافة الإنزيمات البكتينية إلى الفاكهة المهروسة قبل التخمير . لذلك يضاف للكيلو جرام من الفاكهة حوالى جرام أو جرامان من البكتينول Pectinol التجارى O أو W .



(شكل ١١٩) ماكينة خرس وعصر الفاكهة بالضغط الأيدروليكى

تحضير الثمار المجففة :

يلزم تخفيف الفواكه المجففة بالماء لخفض تركيز السكر من ٥٠ ــ ٧٠ فى المائة فى الفاكهة إلى ١٥ فى المائة فى المخلوط ، ثم يضاف بادئ الخميرة ويترك المخلوط للتخمر قبل عصره بالمكبس . وقد يترك العصير ليتخمر ثم تجرى عليه الأكسدة الخليكية .

تحضير الدرنات النشوية لصناعة الخل :

تحلل النشا مائيًا بفعل إنزيم الدياستيز أو الأحماض المعدنية المخففة قبل التخمر . فتهرس الدرنات النشوية وتسخن فى محول محكم القفل تحت ضغط مرتفع ، أو تغلى الخضراوات المهروسة فى الماء أو تسخن بالبخار تحت الضغط الجوى العادى لتذوب أو تتجلتن النشا ، ثم تبرد الكتلة إلى درجة ٦٠° مئوية ويضاف إليها المولت المطحون بنسبة ٢ إلى ٥ فى المائة ويقلب المخلوط حتى يتحول النشا إلى سكر الملتوز :

$$(ك_{٦}\ يد_{١٠}\ ا_{٥})_{ن} + ن\ (يد_{٢}\ ا) = ن\ (ك_{١٢}\ يد_{٢٢}\ ا_{١١})$$

وتعرف هذه العملية باسم Mashing ، ويسمى الجهاز الذى أجريت فيه باسم Mash tun وهو عبارة عن صهريج معدنى دائرى مزود بمقلبات ويسخن بالبخار .

ويختبر لتحول النشا إلى ملتوز بواسطة محلول اليود : ويمكن استبدال طريقة المولت بطريقة إنزيم التاكادياستيز Takadiastase .

والبطاطس من الخامات التى تستعمل فى صناعة خل شهى بدون إجراء التقطير ، أما البطاطا فتخمر ويقطر منها الكحول ويؤكسد هذا الكحول إلى خل .

وأحياناً تحول النشا إلى دكستروز بتسخينها تحت ضغط مرتفع مع حامض معدنى مخفف فى محولات خاصة ، وبعد التحلل المائى تعادل الزيادة من الحامض بمحلول كربونات صوديوم أو كالسيوم أو إيدروكسيد صوديوم .

تحضير العسل لصناعة الخل :

يستعمل عسل النحل المنخفض الدرجة غير الصالح للتسويق فى صناعة الخل ، فيخفف العسل إلى تركيز ١٥° بالنج ويضاف إليه غذاء الخميرة ، مثل جرامين فوسفات بوتاسيوم ثنائية الإيدروجين وجرامين كبريتات أمونيوم وثلاثة جرامات حامض ستريك لكل لتر من شراب العسل المخفف . ويستمر فى التخمر حتى نهايته وبعد ذلك يؤكسد الكحول إلى خل .

عملية التخمر :

لصناعة الخل تجرى عمليتا تخمر ، أولاهما بفعل الخميرة التى تحول السكريات إلى كحول وثانى أكسيد كربون . والثانية بفعل بكتريا حامض الخليك التى تؤكسد الكحول إلى حامض خليك . وتمثل هاتان العمليتان بالمعادلتين التاليتين :

$$ك_٦ يد_{١٢} ا_٦ = ٢ ك ا_٢ + ٢ ك_٢ يد_٥ ا يد$$

$$٢ ك_٢ يد_٥ ا يد + ٢ ا_٢ = ٢ ك يد_٣ ك اا يد + ٢ يد_٢ ا$$

وقد تكون هناك خطوة وسطية فيها يتكون الأسيتالدهيد :

$$٢ ك_٢ يد_٥ ا يد + ا_٢ = ٢ ك يد_٣ ك يد ا + ٢ يد_٢ ا$$

وباستمرار تكون حامض الخليك ترتفع نسبته تدريجيًّا فيقل نمو الخميرة إلى أن يتوقف تماماً .

وهناك خمائر متوحشة تؤتى نتائج غير مرغوبة فى التخمر مثل Hansenia opiculata والميكودرما Mycoderma والتوريولا Torula وغيرها . فالأولى توجد فى جميع عمليات تخمر عصير الفاكهة ، وهى تنمو وتتكاثر بسرعة فى العصير وتستهلك الجزء الأكبر من غذاء الخميرة مما يترتب عليه قلة نمو ونشاط الخميرة المرغوبة . وهناك أدلة على أن هذه الخميرة المتوحشة تفرز أثناء نموها ونشاطها بعض مواد سامة مثبطة لنشاط الخميرة المرغوبة ، مثل حامض الخليك . ولتحاشى الضرر الناشئ عن هذه الخميرة المتوحشة تضاف كمية زائدة من البادئ . والميكودرما عبارة عن خميرة متوحشة تعرف أحياناً باسم wine flowers ، وهى هوائية تتكاثر على سطح العصير أثناء التخمر الكحولى ، ولها قدرة كبيرة على أكسدة الكحول والسكريات والأحماض العضوية منتجة ثانى أكسيد كربون وماء .

$$ك_٦ يد_{١٢} ا_٦ + ١٦ ا_٢ = ٦ ك ا_٢ + ٦ يد_٢ ا$$

$$ك_٢ يد_٥ ا يد + ١٣ ا_٢ = ك ا_٢ + ٣ يد_٢ ا$$

وعادة تبدأ الميكودرما نشاطها بعد إتمام التخمر الكحولى بفعل الخميرة وقبل أن تبدأ الأكسدة الخليكية . ويظهر نشاط الميكودرما فى صورة غشاء مبيض اللون مموج المظهر ذى رائحة استيرية قريبة من رائحة الفاكهة على سطح السائل . ويمكن إيقاف نشاط هذه الميكودرما بجعل الظروف غير هوائية أو بإضافة كمية من حامض الخليك لرفع نسبته إلى حوالى واحد فى المائة .

وقد تتعرض السوائل الكحولية لتكون مثل هذه الأغشية بفعل خمائر أخرى متوحشة بخلاف الميكودرما مثل Hansenula و Debaromyces

ومن الخمائر المتوحشة الضارة فى صناعة الخل التوريولا Torula ، ومن الممكن تحاشى ضررها بإضافة مزيد من الخميرة النقية :

أما الخميرة المرغوبة فى صناعة التخمر الكحولى المقصود به إعداد كحول لأكسدته إلى خل فهى Saccharomyces ellipsoideus أو S.cerevisiae أو S .malei فهذه الخمائر تتميز بكفاءتها العالية فى تحويل السكر إلى كحول ، وبسرعة ترسبها بعد التخمر ، وبخلو السوائل التى تنشط فيها من الرائحة الغريبة والمظهر الغريب . ويجب إضافة الخميرة النقية بكمية كبيرة لتتغلب على الخمائر المتوحشة . ويمكن الحصول على مزارع الخميرة النقية من بعض المنتجين التجاريين .

ويحضر بادئ الخميرة من المزرعة النقية النامية على الأجار فى أنبوبة اختبار بإضافة عصير تفاح أو عنب إلى المزرعة بالقدر الموازى لنصف حجم الأنبوبة ، مع مراعاة تحاشى تلوث المزرعة بالفطريات وميكروبات الفساد الأخرى ، وتترك المزرعة مع العصير فى كابينة أو غرفة على درجة ٦٥ إلى ٧٥° فهرنهيت لمدة بضعة أيام حتى يتم التخمر ، ويعرف ذلك بتصاعد الغاز بوفرة . ثم يضاف العصير المتخمر إلى ثلاثة أرباع جالون عصير تفاح طازج ويمزج العصير جيداً وتسد الفوهة بسدادة قطنية معقمة ، ويترك العصير لمدة يومين أو ثلاثة حتى يتخمر تماماً . وتضاف هذه الكمية المتخمرة إلى ٤٠ أو ٥٥ جالوناً من العصير المبستر على درجة ١٦٠ إلى ١٦٥° فهرنهيت والمبرد إلى درجة ٧٥° فهرنهيت ، ويمزج العصير جيداً ويترك مدة يومين إلى أربعة أيام حتى يتخمر تماماً .

وعادة تكفى خمسون جالوناً من العصير المتخمر السابق لتخمير خمسمائة جالون من العصير الطازج . ويجب تجديد الخميرة كل موسم زراعى .

هرس وعصر الفاكهة :

تهرس ثمار الفاكهة وبقاياها وقشورها فى طاحونة hammer mill وتعصر بآلات العصر ذات القماش والألواح rack - and - cloth press . ويدفع العصير بواسطة مضخة فى صهاريج التخمر ، أما بقايا الفاكهة المعصورة فتستخدم علفاً لماشية اللحم .

وتعصر ثمار العنب الأبيض عادة فى آلات العصر ذات الأقفاص basket press أو فى آلات العصر ذات الألواح والقماش ، ويفصل العصير من بقايا الثمار ويخمر . أما العنب الأحمر فيهرس ويخمر قبل عصره لاستخلاص صبغات اللون الأحمر من قشور الثمار .

وتهرس ثمار المشمش والبرقوق والخوخ والكمثرى وكثير من الفواكه الأخرى ويضاف إليها إنزيم بكتينى لتحليل المواد البكتينية أثناء فترة التخمر وبذلك يسهل عصر الثمار ويتحصل على معظم العصير .

إضافة ثانى أكسيد الكبريت :

لوحظ أن إضافة ثانى أكسيد الكبريت أو أحد أملاحه بكمية صغيرة قبيل التخمر تسبب ارتفاع نسبة الكحول الناتج ، وعزى ذلك إلى تثبيط الغاز لنشاط الفطريات والخمائر المتوحشة وبكتريا حامضى الخليك واللكتيك مما يترتب عليه زيادة نشاط الخميرة المرغوبة . ويضاف الغاز بنسبة ١٢٥ جزءاً فى المليون أو ما يوازى ذلك من البيكبريتيت . ويجب أن يترك العصير لمدة ساعتين بعد إضافة ثانى أكسيد الكبريت إليه وقبل إضافة بادئ الخميرة إلى العصير لتستغل هذه الفترة فى قتل الفطريات والخمائر الوحشية والبكتريا الضارة أو إيقاف نشاطها ، وفى هذه الفترة ترتبط الزيادة من الغاز مع السكريات وبعض مكونات العصير الأخرى . ولا تتبع فكرة إضافة غاز ثانى أكسيد الكبريت فى الصناعة على نطاق واسع .

التهوية :

يزداد نمو الخميرة بالتهوية والتقليب ، لأن التهوية تسهل مزج الخميرة بالعصير ، وتزيل ثانى أكسيد الكربون المتكون ذى الأثر المثبط على الخميرة، وتمد الخميرة بالأوكسجين الذى يساعد على نمو الخميرة .

ضبط درجة الحرارة :

ترتفع درجة حرارة العصير أثناء التخمر بتأثير الحرارة المنطلقة من تحول السكريات إلى كحول . فالجرام الواحد من السكر يعطى ١٢٠ سعراً صغيراً عند تخمره ، وتبعاً لتركيز السكر فى العصير فإن تأكسد السكر فى كل مائة سنتيمتر مكعب من العصير يرفع درجة الحرارة بمقدار ١,٢° درجة مئوية ، أى ٢,١٦° درجة فهرنهيتيه . وبوصول درجة الحرارة إلى ٩٥ أو ١٠٥° فهرنهيت ، أى ٣٥ إلى ٤٠,٥° مئوية ، يتوقف التخمر بفعل الخميرة، لذلك يلزم تبريد العصير أثناء تخمره بالوسائل الصناعية، كأن يغمس فى العصير صفائح مبردة داخلياً بالماء البارد أو يدفع العصير فى أنابيب مبردة خارجياً بالماء البارد . وتكون عملية التبريد ضرورية فى حالة عصير العنب بينما هى غير حتمية فى حالة عصير التفاح ، وذلك لارتفاع نسبة السكر فى عصير العنب إلى ٢٢ فى المائة بينما هى أكثر انخفاضاً فى عصير التفاح . ولا يخفى أن ارتفاع درجة الحرارة له أثر ضار آخر وهو تشجيع نمو بكتريا حامضي الخليك واللكتيك غير المرغوب نموها أثناء التخمر. ودرجة الحرارة المثلى للتخمر عادة تقرب من ٨٠° فهرنهيت .

أهمية النظافة :

يراعى تنظيف صهاريج التخمر دواماً قبل تعبئتها بالسائل ، وتطهر بحرق الكبريت بداخلها أو بغسلها بمحلول مطهر لقتل بكتريا حامض الخليك

والميكروبات الضارة ولإبادة جراثيم الفطريات . وتغسل جميع المعدات الأخرى وتجفف لمنع التلوث .

سير التخمر :

يمكن تقسيم مدة التخمر إلى مرحلتين ، الأولى تستغرق ثلاثة إلى ستة أيام وفيها يكون التخمر سريعاً ويتحول معظم السكر إلى كحول ، والثانية تستغرق حوالى ٢ إلى ٣ أسابيع ويكون التخمر فيها بطيئاً .

وعادة تقاس قراءة البالنج فى السائل أثناء التخمر للوقوف على سرعة التخمر ومدى ما وصل إليه . فعند تمام عملية التخمر تصبح قراءة البالنج صفرا أو أقل من الصفر .

وبانتهاء التخمر تترسب الخميرة وبقايا الثمار الصلبة فى قاع الصهريج ، وهذه الرواسب يجب التخلص منها عقب انتهاء عملية التخمر مباشرة منعاً لتعرضها للتحلل ونمو بكتريا حامض اللكتيك عليها وتكوين روائح غير مقبولة وفصل السائل عن الرواسب بطريقة السيفون أو بالمضخة ويطلق على هذه العملية الاصطلاح Sacking . ويمكن ترشيح الراسب لاسترداد بقايا العصير .

بكتريا حامض الخليك :

يستخدم فى صناعة الخل بكتريا من جنس أسيتوباكتر Acetobacter وهى قادرة على تحويل كحول الإيثايل كإيد ا يد إلى حامض كيدك ا يد بالأكسدة . وأنواع هذا الجنس متعددة منها A.pasteurianum, Acetobacter aceti A. kutzingianum - A. xylinum, A. curvum A. Schuzenbachii . وهذه البكتريا عضوية قصيرة جداً تظهر كخلايا منفردة أو فى أزواج أو على هيئة سلاسل .

وتتصف بعض أنواع البكتريا ، مثل A. xylinum ، بتكوينها أغشية على سطح السائل المتخمر .

وجميع أفراد الجنس هوائية حتماً ولها القدرة على أكسدة بعض المركبات العضوية الأخرى بالإضافة إلى كحول الإيثايل . ولا تكون الأسيتوباكتر جراثيماً .

تخزين العصير المتخمر :

إذا اقتضت ظروف العمل تخزين العصير المتخمر بضعة أشهر فيجب تخزينه فى صهاريج مقفلة بعيداً عن الهواء لمنع نمو الميكودرما وفقد جزء من الكحول ، أو يحمض العصير المتخمر بإضافة كمية من حامض الخليك ترفع الحموضة إلى الحد الذى يمتنع عنده نمو الأحياء الدقيقة الضارة ، ويقدر هذا الحد بحوالى اثنين فى المائة .

الطرق البطيئة لصناعة الخل :

تتلخص إحدى الطرق البطيئة لصناعة الخل المعروفة باسم Let-alone slow process فى ترك العصير ليتخمر ذاتيًّا داخل براميل ممتلئة إلى نصفها تقريباً . ولا يكون التخمر الكحولى كاملاً فى هذه الطريقة ، كما أن الناتج لا يتصف بالجودة . فعادة يتلوث هذا العصير بالميكودرما ، ويكون تكون حامض الخليك بطيئاً للغاية .

والطريقة الثانية تعرف باسم Orleans Process وهى أفضل من الطريقة السابقة نوعاً ، وفيها يوضع السائل المتخمر فى براميل تمتلئ إلى حوالى ثلاثة أرباعها ، ويضاف للسائل ما يوازى ربع إلى خمس حجمه خل طازج لرفع الحموضة فيمتنع نمو الميكودرما وتنشط بكتريا حامض الخليك وللإكثار من عدد بكتريا حامض الخليك المفيدة إذ يعتبر الخل المضاف بمثابة بادئ . ويزود كل برميل بفتحات للتهوية تعلو سطح السائل به مباشرة ، كما تضبط درجة الحرارة عند ٧٠ إلى ٨٥° فهرنهيت . وتستغرق عملية تكوين الخل بهذه الطريقة حوالى ثلاثة أشهر ، لذلك يسحب ربع إلى ثلث الخل من البرميل لإعداده للاستهلاك وتضاف كمية مماثلة من السائل الكحولى بدلاً من الكمية

المسحوبة وتصبح العملية بعد ذلك مستمرة فيسحب كل شهر حوالى ربع البرميل إلى ثلث محتوياته ويوضع كمية مماثلة من السائل الكحولى . وتتميز هذه الطريقة بإنتاج خل جيد النكهة إذ أن الطريقة تحقق تعتيق الخل أثناء إنتاجه أيضاً ، بل يعتقد أن الخل الناتج من هذه الطريقة يفضل فى صفاته الخل الناتج من الطريقة السريعة .

والطريقة الثالثة المعروفة باسم Pasteur Process تعتبر طريقة معدلة لسابقتها وفيها يوضع على سطح السائل المتخمر الكحولى كمية من نشارة الخشب تعمل على حفظ غشاء بكتريا حامض الخليك النامى على سطح السائل الكحولى فلا يتمزق عند سحب كمية من محتويات البرميل وبذلك يتحسن الإنتاج . ويفضل فى هذه الطريقة استخدام أوانى مفرطحة تجعل سطح السائل المعرض كبيراً بالنسبة لحجم السائل فيزداد نشاط البكتريا المفيدة . وعادة يحمض السائل المتخمر فى بداية العملية بإضافة الخل الطازج إليه بكمية تقرب من ربع أو خمس حجمه .

الطريقة السريعة لصناعة الخل :

فى الطريقة السريعة The generator or quick or German Process تكون سرعة التحول من كحول إلى خل متناسبة مع كمية الأوكسجين المتصل بالسائل المتخمر أى مع السطح المعرض للهواء . فبازدياد مساحة السطح المعرض للهواء تزداد سرعة تكوين الخل .

والأجهزة التى استخدمت فى هذه الطريقة قديماً عبارة عن صهريج رأسى old-style uprightgenerator أسطوانى الشكل ممتلئ بمادة ناعمة تسمح بأن يتخللها الخل بسهولة بينما تنتشر عليها بكتريا حامض الخليك . وعادة تكون هذه المادة عبارة عن نشارة خشب . وقد تستعمل قوالح الذرة أو فحم الكوك والفحم الحيوانى . ويبلغ قطر الصهريج حوالى ٤٨ إلى ٦٠ بوصة ، وارتفاعه حوالى ١٠ إلى ١٤ قدماً ، ويقسم الصهريج إلى ثلاث مناطق compartments أكبرها حجماً المنطقة الوسطية التى تحتوى على نشارة الخشب . ويزود الصهريج

قرب قاعدته بفتحات التهوية ، كما توضع الترمومترات قرب مركز الفراغ الوسطى . ومنطقة الفراغ الوسطى يعلوها منطقة توزيع العصير الكحولى ويوجد بها حوض مائل على شكل حرف W ينصب فيه السائل الكحولى بسرعة بطيئة وبقدر ضئيل . وهذا الحوض يرتكز على محور يسمح بدورانه عندما يمتلئ أحد جانبيه بالسائل الكحولى فيتجه الجانب الآخر ليستقبل تيار السائل . وهذا الدوران يعمل على توزيع السائل الكحولى على قاعدة الفراغ العلوى من الصهريج ، وهى قاعدة مثقبة تسمح ثقوبها بتساقط السائل الكحولى فى الفراغ الوسطى المحتوى على نشارة الخشب وبذلك يتعرض الكحول للأكسدة . وقد يستبدل النظام المشروح سابقاً لتوزيع السائل الكحولى بأنابيب تؤدى نفس المهمة .

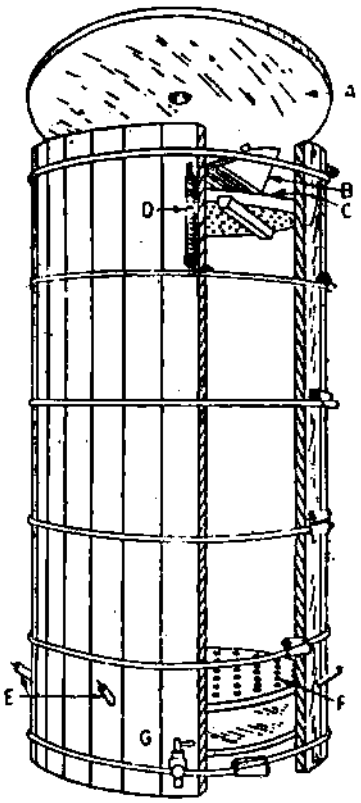
ولاستعمال جهاز الخل السريع تحمض نشارة الخشب بخل جيد لرفع حموضتها وتزويدها ببكتريا حامض الخليك ، ثم يمرر فى الجهاز ببطء سائل كحولى محمض بخل جيد لتنشيط نمو بكتريا حامض الخليك ، وبعد بضعة أيام يمرر السائل الكحولى المراد تحويله إلى خل .

ومن الصعوبات التى تعترض استخدام أجهزة الخل القديمة تكون أم الخل mother of vinegar على المادة المالئة مما يستلزم إيقاف سير العملية وتنظيف الجهاز جيداً .

وهناك أجهزة لصناعة الخل بالطريقة السريعة ليست ثابتة بل تدور حول محورها revolving generators عبارة عن أسطوانة ينغمر نصفها السفلى فى السائل الكحولى وتدور حول نفسها بسرعة دورة ونصف فى الساعة وهى مزودة بفتحات للتهوية . وهذه الأجهزة أقل كفاءة فى إنتاجها من الأجهزة القائمة الرأسية .

وفى أجهزة الدوران الحديثة recirculating generators تستعمل مضخة مثبتة فى قاع الجهاز لدفع السائل الكحولى خلال أذرع مثقبة مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ أو من المطاط الصلب ، فيتوزع السائل بانتظام على نشارة الخشب أو الفحم . وتضبط درجة حرارة الجهاز بواسطة مواسير

مزدوجة يجرى بين جداريها الماء المحددة درجة حرارته . ويزود الفراغ السفلى من الجهاز بثقوب التهوية أو بمروحة لدفع الهواء . وتستغرق عملية صناعة الخل حوالى أسبوع ، ويتعرف على انتهاء العملية بتقدير حموضة السائل الكحولى ونسبة الكحول به على فترات أثناء سير العملية . وعند انتهاء عملية تكوين الخل يسحب من الجهاز حوالى ثلثا كمية الخل ويترك الثلث الباقى لتحميض الدفعة القادمة من السائل الكحولى وتزويدها بالبكتريا .



(شكل ١٢١) جهاز صناعة الخل بالطريقة السريعة ا – غطاء ب – حوض توزيع السائل الكحولى جـ – رأس التوزيع د – ترمومتر هـ – فتحات الهواء ف – قاع كاذب

ويجب مراعاة خلو فحم الكوك من الحديد لمنع ظهور ألوان داكنة فى الخل .

وهناك أجهزة أخرى تستعمل فى الصناعة على نطاق ضيق لإنتاج الخل ، مثل طريقة submerged acetification التى يستخدم فيها صهريج من الصلب غير القابل للصدأ ممتلئ بالسائل الكحولى مضافاً إليه بكتريا حامض الخليك ومزودة بجهاز للتهوية يدفع الهواء فى السائل على هيئة فقاعات بانتظام فيتأكسد الكحول إلى خل . ويمكن الحصول بهذه الطريقة على حوالى ٩٩ فى المائة من كمية الخل المحسوبة نظرياً . ويمكن استبدال الهواء بمخلوط غازى به نسبة من الأوكسيجين تقرب من ٢٠ فى المائة . وتتميز هذه الطريقة بعدم استعمال المواد المالئة filling كنشارة الخشب أو فحم الكوك وبذلك

لا يخشى من تكون الكتل اللزجة أو من تلون الخل بتأثير الحديد الموجود فى الفحم .

ضبط درجة الحرارة اثناء صناعة الخل :

عند اتباع الطريقة البطيئة لصناعة الخل يلزم حفظ البراميل الجارى بها تحضير الخل فى غرفة دافئة تلائم درجة حرارتها نمو ونشاط بكتريا حامض الخليك ، وهذه الدرجة حوالى ٨٥° فهرنهيت .

أما الطريقة السريعة فيلاحظ أن سرعة تحويل الكحول إلى خل يصحبها انطلاق حرارة تقدر بحوالى ٢٢ سعراً كبيراً لكل جرام جزىء كحول يتأكسد إلى حامض خليك ، وهذا يوازى ٢,٥ سعراً كبيراً أو ٢٥٠٠ سعر صغير لكل جرام واحد من الكحول يتأكسد إلى حامض خليك ، وهذه الحرارة تكفى لرفع درجة حرارة مائة ملليتر من الماء ٢٥° درجة مئوية فى حالة عدم فقد بعض الحرارة بالإشعاع . لذلك يراعى فى الطريقة السريعة أساساً تبريد السائل لخفض درجة الحرارة إلى ما دون الدرجة الخطرة وهى ٤٠° مئوية أو ١٠٥° فهرنهيت التى عندها يتوقف نشاط بكتريا حامض الخليك . وتضبط درجة الحرارة فى هذه الطريقة السريعة بتحديد كمية الهواء الممتصة وبتحديد سرعة دخول السائل الكحولى . فعند انخفاض درجة الحرارة عن الحد المناسب تزاد سرعة السائل الكحولى الداخل للجهاز وتزاد كمية الهواء الداخلة ، فبذلك تزداد سرعة الأكسدة وبالتالى تزداد كمية الحرارة المنطلقة وترتفع درجة الحرارة . ويجرى العكس عندما ترتفع درجة الحرارة عن الدرجة الملائمة وهى ٨٥° فهرنهيت . ومن المفضل تجهيز الجهاز بأنابيب لتعديل درجة الحرارة .

الفقد أثناء تحضير الخل :

تفقد كمية من الكحول أثناء صناعة الخل بالتبخير وبالأكسدة إلى ثانى أكسيد كربون وماء وبتغذية بكتريا حامض الخليك أثناء نموها وتكاثرها .

كذلك تتخلف كمية من الكحول فى الناتج النهائى يصعب الحصول عليها . فنظريًا يعطى الجرام من الكحول ١,٣٠٤ جرام من حامض الخليك ، لكنه عمليًا يعطى ٠,٧٩٣٨ جراماً من الكحول ، أى سنتيمتر واحد ، جراماً واحداً من حامض الخليك بدلاً من الكمية المحسوبة نظريًا وهى ١,٠٣٥ جراماً ، أى أن الجرام الواحد من الكحول يعطى عمليًا ١,٢٦ جراماً فقط من حامض الخليك . وفى بعض الحالات الشاذة قد تتحول كمية الكحول بأسرها إلى ثانى أكسيد كربون وماء دون أن تتكون أى كمية من الخل . لذلك يلزم التحكم تماماً فى كمية الهواء والسائل الكحولى الداخلتين للجهاز .

$$ك_{٢} يد_{٥} ا يد + ٣ ا_{٢} = ٢ ك ا_{٢} + يد_{٢} ا$$

تعتيق الخل :

يتخزين الخل الجديد فى صهاريج نظيفة لمدة عام أو نصف عام تتحسن نكهته ورائحته بزوال محتوياته من الكحولات مرتفعة الوزن الجزيئى والأسيتالدهيد وبعض الأحماض . وتتضمن التغيرات التى تحدث أثناء التعتيق عدداً من التفاعلات ، منها اتحاد كحول الإيثايل بحامض الخليك لتكوين خلات الإيثايل .

$$ك_{٢} يد_{٥} ا يد + ك يد_{٣} ك ا ا يد = ك يد_{٣} ك ا ا ك_{٢} يد_{٥} + يد_{٢} ا$$

وتعتبر الطريقة السريعة أكثر حاجة إلى التخزين من الطبقة البطيئة .

ترويق الخل :

يرشح الخل لتحسين مظهره أو يروق بإضافة مواد الترويق إليه مثل الجيلاتين والكازين وطمى البنتونيت bentonite clay و isinglass . فينقع البنتونيت فى الماء أو الخل بضعة أيام ويرج بشدة لتكوين معلق تركيزه حوالى خمسة فى المائة ، ويضاف هذا المعلق للخل بنسبة جالون ونصف مائة جالون خل ، ويترك الخل للترسيب ثم يفصل الخل الرائق عن بطريقة السيفون . وينصح بإجراء تجربة ترويق تمهيدية على جزء

صغير من الخل للاسترشاد بنتيجة التجربة فى تحديد الكمية اللازمة من محلول الترويق لمحلول الخل .

وتعتبر المادة الصمغية isinglass من أجود مواد الترويق ، وهى تذاب بالنقع فى الماء المحمض بكمية مماثلة لوزنها من حامض الستريك . فبإذابة أوقية من هذه المادة الصمغية فى نصف جالون ماء محمض بالنقع لمدة ٢٤ ساعة ودهك المادة المنقوعة عند تصفيتها خلال مصفاة دقيقة الثقوب ، تنتج كمية تكفى لخمسين جالوناً من الخل . ويقلب الخل مع مادة الترويق داخل براميل ، وتقفل البراميل وتترك لمدة عشر أيام بعدها يسحب الخل الرائق بعيداً عن الرواسب .

وعند استعمال الكازين تذاب كازينات الصوديوم أو البوتاسيوم فى الماء الساخن بتركيز اثنين فى المائة ويضاف جالون واحد من هذا المحلول لكل مائة جالون من الخل .

وفى حالة استعمال التانين تذاب هذه المادة فى كمية من الخل وتمزج هذه الكمية ببقية الخل وتترك . أما الجيلاتين فيذاب فى الماء الساخن أولاً بتركيز أربعة أوقيات لكل جالون ماء . وعادة يروق الخل باستعمال مزيج من التانين والجيلاتين بنسبة متساوية ، على أن يضاف من هذا المزيج أوقيتان إلى أربع أوقيات لكل مائة جالون خل .

وفى كثير من الحالات يكتفى بترشيح الخل ، وعادة تستعمل أجهزة الترشيح تحت ضغط . وقد تضاف للخل بعض المواد المساعدة على الترشيح مثل — Hy Flo Super Cel or Dicalit . ويفضل أن تصنع أجهزة ترشيح الخل من الصلب غير القابل للصدأ أو من البرونز والألومنيوم المقاوم للتآكل : لكنه لا يجوز صناعتها من النجاس أو النحاس المطلى بالقصدير لأن مثل هذا المعدن يتآكل بتأثير الخل فتحدث عكارة .

الغباشة فى الخل .

بتفاعل حامض الخليك مع الحديد عند ملامسة الخل لبعض المعدات والأدوات كالأنابيب والمضخات تتكون عكارة فى الخل تعرف باسم "iron "casse . ويبدو أن هذه الظاهرة تحدث بتأكسد الحديدوز إلى حديديك ، ويلى ذلك تفاعل أيونات الحديديك مع التانين والفوسفات والبروتينات مكونة راسباً غروياً يعطى الخل المظهر المتغبش العكر . وقد يتكون هذا المظهر فى الخل بفعل أملاح النحاس والقصدير لذلك يفضل التخلص من الحديد والنحاس والقصدير بواسطة الحديدوسيانيد . مع مراعاة مراقبة هذه العملية بدقة لتحاشى وجود الزيادة من الحديدوسيانيد أو السيانيد في الخل فيصبح هذا ضارا بصحة الإنسان ومخالفاً للقوانين الغذائية . وينصح بصنع المواسير والمضخات وغيرها من الصلب غير القابل للصدأ أو البرونز أو المطاط الصلب .

ويراعى فى عبوات الخل الزجاجية أن يكون الغطاء مبطناً بمادة قوية تحول دون وصول حامض الخليك إلى معدن الغطاء .

بسترة الخل :

يبستر الخل أحياناً عقب ترشيحه أو ترويقه بتسخينه على درجة ١٤٠° فهرنهيت لمدة بضع ثوان ثم تبريده بالماء البارد مباشرة . وقد تغمر عبوات الخل فى الماء وتسخن حتى ترتفع درجة حرارة الخل إلى ١٤٠° فهرنهيت ، كما قد تستخدم البسترة بطريقة flash pasteurization . وفى حالة الرغبة فى الحفظ الطويل يغبأ الخل فى أوان محكمة القفل ويعقم .

وقد يستغنى عن البسترة بإضافة ثانى أكسيد الكبريت للخل المعبأ بنسبة ١١٠ إلى ١٥٠ جزءاً فى المليون أو ما يعادل هذه الكمية من ثانى كبريتيت الصوديوم .

ديدان الخل :

كثيراً مايتعرض الخل لنمو الديدان vinegar eels واسمها العلمى Anguillula aceti ، ويساعد على انتشار هذه الديدان فى الخل فساد الفواكه المستعملة فى صناعة الخل وكذلك ذبابة الخل . ويمكن إبادة هذه الديدان بالتسخين على درجة ١٣٠° فهرنهيت . وهذه الديدان لا تتكاثر فى عبوات الخل الممتلئة لأنها تتطلب الهواء حتماً . وفى حالة انتشارها فى أجهزة صناعة الخل بكثرة يلزم إيقاف العمل وتنظيف الجهاز جيداً .

بكتريا حامض اللكتيك :

كثيراً ما تختلط بكتريا حامض اللكتيك ببكتريا حامض الخليك فتسبب الأولى ظهور رائحة ونكهة غير مرغوبة فى الخل . وبكتريا حامض اللكتيك لا هوائية اختياراً ، وكثيراً ما تنمو مع الميكودرما Mycoderma vini . وتنشط هذه البكتريا فى حالة وجود بقايا من السكر فى السائل المتخمر . وللتخلص من هذه البكتريا يرشح السائل المتخمر ويبستر ويضاف إليه خل جيد لرفع نسبة الحموضة إلى اثنين فى المائة ، وقد يضاف ثانى أكسيد الكبريت بنسبة مائة جزء فى المليون . وينصح باستعمال خميرة نقية فى التخمر .

ذبابة الخل :

تنتشر الدوروسوفلا Drosophila cellaris فى مصانع الخل . وللتخلص منها يعتنى بالنظافة والتخلص من المتخلفات وترش الجدران بمادة مطورة مثل DDT مع تحاشى تلوث الخل والخامات بالمواد المطهرة السامة . وتطورة هذه الذبابة تنحصر فى مضايقة عمال المصانع وفى نقل ديدان الخل من صهريج إلى الآخر .

تحليل الخل والعصير المتخمر .

من التقديرات التى تجرى فى مصانع الخل عادة تقدير درجة الحامضية ونسبة الكحول .

ويستدل من نتيجة تقدير الحموضة على مطابقة الخل للمواصفات . ويستدل من تقدير نسبة الكحول ودرجة البالنج فى العصير الخام على مناسبة الظروف لنشاط الخميرة . وتدل قراءة البالنج أو نسبة السكر فى الخل على تمام عملية التخمر من عدمه . كذلك يستفاد من نتائج التحليل فى خلط عينات مختلفة من الخل للحصول على ناتج ثابت الصفات .

حساب ناتج الكحول والخل :

يمكن حساب كميتى الكحول والخل المتوقع الحصول عليهما نظريًا بالرجوع إلى المعادلات الكيميائية الموضحة للتفاعلات كما يلى :

$$ك_{١٢}\,يد_{٢٢}\,ا_{١١} + يد_{٢}\,ا \xleftarrow{\text{انفرتيز}} ك_{٦}\,يد_{١٢}\,ا_{٦} + ك_{٦}\,يد_{١٢}\,ا_{٦}$$

٣٤٢ جزء سكر ثنائى ← ٣٦٠ جزء سكر أحادى

أى ٩٥ » » » ← ١٠٠ » » » »

$$٢\,ك_{٦}\,يد_{١٢}\,ا_{٦} \xrightarrow[\text{خميرة}]{} ٤\,ك_{٢}\,يد_{٥}\,ا\,يد + ٤\,ك_{١}\,ا_{٢}$$

٣٦٠ جزء سكر أحادى ١٨٤ جزء كحولى

أى ١٠٠ » » » ٥١,١ » »

$$ك_{٢}\,يد_{٥}\,ا\,يد + ا_{٢} \xrightarrow{\text{بكتريا حامض خليك}} ك\,يد_{٣}\,ك\,ا\,يد + يد_{٢}\,ا$$

٤٦ جزء كحول ← ٦٠ جزء حامض خليك

أى ٥١,١ » » ← ٦٦,٥ » » »

فيتضح مما سبق أن ٩٥ جزءاً من السكر الثنائى تعطى ١٠٠ جزء من السكر الأحادى نتيجة للتحلل المائى الإنزيمى ، وهذه تعطى ٥١,١ جزءاً من الكحول نتيجة للتخمر الكحولى ، وتتحول هذه الكمية من الكحول معطية ٦٦,٥ جزءاً من حامض الخليك . وكما سبق ذكره ليس ممكناً الحصول على هذه الكميات المحسوبة نظريًا بسبب الفقد الذى يعترى بعض الكحول وبعض الخل وبعض السكر أثناء التصنيع ، لذلك لا تتجاوز الكميات المتحصل عليها

عملياً ٤٧ جزءاً من الكحول أو ٦٠ جزءاً من الخل ، وهذه الكمية من الخل توازى نصف كمية السكر المستعملة فى التخمر تقريباً .

خل المولاس :

يعتمد فى صناعة الخل بمصانع جمهورية مصر العربية على المولاس المتخلف فى مصانع السكر . والمولاس عبارة عن سائل كثيف به حوالى سبعين فى المائة سكريات غالبيتها فى صورة سكر محول . ولما كانت هذه النسبة المرتفعة من السكريات ذات أثر مثبط على نشاط الخميرة ، كما أنها تعطى كمية كبيرة من الكحول تثبط الخميرة بسرعة ، فمن اللازم تخفيف المولاس بالماء قبل عملية التخمر . وعادة يخفف المولاس إلى تركيز يتراوح بين ١٢ ، ١٨ فى المائة ، فهذه النسبة من السكريات هى الملائمة لنشاط الخميرة والمناسبة للإنتاج الاقتصادى ، فانخفاض النسبة كثيراً عن هذا الحد يتبعه انخفاض ظاهر فى كمية الكحول الناتجة وتصبح العملية غير مربحة . ولما كانت الخميرة تتأثر بحموضة الوسط الذى تعيش فيه فمن الضرورى ضبط حموضة المولاس قبل التخمر عند الحد الملائم لنشاط الخميرة وهو pH ٤ إلى ٤,٥ ، ويجرى ذلك عادة بإضافة حامض اللاكتيك . ولتشجيع نمو ونشاط الخميرة أيضاً يضاف للمولاس غذاء الخميرة خصوصاً ملح أمونيوم ، ويضاف هذا بنسبة ٥ فى المائة تقريباً . وفى بعض الدول الأجنبية قد تضاف كمية من الأملاح المعدنية المطلوبة للخميرة كأملاح المنجنيز والمغنسيوم .

وعقب انتهاء التخمر الكحولى يقطر السائل لرفع نسبة الكحول به ، ويمكن تحويله إلى كحول بالتركيز المطلوب تجارياً . أما كمية السائل الكحولى المعدة لصناعة الخل فيعدل تركيز الكحول بها إلى حوالى ١٢ فى المائة ، وهى النسبة الملائمة لنمو ونشاط بكتريا حامض الخليك . وتعدل حموضة السائل الكحولى بإضافة الكمية المناسبة من الخل الجيد كما سبق شرحه

تقدير تركيز الكحول :

لتعديل تركيز الكحول فى السائل الكحولى المعد لصناعة الخل ، وللوقوف على تركيز الكحول فى السائل المعد للتسويق ، يجرى تقدير الكحول فى السائل بإحدى الطريقتين التاليتين :

(أولا) باستخدام الإيدرومتر : فهناك إيدرومتر خاص بتقدير الكحول ويعرف باسم إيدرومتر ترالز Tralles hydrometer . ويلاحظ أن هذا الإيدرومتر يبدأ تدريجه من أسفل متجهاً إلى الطرف العلوى ، أى فى اتجاه عكسى لإيدرومترات الكثافة والوزن النوعى والتركيز المستخدمة فى تقدير كثافة وتركيزات المحاليل السكرية والملحية . والسبب فى ذلك أن كثافة المحلول الكحولى تقل بارتفاع نسبة الكحول فى المحلول ، ولذا فارتفاع تركيز الكحول يصحبه هبوط الإيدرومتر لأسفل داخل المحلول فيتعين إذن أن تكون القراءة الأكبر فى اتجاه الطرف العلوى .

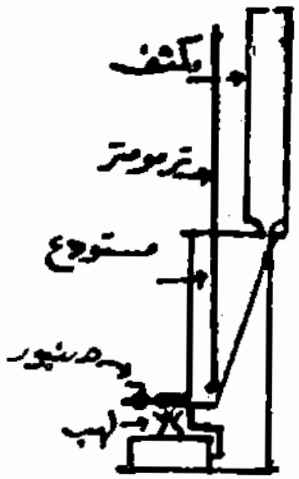
(ثانياً) باستخدام جهاز لونج : وهذا الجهاز يعرف باسم ebilioscope أو Alcoholemeter ، وهو خاص بتقدير تركيز الكحول فى محاليله . ويصمم هذا الجهاز ليعطى تركيز الكحول مباشرة أو ليعطى قراءة يمكن الاسترشاد بها فى استخدام جداول خاصة لمعرفة نسبة الكحول . والأساس الذى بنى عليه تصميم هذا الجهاز هو انخفاض درجة حرارة غليان المحلول الكحولى عن المائة مئوية تدريجياً بازدياد نسبة الكحول فى المحلول . وهذه العلاقة بين درجة الغليان ونسبة الكحول ثابتة تماماً . وتتلخص طريقة التقدير فى الخطوات التالية :

(ا) يوضع خمسون ملليتراً من الماء المقطر فى مستودع الجهاز النظيف الجاف .

(ب) يملأ مكثف الجهاز بالماء البارد .

(حـ) يسخن المستودع حتى يغلى الماء بداخله ، وتحرك المسطرة بحيث

ينطبق صفر تدريجها على سطح الزئبق فى البرمومتر .



(شكل ١٢٢) جهاز لوبج لتقدير تركيز الكحول

(د) يبرد الجهاز وتفرغ منه المياه ويجفف المستودع ويعاد ملأ الجهاز بخمسين ملليلتراً من السائل الكحولى ويملأ المكثف بالماء البارد ويسخن المستودع حتى يغلى السائل الكحولى ، وتؤخذ قراءة المسطرة عند سطح الزئبق لمعرفة نسبة الكحول .

المستردة :

تصنع عجينة المستردة من مسحوق الخردل mustand وبعض التوابل مع إضافة خل وماء ودقيق بالنسب التالية :

١٢٥	جراماً مسحوق خردل .
٨٠ — ١٠٠	جراماً دقيق .
١٠٠٠	سنتيمتر مكعب خل .
٤٠	سنتيمتر مكعب حامض خليك .
٨٠	جراماً سكر .
٢	جراماً كركم .
١	جرام بذور كرفس .
٨٠	سنتيمتر مكعب ماء .

عقب مزج الدقيق بالماء جيداً يضاف الخل ويقلب المزيج ثم تضاف بقية الخامات عدا حمض الخليك . ويوضع المزيج على اللهب ويقلب أثناء التسخين الهادئ حتى يكثف القوام ، وحينئذ يضاف حمض الخليك ويستمر فى التقليب

حتى تأخذ العجينة قوامها المألوف ، ويستبعد اللهب وتترك المستردة لتبرد وتعبأ .

الكارى :

يضاف الخل إلى بعض التوابل لعمل الكارى الفاتح للشهية . فيخلط ١٢٥ جراماً شطة جافة مطحونة مع ٨٥ جراماً كركم ناعم مع عشرة جرامات فلفل أسود مطحون مع ستة جرامات مخلوط بهارات ، ويضاف للمخلوط ٢٥٠ سنتيمتراً مكعباً خل ، ويغلى المزيج على اللهب مع مراعاة استمرار التقليب ، ثم يصفى الكارى ويعبأ فى زجاجات .

الفصل الحادى والعشرون

المياه الغازية

المصطلحات الدارجة فى مصانع المياه الغازية . طريقة صناعة المياه الغازية . تحضير الشراب الأساسى . تحميض الشراب . المياه المستعملة فى مصانع المياه الغازية . تحضير ماء الصودا . تلوين المياه الغازية . إضافة مواد النكهة . عبوات الغازوزة . غسيل وتعبئة الزجاجات . غسيل الزجاجات . المواد المكسبة للرغوة . حساب تركيز السكر والحامض فى الشراب الأساسى . تركيب المياه الغازية :

بدأ الاهتمام بصناعة المياه الغازية منذ أن نشر Priestley عام١٧٧٢ مقالة العلمى عن المياه المضاف إليها الغاز بعنوان Impregnating water with fixed air إلا أن البعض يعتقد أن هذا المقال لم يكن حدثاً جديداً إذ وجدت فى المؤلفات القديمة مقتطفات تتعلق بالموضوع أقدمها ما كتبه Andreas Libavius عام ١٦٠٦ عن قيمة المياه المعدنية بعنوان De judicio aquarum mineralium. كما أن الكيماوى السويدى Bergmann المعاصر لبرستلى حضر المياه الغازية وكتب الكثير عن المياه المعدنية الطبيعية . وفى أمريكا حضرت المياه الغازية عام ١٧٨٥ على يد صيدلى وطبيب هما P. Physick Speakman واستعملت هذه المياه الغازية فى علاج المرضى . وقد أضاف الصيدلى عصير الفاكهة للمياه الغازية فتحسن الطعم والنكهة ، وكان هذا دافعاً لانتشار المشروبات الغازية المحلاة فى أمريكا . وقد انتشرت الصناعة فى أوروبا فى نفس الوقت تقريباً بمجهود Paul عام١٧٩٠ فى سويسرا و Schweppe فى إنجلترا . وقد ظهرت المياه الغازية المحلاة الصناعية فى أمريكا عام ١٨٠٩ .

المصطلحات الدارجة فى مصانع المياه الغازية .

يطلق على الغازوزة الاصطلاح « المشروبات غير الكحولية » وهى عادة محلاة بالسكر ومضاف إليها مواد مكسبة للنكهة ، كما قد يضاف إليها أحياناً الحامض والمواد الملونة ، وتحتوى دائماً على غاز ثانى أكسيد الكربون . وقد تسمى هذه المشروبات أحياناً باسم ماء الصودا Soda water أو soda PoP أو pop أو Soft drinks . وتقسم عادة المياه الغازية إلى قسمين أساسيين هما المشروبات الغازية غير الكحولية الحمضية ، مثل الكوكاكولا ، والغازوزة الطبيعية ، والمشروبات الغازية غير الحمضية ، مثل root beer . وقد تقسم الغازوزة بطريقة أخرى إلى قسمين. أحدهما غازوزة الفواكه fruit-flavored beverages والثانى غازوزة خاصة مثل الكوكاكولا .

طريقة صناعة المياه الغازية .

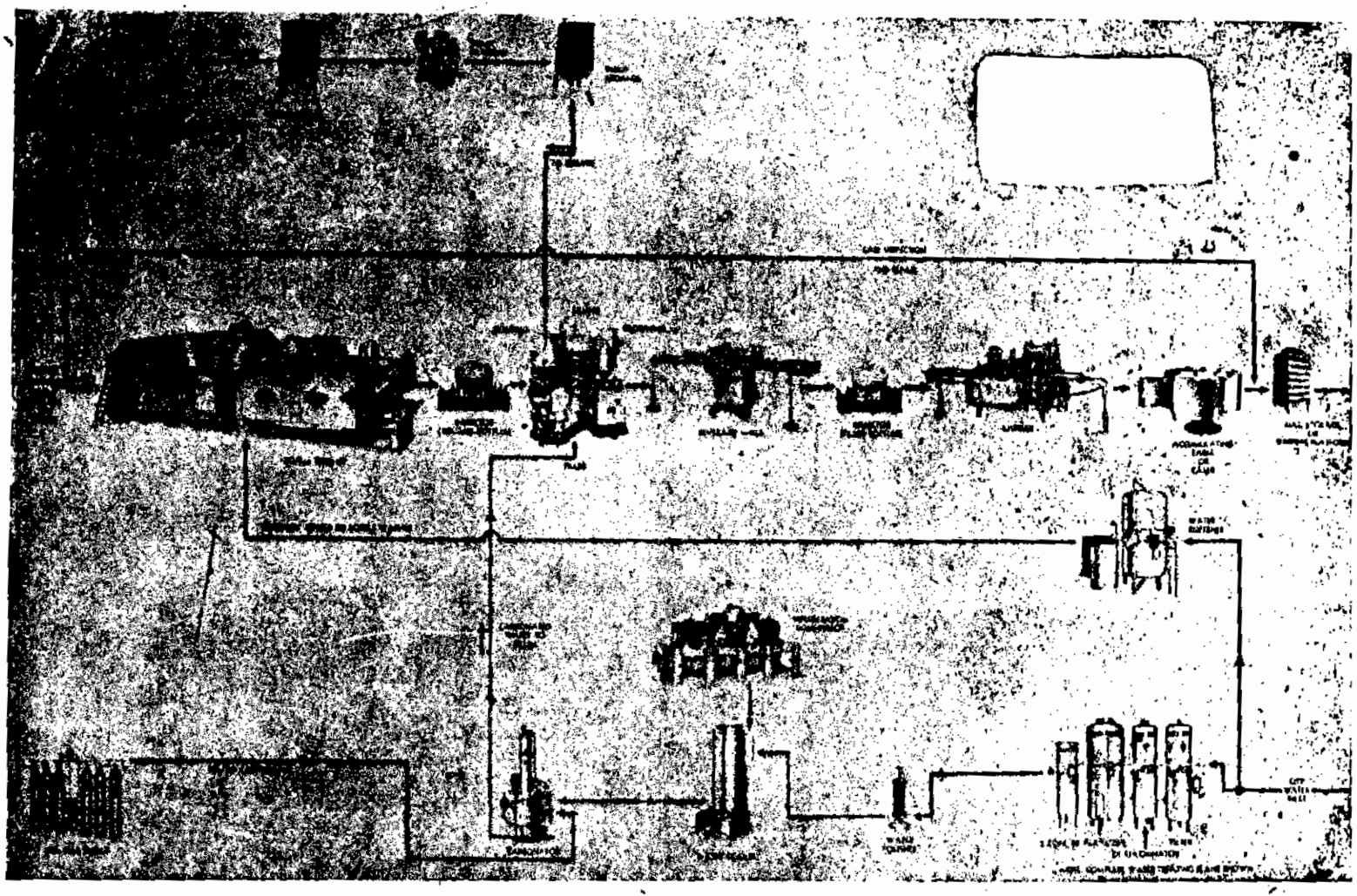
تتلخص صناعة المياه الغازية المحلاة فى تحضير الشراب الأساسى Sirup بإذابة السكر فى الماء ، وإضافة الحامض acid والمواد المكسبة للنكهة flavor ، ومزج المكونات سالفة الذكر معاً blending . وتعبئة السائل الناتج فى الزجاجات أو العبوات المناسبة بالحجم المناسب . وملء الزجاجات تقريباً بماء الصودا المحضر بإذابة ثانى أكسيد الكربون فى الماء ، وقفل الزجاجات capping ، ولصق البطاقات على الزجاجات labeling . ويوضح الرسم فى الصفحة التالية خطوات صناعة الغازوزة .

تحضير الشراب الأساسى .

يستعمل فى تحضير الشراب Sirup سكر القصب أو البنجر ، كما يستعمل أحياناً سكر الجلوكوز المحضر من النشا بالتحليل المائى . ويجب أن يكون السكر المستعمل نقياً ونظيفاً تماشياً لنمو الأحياء الدقيقة فى الشراب أو المياه الغازية فيما بعد ، خصوصاً وأن المياه الغازية بعد تعبئتها لا تعامل بالحرارة . ولنفس السبب يجب مراعاة توفر سبل النظافة فى تحضير الشراب .

ويكون الشراب الأساسى أحياناً بسيطاً Simple Sirup أى مكوناً من الماء والسكر فقط ، بتركيز يتراوح بين ٤٥ ، ٦٥ فى المائة ليعطى مياهاً غازية ذات درجة محدودة من الحلاوة . وهذا التركيز يقابل٢٦° إلى ٣٢° درجة بوميه . وعند إضافة الحامض للشراب يعرف باسم الشراب البسيط المحمض acidified Simple Sirup . وكذلك فى حالة احتواء الشراب على مواد النكهة يعرف باسم flavored Sirup . وهذا الشراب الممتزج المحتوى على مواد النكهة قد يمزج بماء الصودا قبل التعبئة مباشرة أو يضاف إليه ماء الصودا داخل الزجاجات نفسها .

وتبعاً لطريقة تحضير الشراب الأساسى قد يقسم هذا الشراب إلى قسمين هما الشراب المحضر على البارد Cold process sirup والشراب المحضر على الساخن hot process sirup . ففى الطريقة الباردة يذاب السكر فى الماء على



درجة الحرارة العادية ، سواء أضيف الحامض أو لم يضف . والأفضل هو إضافة الحامض لمنع تكاثر الأحياء الدقيقة أثناء إذابة السكر . وتعتبر طريقة الإذابة على البارد مؤدية للغرض بشرط توافر الاشتراطات الصحية فى عملية التحضير منعاً لتعرض الشراب للفساد . ولذلك يلزم تنقية المياه المستخدمة فى تحضير الشراب على البارد . وتتميز طريقة الإذابة على البارد هذه بانخفاض تكاليفها ، فهى لا تحتاج إلى أجهزة أو أدوات مرتفعة الثمن .. ونظراً لارتفاع لزوجة الشراب السكرى المحضر على البارد مقارناً بالشراب المحضر على الساخن فإنه يفضل استخدام خلاط قوى تتراوح قوته بين ثلث ونصف حصان . والأوانى المستخدمة فى تحضير الشراب تكون من الصلب غير القابل للصدأ أو من سبيكة النيكل أو مبطنة بالزجاج ، مع مراعاة سهولة تنظيف الصمامات والمضخات المتصلة بعملية تحضير الشراب ، كما يراعى فى تصميم صمام خروج الشراب عدم تعرضه للانسداد بفعل السكر غير الذائب . وتتلخص طريقة الإذابة على البارد فى وضع الماء داخل حوض وإضافة مكونات الشراب الأخرى جميعها إلى الماء متتابعة ثم استمرار التقليب حتى تمام ذوبان السكر . وتستغرق عملية التقليب بالموتور حوالى الساعة .

أما فى الطريقة الساخنة لتحضير الشراب فتساعد حرارة التسخين فى إذابة السكر بسرعة وفى قتل الأحياء الدقيقة الملوثة لمكونات الشراب . وتفضل هذه الطريقة فى حالة احتمال تخزين الشراب المحضر بضعة أيام إلى أن يحين وقت التعبئة . ويلاحظ أن ارتفاع نسبة السكر فى الشراب إلى تركيز ٦٣° بوميه يكون له أثره الحافظ فيمتنع نمو الأحياء الدقيقة . ويزداد الأثر الحافظ فى حالة إضافة حامض الستريك أو اللاكتيك أو الفوسفوريك للشراب بتركيز يبلغ واحداً فى المائة . ولا يجوز مطلقاً تخزين الشراب إذا كان تركيزه يقل عن ٣٢° بوميه لأنه يكون معرضاً للتخمير بفعل الخميرة بسرعة . فمن ذلك يتضح أن منع فساد الشراب السكرى يتوقف على استخدام الحرارة فى الإذابة ووجود الحامض فى الشراب الكثيف . وفى بعض الأحيان يستر الشراب السكرى ذو التركيز ٣٢° بوميه بغليانه لمدة خمس دقائق ثم تبريده إذا

كان خالياً من الحامض ، أو بتسخينه إلى درجة ١٨٠° فهرنهيت ثم تبريده إذا كان قد أضيف إليه الحامض بنسبة واحد فى المائة .

ويستخدم فى الطريقة الساخنة عادة أحواض مزدوجة الجدران مزودة بصمامات ومواسير صحية وبموتور قوته ربع أو ثلث حصان .

تحميض الشراب :

يعتنى بتحديد نسبة الحامض المضافة للشراب الأساسى لأنها تؤثر فى نكهة الشراب والمياه الغازية . والأحماض المستعملة عادة هى الستريك أو الفوسفوريك أو الطرطريك ، وأحياناً الماليك أو اللاكتيك . وجميع هذه الأحماض توجد طبيعياً فى النباتات ، وأكثرها استعمالاً هو الستريك لأنه يناسب عدداً كبيراً من أنواع النكهة . أما حمض الفوسفوريك فيفضل فى حالة النكهة المستمدة من الأوراق والجذور والأعشاب والنقل . وأما حامض الطرطريك فيستعمل مع نكهة العنب . ولا يخفى أن الحموضة الفعلية المتكونة فى الشراب ، أى رقم pH . لها أثرها الواضح فى نكهة المياه الغازية الناتجة .

فمن المهم جداً فى صناعة المياه الغازية التحكم فى نسبة الحموضة بها . وينصح أحياناً بمزج حمضين معاً للوصول إلى الحموضة المناسبة . ويجب أن تكون هذه الأحماض نقية ومطابقة للاشتراطات الصحية . وعادة يخزن حامض الستريك فى مصانع المياه الغازية على هيئة محلول بتركيز خمسين فى المائة ، ويستعمل هذا المحلول بالقدر المناسب عند اللزوم .

المياه المستعملة فى مصانع المياه الغازية :

يجب أن تكون المياه المستعملة فى صناعة الغازوزة نقية تماماً وخالية من المواد الملونة والمعلقة والمواد المعدنية التى قد تؤثر على نكهة الغازوزة وطعمها أو تترسب فى الغازوزة . ويفضل أن تكون المياه ضعيفة القلوية .

تحضير ماء الصودا :

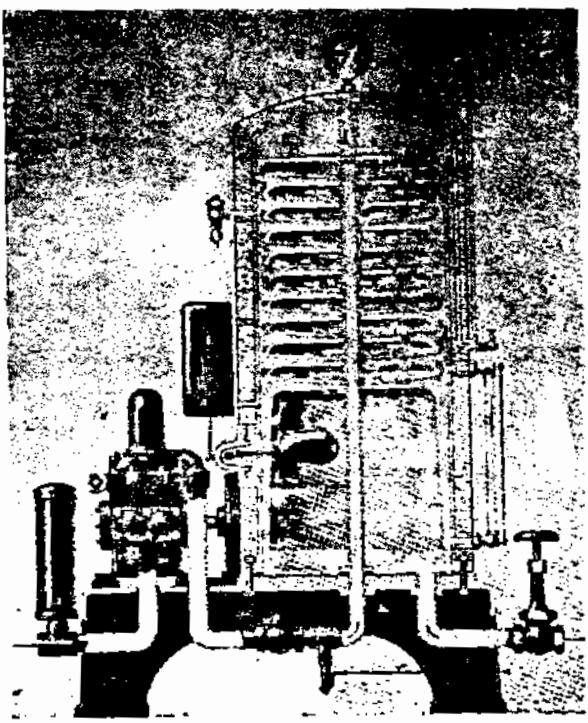
يمكن تحضير ثانى أكسيد الكربون اللازم لصناعة الغازوزة بتفاعل كربونات الكالسيوم أو بيكربونات الصوديوم مع حامض الكبريتيك ، وتعتبر البيكربونات هى المفضلة فى الصناعة . ويفضل حاليًا استعمال ثانى أكسيد الكربون السائل أو الصلب الممكن الحصول عليه تجاريًا من المصانع التى تنتجه كنواتج عرضى مثل مصانع البيرة والتخمير الكحولى . وينتج هذا الغاز أيضاً باحتراق الفحم والغاز الطبيعى . ويزداد طلب مصانع المياه الغازية حاليًا فى الدول الأجنبية على ثانى أكسيد الكربون الصلب .

ويجب أن تحدد كمية الغاز التى تحتويها زجاجة الغازوزة بالضبط لأنها تؤثر فى صفات الغازوزة تأثيراً واضحاً . وتتوقف كمية الغاز التى يمتصها السائل على ضغط هذا الغاز ، طبقاً لقانون هنرى Henry's law ، وذلك عند ثبات درجة الحرارة . وعندما يتساوى ضغط غاز ثانى أكسيد الكربون مع الضغط الجوى تتوقف كمية الغاز التى يمتصها الماء على درجة حرارة الماء ، وتقدر كمية الغاز الممتصة بوحدة الحجوم volume وهذه الوحدة هى كمية الغاز بالملليمترات التى يمتصها حجم معين من الماء تحت الضغط الجوى العادى ، أى ٧٦٠ ملليمتر زئبق ، وعند درجة ٦٠° فهرنهيت . فعند درجة ٦٠° فهرنهيت يمتص الماء حجماً واحداً من غاز ثانى أكسيد الكربون ، وهذا يقابل رقم صفر على تدريج جهاز الغاز . وبارتفاع الضغط إلى ١٤و٧ رطلاً يمتص الماء حجمين من الغاز . وكلما ارتفع الضغط بمقدار ١٥ رطلاً امتص الماء حجماً آخر من الغاز ، لكن الحجوم الممتصة من الغاز تزداد بانخفاض درجة حرارة الماء أيضاً . فعندما تكون درجة حرارة الماء ٣٢° فهرنهيت يكون الغاز الممتص ٢و٧ حجماً . وبازدياد الضغط بمقدار ١٥ رطلاً يمتص الماء ١و٧ حجماً آخر من الغاز . ومعنى ذلك أن ملأ زجاجة الغازوزة على درجة ٣٢° فهرنهيت تحت ضغط يبلغ ٣٠ رطلاً يجعل حجم الغاز الممتص ١و٧ × ٣ = ١و٥ حجماً . وعادة تحتوى المياه الغازية على ٣ إلى ٤,٥

أحجام من ثانى أكسيد الكربون . مثال ذلك الكوكاكولا التى تحتوى على ٣و٦ إلى ٤ أحجام من الغاز لكل حجم من المياه الغازية ، والبيبسى كولا التى تحتوى على ٣و٩ أحجام .

ويمكن تقدير عدد حجوم الغاز فى زجاجة الغازوزة بمعرفة ضغط الغاز ودرجة حرارة المياه الغازية . وتوجد أجهزة معدة للاستخدام فى هذا الغرض توضع فوهة زجاجة الغازوزة بداخلها وتدفع الإبرة فى غطاء الزجاجة ويقرأ الضغط على التدريج ، وبعد فتح الزجاجة تؤخذ قراءة الترمومتر فى المياه الغازية ، ويحسب حجم الغاز بالرجوع إلى الجدول الموضح فيما بعد .

ولتحضير ماء الصودا Carbonation يستعمل جهاز الكربنة carbonator وتوصل به أسطوانة غاز ثانى أكسيد الكربون السائل بواسطة أنبوبة معدنية . ووظيفة هذا الجهاز هى تعريض سطح كبير من الماء للغاز تحت ضغط مرتفع فيمتص الماء الغاز بسرعة .



(شكل ١٢٤) قطاع فى جهاز تحضير ماء الصودا

تلوين المياه الغازية :

تلون بعض المياه الغازية بإضافة المواد الملونة التى تسمح بها القوانين الغذائية وأكثر المواد الملونة استخداماً هو الكرامل وبعض منتجات قطران الفحم . ويجب أن تكون المواد الملونة المستخدمة ثابتة وغزيرة اللون ولا تؤثر على طعم ورائحة المياه الغازية ، كما يجب أن تكون خالية من التلوث بالأحياء الدقيقة . أو المواد الكيميائية .

درجة الحرارة فى الزجاجة ٥٥ ف	ضغط الغاز فى الزجاجة بالرطل											
	١٦	١٨	٢٠	٢٢	٢٤	٢٦	٢٨	٣٠	٣٢	٣٤	٣٦	٣٨
٤٥	٢٫٧	٢٫٩	٣٫١	٣٫٣	٣٫٤	٣٫٦	٣٫٨	٤٫٠	٤٫١	٤٫٣	٤٫٥	٤٫٧
٤٦	٢٫٧	٢٫٨	٣٫٠	٣٫٢	٣٫٤	٣٫٥	٣٫٧	٣٫٩	٤٫٠	٤٫٢	٤٫٤	٤٫٦
٤٧	٢٫٦	٢٫٨	٢٫٩	٣٫١	٣٫٣	٣٫٥	٣٫٦	٣٫٨	٤٫٠	٤٫١	٤٫٣	٤٫٥
٤٨	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٩	٣٫١	٣٫٢	٣٫٤	٣٫٦	٣٫٧	٣٫٩	٤٫١	٤٫٢	٤٫٤
٤٩	٢٫٥	٢٫٧	٢٫٨	٣٫٠	٣٫٢	٣٫٣	٣٫٥	٣٫٧	٣٫٨	٤٫٠	٤٫١	٤٫٣
٥٠	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٨	٢٫٩	٣٫١	٣٫٣	٣٫٤	٣٫٦	٣٫٧	٣٫٩	٤٫٠	٤٫٢
٥١	٢٫٤	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٩	٣٫١	٣٫٢	٣٫٤	٣٫٥	٣٫٧	٣٫٨	٤٫٠	٤٫٢
٥٢	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٧	٢٫٨	٣٫٠	٣٫٢	٣٫٣	٣٫٥	٣٫٦	٣٫٨	٣٫٩	٤٫١
٥٣	٢٫٣	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٨	٢٫٩	٣٫١	٣٫٣	٣٫٤	٣٫٦	٣٫٧	٣٫٨	٤٫٠
٥٤	٢٫٣	٢٫٤	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٩	٣٫٠	٣٫٢	٣٫٣	٣٫٥	٣٫٦	٣٫٨	٣٫٩
٥٥	٢٫٣	٢٫٤	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٨	٣٫٠	٣٫١	٣٫٣	٣٫٤	٣٫٦	٣٫٧	٣٫٩
٥٦	٢٫٢	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٨	٢٫٩	٣٫١	٣٫٢	٣٫٤	٣٫٥	٣٫٧	٣٫٨
٥٧	٢٫٢	٢٫٣	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٩	٣٫٠	٣٫٢	٣٫٣	٣٫٥	٣٫٦	٣٫٧
٥٨	٢٫١	٢٫٣	٢٫٤	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٨	٣٫٠	٣٫١	٣٫٣	٣٫٤	٣٫٥	٣٫٧
٥٩	٢٫١	٢٫٢	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٧	٢٫٨	٢٫٩	٣٫١	٣٫٢	٣٫٣	٣٫٥	٣٫٦
٦٠	٢٫١	٢٫٢	٢٫٣	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٩	٣٫٠	٣٫١	٣٫٣	٣٫٤	٣٫٥
٦١	٢٫٠	٢٫٢	٢٫٣	٢٫٤	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٨	٣٫٠	٣٫١	٣٫٢	٣٫٣	٣٫٥
٦٢	٢٫٠	٢٫١	٢٫٣	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٨	٢٫٩	٣٫٠	٣٫٢	٣٫٣	٣٫٤
٦٣	٢٫٠	٢٫١	٢٫٢	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٩	٣٫٠	٣٫١	٣٫٢	٣٫٤
٦٤	١٫٩	٢٫١	٢٫٢	٢٫٣	٢٫٤	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٨	٢٫٩	٣٫١	٣٫٢	٣٫٣
٦٥	١٫٩	٢٫٠	٢٫٢	٢٫٣	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٨	٢٫٩	٣٫٠	٣٫١	٣٫٣
٦٦	١٫٩	٢٫٠	٢٫١	٢٫٢	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٨	٣٫٠	٣٫٢	٣٫٢
٦٧	١٫٨	٢٫٠	٢٫١	٢٫٢	٢٫٣	٢٫٤	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٨	٢٫٩	٣٫٠	٣٫٢
٦٨	١٫٨	١٫٩	٢٫٠	٢٫٢	٢٫٣	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٩	٣٫٠	٣٫١
٦٩	١٫٨	١٫٩	٢٫٠	٢٫١	٢٫٢	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٨	٢٫٩	٣٫٠
٧٠	١٫٧	١٫٩	٢٫٠٠	٢٫١	٢٫٢	٢٫٣	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٧	٢٫٨	٢٫٩	٣٫٠
٧١	١٫٧	١٫٨	١٫٩	٢٫١	٢٫٢	٢٫٣	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٨	٢٫٩
٧٢	١٫٧	١٫٨	١٫٩	٢٫٠	٢٫١	٢٫٢	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٨	٢٫٩
٧٣	١٫٧	١٫٨	١٫٩	٢٫٠	٢٫١	٢٫٢	٢٫٣	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٨	٢٫٩
٧٤	١٫٦	١٫٨	١٫٩	٢٫٠	٢٫١	٢٫٢	٢٫٣	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٨
٧٥	١٫٦	١٫٧	١٫٨	١٫٩	٢٫٠	٢٫٢	٢٫٣	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٨
٧٦	١٫٦	١٫٧	١٫٨	١٫٩	٢٫٠	٢٫١	٢٫٢	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٧	٢٫٧
٧٧	١٫٦	١٫٧	١٫٨	١٫٩	٢٫٠	٢٫١	٢٫٢	٢٫٣	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٧
٧٨	١٫٥	١٫٦	١٫٧	١٫٩	٢٫٠	٢٫١	٢٫٢	٢٫٣	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٦	٢٫٦
٧٩	١٫٥	١٫٦	١٫٧	١٫٨	١٫٩	٢٫٠	٢٫١	٢٫٢	٢٫٣	٢٫٤	٢٫٥	٢٫٦

على البوصة المربعة

٤٠	٤٢	٤٤	٤٦	٤٨	٥٠	٥٢	٥٤	٥٦	٥٨	٦٠	٦٢	٦٤
٤٫٨	٥٫٠	٥٫٢	٥٫٤	٥٫٦	٥٫٧	٥٫٩	٦٫١	٦٫٢	٦٫٤	٦٫٦	٦٫٨	٦٫٩
٤٫٧	٤٫٩	٥٫١	٥٫٣	٥٫٤	٥٫٦	٥٫٨	٦٫٠	٦٫١	٦٫٣	٦٫٤	٦٫٦	٦٫٨
٤٫٦	٤٫٨	٥٫٠	٥٫٢	٥٫٣	٥٫٥	٥٫٧	٥٫٩	٦٫٠	٦٫٢	٦٫٣	٦٫٥	٦٫٧
٤٫٦	٤٫٧	٤٫٩	٥٫١	٥٫٢	٥٫٤	٥٫٦	٥٫٧	٥٫٩	٦٫١	٦٫٢	٦٫٤	٦٫٦
٤٫٥	٤٫٦	٤٫٨	٥٫٠	٥٫١	٥٫٣	٥٫٥	٥٫٦	٥٫٨	٦٫٠	٦٫١	٦٫٣	٦٫٤
٤٫٤	٤٫٥	٤٫٧	٤٫٩	٥٫٠	٥٫٢	٥٫٤	٥٫٥	٥٫٧	٥٫٩	٦٫٠	٦٫٢	٦٫٣
٤٫٣	٤٫٥	٤٫٦	٤٫٨	٥٫٠	٥٫١	٥٫٣	٥٫٤	٥٫٦	٥٫٧	٥٫٩	٦٫١	٦٫٢
٤٫٢	٤٫٤	٤٫٥	٤٫٧	٤٫٩	٥٫٠	٥٫٢	٥٫٣	٥٫٥	٥٫٦	٥٫٨	٥٫٩	٦٫١
٤٫٢	٤٫٣	٤٫٤	٤٫٨	٤٫٩	٥٫٢	٥٫٢	٥٫٤	٥٫٥	٥٫٥	٥٫٧	٥٫٩	٦٫٠
٤٫١	٤٫٢	٤٫٤	٤٫٥	٤٫٨	٥٫٠	٥٫٢	٥٫٣	٥٫٤	٥٫٥	٥٫٧	٥٫٩	٥٫٩
٤٫٠	٤٫١	٤٫٣	٤٫٤	٤٫٦	٤٫٧	٤٫٩	٥٫١	٥٫٢	٥٫٣	٥٫٥	٥٫٦	٥٫٨
٣٫٩	٤٫١	٤٫٢	٤٫٤	٤٫٥	٤٫٧	٤٫٨	٥٫٠	٥٫١	٥٫٢	٥٫٤	٥٫٥	٥٫٧
٣٫٩	٤٫٠	٤٫٣	٤٫٤	٤٫٦	٤٫٧	٤٫٧	٤٫٩	٥٫٠	٥٫٢	٥٫٣	٥٫٤	٥٫٦
٣٫٨	٣٫٩	٤٫٢	٤٫٤	٤٫٥	٤٫٦	٤٫٦	٤٫٧	٤٫٩	٥٫١	٥٫٢	٥٫٣	٥٫٥
٣٫٧	٣٫٩	٤٫٠	٤٫٢	٤٫٣	٤٫٤	٤٫٦	٤٫٧	٤٫٨	٥٫٠	٥٫١	٥٫٣	٥٫٤
٣٫٧	٣٫٨	٤٫١	٤٫٢	٤٫٣	٤٫٥	٤٫٦	٤٫٧	٤٫٧	٤٫٩	٥٫٠	٥٫٢	٥٫٣
٣٫٦	٣٫٩	٤٫٠	٤٫١	٤٫٣	٤٫٤	٤٫٥	٤٫٧	٤٫٧	٤٫٨	٤٫٩	٥٫١	٥٫٢
٣٫٦	٣٫٨	٤٫٠	٤٫١	٤٫٢	٤٫٣	٤٫٤	٤٫٦	٤٫٧	٤٫٧	٤٫٨	٥٫٠	٥٫١
٣٫٥	٣٫٨	٣٫٩	٤٫٠	٤٫٢	٤٫٣	٤٫٣	٤٫٤	٤٫٥	٤٫٦	٤٫٨	٤٫٩	٥٫٠
٣٫٥	٣٫٧	٣٫٨	٣٫٩	٤٫١	٤٫٢	٤٫٣	٤٫٣	٤٫٤	٤٫٦	٤٫٧	٤٫٨	٤٫٩
٣٫٤	٣٫٦	٣٫٨	٣٫٩	٤٫٠	٤٫١	٤٫٢	٤٫٢	٤٫٤	٤٫٥	٤٫٦	٤٫٧	٤٫٨
٣٫١	٣٫٥	٣٫٦	٣٫٨	٣٫٩	٤٫٠	٤٫١	٤٫٢	٤٫٣	٤٫٤	٤٫٥	٤٫٧	٤٫٨
٣٫١	٣٫٤	٣٫٦	٣٫٧	٣٫٨	٤٫٠	٤٫١	٤٫٢	٤٫٣	٤٫٤	٤٫٦	٤٫٦	٤٫٧
٣٫٢	٣٫٣	٣٫٥	٣٫٦	٣٫٧	٣٫٨	٣٫٩	٤٫٠	٤٫٢	٤٫٣	٤٫٤	٤٫٥	٤٫٦
٣٫٢	٣٫٣	٣٫٤	٣٫٥	٣٫٦	٣٫٨	٣٫٩	٤٫٠	٤٫١	٤٫٢	٤٫٣	٤٫٤	٤٫٥
٣٫١	٣٫٢	٣٫٣	٣٫٥	٣٫٦	٣٫٧	٣٫٩	٤٫٠	٤٫١	٤٫٢	٤٫٣	٤٫٤	٤٫٥
٣ ١	٣ ٢	٣٫٣	٣٫٤	٣٫٥	٣٫٦	٣٫٧	٣٫٩	٤٫٠	٤٫١	٤٫٣	٤٫٤	٤٫٥
٣٫٠	٣٫١	٣٫٢	٣٫٤	٣٫٥	٣٫٦	٣٫٧	٣٫٨	٣٫٩	٤٫٠	٤٫١	٤٫٢	٤٫٣
٣٫٠	٣٫١	٣٫٢	٣٫٣	٣٫٤	٣٫٥	٣٫٦	٣٫٧	٣٫٨	٣٫٩	٤٫٠	٤٫١	٤٫٢
٢٫٩	٣٫٠	٣٫١	٣٫٢	٣٫٣	٣٫٥	٣٫٦	٣٫٧	٣٫٨	٣٫٩	٤٫٠	٤٫١	٤٫٢
٢٫٩	٣٫٠	٣٫١	٣٫٢	٣٫٣	٣٫٤	٣٫٥	٣٫٦	٣٫٧	٣٫٨	٣٫٩	٤٫٠	٤٫١
٢٫٨	٢٫٩	٣٫٠	٣٫١	٣٫٣	٣٫٤	٣٫٥	٣٫٦	٣٫٧	٣٫٨	٣٫٩	٤٫٠	٤٫١
٢٫٨	٢٫٩	٣٫٠	٣٫١	٣٫٢	٣٫٣	٣٫٥	٣٫٦	٣٫٦	٣٫٧	٣٫٩	٣٫٩	٤٫٠
٢٫٧	٢٫٨	٢٫٩	٣٫٠	٣٫١	٣٫٣	٣٫٤	٣٫٥	٣٫٦	٣٫٧	٣٫٨	٣٫٩	٤٫٠
٢٫٧	٢٫٧	٢٫٩	٣٫٠	٣٫١	٣٫٢	٣٫٣	٣٫٤	٣٫٥	٦٫٣	٣٫٧	٣٫٨	٣٫٩

ويعطى الكرامل للمياه الغازية لوناً بنياً فاتحاً ، واستعماله يناسب المنتجات ذات النكهة المشتقة من الأوراق والجذور والأعشاب . ومن الألوان الذائبة فى الماء المستخدمة بنجاح فى تلوين coloring المياه الغازية المواد brilliaut blue FCF ، fast green FCF ، ponceau 3R ، amaranth Sunset yellow FCF ، tartrazine ، ponceau SX . ومن المواد الملونة غير الصالحة لتلوين المياه الغازية بسبب عدم ثباتها فى الضـــوء المواد light green SF yellowish.Gutnea green B,indigotine . والمركب orangel لا يصلح لقابليته للترسيب ولإعطائه لوناً غير مقبول يشبه لون الطمى بعد مضى بعض الوقت . والمركب erythrosine لا يصلح لأنه يترسب بفعل الحامض المضاف للمياه الغازية . ولا تستعمل صبغات النافثول naphthol yellow dyes لأنها تعطى المياه الغازية طعماً مراً . وعادة يستعمل الطرطرازين فى تلوين مشروبات الليمون ، والأصفر الشمسى FCF لتلوين مشروبات البرتقال .

ويجب أن يضع المنتج نصب عينيه توحيد درجة اللون فى المياه الغازية التى ينتجها على مدار السنة . لذلك تجرى تجارب مبدئية على المواد الملونة المشتراة وتقارن درجة اللون فى المحلول المحضر بعناية بدرجة اللون القياسى ، وتكرر التجارب حتى يتيسر معرفة القدر المناسب من المادة الملونة تحت الاختبار . وعند تحضير محاليل المواد الملونة باستخدام الألوان الصلبة يلاحظ أن المحاليل المائية تكون عرضة للإصابة بالأحياء الدقيقة ، لذلك تضاف بعض المواد لمنع نمو ونشاط هذه الأحياء مثل الكحول أو حامض الستريك أو بنزوات الصوديوم . كما قد يبستر محلول المادة الملونة أو يغلى .

إضافة مواد النكهة :

المواد المكسبة للنكهة فى المياه الغازية عبارة عن عصير فاكهة مركز أو مستخلص مائى أو كحولى . فالكحول يستخدم فى استخلاص المواد الزيتية

المرغوبة من النباتات ، أما الماء فتستخلص به المواد القابلة للذوبان فيه كما يستعمل فى تحضير المستحلبات .

ويجب وقاية مستخلصات النكهة من الفساد البكتريولوجى . فالمستخلصات الكحولية لا تفسد بسهولة لاحتوائها على حوالى عشرين فى المائة كحولاً ، بينما المستخلصات المائية تتعرض للفساد بسرعة ، ولذا تضاف مواد حافظة للمستخلصات المائية مثل الأحماض العضوية الطبيعية وبنزوات الصوديوم . ولا تستحب البسترة فى هذه الحالة لأن الحرارة تتلف نكهة هذه المستخلصات .

والاسانسات المستخدمة فى صناعة المياه الغازية قد تكون مشتقة من مصادر طبيعية natural وقد تكون صناعية synthetic وقد تكون مختلطة compound essences . وتحضر الإسانسات الصناعية بالتفاعلات الكيميائية .

عبوات الغازوزة :

يفضل فى تعبئة الغازوزة استعمال زجاجات رخيصة الثمن سهلة القفل والفتح . ويجب أن يستخدم لكل منتج زجاجات ثابتة الشكل واللون والحجم والطباعة . ويجب أن يكون غطاء الزجاجة المعدنى مقاوماً للتآكل بفعل العوامل الجوية الخارجية وتأثير المياه الغازية داخل الزجاجة . ويبطن الغطاء crown عادة بالفلين cork . وهناك تجارب أجريت فى بعض المصانع الأجنبية لاستخدام غطاء من البلاستيك .

تعبئة الزجاجات :

فى المصانع الكبيرة تغسل زجاجات الغازوزة ميكانيكياً bottle - washing باستخدام الماء النظيف المضاف إليه بعض المواد الكيميائية المنظفة . وقد يكتفى فى بعض المصانع بنقع الزجاجات فى الماء فقط أو غسيلها بالرذاذ فقط ؛ إلا أنه يفضل استخدام كلى الطريقتين معاً لضمان نظافة الزجاجات .

ومعظم المصانع الكبيرة تجرى بها عمليات تحضير الغازوزة بأسرها ، بما فى ذلك الغسيل ميكانيكياً ، وهذه العمليات تتلخص فى الغسيل washing .

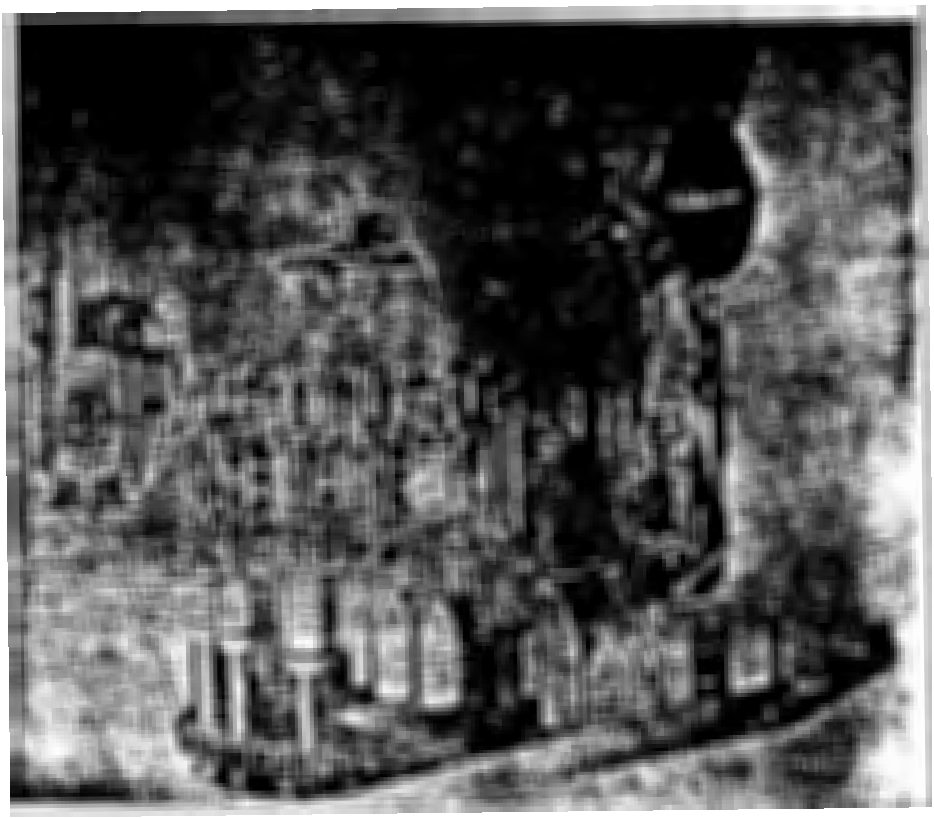
والتعبئة Filling بالشراب الأساسى وبماء الصودا ، والقفل crowning . والمزج mixing ولصق البطاقات labelling .

وتجرى تعبئة الزجاجـات بطرق مختلفة أشهرها طريقة المراحل الثلاث Three-stage process وطريقة الخلط المبدئى premix process . والطريقة الأولى هى الأكثر شيوعاً وفيها يبدأ بوضع كمية محددة من الشراب الأساسى المحتوى على مواد النكهة والحامض فى كل زجاجة باستخدام جهاز خاص siruper ، ثم تتحرك الزجاجات تجاه جهاز ماء الصودا carbonator لتتلقى الكمية المحددة وبعدها تقفل الزجاجات قفلاً محكماً بواسطة الغطاءات . أما الطريقة الثانية فتتلخص فى مزج كمية محددة من كل من الشراب الأساسى والماء اللازمين لكل زجاجة معاً ثم تبريد السائل وإضافة ثانى أكسيد الكربون باستخدام جهاز خاص ، ويمرر الشراب والماء الباردان المشبعان بالقدر المناسب من الغاز فى أنابيب تجاه جهاز التعبئة حيث تعبأ الزجاجات وتقفل . ويجب أن تمزج مكونات الزجاجة بعد قفلها جيداً فى الطريقة ذات المراحل الثلاث ، ويجرى ذلك الآن ميكانيكياً . أما طريقة المزج الأولى فلا تحتاج إلى إعادة خلط . وتفحص الزجاجات تحت ضوء شديد بواسطة عدسات مكبرة قبل تسويقها .

غسيل الزجاجات :

لضمان نظافة زجاجات الغازوزة قبل ملئها يضبط تركيز محلول التنظيف ، أى تحدد كمية المادة المنظفة والمطهرة المضافة . وتختار المادة المطهرة المناسبة ، وتضبط درجة حرارة ماء التنظيف ، وتحدد المدة الكافية لنقع الزجاجات فى المحلول المطهر أو تعريضها ، ويعتنى بغسيل الزجاجات بالماء النظيف بعد الغسيل بالمحلول المطهر ، وتستخدم الماكينات المناسبة .

فمن محاليل الغسيل المعترف بكفاءتها محلول قلوى تركيزه ثلاثة فى المائة لا تقل النسبة من القلوى المضاف فيه عن ستين فى المائة من صودا كاوية ، أى أن تركيز الصودا الكاوية فى المحلول يكون ١ر٨ فى المائة ، وتنقع الزجاجات



(شكل ١٢٥) وحدة التعبئة فى مصنع الفازوزة

فى هذا المحلول لمدة خمس دقائق على درجة ١٣٠° فهرنهيت

ويتحقق من تركيز المحلول القلوى وتركيبه بالمعادلة بحامض عيارى . وقد تستعمل أقراص اختبار القلوية alkali test tablet فهى عبارة عن مواد حمضية مضاف إليها أدلة ، فباستعمال عشرة ملليمترات من الماء القلوى مع هذه الأقراص يدل كل قرص مستنفد فى التعادل على احتواء الماء القلوى على واحد فى المائة صودا كاوية أو ما يقابل ذلك من قلوى آخر .

ويجب ألا يغفل غسيل الزجاجات بالماء النظيف بعد غسلها بالماء القلوى لإزالة آثار القلوية ومنع تغبش سطح الزجاج

المواد المكسبة للرغوة .

تضاف للمياه الغازية أحياناً مواد مكسبة للرغوة الغرض منها تكوين رغوة تظهر بوضوح عند فتح الزجاجة ، وتنحصر أهمية هذه الرغوة فى إغراء المستهلك لكنها تفيد المنتج إذ تقلل من كمية السائل الواجب تعبئتها فى الزجاجة . ومن المواد المستخدمة فى هذا الغرض السابونين الذى تعتبره التشريعات الغذائية مادة سامة .

وقد تضاف للغازوزة مواد معكرة تكسب الغازوزة مظهراً عكراً يوحى بأنها صنعت من عصير الفاكهة الطبيعى .

حساب تركيز السكر والحامض فى الشراب الأساسى :

للحصول على مياه غازية ذات نسبة محددة من السكر والحامض تضبط كمية كل من هذين المكونين فى الشراب الأساسى على ضوء الكمية المضافة منه فى كل زجاجة وحجم ماء الصودا المضاف . فإذا أريد إنتاج غازوزة نسبة السكر بها ١٥ فى المائة ونسبة الحامض ٢٥ و٠ فى المائة باستعمال شراب أساسى به ٦٠ فى المائة سكر ، ١٨ و٠ فى المائة حامض ستريك يعبأ منه ٥٠ ملليمترا فى كل زجاجة سعة ٣٢٠ سنتيمتراً مكعباً وماء صودا بحيث لا يتجاوز حجم الغازوزة النهائى فى الزجاجة ٣٠٠ سنتيمتر ، يجرى الحساب كما يلى :

وزن الغازوزة فى كل زجاجة = ٣٠٠ × الكثافة

$$= ٣٠٠ \times \frac{١٤٥}{١٤٥ - \text{قراءة البوميه}}$$

$$= ٣٠٠ \times \frac{١٤٥}{١٤٥ - \frac{١٥ \times ٥٥}{١٠٠}} = ٣٠٠ \times \frac{١٤٥}{١٣٦,٧٥}$$

= ١,٠٦٠٣×٣٠٠ = ٣١٨,٠٩ جراماً

كمية السكر فى الزجاجة الواحدة = ٣١٨,٠٩ × $\frac{١٥}{١٠٠}$ = ٤٧,٧١ جراماً

كمية الماء فى الزجاجة الواحدة = ٣١٨,٠٩ ــ ٤٧,٧١ = ٢٧٠,٢٨ جراماً

كمية الماء فى الشراب الأساسى المضاف فى الزجاجة = ٢٧٠,٢٨ ــ ٢٥٠

= ٢٠,٢٨ جراماً

وزن الشراب الأساسى فى الزجاجة = ٤٧,٧١ + ٢٠,٢٨ = ٦٧,٩٩ جراماً

نسبة السكر فى الشراب الأساسى = $\frac{٤٧,٧١}{٦٧,٩٩}$ × ١٠٠ = ٧٠,١٧ فى المائة

كمية الحامض فى الزجاجة = $\frac{٠,٢٥}{١٠٠}$ × ٣١٨,٠٩ = ٠,٧٩ جراماً

نسبة الحامض فى الشراب الأساسى = $\frac{٠,٧٩}{٦٧,٩٩}$ × ١٠٠ = ١,١٦ فى المائة

ومن هذه النتيجة يتضح أن الشراب الأساسى المعد لصناعة المياه الغازية يجب رفع تركيزه من ٦٠ فى المائة إلى ٧٠,٢ فى المائة ، كما يجب رفع نسبة الحامض فى الشراب الأساسى من ٠,١٨ فى المائة إلى ١,١٦ فى المائة . ويضمن هذا التعديل الحصول على غازوزة نسبة السكر بها ١٥ فى المائة ونسبة الحامض ٠,٢٥ فى المائة ، على أساس تعبئة خمسين سنتيمتراً مكعباً وإضافة ٢٥٠ سنتيمتراً مكعباً ماء صودا .

نكهة الغازوزة	نسبة السكر ° بركس	الغاز بالحجوم	حامض الستريك فى الجالون grain
مستخلص كولا	١٠,٥	٣,٤	٥١
فانيليا	١١,٢	٢,٦	٩
Ginger ales (dry)	٨,٨	٣,٨	٧٢
عنب	١٣,٢	٢,٢	٥٦
ليمون	١٠,٨	٣,٤	٩٥
برتقال	١٣,٠	٢,١	١٠٥
Root beer	٩,٩	٣,٣	١٥

الفصل الثانى والعشرون

صناعة التخليل

تخليل الخيار . الأحياء الدقيقة فى محلول التمليح . تخزين المخللات. هرى المخللات . تجهيز الخيار المخلل . المخللات الحمضية . الخيار المخلل الحلو . التخليل بالشبت . تعليب المخللات . تخليل البصل . تخليل الطماطم الخضراء والفلفل . تخليل الفلفل الصغير . تخليل القنبيط . تخليل الفاكهة . تخليل ورق الكرنب . تخليل شرائح الخيار . تخليل الزيتون الأخضر . تخليل الزيتون الأسود . المحافظة على لون الزيتون . تخليل طماطم أو خيار أو فلفل. تخليل الخوخ . تخليل الكمثرى . الخيار المخلل الحلو . تخليل المانجو .

يعتبر التخليل وسيلة ناجعة من وسائل حفظ الأغذية . وقد تحول التخليل من عملية منزلية إلى صناعة تجارية واسعة الانتشار . وأدى هذا التحول إلى إدخال العديد من التعديلات والتحسينات على طرق التخليل وعلى تجهيز وتعبئة المخللات . مثال ذلك الخيار الذى يخلل بكميات ضخمة فى أنحاء العالم قد يعبأ فى برطمانات أو علب صفيح مغموراً فى خل فقط أو خل مضافاً إليه التوابل أو فى مسترده . وقد يكون الخيار سليماً أو مجزءاً ، منفرداً أو مختلطاً بالطماطم الخضراء أو الفلفل أو القنبيط أو البصل .

والخامات المستعملة فى صناعة التخليل متعددة ، أشهرها الخيار والزيتون . وقد زاد الطلب حديثاً على أوراق الكرنب المخللة Sauer Kraut بسبب ما أذيع عن فائدة عصيره الطبية . وتخلل بعض الفواكه على نطاق ضيق ، كالمانجو فى السودان والخوخ والتين والكمثرى فى بعض دول أوروبا .

تخليل الخيار :

تنتخب أصناف الخيار الملائمة للتخليل ، فتفضل الأصناف المتماسكة القوام المنتظمة الشكل ذات صفات الحفظ الجيدة . ويفضل الخيار الصغير الحجم فى التخليل عن الكبير الحجم . وعند قطف ثمار الخيار يجب تحاشى تجريحها ، ويفضل أن تكون هذه الثمار غير مكتملة النضج تماماً . أى يفضل القطف قبل أن تصل الثمار إلى مرحله النضج التام . وتنقل ثمار الخيار إلى مصنع التخليل بغاية السرعة لتحاشى ذبول الثمار . وتجرى عمليتا الفرز Sorting والتدريج grading على الخيار بمجرد استلامه .

وتبدأ عملية التخليل بالتخمر اللاكتيكى . فتعد البراميل الخشبية الأسطوانية الشكل ذات القطر المتراوح بين ٨ ، ١٤ قدماً والعمق ٦ إلى ٨ أقدام ، وتوضع هذه البراميل على قواعد ترفعها عن سطح الأرض بحوالى ثلاثة أقدام . ويوضع

المحلول الملحى brine المحضر بتركيز ٤٠° درجة سالوميتر فى قاع البراميل إلى ارتفاع قدم واحد ، وتفيد هذه الطبقة من المحلول فى منع تجريح الثمار عند تساقطها فى البرميل . ثم تصب الثمار فى البراميل وتملأ هذه بالمحلول الملحى حتى تتغطى الثمار تماماً . وليس ضرورياً أن يضاف فى كل برميل كمية من الملح الجاف لمعادلة تأثير الضغط الأسموزى على الثمار أثناء مدة التخمر ، إذ أن تركيز ٤٠ سالوميتر يعتبر كافياً . ويلى ذلك تغطية البراميل بأقراص خشبية مستديرة تثبت فى مكانها بواسطة مواسك معدنية . ويجب التأكد عند القفل بأن الخيار جميعه مغمور تحت سطح المحلول الملحى .

ويجب ضبط تركيز المحلول الملحى بعناية . إذ أن ارتفاع التركيز عن ٤٠° سالوميتر أى عشرة فى المائة تقريباً : يسبب تقليل نمو ونشاط بكتريا حامض اللكتيك . كما أن انخفاض تركيز الملح عن هذا الحد يؤدى إلى نشاط الأحياء الدقيقة المسببة للفساد . خصوصاً وأن تركيز المحلول الملحى ينخفض تدريجياً أثناء التخمر اللاكتيكى بسبب انتشار الماء من ثمار الخيار إلى المحلول بفعل الضغط الأسموزى . ولذلك يفضل أن يضاف فى البراميل يومياً خلال الأسبوع الأول من التخمر اللاكتيكى كمية مناسبة من ملح الطعام ؛ ويسحب جزء من المحلول الملحى من أسفل البراميل ويصب فى أعلاها فوق الملحى الصلب ، وتكرر العملية حتى يتجانب تركيز المحلول الملحى . وفى طريقة أخرى يضاف فى كل برميل يحتوى على الخيار ومحلول ملحى تركيزه ٤٠° سالوميتر كمية من ملح الطعام تعادل تسعة أرطال لكل مائة رطل من ثمار الخيار . وتترك البراميل لمدة أسبوع ثم يرفع تركيز المحلول الملحى بمقدار درجة واحدة سالوميتر أسبوعياً حتى يصل تركيز المحلول إلى ٦٠° سالوميتر . وفى البلاد ذات الجو شديد الحرارة يفضل أن يرفع تركيز المحلول الملحى أسبوعاً بمعدل خمس أو ست درجات سالوميتر . ولرفع تركيز المحلول الملحى يمكن أن تتبع طريقة بسيطة تتلخص فى سحب المحلول الملحى ودفعه فى حوض يحتوى على ملح الطعام ومزود بمصفاة عند صمام خروج المحلول لإزالة الشوائب التى تأخذ طريقها من الملح إلى المحلول ، ويدفع المحلول الملحى فى البراميل ثانية . ويكرر دوران هذا المحلول الملحى حتى يصل إلى التركيز

المطلوب . أما عند تحضير المحلول الملحي فى البداية فإذابة رطل واحد من الملح فى جالون من الماء تعطى محلولاً ملحياً تركيزة حوالى ٤١° سالوميتر .

ويعتقد أن إضافة السكر إلى المحلول الملحى بنسبة واحد فى المائة تقريباً تشجع نمو بكتريا حامض اللكتيك . خصوصاً فى حالة ثمار الخيار الفقيرة فى السكر . وهذا النشاط لبكتريا حامض اللكتيك يصحبه ضيق الفرصة أمام نمو الأحياء الدقيقة غير المرغوبة . وعادة يضاف السكر بعد أن تستمر عملية التخمر بعض الوقت .

وتستغرق عملية التخليل حوالى شهر إلى شهر ونصف الشهر . ومن المهم جداً ملاحظة عدم انخفاض تركيز المحلول الملحى عن عشرة فى المائة خلال هذه المدة بأكملها ، لذلك يلزم تقدير تركيز المحلول الملحى أسبوعياً ورفع التركيز إلى عشرة فى المائة باتباع نفس الطريقة السابق شرحها .

وعندما يتم التخمر اللكتيكى يرفع تركيز المحلول الملحى تدريجياً حتى يصل إلى خمسة عشر فى المائة ، أى ٦٠° سالوميتر . ويلاحظ أنه أثناء التخمر والتسوية يتغير لون الخيار من الأخضر الداكن إلى الأخضر الزيتونى أو الأخضر المصفر ، كما تصبح الأنسجة الداخلية أكثر شفافية .

ولا تضاف بكتريا حامض اللكتيك فى تخليل الخيار عادة اعتماداً على تلوث ثمار الخيار بالبكتريا والخمائر والفطريات . ففى بداية التخمر تنشط البكتريا المنتجة للغازات ولكن سرعان ما يطغى عليها نشاط بكتريا التخمر اللكتيكى . وتؤثر حموضة المحلول الملحى فى نشاط البكتريا . فهى عادة تبلغ حوالى ٠,٨ فى المائة . والمعروف عن بكتريا حامض اللكتيك أنها لا هوائية اختياراً تفضل النمو فى الوسط غير الهوائى ، وهى تقاوم تأثير الملوحة بدرجة أكبر من البكتريا الأخرى المسببة للفساد . لذلك فهى تنمو فى محلول التخليل بينما البكتريا الضارة يتوقف نموها .

ومن الممكن تخليل الخيار بالطريقة الجافة dry salting فيوضع الملح الجاف

على الخيار ويترك حتى يمتص الملح جزءاً من ماء الخيار البالغة نسبته حوالى ٩٠ فى المائة من وزن الخيار . وبذا يتكون محلول ملحى . وهذه الطريقة ليست صالحة لأنها تؤدى إلى تماسك ثمار الخيار بعضها ببعض فيتغير شكلها وحجمها ولن تعود الثمار إلى شكلها الأصلى عند تجهيزها بعد نزعها من المحلول الملحى المتكون .

ويعلل ظهور الطعم المالح فى الخيار بعد التخليل بامتصاص الثمار لجزء من ملح المحلول بعد أن أصبحت خلايا الثمار أكثر نفاذية ، فهى تمتص جزءاً من الملح لتصل إلى حالة اتزان مع الوسط الذى تنغمس فيه .

ويمكن تحضير محلول مشبع من ملح الطعام . أى محلول تركيزه ١٠٠° سالوميتر . وحفظه كرصيد يسحب منه الكميات اللازمة لتحضير محلول التخليل فى كل عملية . وهناك طريقة بسيطة تستخدم فى تحضير المحلول المشبع تتلخص فى تعبئة ملح الطعام داخل أسطوانة ذات قاع مثقب ويصب الماء على الملح من قمة الأسطوانة أو الصهريج فى هيئة رذاذ فيذوب الملح فى الماء أثناء هبوطه لأسفل . وعندما يبلغ الماء قاعدة الصهريج يكون قد تشبع بالملح فيمر خلال مصفاة إلى الخارج حيث تدفعه مضخة فى صهريج التخزين . ويمكن حساب كمية الماء اللازمة لتخفيف المحلول الملحى المشبع بطريقة بسيطة . مثال ذلك ٧٠٠ جالون محلول ملحى تركيزه ٦٠° سالوميتر يراد تحضيرها من المحلول المشبع ، فهذه الكمية تقابل ٧٠٠ × ٦٠ ٪ = ٤٢٠ جالوناً من المحلول المشبع . وبذلك تكون كمية الماء اللازم إضافتها إلى ٤٢٠ جالوناً من المحلول المشبع للحصول على ٧٠٠ جالون من محلول تركيزه ٦٠ سالوميتر هى ٧٠٠ — ٤٢٠ = ٢٨٠ جالوناً .

الأحياء الدقيقة فى محلول التمليح :

يزداد تكاثر الأحياء الدقيقة فى المحلول الملحى خلال الساعات الأولى من بداية عملية التخليل بسرعة فائقة نتيجة لتوافر السكر المشجع لنمو بكتريا حامض اللكتيك ، ثم ينخفض العدد بسرعة تدريجياً . والأنواع السائدة من

بكتريا حامض اللكتيك هى مجموعة Lactobacillus cucumeris التى تنتج حامض لكتيك فقط من السكر ، ومجموعة L. pentoaceticus التى تكون حامض لكتيك وحامض خليك وكحول وثانى أكسيد كربون ومانيتول . وهذا يفسر ارتفاع الحموضة فى محلول التمليح تدريجياً حتى تصل حدها الأقصى ثم تعود للانخفاض . ويوجد فى محلول التمليح أيضاً بكتريا منتجة للغازات من مجموعة Aerobacter التى تكون إيدروجين وثانى أكسيد كربون . ويلاحظ أن تركيز الملح يؤثر فى نشاط الأحياء الدقيقة فينشط بعضها دون الآخر عندما ينخفض التركيز إلى خمسة فى المائة مثلاً . بينما يحدث العكس عندما يرتفع تركيز الملح إلى خمسة عشر فى المائة .

تخزين المخللات :

عقب انتهاء التخمر يرتفع تركيز الملح فى المحلول الملحى إلى ٦٠ أو ٦٦ درجة سالوميتر ، وهذا التركيز كاف لحفظ الخيار مدة طويلة .

ويلاحظ أنه أثناء فترة التخزين تنمو الميكودرما على سطح المخللات المخزنة مكونة أغشية مبيضة اللون أو رمادية ، وهذا الغشاء يتكون بفعل أحياء دقيقة تابعة لأجناس Debaromyces, Pichia, Mycoderma . وهذه الأحياء الضارة تؤكسد حامض اللكتيك فتنخفض حموضة الوسط وبذا تنشط الأحياء الدقيقة المسببة للفساد . ومن المفيد كشط غشاء الميكودرما من سطح المخللات على فترات لتقليل الضرر الناشىء عنها . ويفضل وضع طبقة من زيت معدنى بسمك ٣ سم بوصة على سطح المخللات لمنع نمو الميكودرما . وفى هذه الحالة يجب إزالة طبقة الزيت بالكشط وبالتعويم بالماء قبل سحب الخيار منعاً لتغطية سطح الخيار بالزيت أثناء سحبه . وفى بعض الأحيان يمكن تخزين براميل أو أحواض التخليل فى الشمس فينعدم نمو الميكودرما بتأثير أشعة الشمس . ويمكن إيقاف نمو الميكودرما بالأشعة فوق البنفسجية . إلا أن تكاليف تجهيز غرف تخزين المخللات بهذه الأشعة يعتبر مكلفاً للغاية .

هرى المخللات :

يؤدى انخفاض تركيز الملح فى محلول التمليح بدرجة كبيرة إلى ليونة أنسجة الخيار softening . ويعتقد أن الهرى يعزى إلى نشاط البكتريا Bacillus vulgatus التى تنمو عندما ينخفض تركيز الملح عن ثمانية فى المائة . ويتم الهرى بتحلل الأنسجة البكتينية فى جدران خلايا الخيار . وعادة يصحب نمو الميكودرما على سطح المخللات نشاط الأحياء الدقيقة المسببة للهرى بسبب انخفاض حموضة الوسط نتيجة لاختفاء جزء من حامض اللكتيك بفعل الميكودرما .

ويتأكد من تركيز المحلول الملحى على فترات . كما سبق شرحه . فتؤخذ قراءة السالوميتر Salometer أو Salinometer الذى تعبر كل درجة من تدريجه عن ربع فى المائة ملح تقريباً كما هو واضح من الأرقام التالية .

نسبة الملح	درجات السالوميتر	نسبة الملح	درجات السالوميتر
١.٠٦	٤	٨,٤٨	٣٢
٢.١٢	٨	٩.٥٤	٣٦
٣.١٨	١٢	١٠,٦٠	٤٠
٤.٢٤	١٦	١٥,٩٠	٦٠
٥.٣٠	٢٠	٢١.٢٠	٨٠
٦,٣٦	٢٤	٢٦.٥٠	١٠٠
٧.٤٢	٣٢		

تجهيز الخيار المخلل :

ينزع الخيار من المحلول الملحى وينقع فى الماء العادى للتخلص من الملوحة

المرتفعة processing . ويفضل تغطية الخيار بالماء الساخن ثم رفع درجة الحرارة إلى ١١٠° أو ١٣٠° فهرنهيت تبعاً لحجم وقوام أنسجة الخيار . وتستغرق عملية النقع حوالى ١٠ إلى ١٤ ساعة مع استمرار التحريك . بعدها يجدد الماء ويستمر النقع حوالى بضع ساعات على درجة ١١٠ إلى ١٣٠° فهرنهيت. وغالباً ما تجدد المياه ويعاد النقع للمرة الثالثة ، وفى هذه المرة الثالثة يضاف لماء النقع soda alum بنسبة رطل لكل ٢٥ جالوناً من الماء ، وذلك لتقوية أنسجة الخيار ، كما قد يضاف لماء النقع turmeric بنسبة أوقيتين لكل ٢٥ جالوناً لتحسين لون الخيار . وقد يستعمل كلوريد الكالسيوم بنسبة ٠,٣ إلى ٠,٥ فى المائة فى ماء النقع لتقوية الأنسجة .

وفى طريقة أخرى لإزالة الملوحة ينقع الخيار فى الماء العادى على درجة الحرارة العادية لمدة يوم أو يومين ، مع تغيير ماء النقع مرتين أو ثلاثة يومياً ، وبعدها يعاد النقع لمدة ١٠ أو ١٢ ساعة فى الماء الساخن على درجة ١١٠ إلى ١٣٠° فهرنهيت . وقد تستغل هذه المعاملة لتليين الخيار الشديد الصلابة فترفع درجة الحرارة إلى ١٤٠ أو ١٥٠° فهرنهيت فترة قصيرة . ويلاحظ أن هذه المعاملة للتخلص من الملوحة الزائدة تستعمل مع كثير من الخضراوات لكنها لا تناسب بعضها مثل القنبيط الذى يتكسر بتأثير الحرارة .

المخللات الحمضية :

يعبأ الخيار فى محلول الخل المقطر بتركيز ٤ إلى ٥ فى المائة لمدة بضعة أيام ، وبعدها ينزع الخيار ويعبأ فى محاول خل تركيزه ٣ إلى ٥ فى المائة . ويجب ألا تقل الحموضة النهائية عن ٢,٥ فى المائة منعاً لتعرض الخيار للفساد أثناء التخزين . ونظراً لأن الخيار يمتص خلال هذه المعاملة بعضاً من الحامض فإن طعمه يميل إلى الحمضى ، ويعرف حينئذ باسم Sour pickles .

والخل المستعمل فى هذه المعاملة هو الخل المقطر نظراً لتجانس تركيبه وتعادل نكهته وبهتان لونه ورخص ثمنه .

الخيار المخلل الحلو :

لتحضير الخيار المخلل حلو المذاق Sweet cucumber pickles ينقع الخيار فى محلول خل به حوالى ٥,٥ فى المائة حامض خليك لمدة بضعة أيام بعدها ينقل فى محلول الخل المتبل المحلى Spiced sweet vinegar المكون من ثمانية جالونات خل مقطر تركيز حامض الخليك به ثمانية فى المائة ، وعشرين رطلاً من السكر نصفها أبيض مكرر والنصف الآخر سكر بنى ، وأوقية من كل من القرنفل والكزبرة وبذور الخردل وجذور الزنجبيل المدقوقة وجوزة الطيب . ولتحضير هذا المحلول المحلى تسخن البهارات فى الخل ، مع مراعاة تعبئتها داخل كيس من القماش ، على درجة ١٧٥ إلى ٢٠٠° فهرنهيت لمدة ساعة فى آنية مغطاة لاستخلاص عوامل النكهة من هذه المواد النباتية . ثم تزال بقايا البهارات وتهمل . ويعوض الفقد فى حجم المحلول بإضافة كمية من الماء تعادل ما سبق تبخره . ويلى ذلك إضافة السكر للمحلول الحلى وإذابته . وبذلك يتحصل على محلول تركيزه ٤٠ بالنج عند درجة ٦٩° فهرنهيت وبه خمسة فى المائة حامض محسوباً فى صورة حامض خليك .

وفى طريقة أخرى يحضر الخل بتركيز ٥ فى المائة حامض خليك ويضاف إليه السكر بكمية تكفى لرفع تركيزه إلى ٤٠° بالنج ، وينقع الخيار فى هذا المحلول بضعة أسابيع ، بعدها ينقع الخيار فى محلول خل متبل تركيز السكر به ٥٥° بالنج . وعادة تكون حموضة المحلول حوالى عشرة فى المائة ، وعند إضافة السكر إلى المحلول بتركيز ٥٥° بالنج تنخفض حموضته إلى ٤ أو ٤,٣ فى المائة .

ومن الطرق المفضلة نقع الخيار فى محلول الخل المتبل المحتوى على نسبة منخفضة من السكر . وترفع نسبة السكر تدريجياً بإضافة كمية محدودة كل بضعة أيام . ففى هذه الطريقة يمتص الخيار السكر تدريجياً ولا تتعرض الثمار للكرمشة

وللمحافظة على لون الخيار يجب عدم ملامسته للأوانى والأدوات النحاسية .

كذلك يلزم منع نشاط بكتريا الفساد التى تتحمل تركيزات مرتفعة نسبيًا من حامض الخليك ، ويجرى ذلك عادة برفع تركيز حامض اللاكتيك .

ومن الممكن إتباع هذه الطريقة على الخيار الممزوج ببعض البصل والطماطم الخضراء والقنبيط .

التخليل بالشبت :

أحياناً تجرى عملية التخليل اللكتيكى ، فى محلول ملحى مخفف مضافاً إليه الشبت وبعض التوابل ، ويجهز الخيار المخلل ويعبأ ويسوق فى نفس المحلول الملحى المستعمل فى التخمر . وتعرف هذه المخللات باسم dill pickles وتميز بالاصطلاح genuine عن المخللات التى تعبأ فى محلول مماثل جديد والتى تميز بالاصطلاح process . وعادة يكون تركيز المحلول الملحى أكثر انخفاضاً من نظيره المستخدم فى إنتاج الخيار المخلل الحمضى الطعم ، نظراً لأن المحلول المحتوى على الشبت يساعد على سرعة التخمر .

وتجرى طريقة التحليل بتعبئة كمية من الشبت dill herb فى قاع براميل التخليل بسمك بوصتين أو ثلاث ويضاف فوقها الخيار حتى يمتلئ نصف البرميل تقريباً ثم يضاف مخلوط التوابل والشبت . ويغطى سطح الخيار بطبقة من الشبت يضاف فوقها بقية الخيار حتى يمتلئ البرميل إلى ما قبل فوهته بحوالى ثلاث بوصات . ثم يضاف مخلوط التوابل وتوضع طبقة من الشبت على سطح الخيار . وبذلك يكون مجموع الشبت الأخضر أو المحفوظ فى محلول خل أو فى محلول ملحى المستعمل فى البرميل سعة خمسين جالوناً ، حوالى ستة إلى ثمانية أرطال ، بينما فى حالة استعمال الشبت المجفف تكون الكمية اللازمة للبرميل حوالى ١ ½ إلى ثلاثة أرطال . وكمية مخلوط التوابل المضافة للبرميل تبلغ فى مجموعها ربع جالون ، وهذا المخلوط يتكون بمزج أوزان متساوية من القرنفل والفلفل الأسود والكزبرة مع إضافة رطل من أوراق الغار bay المجففة لكل خمسة عشر رطلاً من مخلوط التوابل الكلى .

ذلك تغطية البراميل وإحكام غطائها لمنع تسرب السائل منها .

ويضاف المحلول الملحى بتركيز ٤٠° سالوميتر فى كل برميل من خلال ثقب فى رأس البرميل أو جانبه بالكمية الكافية لملأ البرميل تماماً . ويلزم أن يحمض المحلول الملحى بإضافة خل تركيزه عشرة فى المائة بمعدل جالون لكل أربعين جالوناً من المحلول الملحى إذ يساعد ذلك على إيقاف نمو الأحياء الدقيقة المسببة للفساد ويشجع نمو الأحياء المرغوبة .

وتخزن براميل المخللات فى مكان مشمس أو دافئ درجة حرارته ٨٠° فهرنهيت وتترك لتستمر عملية التخمر ، مع مراعاة سد فتحة تعبئة المحلول الملحى أثناء اشتداد التخمر مع ترك ثقب صغير لخروج الغازات . وفى حالة فقد جزء من المحلول الملحى يجب تعويضه بإضافة محلول تركيزه ٢٤° سالوميتر .

وتستغرق عملية التخليل حوالى ستة أسابيع ، ويمكن تخزين المخللات فى نفس محاليلها بعض الوقت مع مراعاة تمام امتلاء البراميل بالمحلول الملحى منعاً لنمو بكتريا الفساد وفقد الحموضة . وعادة تحتوى الثمار عقب بلوغها درجة الاستواء على نسبة من الحامض تبلغ حوالى ١½ فى المائة محسوبة فى صورة حامض لكتيك . ويجب ألا تطول فترة ضغط هذه المخللات عن بضعة أشهر لأنها تتعرض للفساد بدرجة أسرع من المخللات المعبأة فى محلول الخل . وفى حالة الرغبة فى إطالة مدة الحفظ يجب رفع تركيز المحلول الملحى إلى ٣٠° سالوميتر ، أو التعبئة فى العلب الصفيح والأوانى الزجاجية المحكمة القفل .

أما تخليل الخيار بطريقة الشبت غير الحقيقية المعروفة باسم process dill pickles فتتلخص فى نقع الخيار المملح فى ماء ساخن لإزالة الملح ثم تعبئته وتخزينه فى محلول ملحى محمض بالخل ومضاف إليه الشبت والتوابل . والخيار الناتج أقل جودة من المحضر بالطريقة السابقة .

ويمكن حفظ الشبت مدة طويلة بتخزينه فى محلول خل تركيزه عشرة فى المائة أو محلول ملحى مرتفع التركيز ؛ ويفضل التخزين فى الخل للمحافظة

على التكهة . وعند استعمال الشبت المحفوظ فى محلول ملحى فى التخليل يجب أن يضاف هذا المحلول الملحى مع الشبت فى براميل التخليل .

تعليب المخللات :

يعبأ الخيار ، أو مخلوط المخللات ، فى علب صفيح أو أوان زجاجية ويضاف إليه المحلول الملحى أو الخل العادى أو الخل المحلى ، وتسخن العلب تحت تفريغ شديد إلى درجة ٢٠٠° فهرنهيت ، وتقفل العلب بإحكام ، وقد تحقم العلب على درجة ١٨٥ إلى ٢٠٠° فهرنهيت لمدة عشر دقائق ، كما قد يستغنى عن التعقيم . وفى حالة التعبئة فى أوان زجاجية يكتفى بالتفريغ ويستغنى عن التسخين . ويفضل فى الأوانى الزجاجية استعمال محلول ملحى جديد بدلاً من محلول التخليل العكر .

تخليل البصل :

يفضل البصل الصغير الحجم فى التخليل . فيقشر البصل وينقع فى الماء لمدة ثلاثة أو أربعة أيام ، مع مراعاة تغيير الماء عدة مرات . ويوضع البصل فى محلول ملحى تركيزه ٦٠° سالوميتر ويخزن حتى يحين وقت التخليل وحتى تصبح أنسجته شبه شفافة . وهذا التركيز المرتفع من الملح لا يحدث فيه تخمر . وعقب التمليح ينقع البصل فى الماء للتخلص من ملوحته ، ثم يعبأ البصل المخلل فى محلول خل .

ويمكن تخليل البصل بنفس الطريقة السابق شرحها للخيار ، أى باستعمال محلول ملحى تركيزه عشرة فى المائة فتحدث عملية التخمر ، ويجهز البصل ويخزن محلول خل كما فى الخيار .

تخليل الطماطم الخضراء والفلفل :

تتبع نفس طريقة تخليل الخيار ، مع مراعاة رفع تركيز المحلول الملحى قليلاً لتقليل حدة التخمر الغازى أثناء تخليل الطماطم الخضراء والفلفل . وتخزن هذه الخضروات فى محلول خل مثل الخيار .

تخليل الفلفل الصغير :

يخلل الفلفل بنفس طريقة الخيار ؛ أو يعبأ الفلفل الطازج فى محلول الخل ، أو يعبأ فى محلول خل قوى يحتوى على الملح . ويجهز الفلفل ويخزن فى محلول خل .

تخليل القنبيط :

يوضع القنبيط فى محلول ملحى تركيزه ٦٠° سالوميتر ويترك حتى الإستواء ، مع مراعاة رفع تركيز المحلول الملحى كلما انخفض عن هذا الحد وذلك لمنع التخمر . وقد يملح القنبيط فى محلول ملحى تركيزه عشرة فى المائة ويعبأ القنبيط بعد ذلك فى محلول الخل مثل الخيار .

تخليل الفاكهة :

تسلق الفواكه الحلوة فى الماء أو فى محلول سكرى مخفف حتى تلين أنسجتها ، ثم تغلى فترة قصيرة فى شراب سكرى يحتوى على ٢٤ رطلاً من السكر وجالونين من الماء وجالوناً من الخل وأوقية ونصف من كل من القرنفل والقرفة والزنجبيل ، وتترك الفاكهة فى الشراب لليوم التالى ؛ ثم يصفى الشراب ويركز بالغليان حتى تصل درجة حرارته إلى ٢١٩ أو ٢٢٠° فهرنهيت ؛ وتعاد الفاكهة للشراب المركز . ويلى ذلك تسخين الشراب وبه الفاكهة إلى درجة الغليان ثم التعبئة فى العلب أو البرطمانات وقفل هذه الأوانى بإحكام على درجة الغليان .

وفى طريقة أخرى تعبأ الفواكه فى علب صفيح منغمسة فى محلول سكرى تركيزه ٤٠° بوكس يحتوى على خل تركيزه عشرة فى المائة بنسبة جالون خل لكل تسعة جالونات من الشراب السكرى ، كما يحتوى على التوابل . وتسخن العلب تسخيناً ابتدائياً لإحداث تفريغ بها ، ثم تقفل بإحكام وتعقم . ويمكن تقشير بعض هذه الفواكه ، مثل الخوخ ، باستعمال محلول قلوى ساخن .

ويفضل فى هذه الصناعة علب الصفيح المطلاة بالإيناميل لمنع حدوث التآكل فى معدن الغلبة .

تخليل ورق الكرنب :

فى صناعة الكرنب المخلل Sauerkraut تقطع أوراق الكرنب الداخلية فقط إلى شرائح بعد تركها بعض الوقت لتبدأ فى الذبول مما يساعد على عدم تمزقها أثناء التقطيع . وتمزج قطع الكرنب بما يوازى ٢½ فى المائة من وزنها ملح طعام ، داخل براميل خشبية أسطوانية الشكل . ويوضع فوق سطح مخلوط الكرنب والملح ثقل خشبى ليساعد على سرعة تشرب الملح للماء وتكوين المحلول الملحى . ويلاحظ فى بداية التخمر اللاكتيكى تصاعد غازات بوفرة . والبكتريا السائدة فى هذا التخمر هى بكتريا حامض اللاكتيك . وتوجد بكتريا من مجموعة Leuconostoc يؤدى نشاطها أثناء تخليل الكرنب إلى تكون غازات وحامض لكتيك وحامض خليك وكحول ومانيتول . ويجب منع نشاط بكتيريا حمض البيوتريك والبكتريا المنتجة للغازات Aerobacter . ويبدو أن أكثر الأحياء الدقيقة انتشاراً فى التخمر اللاكتيكى للكرنب هى Leuconostoc mesenteroides ؛ Lactobacillus ؛ L pentaceticus, Cucumeris . ودرجة الحرارة المثلى لهذه الأحياء تتراوح بين ٧٥ ، ٨٦° فهرنهيت . ويعتقد أن أنسب درجة حرارة لتخليل ورق الكرنب هى ٦٥° فهرنهيت .

وعقب تمام التخمر يجب قفل البرميل بإحكام ووضع طبقة من زيت معدنى على السطح لمنع نمو ونشاط الخمائر والبكتيريا المسببة للفساد .

ويدل تغير لون الكرنب إلى القرمزى أو البنى على فساد الكرنب أثناء التخليل بفعل البكتريا وبالأكسدة . وتدل ليونة القوام على ارتفاع درجة الحرارة كثيراً أو عدم التجانس فى التمليح أو عدم ضغط أوراق الكرنب فوق بعضها جيداً أو نشاط البكتريا المنتجة للجيوب الغازية . ويدل تغير نكهة الكرنب المخلل على عدم نظافة براميل التخليل أو على رداءة التخمر .

ولتعبئة الكرنب المخلل فى علب صفيح محكمة القفل يغلى قبل تمام استوائه

فى أوعية مسخنة بالبخار ويعبأ وهو ساخن فى العلب ويحكم القفل . وقد تعقم العلب . وفى طريقة أخرى يسخن الكرنب المخلل ويصفى عصيره ويعبأ الكرنب فى العلب ويضاف العصير لملأ العلب ، ثم يجرى التسخين الابتدائى والتفريغ والقفل والتعقيم بالبخار حتى تصل درجة حرارة محتويات العلبة إلى ١٨٠° فهرنهيت . وبالرغم من بطء انتقال الحرارة فى أوراق الكرنب إلا أن الحموضة تساعد فى التعقيم . وتتعرض علب الكرنب عادة للانتفاخ الإيدروجينى ، إلا أن الفساد البكتريولوجى نادر الحدوث .

ويستسيغ الجمهور فى بعض الدول شرب العصير الناتج أثناء تخمر الكرنب أو بعصر هذا الكرنب .

ويمكن الحصول على ناتج مشابه باستعمال أوراق الخس . كذلك يمكن أن يقال بصفة عامة أن جميع الخضروات يمكن حفظها بمزجها بما يوازى ربع وزنها ملح طعام أو بتعريضها للتخمر اللاكتيكى فى محلول ملحى تركيزه خمسة فى المائة .

تخليل شرائح الخيار :

يقطع الخيار الرفيع إلى شرائح أسطوانية بسمك ربع بوصة وتسخن هذه الشرائح إلى درجة ١٢٥° فهرنهيت فى محلول خل تركيزه ٢,٥ فى المائة حامض خليك ويحتوى على ملح الطعام بكمية تكفى لرفع تركيزه إلى ٢٥ أو ٣٠ سالومتر ؛ وبه قليل من الشب لحفظ تماسك أنسجة الخيار وقليل من مادة ملونة turmeric . ويترك الخيار فى المحاول لليوم التالى ثم يصفى ويهمل السائل حيث يستبدل بسائل آخر يتكون بإضافة خمسة أرطال من السكر ، ٣½ أوقية من بذور الخردل ، ٣½ أوقية من بذور الكرفس وأوقية أو اثنتين من مادة التيرميك الملونة إلى جالون من الخل المقطر تركيزه خمسة فى المائة . فتوضع شرائح الخيار فى هذا السائل المحضر وتسخن إلى درجة ١٦٠° فهرنهيت حتى يلين القوام . ثم يصفى السائل . وتعبأ شرائح الخيار فى برطمانات ثم يضاف إليها السائل المصفى بعد تسخينه إلى درجة ١٨٥ إلى ١٩٠° فهرنهيت . وتبستر البرطمانات

بعد تعبئتها على درجة ١٦٠° فهرنهيت لمدة ثلث ساعة . ويجب العناية بعمليات التسخين منعاً لهرى شرائح الخيار .

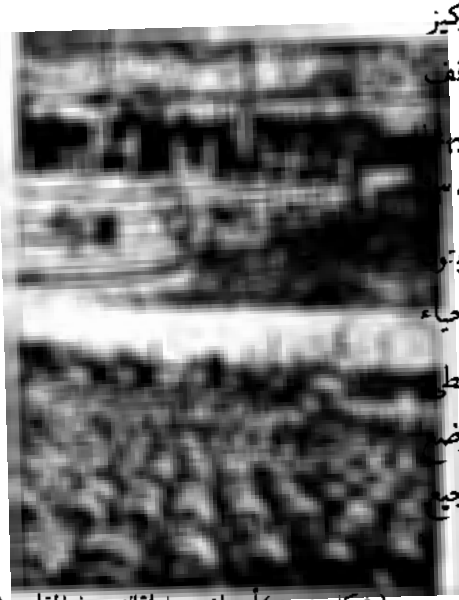
تخليل الزيتون الأخضر :

تختار أصناف الزيتون المفضلة فى التخليل ، وتقطف الثمار بعد أن يكتمل نموها وقبل أن يبدأ تلونها أو ليونة أنسجتها دون إحداث تجريح بالثمار . وتدرج الثمار تدريجاً حجمياً وتوضع فى أحواض منسعة ويصب عليها محلول إيدروكسيد صوديوم أو بوتاسيوم بتركيز يتراوح بين ١ ١/٤ واثنين فى المائة لا تتجاوز درجة حرارته درجة حرارة الجو العادية ، وتترك الثمار فى هذا المحلول القلوى حتى يتخلل القلوى ثلثى سمك أنسجتها اللحمية دون أن يصل إلى البذرة . وتفيد هذه المعاملة فى إزالة جزء من مرارة الزيتون ، لذلك يجب ألا تطول عن اللازم أو يرتفع تركيز المحلول القلوى كثيراً خشية أن تزول المرارة بأكملها ويصبح الزيتون ضعيف النكهة ، كما أن التركيز المرتفع للقلوى يسبب انفصال الجزء اللحمى عن البذرة فتصبح الثمار غير صالحة للتسويق . ويمكن التعرف على مدى تسرب المحلول القلوى فى الجزء اللحمى للثمرة بوضع نقطة من دليل الفينولفثالين على قطاع عرضى فى الثمرة فتتلون المنطقة المتشربة للقلوى باللون الأحمر .

وبتصفية المحلول القلوى تنبقى آثار من القلوى فى الثمار يلزم التخلص منها ، ويجرى ذلك بنقع الثمار عدة مرات فى الماء . ويلاحظ أن ارتفاع القلوية فى الثمار يشجع نمو الأحياء الدقيقة المسببة للفساد . كما أن طول مدة الغسيل تؤدى إلى فقد معظم الكربوإيدرات القابلة للتخمر ، وكذلك يتغير لون الزيتون إلى الرمادى بطول التعرض للهواء أثناء الغسيل .

وتنقل ثمار الزيتون بعد غسيل القلوى إلى براميل وتغطى هذه البراميل بإحكام وتوضع على جانبها . ثم يصب المحلول الملحى بتركيز ٤٤° سالوميتر فى البراميل من فتحة صغيرة جانبية حتى تمتلىء تماماً . ويمكن استبدال هذا المحلول الملحى بآخر مخفف تركيزه ٢٠ إلى ٢٥° سالوميتر ويرفع التركيز يومياً

بإضافة ملح جاف حتى يصل التركيز إلى ٣٠° سالوميتر وبعدها توقف إضافة الملح الجاف ويحتفظ به التركيز ثابتاً . ويعتبر تركيز ٣٠° سالوميتر هو الأنسب لتخليل الزيتون الأخضر إذ أنه يعوق نمو الأحياء الدقيقة المسببة للفساد كما يعطي طعماً جيداً . ويلاحظ وضع البراميل فى مكان مشمس لتشجيع التخمر .



(شكل ١٢٦) أحواض معاملة الزيتون بالقلوى (لأعلى) والبراميل المعبأة بالزيتون الأخضر أثناء التخليل (لأسفل)

تنشط بكتريا حامض اللاكتيك فى براميل الزيتون بسرعة ، وقد تنشط بكتريا حامض البيوتريك فتتلف نكهة الزيتون ، وقد تتكون غازات بفعل البكتريا المنتجة للغازات من مجموعة Aerobacter aerogenes . وعادة لا يضاف بادئ فى تخليل الزيتون . إلا أن البعض يضيف فى كل برميل سعة خمسين جالون ربع أو نصف جالون من محلول تخليل سابق . وبديهى أن إضافة بادئ نقى يكون مفضلاً . ومن المفيد أيضاً إضافة قليل من الجلوكوز فى البراميل بعد بدء عملية التخمر لتشجيع نمو بكتريا حامض اللكتيك .

ويتضح بتتبع سير عملية التخمر طول فترة التخليل وذلك بتقدير الحموضة الكلية ودرجة السالوميتر والحموضة الفعلية pH . وعادة ينخفض رقم pH إلى ٣,٨ بسرعة .

ويتعرض الزيتون للفساد أحياناً أثناء التخمر ، فعند ارتفاع رقم pH عن ٤,٢ يبدأ الفساد المعروف باسم Zapatera spoilage المصحوب برائحة ونكهة

مكروهة . وعند اكتشاف بدء حدوث هذا الفساد يمكن إنقاذ كمية الزيتون بإضافة خل أو حامض لكتيك لخفض رقم pH عن ٤ . وتفيد الحموضة أيضاً فى إيقاف نشاط بكتريا حمض البيوتريك التى يحسن تحاشى نموها بإضافة بادئ نقى للزيتون عند بدء التخمير . وتسبب البكتريا من مجموعة Aerobacter تكون جيوباً غازية ، ويعرف هذا الفساد باسم Fisheye spoilage ، ويمكن منع حدوث هذا الفساد برفع نسبتى الحامض والملح فى بدء التخمير . وقد لاحظ بعض الباحثين أن إضافة حامض الأسكوربيك لمحلول النقع والغسيل تمنع تغير لون الزيتون .

وعقب انتهاء عملية التخمير يمكن إزالة النوى من الثمار يدوياً أو ميكانيكياً ، ويمكن حشو الثمار بقطع من الفلفل الأحمر الذى سبق حفظه فى محلول ملحى قوى ، أو بمواد أخرى .

ويجب فرز الزيتون عقب تخليله مباشرة فى حالة عدم إجراء الفرز قبل التخليل .

ويعبأ الزيتون المخلل فى برطمانات ويغسل بالماء أو بمحلول ملحى ، ثم تملأ البرطمانات بمحلول ملحى تركيزه ٢٨° سالوميتر يحتوى على ٠,٢ إلى ٠,٥ فى المائة حامض لكتيك أو ٠,١ إلى ٠,٢ فى المائة حامض خليك . ويمكن بسترة برطمانات الزيتون الأخضر المخلل على درجة ١٤٠° فهرنهيت . أو يستغنى عن البسترة بإضافة المحلول الملحى على درجة ١٧٥° إلى ١٨٠ فهرنهيت .

ويتصف الزيتون الأخضر المخلل الجيد بخلوه من السكريات القابلة للتخمر وبلونه الأخضر المصفر وبخلوه من الطعم القابض وبارتفاع الحموضة الكلية عن ٠,٧٥ جراماً فى كل مائة ملليلتر محسوبة كحامض لكتيك وبتماسك القوام وبجودة النكهة .

تخليل الزيتون الأسود :

تتميز أصناف معينة من الزيتون بصلاحيتها للتخليل بعد تمام نضجها ،

مثل صنف Mission الغنى بالزيت المتماسك الأنسجة . وصنف Manzanillo الذى يلى المشن فى الجودة لكنه يسبقه فى النضج على أشجاره بحوالى أسبوعين ، وصنف Queen أو Sevillano الذى يكثر عليه الطلب فى الخارج لكبر حجم ثماره بالرغم من أنه أقل جودة من الصنفين السابقين . وتوجد أصناف أخرى فى جمهورية مصر العربية تستلزم دراسة وبحثاً لتحديد أفضلها فى صناعة التخليل .

ويعتقد أن المرارة التى توجد فى الزيتون قبل تخليله ترجع إلى وجود الجليكوسيد المسمى oleuropein اليسارى الدورة والذى يتحلل مائياً فى الوسط الحمضى منتجاً ألفا جلوكوز يمينى ، وهو يختزل محلول فهلنج ويتحلل مائياً فى الوسط القلوى منتجاً حامض كافييك Caffeic acid ومركباً يسارى الدورة عديم المرارة . ولهذا فإن مرارة الزيتون تتلاشى بالمعاملة بمحلول قلوى مخفف على درجة حرارة الغرفة ، ولا تعود المرارة للظهور بعد معادلة الزيادة من القلوى . ويمكن التخلص من المرارة بالمعاملة بحامض مخفف تحت ضغط مرتفع فى جهاز التعقيم autoclave ، إلا أن المعاملة بالقلوى هى السائدة فى صناعة تخليل الزيتون الأسود .

وتحتوى ثمار الزيتون علاوة على مركب المرارة نسبة من الزيت تتراوح بين ١٤ ، ٢٥ فى المائة من وزن الجزء اللحمى تبعاً لصنف الزيتون ، ومواد صلبة بنسبة ٦ إلى ١٠ فى المائة أهمها المانيت mannite . وتقدر حموضة عصير الزيتون بحوالى ٠,٤ إلى ٠,٥ فى المائة محسوبة فى صورة حامض ستريك. ويعتقد أن أحماض الزيتون من النوع المعقد التركيب . والمواد الصلبة الذائبة فى الزيتون يفقد معظمها أثناء التخليل ، وتصبح مكونات الجزء اللحمى بعد التخليل عبارة عن الزيت أساساً والألياف الخام .

ولتخليل تقطف الثمار عند بلوغها المرحلة المناسبة من النضج . ويعرف ذلك بتلون الثمار باللون الأحمر القاتم المائل للاصفرار وقبل أن يظهر اللون الأسود ، فالثمار التى لم تصل لهذه المرحلة من النضج تعطى طعماً جافاً بعد

التخليل ، بينما الثمار التى تجاوزت هذه المرحلة تلين أنسجتها كثيراً أثناء التخليل. ويمكن الاستدلال على مرحلة القطف المناسبة بتقدير نسبة الزيت فى الثمار ، إذ أن كلاً من أصناف الزيتون تصل نسبة الزيت به إلى حد معين عند بلوغ مرحلة النضج . ويجب مراعاة عدم تجريح الثمار أثناء القطف ، كما يجب جمع الثمار على دفعات متتابعة نظراً لأن الثمار لا تنضج جميعها فى وقت واحد .

وتخزن الثمار عقب القطف فى محلول ملحى مخفف حتى يحين وقت التخليل، وعادة يكون التخزين فى أحواض خشبية أو إسمنتية تترك فى الشمس لمنع نمو وتكاثر الخمائر والفطريات المكونة للأغشية والمسببة للفساد . وعادة تصب الثمار فى محلول ملحى تركيزه ١٥ إلى ٣٠° سالوميتر ، تبعاً لصنف الزيتون ، ويقاس تركيز المحلول يومياً أو مرتين أسبوعياً مع إضافة كمية من محلول ملحى مشبع لرفع التركيز كلما انخفض حتى يصل إلى ٣٠ أو ٣٦° سالوميتر ليبقى التركيز كذلك خلال الثلاثة شهور الأولى من التخزين ، وقد يرفع التركيز إلى ٥٠° سالوميتر فى الجو الشديد الحرارة . ويلاحظ أن تكون الثمار مغطاة تماماً بالمحلول الملحى . ويلاحظ أن التخمر يكون سريعاً فى المحاليل ذات التركيز المنخفض من الملح الذى يقل عن ٣٢° سالوميتر وبذلك تتكون نسبة من حامض اللكتيك تقدر بحوالى ٠,٤ فى المائة تكفى لإيقاف نمو الخميرة والفطر . وليس ممكناً تحاشى ذلك برفع تركيز المحلول الملحى فى بداية تخزين الزيتون إلى عشرة فى المائة لأن هذا التركيز المرتفع يسبب تكرمش المخللات. لذلك يفضل التنبه إلى بدء حدوث الفساد بحدوث ليونة الثمار نتيجة لنشاط البكتريا Aerobacter aerogenes, Bacillus coli فيضاف حينئذ حامض اللكتيك بنسبة ٠,٥ فى المائة أو حامض الخليك بنسبة ٠,٢٥ فى المائة لإيقاف الفساد ، أو يشرع فى تخليل الزيتون مباشرة . وقد يحتاج الأمر بسترة الزيتون على درجة ١٤٠ إلى ١٥٠° فهرنهيت وتبريده ثم تخليله مباشرة . ويبدو أن تخزين الزيتون لمدة شهر ونصف يحسن من صفات الناتج بعد التخليل . ومن العيوب التى تظهر فى ثمار الزيتون أيضاً ما يعرف باسم nail head وهو فساد بكتريولوجى

يصحبه ظهور الفساد فى بقع صغيرة تحت جلد الثمرة ، ومرجعه إلى عدم وضع الثمار فى محلول التخزين عقب القطف مباشرة .

وتدرج ثمار الزيتون بعد القطف أو قبل التخليل تدريجاً حجمياً إلى ثلاث درجات صالحة للتخليل ، وأخرى تستعمل فى استخراج الزيت .

وتخلل ثمار الزيتون الناضجة عادة فى أحواض إسمنتية بطول وعرض وعمق ٢½ قدماً ، وهذه الأحواض الإسمنتية تفضل الأحواض الخشبية لسهولة تنظيفها . ويمكن استعمال أوعية أسطوانية ذات فتحة عرضها قدمان ممتدة بطول سطح الأسطوانة ، ومزودة بأنابيب فى قاع الأسطوانة ذات فتحات لدفع الهواء اللازم للتقليب ، وبها ثلاث فتحات علوية لتزويد الأسطوانة بالماء والمحلول القلوى المخفف والمحلول الملحى المخفف . وقد تزود الأسطوانة بفتحة علوية رابعة لدخول الهواء المضغوط ، كما تحتوى الأسطوانة على فتحات سفلية لتصريف الماء والمحلول الملحى والسائل القلوى .

وتبدأ عملية تخليل الزيتون الناضج بالمعاملة الأولى بالقلوى Final lye treatment ، إذ أن الزيتون الناضج يعامل عند تخليله عدة مرات بمحلول قلوى ، الثلاثة أو الخمسة مرات الأولى منها لتلوين قشرة الثمرة وطبقة لحمية رقيقة تحت القشرة مباشرة . ويكون تركيز المحلول القلوى فى المعاملة الأولى متراوحاً بين واحد واثنين فى المائة تبعاً لصنف الثمار وطول مدة تخزينها فى المحلول الملحى ودرجة الحرارة . وقد يكون تركيز القلوى ١,٢ فى المائة صودا كاوية فى جميع المعاملات ، كما قد يتدرج التركيز فى المعاملات من ١,٨٥ إلى ١,٥ ثم ١,٢٥ وأخيراً ٠,٧٥ فى المائة . وفى بعض المصانع يرتفع عدد هذه المعاملات إلى ثمانية . وعموماً كلما زاد عدد المعاملات وقصرت مدة كل معاملة كانت النتيجة أفضل . ويفضل أن يكون اللون الأسود المتحصل عليه متجانساً دائماً . وتستمر المعاملة الأولى بالقلوى حتى يتخلل هذا القلوى أنسجة الثمار إلى مسافة ربع سمك الجزء اللحمى فقط . ويراعى تهوية الثمار بين كل معاملة بالقلوى والأخرى ، بنقع الثمار فى الماء وتقليبها بتيار من الهواء لمدة عدة ساعات . فهذه التهوية

تؤدى إلى تحسين اللون . وتعبر درجة ٥٠ إلى ٧٠° فهرنهيت هى الأنسب للمعاملة بالمحلول القلوى . وتؤدى هذه المعاملة بالقلوى إلى دكنة لون الثمار . وأحياناً تنزع الثمار من المحلول القلوى وتعرض للجو فى أحواض متسعة ليسمر بتأكسد التانينات فى الثمار . وتستغرق مدة التعريض للهواء ثلاثة أيام إلى خمسة أيام ، على أن تقلب الثمار يومياً لضمان تجانس المظهر . ويفضل أن توضع الثمار فى الماء وتقلب بالهواء المضغوط .

وتبدأ المعاملة النهائية بالقلوى Final lye treatment عقب انتهاء المعاملة الأولى والتهوية ، وهى تجرى على أربع أو خمس مرات ، ويقصد بها فى النهاية التخلص من المرارة . ولذلك فنى المعاملة النهائية للقلوى يسمح بتخلل المحلول القلوى للنسيج اللحمى للثمار حتى يبلغ البذور . والمحلول المستعمل يكون بتركيز واحد فى المائة تقريباً . وتتراوح مدة الغمس فى القلوى النهائى بين ٨ ، ٢٤ ساعة . وعادة لا يعمل المحلول القلوى فى نهاية العمل إذ يمكن تخزينه وتعديل تركيزه ليعاد استعماله فى عملية تخليل قادمة .

ويعقب المعاملة الأخيرة بالقلوى غسيل الثمار جيداً بالماء على درجة ٧٠° فهرنهيت للتخلص من آثار الصودا الكاوية والمرارة . ويستغرق الغسيل حوالى خمسة إلى سبعة أيام مع التقليب المستمر الذى يفضل أن يجرى بالهواء المضغوط . ويمكن استبدال ماء الغسيل بعد ثلاثة أيام بمحلول ملحى تركيزه حوالى ١٢° سالوميتر . وعموماً يمكن التعرف على كفاية الغسيل باختبار الجزء اللحمى للثمار بدليل الفينولفثالين المحضر بتركيز واحد فى المائة فى كحول إيثايل ، وكذلك ينصح بتذوق الثمار .

والخطوة التالية هى التمليح ، فتوضع الثمار فى محلول ملحى تركيزه ٢ إلى $2\frac{1}{2}$ فى المائة لمدة يومين ، وقد تسخن الثمار فى المحلول الملحى إلى درجة $160\frac{1}{2}$° فهرنهيت للتخلص من بقايا الصودا الكاوية ولمنع الفساد البكتريولوجى .

ويلى ذلك فرز الزيتون وتدريجه تبعاً للحجم واللون . وقد تعبأ الثمار فى علب صفيح مطلاه بالإبنامل ويضاف إليها ماء ساخن ثم ملح طعام بالكمية

المناسبة لتحضير محلول ملحى ، وتسخن العلب قبل قفلها بإحكام لإحداث تفريغ بها . وتعقم العلب بالتسخين على درجة ٢٤٠° فهرنهيت لمدة ساعة . وقد يعبأ الزيتون فى أوانى زجاجية وتعقم هذه بالتسخين فى الماء داخل معقم تحت ضغط مرتفع . وقد تزال النواة من ثمرة الزيتون قبل التعبئة فى العلب . ويجب الالتزام بالتشريعات المتعلقة بتخليل الزيتون .

المحافظة على لون الزيتون :

يتعرض اللون الأسمر الناتج بعد معاملة الزيتون بالقلوى إلى التلف عندما تزداد المعاملة بالقلوى عن الحد المناسب وعندما يكون ماء الغسيل يسراً للغاية وعندما تنشط بكتريا الفساد وعندما يكون رقم pH بالغ الارتفاع عند التعليب أو بالغ الانخفاض بتأثير كثرة الغسيل وعندما يعقم الزيتون . ويعتقد أن معاملة الزيتون بالحامض المخفف أثناء عمليات الغسيل الأخيرة تؤدى إلى تقصير مدة الغسيل وخفض رقم pH مما يترتب عليه المحافظة على لون الثمار . كذلك يفيد فى هذا الشأن استبدال ماء الغسيل بمحلول ملحى مخفف قرب نهاية عمليات الغسيل .

تخليل طماطم أو خيار أو فلفل :

فى كل برطمان يوضع : ٢,٩٤ جرام كرفس ، ٤,٩ جرام شبت ، ٠,٩٨ جرام ورق لورو (ورقتان) ، ١,٢٣ جرام بقدونس ، ٥ حبات فلفل أسود ، $\frac{1}{3}$ فص ثوم ، فلفل أخضر صافى بحجم فص ثوم متوسط أو قرن شطة بدلا منه . توضع الثمار فى البرطمانات ويضاف محلول ملح الطعام الساخن بتركيز ٧ ٪ والمحتوى على $\frac{1}{2}$ ٪ حمض ستريك ، $\frac{1}{2}$ ٪ حمض خليك . وتقفل البرطمانات وتوضع فى ماء ويسخن الماء ؛ حتى درجة الغليان ويستمر فى الغليان لمدة عشرين دقيقة بعدها تبرد البرطمانات خلال عشرين دقيقة .

وفى طريقة أخرى يمزج الخل العادى والماء بنسبة ٢ : ١ ويغلى ويعبأ على درجة الغليان وتقفل العبوات مباشرة .

تخليل الخوخ :

خوخ مقشور	١٢ رطل	Ib
سكر	٦	»
خل	١	»
ماء	١	»
زنجبيل	١ ملعقة كبيرة	giner
قرنفل	٣	» whole cloves
قرفة	٨ أوقية	cinnamon

خيار مخلل حلو :

خيار	١ ½ جالون	Brined cucumbers
سكر	٤ رطل	
خل	١ جالون	
توابل	٢ ملعقة كبيرة	

تخليل الكمثرى :

كمثرى	٧ رطل
سكر	٣ ½ »
خل	١ »
قرنفل	½ أوقية whole cloves
قرفة	٢ » Stick Cinnamon

تخليل المانجو بالطريقة الباكستانية :

مانجو خضراء	١	Seer
ملح	٤	chatanks
	½	» Chillies
	½	» Turmeric
	½	» Methi
	½	» Kaulanji (Fennel)
	½	» Saunf
	½	» Red-Chillies
	½	» Sarson oil

١ سير ١٦ = شاتانك ≅ رطلين

≅ ٩٣٧,٥ جراماً)

(٤٠ سير ٣٧,٥ كيلو جراماً)

الفصل الثالث والعشرون

عصير الفاكهة

تعريفه . تركيب العصير . طرق استخدام العصير . انتخاب الأصناف . الفرز والغسيل . استخراج العصير . تصفية العصير . خلط العصير . إزالة المواد العالقة من العصير . التجنيس . إزالة الهواء من العصير . حفظ عصير الفاكهة . تعبئة وتخزين عصير الفاكهة . عصير التفاح . عصير الموالح . عصير العنب . عصير الطماطم . شراب القراصيا . شراب الفاكهة المحلى . العصير المركز .

بدأت تجارب حفظ عصير الفاكهة فى الأوانى المحكمة القفل منذ عهد نيكولاس أبرت عام ١٨١٠ ، غير أن حفظ العصير لم ينتشر على نطاق تجارى إلا منذ عام ١٩٣٠ . وقد انتشرت صناعة حفظ العصير بالتجميد أيضاً ، وأكثر أنواع العصير استخداماً فى التجميد هو عصير الموالح . وتنتج الولايات المتحدة حالياً كميات ضخمة من العصير المحفوظ فى العلب ، خصوصاً عصير البرتقال والجريب فروت والليمون والطماطم ومزيج البرتقال بالجريب فروت أو الليمون . وقدرت هذه الكميات عام ١٩٤٨ بحوالى ١٢٠ مليون صندوق من العلب رقم ٢ ، وهناك كميات أخرى من العصير لم تدخل فى التقدير السابق بسبب تسويقها فى عبوات أخرى بخلاف العلب الصفيح ، مثل عصير التفاح الذى يسوق عادة معبأ فى زجاجات سعة جالون أو نصف جالون محفوظاً بالبسترة أو ببنزوات الصوديوم ، وبضعة ملايين من عصير البرتقال وغيره من الموالح تسوق على حالة مجمدة .

ويعرف عصير الفاكهة fruit juice بأنه العصارة الرائقة أو شبه الرائقة غير المتخمرة التى تفصل من الثمار الناضجة السليمة عند عصرها . وكثيراً ما يصفى العصير لفصل البذور وبقايا اللب . لكنه من المفضل الآن أن يعبأ العصير عكراً ليحتفظ بجزء من اللب والأجزاء الصلبة الغنية بالفيتامينات والمعادن . وهذه المواد الصلبة المعلقة فى العصير غير الذائبة تشغل حجماً من العصير يقدر بحوالى ثلاثين فى المائة من حجم عصير الطماطم ، ١٠ فى المائة فى عصير البرتقال ، ١٥ فى المائة فى عصير الأناناس ، ١٦ فى المائة فى عصير التفاح ، ٧ فى المائة فى عصير الجريب فروت .

تركيب العصير :

يعتبر عصير الفاكهة غنياً فى السكر وبعض الفيتامينات ومواد النكهة الفاتحة للشهية . ويوضح الجدول التالى تركيب بعض أنواع العصير :

العصير	رطوبة	بروتين	دهن	رماد	سكريات	حموضة
	النسبة المئوية					
تفاح	٨٧,١	٠,١	٠,٠	٠,٢٥	١٠,٥	٠,٥٢
كريز	٨٧,٧	٠,٥	٠,٦	٠,٣	٩,١	—
جريب فروت	٨٨,٠	٠,٤	٠,١	٠,٤	٨,٥	١,٦٠
عنب	٨١,٠	٠,٤	٠,٠	٠,٤	١٦,٨	٠,٨
ليمون	٩١,٠	٠,٤	٠,٣	٠,٣	٢,٠	٥,٠
برتقال	٨٦,٠	٠,٦	٠,١	٠,٤	٩,٠	١,٠
أناناس	٨٦,٠	٠,٣	٠,١	٠,٤	١٢,٠	١,٠
شليك	٩٤,٢	٠,٢	٠,٠	٠,٤٥	٣,٦٣	١,٠١
طماطم	٩٣,٥	١,٠	٠,٢	١,٠	٣,٤	٠,٤

طرق استخراج العصير :

تتلخص طريقة استخراج عصير الفاكهة فيما يلى :

١ — انتخاب الأصناف :

يمكن أن يستعمل فى صناعة العصير المحفوظ ثمار الفاكهة المنخفضة الدرجة التى تستبعد من بيوت التعبئة الطازجة ومن مصانع تعليب وتجميد الفاكهة . وعموماً تختار أصناف الفاكهة الغنية بالرائحة والنكهة واللون ، والتى تتميز بوجود الاتزان بين محتوياتها من السكر والحامض . ويوضع فى الاعتبار أساساً وفرة العصير فى الثمار المنتخبة . وفى بعض الأحيان يمكن تعديل اللون أو النكهة أو كليهما بمزج عصير صنفين أو أكثر معاً . كما فى حالة العنب بالذات .

٢ — الفرز والغسيل :

يجب أن تكون ثمار الفواكه المعدة لصناعة العصير تامة النضج . ولذلك

تستبعد الثمار غير مكتملة النضج لأنها لا تعطى كمية وافرة من العصير . وتعطى عملية الفرز Sorting عناية خاصة لاستبعاد الثمار التالفة والفاسدة تحاشياً لإتلاف نكهة العصير الناتج بأسره .

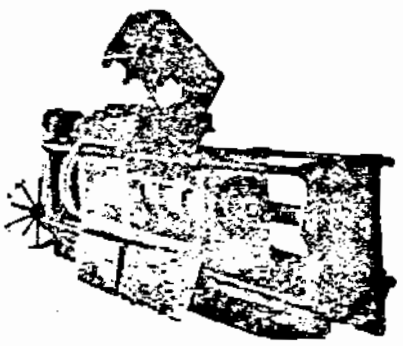
وتغسل الثمار جيداً لإزالة المواد الملوثة وكذلك المساحيق المبيدة للحشرات إن وجدت . ويجرى الغسيل washing بطريقة النقع أو الرذاذ أو كليهما . ويفضل أن يعاد الفرز بعد الغسيل لإزالة ما يظهر من ثمار فاسدة .

٣ — استخراج العصير :

يراعى فى آلات العصر المستخدمة والأدوات أن تصنع من معدن مقاوم لحموضة العصير منعاً لتآكل الماكينات والأدوات عند الأجزاء الملامسة للعصير وبالتالى إتلاف مظهر العصير .

ويجب حفظ العصير المستخرج بسرعة تحاشياً لفساده بفعل الإنزيمات والأحياء الدقيقة والأكسدة . ويفضل عدم تعرض العصير لأكسجين الجو خلال أى مرحلة من مراحل إنتاجه .

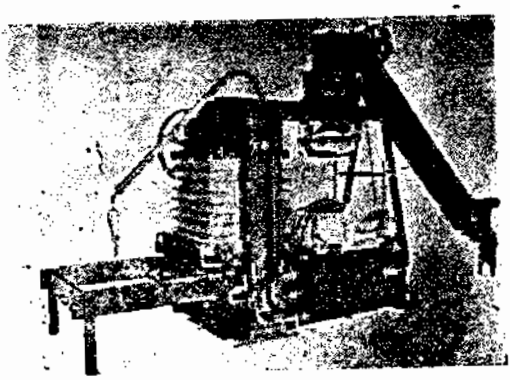
وأقدم طرق استخراج العصير هى طريقة الكبس تحت ضغط مرتفع يؤدى إلى خروج العصير وبقاء اللب والقشور فى آلة العصر ، وقد يسبق هذه العملية تقشير أو هرس الثمار باستخدام ماكينة تقشير أو طاحونة grater or hammer mill كذلك قد تسخن بعض الثمار قبل عصرها لتحسين صفات العصير كما فى حالة



(شكل ١٢٧) ماكينة لهرس وعصر ثمار الليمون

العنب بالذات . ويمكن وضع الثمار أثناء كبسها بين ألواح الخشب والقماش racks and cloths ، فتلف الفاكهة المهروسة فى قماش سميك وتوضع لفائف القماش فى طبقات يتخللها ألواح خشبية مكونة من سدايات بينها فراغات ، ثم توضع ألواح الخشب وعبوات القماش تحت المكبس الإيدروليكى .

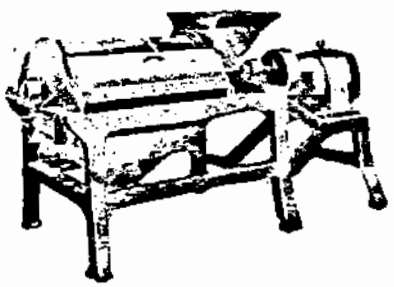
ويمكن استبدال سدائب الخشب بأقفاص خشبية basket presses لاستخراج العصير بالضغط من الثمار المهشمة . وتستعمل هذه الطريقة كسابقتها بكثرة



(شكل ١٢٨) استخراج عصير الفاكهة بالكبس الإيدروليكى

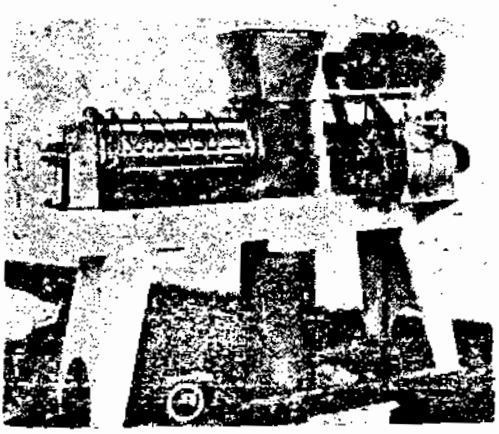
فى استخراج عصير العنب أو التفاح ، وهما طريقتان غير مستمرتين وتستلزمان وفرة من الأيدى العاملة فى التعبئة والتفريغ .

والطريقة الأخرى لاستخراج العصير من الفاكهة يستخدم فيها المكابس البريمية expellers ، وهى طريقة مستمرة وأجهزتها مزودة بمصافى لفصل البذور



(شكل ١٢٩) هرس ثمار الطماطم

واللب والقشور عن العصير . والمكبس البريمى عبارة عن بريمة مخروطية الشكل تدور حول نفسها داخل أسطوانة مثقبة . أو عبارة عن مجموعة ريش أو فرش تدور داخل مصافى أسطوانية الشكل . ويمكن ضبط مثل هذه الأجهزة لتحديد نسبة المواد الصلبة غير الذائبة المطلوبة فى العصير . ويمكن المحافظة على نكهة

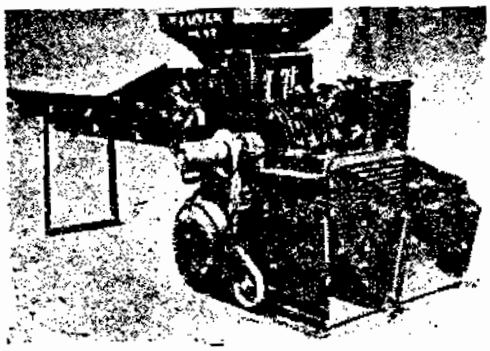


(شكل ١٣٠) عصارة الطماطم

ولون وڤيتامينات العصير بتقليل تعرض العصير للهواء بقدر الإمكان أثناء استخدام هذه المكابس البريمية . وتعتبر هذه الطريقة غير مناسبة لثمار الفاكهة الصلبة القوام ، اللهم إلا فى حالة هرسها أو تسخينها حسما تقتضى الحال .

وفى طريقة أخرى لاستخراج العصير من الثمار الصلبة القوام تهرس الثمار باستخدام ماكينة التجزئة disintegrating or comminuting machines ، ثم يعصر اللب فى المكابس البريمية ذات المصافى . وهذه الطريقة تصلح لإنتاج العصير المحتوى على نسبة مرتفعة من الأجزاء الصلبة المعلقة .

والطريقة الأخرى المناسبة لاستخراج عصير الثمار الصلبة القوام مثل البرتقال تستخدم فيها أجهزة عصر تقوم بقطع ثمرة البرتقال إلى نصفين ميكانيكيًا ، ثم تنتقل أنصاف البرتقال من أسطوانتى التقطيع إلى أسطوانتى العصر حيث يرتكز كل نصف من الثمرة على مخروط بارز وينضغط هذا النصف ضد



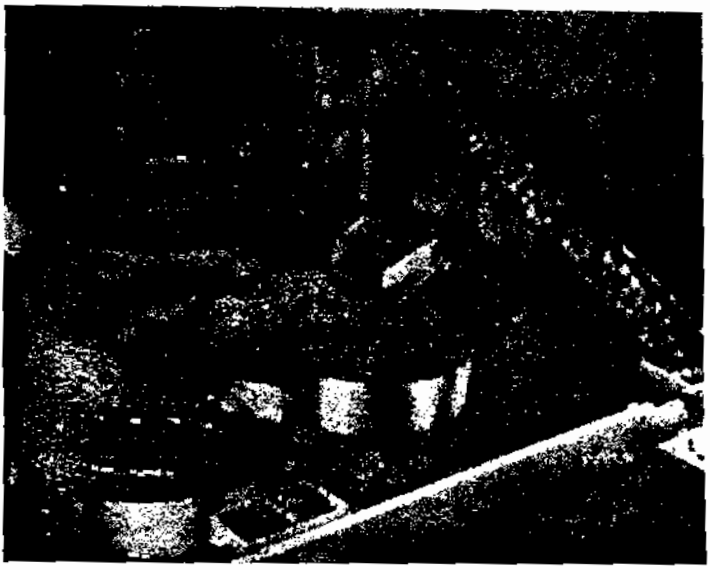
(شكل ١٣١) ماكينة طرس التفاح

المخروط فيتساقط العصير . أو قد تستعمل ماكينة ذات أسطوانتين إحداهما تقبض قشور نصف الثمرة بينما الأخرى ذات بروزات تتولى تمزيق لب الثمرة، وبدوران الأسطوانتين تظل العملية مستمرة ، كذلك تضبط المسافة بين الأسطوانتين لمنع عصر قشور الثمار .

(شكل ١٣٢) عصارة موالح ذات أسطوانات تدور حول نفسها

وتوجد أجهزة أخرى لاستخراج عصير الموالح من الثمار الكاملة فيها تدفع أنبوبة حادة الطرف داخل الثمار المثبتة فى وضعها بإحكام .

وتوجد عصارات للموالح ذات مخاريط يمكن استخدامها يدويًا بضغط نصف



(شكل ١٣٣) عصارة موالح لاستخراج العصير من الثمار الكاملة

الثمرة على المخروط يدور بسرعة فائقة فيتمزق اللب ويخرج العصير . وهذه العصارات توجد منها أنواع غير يدوية أيضاً .

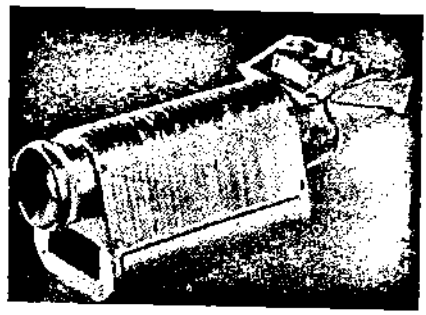
٤ — تصفية العصير :

عقب استخراج العصير يصفى Strained or screened لفصل البذور وأجزاء اللب الكبيرة إن وجدت . ويفضل أن تستخدم المصافى الآلية التى يسهل تنظيفها مثل المصافى الأسطوانية المائلة inclined cylindrical screens أو المصافى المتحركة vibrating screens .

٥ — خلط العصير :

تميل المصانع إلى مزج عصير أصناف مختلفة من الفاكهة . أو شحنات مختلفة منها ، أو دفعات مصنعة من كل شحنة منها ، بقصد الحصول على ناتج ثابت للصفات به نسب معينة من الحموضة والمواد الصلبة الذائبة والمواد الصلبة

المعلقة . لذلك تقدر حموضة العصير بمحلول قلوى عيارى ، وتقدر المواد الصلبة الذائبة بالإيدرومتر أو بالرفراكتومتر ، وتقدر المواد الصلبة العالقة بتعريض العصير لقوة الطرد المركزى فى أنابيب مدرجة . ويجرى الخلط فى صهاريج مزودة بمقلبات .

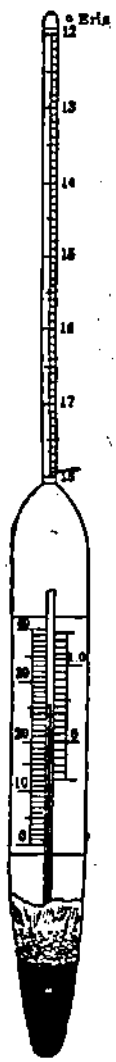


(شكل ١٣٤) رفراكتومتر يدوى

٦ ــ إزالة المواد العالقة من العصير

يصفى العصير كما سبق إيضاحه خلال مصافى محددة الثقوب لتحديد نسبة المواد الصلبة العالقة فى العصير النهائى وإزالة الكمية الزائدة من هذه المواد العالقة . وقد تزال هذه المواد العالقة بقوة الطرد المركزى . كذلك قد يترك العصير مخزناً بعض الوقت لترسب هذه المواد العالقة بفعل الجاذبية الأرضية . ويسحب العصير الرائق بطريقة السيفون .

ولما كانت بعض أنواع العصير تقدم للمستهلك رائقة تماماً فمثل هذا العصير يلزم ترشيحه باستعمال مرشحات ميكانيكية filterpress يدفع فيها العصير بواسطة مضخة ليمر خلال مواد الترشيح المصنوعة من الأسبستوس asbestosfiber أو لب الورق paper pulp أو diatomaceous earth .

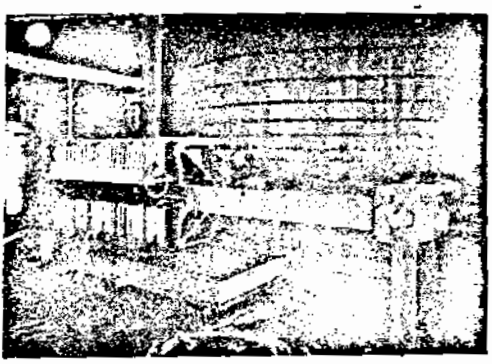


(شكل ١٣٥)
ايدرومتر البركس

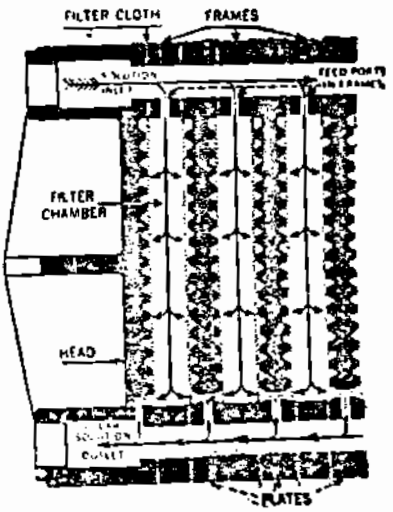
ويلاحظ أن عملية ترشيح عصير الفاكهة تكتنفها بعض صعوبات أهمها انسداد مسام مواد الترشيح بفعل الأجزاء الصلبة

فى العصير . ولتسهيل عملية الترشيح يضاف للعصير قبل ترشيحه كمية من مادة مساعدة على الترشيح مثل diatomaceous earth ؛ أو مادة إنزيمية محللة للبكتين ، أو يروق العصير بإضافة الجيلاتين gelatin أو البنتونيت bentonite أو مخلوط الجيلاتين والتانين tannin .

فهذه المواد جميعاً تسبب ترسيب المواد العالقة فى العصير ، ويجب أن يرشح العصير بعدها لإزالة بقايا المواد غير الذائبة . ومن العمليات المساعدة على الترشيح أيضاً القوة الطاردة المركزية والتجميع بالحرارة .



(شكل ١٣٦) ترشيح عصير الفاكهة



(شكل ١٣٧) تركيب جهاز الترشيح تحت ضغط

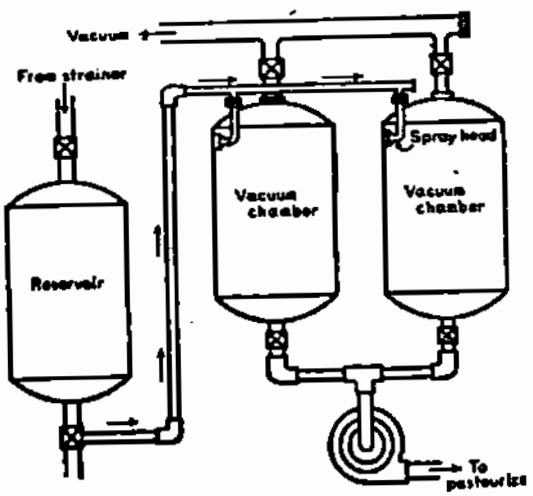
٧ – التجنيس :

يجنس العصير بقصد منع حدوث ترسيب المواد العالقة به أثناء التخزين . ويجرى التجنيس homogenization بدفع العصير تحت ضغط خلال مصافى دقيقة الثقوب فيترتب على ذلك تكسير الأجزاء الصلبة إلى أجزاء أصغر حجماً .

٨ – إزالة الهواء من العصير :

يسبب الهواء سرعة فساد العصير ، خصوصاً عصير الموالح ، وفقداً فى حامض الأسكوربيك . لذلك صممت بعض أجهزة استخراج العصير لتعمل فى جو من غاز خامل . ويجب إزالة الهواء الذائب فى العصير بتعريض العصير لتفريغ شديد ، وتعرف هذه العملية باسم deaeration . وللحصول على الفائدة المطلوبة من عملية إزالة الهواء يجب تحاشى اتصال العصير بالأكسيجين فيما بعد أثناء البسترة وقفل العبوات . وتستخدم ماكينات خاصة فى التعبئة تحت تفريغ لتقليل كمية الهواء فى الفراغ العلوى بالعبوة إلى أقل حد ممكن .

وتفيد عملية إزالة الهواء فى المحافظة على فيتامين ج ذى التأثير الحافظ فى العصير والمفيد فى حفظ نكهة ولون العصير بالإضافة إلى قيمته الغذائية .

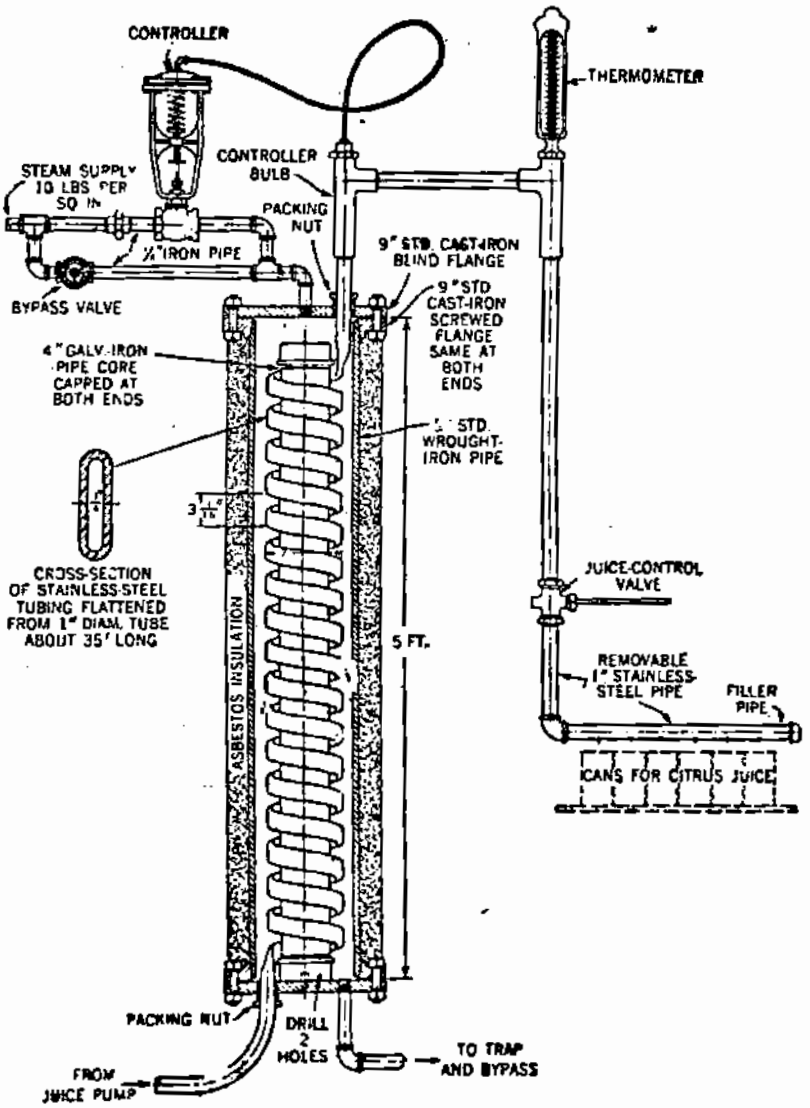


(شكل ١٣٨) رسم تخطيطى لوحدة إزالة الهواء من العصير

حفظ عصير الفاكهة :

يحفظ عصير الفاكهة بالحرارة أو بالتجميد أو بالمواد الحافظة الكيميائية وبعض طرق أخرى .

فى طريقة الحفظ بالحرارة Preservation by heat يبستر العصير المعبأ



(شكل ١٣٩) تركيب جهاز البسترة الخاطفة للعصير

فى أوانى محكمة القفل لقتل الأحياء الدقيقة المسببة للفساد . ويجب خفض حرارة البسترة إلى أقل حد ممكن منعاً من إتلاف عوامل الطعم والنكهة فى العصير بتأثير الحرارة ، لكنها يجب أن ترتفع إلى الحد الذى عنده يتحقق الغرض من البسترة وهو قتل الأحياء الدقيقة والإنزيمات التى قد تسبب فساد العصير أثناء التخزين . ويلاحظ أن إزالة الهواء من عبوات العصير أثناء التصنيع تساعد فى منع نمو الفطريات

وتؤدى الحرارة فعلها المرغوب فى مدة معينة ، لذلك تحدد كل من درجة الحرارة ومدة المعاملة الحرارية معاً . مثال ذلك تسخين عصير الموالح إلى درجة ١٣٥° فهرنهيت عدة ساعات أو إلى درجة ١٥٠° فهرنهيت لمدة نصف ساعة أو لدرجة ١٧٠° فهرنهيت لمدة دقيقة واحدة . وتتوقف مدة المعاملة الحرارية على درجة الحموضة فى العصير واللزوجة وحمولة العصير من الأحياء الدقيقة .

ويبستر العصير بالطريقة البطيئة holding pasteurization فيسخن على درجة حرارة منخفضة لمدة طويلة نسبياً ، بعد تعبئته فى أوانى محكمة القفل . ويجرى التسخين بالغمر فى سائل ساخن أو بالتعريض لرذاذ السائل المسخن . ويجب تبريد العبوات بعد البسترة مباشرة تبريداً سريعاً . وتفضل البسترة السريعة فى الإنتاج الكبير فتستعمل درجة حرارة مرتفعة لمدة قصيرة ، كأن يسخن العصير أثناء مروره فى أنابيب أو بين صفائح معدنية ليصل إلى درجة الحرارة المرتفعة خلال بضع ثوان ، وتعرف هذه الطريقة باسم flash Pasteurization . ويجرى التسخين بالبخار أو فى حمام مائى مسخن بالبخار . ويعبأ العصير المبستر فى الأوانى وتقلب الأوانى رأساً على عقب بعد قفلها لتعقيم الغطاء من الداخل بالعصير الساخن . ويلزم تبريد العلب بعد القفل تبريداً سريعاً ، بغمرها فى الماء البارد ، بحيث لا تتعدى مدة وجود الحرارة فى العصير دقيقة إلى ثلاث دقائق . وتختلف درجة حرارة البسترة الخاطفة بين ١٧٠ ، ١٩٠° فهرنهيت تبعاً لنوع العصير . وتعدل هذه الطريقة فى بعض المصانع فيعبأ العصير فى العلب وتقفل هذه تحت تفريغ وتعرض لرذاذ من الماء الساخن أو للبخار

مع تحريكها بسرعة أثناء التعريض ، ثم تبرد العلب برذاذ من الماء البارد عقب الوصول إلى درجة حرارة البسترة المطلوبة . ويفيد التبريد السريع فى منع نمو جراثيم البكتريا المحبة للحرارة ، وكذلك فى عدم استمرار تأثير الحرارة على طعم العصير .

وفى طريقة الحفظ بالتجميد يجمد العصير ويخزن على درجة حرارة تتراوح بين صفر ، ١٥° فهرنهيت . وهذه الطريقة مرتفعة التكاليف بسبب ضرورة توفر وسائل النقل المبردة لتوزيع المنتجات المجمدة . لكن الطريقة تتميز بالمحافظة على طعم ونكهة العصير وقيمته الغذائية . ويراعى تجميد العصير بمجرد الحصول عليه . وقد يجمد العصير قبل تعبئته بجهاز تجميد مستمر Continuous freezer أو بعد تعبئته فى علب صفيح أو علب ورق مقوى مانع للرطوبة ، وفى هذه الحالة الأخيرة يراعى ألا يتجاوز حجم العصير المعبأ تسعة أعشار حجم العلبة ليسمح الفراغ المتبقى بتمدد العصير عند تجميده . وتستخدم طريقة التجميد بكثرة فى حفظ العصير المركز بدلاً من العصير الطازج تقليلاً للتكاليف . ويلاحظ أن التجميد لا يقتل كل الأحياء الدقيقة الموجودة فى العصير لذلك يلزم وقاية العصير المجمد من الفساد عند انصهاره للاستهلاك .

وفى طريقة الحفظ بالمواد الكيميائية الحافظة تستعمل أملاح حامضى البنزويك والكبريتوز . فتضاف بنزوات الصوديوم للعصير غير المبستر مثل عصير التفاح بتركيز يتراوح بين ١ و٠ ، ٣ و٠ فى المائة تبعاً لحموضة العصير . وعادة تذاب البنزوات فى قليل من الماء وتضاف للعصير أثناء تحضيره . أما حامض الكبريتوز فيفضل فى حفظ العصير المخزن بكميات كبيرة فى صهاريج متسعة ، وهو يضاف فى صورة ملح كبريت أو فى صورة غاز بتركيز يتراوح بين ٠٫٠٢ ، ١٫٠ فى المائة مقدراً فى صورة ثانى أكسيد كبريت .

ومن عيوب ثانى أكسيد الكبريت أنه يضعف لون العصير . والمواد الحافظة الكيميائية عموماً لها تأثير سيئ على طعم العصير .

ويمكن تعقيم العصير بإمراره خلال مرشحات بكتريولوجية قادرة على إزالة الأحياء الدقيقة من العصير بدون حاجة إلى تسخين . وتعرف هذه الطريقة باسم التعقيم بالترشيح Sterilization by filtration وهى تجرى على العصير بعد ترويقه ، ويستخدم فيها أجهزة معقمة . ويعبأ العصير بعد معاملته فى أوانى زجاجية نظيفة .

وفى طريقة Bohi لحفظ العصير يضاف ثانى أكسيد الكبريت للعصير تحت ضغط يبلغ ١٢٠ رطلاً على درجة ٦٠° فهرنهيت ، ويعتمد على هذا الغاز فى حفظ العصير .

تعبئة وتخزين عصير الفاكهة

يعبأ العصير المبستر عادة فى علب صفيح مطلاة بالقصدير أو فى أوانى زجاجية . وتستلزم بعض أنواع العصير ، كالعنب والتفاح والبرتقال ، استعمال الصفيح المطلى بالورنيش للمحافظة على لون وطعم العصير .

ويفضل تخزين العصير على درجة حرارة منخفضة لإيقاف فعل عوامل الفساد .

عصير التفاح :

يمكن استعمال جميع أصناف التفاح لصناعة العصير ، إلا أن بعض الأصناف التى يكثر استعمالها فى أمريكا هى Delicious ، Baldwin ، McIntosh ، Winesap ، Greening ، Jonathan . وعادة يمزج صنفان أو أكثر لإنتاج عصير جيد النكهة يحتوى على حموضة تتراوح بين ٠,٤ : ٠,٦٥ فى

المائة محسوبة كحامض ماليك وعلى مواد سكرية تقرب من ١٢,٥° بركس .

وتفرز ثمار التفاح جيداً لفصل التالف والفاسد منها ، وتهرس الثمار فى طاحونة hammer or grater mill وتعصر باستخدام ألواح الخشب والقماش فيتحصل على ١٥٠ إلى ١٨٠ جالوناً من العصير من كل طن من التفاح . وتختلف كمية العكارة فى العصير تبعاً لطريقة استخراجه . ويحفظ العصير بإضافة بنزوات الصوديوم إليه ، أو قد يعبأ فى علب صفيح محكمة القفل ، وفى هذه الحالة الأخيرة يروق العصير قبل تعبئته بواسطة المستحضرات الأنزيمية المحللة للبكتين أو بالترشيح بعد إضافة مادة مساعدة على الترشيح طبقاً لما سبق شرحه . وقد يبستر العصير بأى من الطريقتين البطيئة والخاطفة ، ويجب فى هذه الحالة التحكم فى درجة الحرارة لمنع تأثيرها الضار على طعم العصير . ونادراً ما تستعمل طريقة الحفظ بالترشيح خلال المرشحات البكتريولوجية أو بالتجميد .

وأحياناً يدعم عصير التفاح بفيتامين ج ، وفى هذه الحالة يضاف للثمار المهروسة قبل عصرها .

عصير الموالح :

أكثر أنواع عصير الفاكهة انتشاراً الآن هو عصير البرتقال . وأشهر الأصناف المستخدمة فى الخارج فى هذا الغرض هى Pineapple ، Temple Valencia ، Seedling . وينتشر عصير الجريب فروت فى الخارج ، لكنه ليس شائعاً فى جمهورية مصر العربية . ويعبأ عصير الليمون على نطاق ضيق بسبب الصعوبات التى تكتنف صناعته . وكثيراً ما يمزج عصير البرتقال بعصير الجريب فروت بقصد تعديل النكهة .

وأهم ما يراعى فى صناعة عصير الموالح هو تحاشى استخلاص العصير ،

لأن هذه الزيوت تكسب العصير طعماً مرًّا . لذلك تستخدم آلات خاصة فى استخراج عصير الموالح ، وتحدد كمية المواد الصلبة العالقة فى العصير بتحديد مقدار الضغط الواقع على الثمار أثناء عصرها وبالتصفية .

ويعطى طن الثمار ٧٥ إلى ١١٠ جالوناً من عصير البرتقال ، أو ٧٠ إلى ٨٠ جالوناً من عصير الليمون ، أو ٩٠ إلى ١٢٠ جالوناً من عصير الجريب فروت .

وهذا العصير يصفى لفصل البذور والمواد العالقة غير المرغوبة عقب العصر مباشرة . ويجب إزالة الهواء من العصير للمحافظة على عوامل نكهته ، وعادة تجرى هذه العملية على درجة حرارة مرتفعة للمساعدة فى طرد الزيوت الطيارة التى استخلصت مع العصير . ولكى تؤتى هذه العملية النتيجة المرجوة منها يلزم تحاشى اتصال العصير بالأكسجين بعد ذلك ، أى أثناء البسترة والتعبئة ، وكذلك تصغير حجم الفراغ المتروك فى أعلى العلبة إلى أقل حد ممكن أو شغله بغاز خامل .

ويحفظ عصير الموالح بالبسترة الخاطفة أو بالقفل المحكم تحت تفريغ ثم تعريض العلب المقفلة لرذاذ الماء الساخن فرذاذ الماء البارد أثناء تحريك العلب . وقد تطلى علب عصير البرتقال بالأيناميل أو لا تطلى . وينصح بتخزين علب العصير على درجة حرارة تقل عن ٦٠° فهرنهيت للمحافظة على النكهة وتقليل مدى تآكل الصفيح . ويجب تحاشى ارتفاع درجة حرارة البسترة عن اللازم منعاً لتغير لون العصير وأكسدة حامض الأسكوربيك . ويمكن حفظ العصير بالتجميد غير أن التكاليف فى هذه الحالة تكون أكثر ارتفاعاً . كذلك يمكن حفظ عصير الجريب فروت بإضافة ثانى أكسيد الكبريت وفى هذه الحالة يمكن تعبئته فى براميل .

ويعتقد أن تغير نكهة عصير الموالح أثناء التخزين يرجع إلى وجود المواد الصلبة غير الذائبة المحتوية على بعض المواد الدهنية .

برتقال وماء الشعير

المكونات	٢٥٪ عصير ٤٥ بركس ١½٪ حموضة		٣٣⅓٪ عصير ٤٥ بركس ١½٪ حموضة	
	رطل	أوقية	رطل	أوقية
عصير برتقال ١٠° بركس ٨,٠٪ حموضة	١٠٠	—	١٠٠	—
سكر	١٦٤	٩	١٢١	٢
حامض ستريك	٥	٣	٣	١١
إسانس برتقال	٢	٨	١	١٤
ماء شعير barley water	١٢٧	٨	٧٣	٢
	من ٢١ أوقية دقيق شعير المناسب		من ١٦ أوقية دقيق شعير المناسب	
لون برتقال				
مادة حافظة (ميتابيكبريتيت البوتاسيوم)	٠	٤	٠	٣

عصير العنب :

أشهر أصناف العنب فى صناعة العصير هو الكونكورد Concord ويليه الموسكات Muscat . وعادة يمزج الموسكات بأصناف أخرى للحصول على عصير مفضل النكهة . ومن الأهمية بمكان قطف الثمار عند بلوغها مرحلة النضج المناسبة التى يمكن التعرف عليها بعصر بعض الثمار وتقدير نسبة المواد الصلبة الذائبة فى العصير الناتج باستخدام الإيدرومتر أو الرفراكتومتر .

تغسل ثمار العنب وبعد إزالة الماء من عليها تفصل الثمار من عناقيدها باستخدام ماكينة خاصة Stemmer تتعرض فيها الثمار للدفع والضغط فتنفصل من العناقيد وتهشم قليلاً . ثم تسخن الثمار فى أوعية مزدوجة الجدران مسخنة بالبخار أو فى أنابيب للتسخين ، فيرفع درجة الحرارة إلى ١٣٥ أو ١٦٠° فهرنهيت يستخلص اللون من جلد الثمار . ويجب عند التسخين أن تكون الثمار خالية من العناقيد لأن وجود هذه يكسب العصير طعماً مرًّا . وتعصر الثمار باستعمال الألواح والقماش أو بالمكابس البريمية . ويمكن أن يضاف للثمار المهشمة ٥ر٠ إلى ٥ر٢ فى المائة من وزنها مادة مساعدة على العصر فتزيد نسبة العصير مثل diatomaceous earth . وتقدر كمية العصير الناتجة بحوالى ١٨٠ جالوناً لكل طن من الثمار .

ويجب التخلص من قدر كبير من طرطرات البوتاسيوم الأيدروجينيه ، أى الأرجول argols ؛ بتخزين العصير بعض الوقت فترسب هذه المادة ويمكن فصلها . ويجرى ذلك تحاشياً لظهور الراسب فى عبوات عصير العنب عند عرضها على المستهلك. وقد يستغنى عن التخزين بمعاملة العصير بالطرد المركزى أو تصفيته. وبديهى أن التخزين يؤدى إلى ترويق مظهر العصير بسبب ترسيب بعض المواد العالقة مع الطرطرات . وترسب الطرطرات detartration عادة باتباع إحدى طريقتين ؛ فى الأولى يبستر العصير بسترة خاطفة ويبرد بسرعة إلى درجة ٢٨° فهرنهيت ويعبأ فى صهاريج التخزين الخشبية أو الأسمنتية المطلاة بمادة واقية وتقفل هذه الصهاريج بإحكام ويترك العصير مخزناً على هذه الحالة وهذه الدرجة

من الحرارة حتى تترسب الطرطرات ، وفى الطريقة الثانية يسخن العصير إلى درجة ١٧٠ أو ١٩٠° فهرنهيت ويعبأ ساخناً فى الأوانى وتقفل هذه بإحكام وتبرد وتخزن حتى تترسب الطرطرات . ويمكن التخلص من الطرطرات بطريقة سريعة تستغرق يوماً واحداً إذ يجمد العصير ويصهر ويرشح .

وعقب ترسيب الطرطرات يفصل العصير الرائق بسحبه بطريقة السيفون . وقد يرشح العصير لزيادة ترويقه ، كما قد تضاف مواد أنزيمية محللة للبكتين للمساعدة على الترشيح . وعادة يحفظ العصير المعبأ فى العلب الصفيح أو الزجاجات بالبسترة البطيئة .

وتتبع طريقة إنتاج عصير العنب فى صناعة عصير الكريز على نطاق ضيق

عصير الطماطم :

ينتج العالم كميات كبيرة من عصير الطماطم سنوياً ، وأشهر الأصناف المستعملة فى الخارج هى Stone ، Marglobe ، Norton ، Bonney ، John Baer ويجب أن تكون ثمار الطماطم المعدة لصناعة العصير تامة النضج وكاملة التكون ومتماسكة الأنسجة .

تغسل ثمار الطماطم جيداً وتفرز لإزالة الأجزاء التالفة والمصابة بالبكتريا والفطر والحشرات ، ويزال محور الثمرة Core ، ويستخلص العصير بالطريقة الساخنة hot-break Method أو بالطريقة الباردة cold - break . فى الطريقة الساخنة تسخن الثمار المهشمة قبل عصرها إلى درجة ١٦٥° فهرنهيت فى أوانى مزدوجة الجدران مسخنة بالبخار أو فى أنابيب التسخين ، ولا يجوز التسخين بالبخار المباشر لأن تكثف الماء على ثمار الطماطم يخفف تركيز العصير الناتج . وفى الطريقة الباردة تعصر الثمار وهى باردة أى بدون تسخينها . وتتميز الطريقة الساخنة بإعطاء عصير أكثف قواماً وأكثر ثباتاً ، أما الطريقة الباردة فتتميز بجودة نكهة العصير الناتج إذ أن نكهته تتشابه مع نكهة الثمار الطازجة .

وتعصر الطماطم فى عصارات خاصة جدرانها مثقبة لتسمح بمرور العصير

وحجز القشور والبذور والأجزاء الكبيرة من الثمرة . ويجنس العصير بإمراره خلال مصافى ضيقة الثقوب لتكسير الأجزاء الكبيرة الحجم . وينصح بالإسراع فى عمليات تداول الثمار والعصير ، وكذلك بإزالة الهواء من العصير للمحافظة على فيتامين ج .

ويسخن العصير الناتج لدرجة ١٧٠° فهرنهيت فى مسخنات أنبوبية مستمرة، ويعبأ فى العلب الصفيح أو الزجاجات ، ويضاف إليه ملح الطعام بنسبة ٤ إلى ٦ أوقيات لكل مائة جالون عصير ، وتقفل العبوات وتعقم على درجة غليان الماء وتبرد بسرعة ، ويجب أن يكون التعقيم كافياً لقتل البكتريا المحبة للحرارة .

شراب القراصيا :

لا تعصر القراصيا ولكن يحضر منها شراب بالاستخلاص بالماء يطلق عليه الاسم Prune beverage . فتنقع الثمار الجافة المغسولة فى ماء ساخن داخل أسطوانات الانتشار . أو يضاف الماء للثمار بمعدل ١٢٠٠ جالوناً للطن من الثمار ، وتغلى الثمار مع الماء لمدة ساعة أو ساعة وثلث فى تانكات مع التقليب الآلى المستمر ، ويلى ذلك عصر الجزء اللحمى من الثمار المتخلف وذلك باستعمال آلات العصر ذات الألواح والقماش . . ويروق العصير المتحصل عليه بأى من الطريقتين السابقتين بالترشيح والترسيب . وعادة تضبط ظروف الاستخلاص للحصول على شراب تركيز المواد الصلبة به ١٩ إلى ٢١° بركس، وقد يضبط هذا التركيز بتسخين الشراب تحت ضغط منخفض أو تحت الضغط الجوى العادى لتركيزه إلى الحد المطلوب . ويعبأ الشراب فى العبوات بعد تسخينه لدرجة ١٨٠ فهرنهيت وتقفل العبوات ويعاد التسخين لضمان الحفظ . وأحياناً يضاف للشراب كمية من حامض التريك . ويقدر الشراب المتحصل عليه من طن الفاكهة المجففة بحوالى ٥٠٠ إلى ٦٠٠ جالون .

شراب الفاكهة المحلى :

يهرس بعض الثمار كالمشمش والخوخ والبرقوق والكمثرى فى ماكينات هرس pulping machines تنتج عجينة ذات نكهة مميزة يضاف إليها شراب سكرى بقدر مناسب لتحويلها إلى حالة سائلة يطلق عليها الاسم Fruit Nectars . ويراعى ألا تزيد نسبة المواد الصلبة الذائبة فى النكتار عن ٢٠٪ . ومن أنواع النكتار الشهية الجوافة والخوخ والمشمش والبرقوق .

العصير الكريمى أو اللبى :

يعرف العصير الكريمى أو اللبى cremogenized juice بأنه الخلاصة الطبيعية لثمار الفاكهة المحتوية على جزء من اللب بعد استبعاد الألياف الخشنة وذلك بمعاملة الثمار بالحرارة معاملة خاصة ؛ ثم عصرها فى ماكينات خاصة تعرف بماكينات العصر ذات المضارب ، ويصفى العصير بمصافى ذات فتحات مناسبة للحفاظ على لب الثمار الخالى من الألياف . ويستخدم هذا النوع من العصير فى عمـــل النكتار والحلوى ، كما قد يعاد استخلاص العصير العادى Single strength juice منه .

العصير المركز :

يعرف العصير المركز Concentrate بأنه العصير الناتج من تركيز عصير الفاكهة العادى بطرد جزء من رطوبته ، وعند إضافة الماء إلى هذا العصير المركز بالقدر المناسب يعود إلى حالة شبيهة بالعصير العادى من وجهى التركيب والنكهة . ويختلف العصير المركز عن الشراب Sirup فى كون الأخير مضاف إليه السكر .

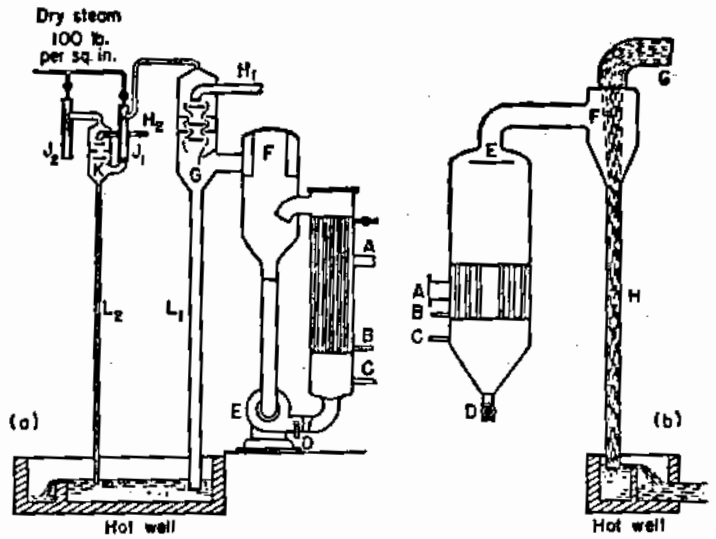
ويستعمل العصير المركز بكثرة فى صناعات المياه الغازية وبعض المنتجات المخبوزة . والحلى . ويحفظ العصير المركز بالبسترة أو بالتجميد أو بالمواد

الحافظة الكيماوية أو برفع تركيز المواد الصلبة الذائبة إلى الحد الذى يعوق نمو الأحياء الدقيقة .

ويركز العصير بالحرارة أو بالتجميد. ويفضل فى طريقة التسخين أن تجرى تحت ضغط منخفض على درجة حرارة تتراوح بين ٦٠ ، ١٥٠° فهرنهيت لمنع التأثير على عوامل النكهة فى العصير . وعادة تسبب حرارة التركيز تطاير بعض المركبات العطرية المكسبة لنكهة ورائحة العصير ، ولذا يفضل استرداد هذه المركبات من السائل المتقطر وذلك بالتكثيف الجزئى fractional condensation ، أو قد تفصل هذه المركبات من العصير قبل تركيزه بالحرارة . وتحول هذه المركبات المتحصل عليها إلى مستحضرات تجارية لإكساب النكهة essence . ويمكن أن يضاف مستخلص مركبات النكهة إلى العصير بعد تركيزه لتحسين نكهته . إلا أنه فى صناعة البرتقال المركز لا ينصح بهذه الإضافة بل يفضل أن يخفف العصير المركز الناتج بكمية مناسبة من العصير العادى الطازج . وعادة يركز العصير إلى أن تبلغ نسبة المواد الصلبة الذائبة به ٤٠ إلى ٧٢ فى المائة ، وفى حالة انخفاض النسبة عن ٦٥ فى المائة يجب حفظ العصير بالبسترة أو بالتجميد أو بالمواد الحافظة الكيميائية .

ويعتبر التجميد أفضل الطرق لتركيز عصير الفاكهة حيث يقل الفقد فى نكهة العصير إلى أقل حد مستطاع . فيجمد العصير وتفصل منه بللورات الماء بقوة الطرد المركزى أو بالترشيح . وتكرر عملية التجميد وفصل بللورات الثلج حتى الوصول إلى التركيز المناسب الذى لا يتعدى ٥٠ إلى ٥٥° بركس عادة . وهذه الطريقة ليست واسعة الانتشار بسبب ارتفاع تكاليفها .

ويمكن معرفة المزيد عن تركيز العصير بالرجوع إلى الفصل السابق عن تجميد المواد الغذائية .



(شكل ١٤٠) جهازان لتركيز عصير الفاكهة تحت ضغط منخفض . فى الشكل الأيسر :

A — مدخل بخار منخفض الضغط B — مخرج البخار المتكثف

C — مدخل العصير D — صمام وأنبوبة خروج العصير المركز

E — مضخة دفع السائل F — حيز G — مكثف بارومترى

H — مدخلان لماء المكثف J — مرحلتا تفريغ البخار K — مكثف

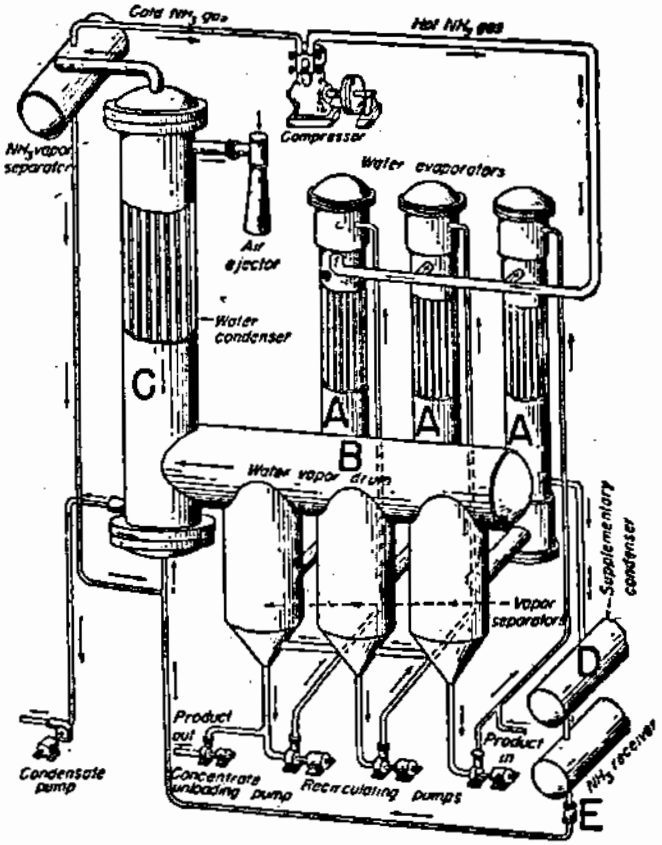
بارومترى داخلى صغير L — ساقا البارومتر بطول ٣٥ قدماً على الأقل

وفى الجهاز الأيمن :

A — مدخل البخار منخفض الضغط B — مخرج البخار المتكثف

C — مدخل العصير D — مخرج العصير المركز E — منظم

F — مكثف G — مدخل ماء المكثف H — ساق البارومتر بطول ٣٥ قدماً على الأقل .



(شكل ١٤١) جهاز لتركيز عصير الفاكهة

A — أوعية التبخير B — أسطوانة لفصل بخار الماء C — مكثف لبخار الماء

D — مكثف لتبريد بخار الأمونيا E — صمام التمدد

الفصل الرابع والعشرون

شراب الفاكهة

طرق تحضير الشراب . العيوب التى تظهر فى الشراب أثناء تحضيره .
شراب الليمون . شراب الفاكهة المجففة

تستهلك جمهورية مصر العربية كميات كبيرة من شراب الفاكهة سنوياً . والنوع السائد هو الشراب الطبيعى المحضر بإضافة السكر إلى عصير الفاكهة ، أما الشراب الصناعى المحضر من السكر والماء ومادة مكسبة للنكهة عوضاً عن عصير الفاكهة الطازجة فيصنع بكميات أقل نسبياً . وعادة يضاف للعصير والسكر نسبة ضئيلة من حامض الستريك ومادة حافظة كبنزوات الصوديوم . فالحامض لا غنى عنه لأنه يساعد الحرارة فى تحويل السكروز إلى سكر محول وبذا لا يتعرض الشراب الناتج لحدوث ظاهرة التبلور ، أى انفصال بللورات السكر من المحلول أثناء تخزين الشراب . أما البنزوات فيمكن الاستعاضة عنها ببسترة العصير أو تجميده .

وتتفاوت نسبة السكر فى كل من الشراب الطبيعى والصناعى ، فبينما هى لا تتجاوز ٥٥ فى المائة من الشراب الطبيعى عادة ، نجدها تصل إلى ٦٥ أو ٧٠ فى المائة فى الشراب الصناعى غالباً . ولما كانت كمية الحامض العضوى تضاف بالقدر المناسب لكمية السكر ، فإن نسبة الحامض المضافة تكون أعلى فى الشراب الصناعى عنها فى الشراب الطبيعى . وبديهى أنه من الممكن صناعياً رفع نسبة السكر فى الشراب الطبيعى إلى ٦٠ أو ٦٥ فى المائة ، إلا أن هذا يصحبه انخفاض نكهة الشراب بعد تخفيفه للاستهلاك ، الأمر الذى يستلزم تدعيم الشراب الطبيعى المرتفع التركيز بإضافة مستحضرات النكهة التجارية essence . وهناك أصناف من الفاكهة تستلزم خفض نسبة السكر فى الشراب المحضر من عصيرها بسبب افتقارها فى النكهة ، اللهم إلا إذا أضيفت مستحضرات النكهة للشراب المرتفع التركيز .

وللشراب الطبيعى قيمة غذائية مرتفعة ، فهو غنى بالسكر مصدر الطاقة الحرارية وبه مكونات العصير الغذائية كبعض الفيتامينات والأملاح المعدنية .

ويحضر الشراب الطبيعى بإذابة السكر فى عصير الفاكهة بمساعدة الحرارة

أو بدونها . لذلك يعتبر هناك طريقتان لتحضير شراب الفاكهة الطبيعى تعرفان باسم الطريقة الساخنة والطريقة الباردة . إلا أنه يمكن اتباع طريقة ثالثة وسطاً بين الطريقتين السابقتين ، فيذاب السكر فى قليل من الماء يعادل ثلث حجم العصير وفى وجود الحامض العضوى بمساعدة الحرارة ثم يبرد الشراب السكرى الناتج ويرشح ويضاف إلى عصير الفاكهة على البارد .

وتعرف هذه الطريقة الأخيرة باسم الطريقة نصف الساخنة . وبديهى أن الطرق الثلاث المتبعة فى تحضير شراب الفاكهة تتفاوت فى تأثيرها على صفات الشراب الناتج . فالطريقة الساخنة . تؤدى إلى دكنة لون الشراب أثناء تصنيعه ، بعكس الطريقتين الباردة ونصف الساخنة ، إلا أن لون الشراب يكون ثابتاً أثناء التخزين إذا حضر الشراب بالطريقة الساخنة بفضل الحرارة المستخدمة فى إذابة السكر والتى تقتل إنزيمات الأكسدة فيمتنع أثرها الضار أثناء التخزين ، وهذا مالا يتحقق عند تحضير الشراب بالطريقتين الباردة ونصف الساخنة . وللحرارة أهميتها فى تحويل السكروز إلى سكر محول فى وجود الحامض العضوى كما سبق إيضاحه فيمتنع حدوث التسكير فى الشراب أثناء التخزين إذا كان محضراً بالطريقتين الساخنة أو نصف الساخنة ، بينما يكون الشراب المحضر على البارد عرضة لانفصال بللورات السكروز .

والميزة الثالثة للطريقة الساخنة هى قتل الإنزيمات المحللة للبكتين أثناء غليان العصير مع السكر وبذلك يمتنع تحلل وترسب المواد البكتينية فى الشراب أثناء تخزينه ، وهو ما يعرف باسم الترويق ، وهذه الفائدة لا تتحقق عند تحضير الشراب بالطريقة الباردة أو نصف الساخنة . والميزة الأخيرة للطريقة الساخنة هى الاقتصاد فى الوقت إذ أن الحرارة تساعد على سرعة ذوبان السكر ، وهذه الميزة لها أهميتها الاقتصادية فى الإنتاج الصناعى . لكنه بالرغم من المزايا السابق شرحها فإن الطريقة الساخنة لها مساوئها ، إذ أنها تتلف بعض فيتامينات عصير الفاكهة فتقلل من القيمة الغذائية للشراب الناتج بعكس الطريقة الباردة ونصف الساخنة اللتين لا يتعرض عصير الفاكهة فيهما لفعل الحرارة ، كما أن الحرارة تسبب تكرمل جزء من السكر فيتغير طعم الشراب قليلاً ويصبح أقل جودة من

طعم الشراب المحضر بالطريقة نصف الساخنة وكذلك الشراب المحضر بالطريقة الباردة الذى يعتبر الأفضل من هذه الوجهة .

وتتلخص خطوات صناعة شراب الفاكهة الطبيعى فى انتخاب الأصناف الصالحة لاستخراج العصير ، وغسيل الثمار ، والفرز لفصل الثمار التالفة والمصابة ، واستخراج العصير باستخدام إحدى الطرق السابق شرحها فى موضوع عصير الفاكهة ، وتصفية العصير لفصل البذور وأجزاء اللب الكبيرة ، واختبار نسبة المواد الصلبة الذائبة فى العصير باستخدام الإيدرومتر أو الرفراكتومتر للتعرف على نسبة السكر فى العصير على وجه التقريب بعد خصم نسبة تقريبية لمحتويات العصير من الأحماض العضوية والمواد الصلبة الذائبة غير السكرية ، وتقدير كمية العصير لحساب وزنه بضرب الحجم فى الكثافة ، وحساب كمية السكر الواجب إضافتها إلى الوزن المحدد من العصير لرفع تركيز السكر فى الشراب إلى النسبة المطلوبة وهى ٥٥ درجة بالنج عادة ، وإضافة السكر للعصير وإذابته على البارد أو بالتسخين حسب رغبة القائم بالتصنيع أو تتبع الطريقة نصف الساخنة ، وإضافة حامض الستريك أو الطرطريك أثناء إذابة السكر بنسبة ٢ إلى ٣ جراماً من الحامض لكل كيلوجرام من السكروز المضاف ، وتبريد الشراب الناتج وتلوينه بإضافة القدر المناسب من مادة ملونة مسموح باستخدامها قانوناً ، وإضافة بنزوات الصوديوم إلى الشراب بنسبة واحد فى الألف من وزن الشراب أو ١,٣ جراماً لكل لتر مذابة فى أقل كمية ممكنة من الماء ، والتخلص من الهواء فى الشراب لتقليل حدوث الأكسدة فى الشراب أثناء تخزينه ، وتعبئة الشراب فى الزجاجات النظيفة . وفى حالة عدم إضافة المادة الحافظة الكيميائية يبستر الشراب أو يجمد لحفظه . ومن المفيد بشر ثلث عدد ثمار البرتقال أو اليوسفى وإضافة سكر إلى البشر بمقدار مماثل وزناً وترك المخلوط بعض الوقت ثم عصره خلال الشاش وإضافة العصارة المتحصل عليها إلى الشراب فى النهاية لتقوية النكهة .

وتتلخص خطوات صناعة الشراب الصناعى فى إضافة السكر والحامض للماء بالقدر المناسب للحصول على شراب تركيزه ٦٠ أو ٧٠ فى المائة سكر ،

والتسخين حتى يذوب السكر ، وتبريد الشراب ، وإضافة مستحضر النكهة essence بالكمية المناسبة ، وإضافة بنزوات الصوديوم مذابة فى قليل من الماء ، وتعبئة الشراب فى الزجاجات . وتتراوح نسبة الحامض المضافة بين ٤ ، ٥ فى الألف من وزن السكر المضاف ، أما نسبة البنزوات فهى واحد فى الألف من وزن الشراب .

العيوب التى تظهر فى الشراب أثناء تخزينه :

يتضح مما سبق أن الشراب الطبيعى يمكن أن يتعرض لحدوث ظاهرتى التسكير والترويق . فالتسكير يعزى إلى قلة الحامض المضاف لتحويل السكروز إلى جلوكوز وفركتوز وعدم التسخين ، أى إذابة السكر على البارد . والترويق يعزى إلى نشاط الإنزيمات المحللة للبكتين فى حالة عدم قتلها بالحرارة أثناء إذابة السكر فى عصير الفاكهة .

وقد يستمر التخمر فى الشراب أثناء التخزين ، فيتحول جزء من السكر إلى كحول وثانى أكسيد كربون بفعل بعض الخمائر ، ويعزى ذلك إلى تلوث العصير أو الشراب وعدم بسترته أو قلة الحامض والمادة الحافظة فيه .

ومن عيوب التسخين السابق شرحها إحداث تغيرات فى طعم العصير ونكهته ولونه . وقد يكون مصدر رداءة لون الشراب هو الشوائب الموجودة فى السكر والتى لم تنفصل بالترشيح أو التصفية .

ولتحاش العيوب سالفة الذكر تستبعد مسبباتها كأن تفصل الشوائب بالترشيح بعد إذابة السكر ، ويضاف كل من الحامض والبنزوات بالقدر الكافى ، ويبستر الشراب إذا لزم ذلك ، وتقتل إنزيمات العصير ، ويتحقق من تحول السكروز إلى سكر محول ، ويمنع تلوث العصير والشراب بالأحياء الدقيقة المسببة للفساد .

شراب الليمون :

تفرز ثمار الليمون وتغسل ويعاد فرزها وغسلها بمحلول كلور مخفف لقتل الأحياء الدقيقة الملوثة للثمار ، وتقطع الثمار إلى أنصاف وتعصر ، ويصفى العصير لفصل البذور والأجزاء الكبيرة ، ويذاب السكر فى العصير لرفع التركيز إلى ٥٠ بركس ، ويضاف كمية من عصير الليمون المركز إلى هذا الشراب لمعادلة حموضته وكمية السكر به ، ويزال جزء من هواء الشراب ثم يبرد ويعبأ فى علب صفيح مطلاة بالإيناميل ، ويجمد الشراب فى العلب فى نفق التجميد أو بطريقة الغمر أو بكلا الطريقتين ، وتخزن علب الشراب المجمدة على درجة — ١٠° فهرنهيت. والمعروف عن عصير الليمون أنه يحتوى على ستة جرامات من حامض الستريك فى كل مائة ملليلتر وهذه الطريقة شائعة الاستخدام فى تحضير شراب الليمون Lemonade Sirup or concentrate .

شراب الفاكهة المجففة :

يحضر شراب الفواكه المجففة بعد استخلاص هذه الفواكه بالماء . ويجرى الاستخلاص بنقع الثمار المجففة فى الماء لمدة ٢٤ ساعة تقريباً ، ثم تهرس بقايا الثمار وتعصر . وعادة يعاد نقع بقايا الثمار المعصورة ثم عصرها . وفى طريقة أخرى تسخن الثمار المجففة فى الماء على درجة ١٦٠ إلى ١٧٥° فهرنهيت ، ويستعمل المستخلص المجفف المتحصل عليه فى استخلاص دفعة أخرى من الثمار . ويروق عصير الفاكهة المتحصل عليه بإضافة المواد الإنزيمية المحللة للبكتين ، ويرشح العصير ويرفع تركيز السكر به إلى حوالى ٦١ أو ٦٣° بركس .

وفى بعض الأحيان يعادل مستخلص الفاكهة بكربونات الكالسيوم إذا اقتضى الأمر ذلك ، كما قد يزال لون المستخلص بالفحم النباتى إذا أريد الحصول على شراب عديم اللون .

شراب الليمون (طريقة منزلية) :

تغسل ثمار الليمون جيداً ، ويبشر قشر سدس عددها ، ويضاف سكر إلى البشر بوزن مماثل مع الخلط والدهك ويترك بعض الوقت قبل عصره خلال الشاش ، وتقطع ثمار الليمون وتعصر وتصفى بالشاش وتترك بعض الوقت للترسيب ، ويقاس حجم العصير ويوزن قدر من السكر بنسبة ١ ٣ كيلوجراماً لكل لتر عصير ، ويذاب السكر فى ماء بمعدل $\frac{1}{4}$ لتر لكل كيلوجرام سكر مع استخدام الحرارة والتقليب ، ويضاف جزء قليل من العصير إلى محلول السكر المائى وعندما يبدأ الغليان تستبعد الحرارة ويترك المحلول ليبرد وبعدها تضاف بقية العصير وتقلب ، ثم يضاف خلاصة زيت البشر المتحصل عليها ، وتضاف بنزوات صوديوم بنسبة واحد فى الألف مذابة فى ماء يغلى ويقلب الشراب لمدة سبع دقائق بعدها يصفى بالشاش ويعبأ :

شراب الشليك :

تنظف ثمار الشليك Strawberry وتزال بقايا الكأس الخضرى ، وتوزن الثمار ويوزن قدر مماثل من السكر ، ويوضع تحت المصفاة وعاء لاستقبال العصارة المتساقطة ، ويترك المزيج مدة ١٢ ساعة . ويقاس حجم الشراب المتجمع فى الوعاء ويضاف إليه سكر بنسبة كيلوجرام لكل لتر ، ويذاب السكر على البارد ، ويضاف للشراب حامض ستريك بنسبة ثلاثة جرامات لكل كيلوجرام من السكر المضاف ، وتضاف بنزوات صوديوم مذابة فى ماء يغلى بنسبة واحد فى الألف ، ويضاف مادة ملونة حمراء . ثم يقلب الشراب جيداً ويعبأ . أما بقايا الثمار والسكر المتخلفة على المصفاة فتدخل فى صناعة المربى .

ومن الممكن عصر الثمار على مصفاة وترشيح العصير خلال الموسلين ثم خلال اللباد ، وقياس حجم العصير ، وإذابة السكر فى العصير بمعدل

كيلوجرام سكر لكل لتر من العصير ، وإضافة الحامض والبنزوات ، ثم التقليب والتصفية خلال الموسلين والتعبئة .

ويمكن إذابة السكر بالطريقة الساخنة أيضاً .

ويمكن اتباع نفس الطريقة الساخنة لصناعة شراب التوت أيضاً .

شراب المانجو :

تنتخب أصناف المانجو mango القوية الرائحة وتغسل الثمار وتقشر وتعصر على مصفاة ويصفى العصير بالشاش ، ويضاف السكر إلى العصير بنسبة كيلوجرام لكل لتر ، وبعد ذوبان السكر يضاف حامض الستريك وبنزوات الصوديوم ، ويقلب الشراب ويصفى خلال الشاش ويعبأ .

شراب المشمش :

تغسل الثمار الطازجة وتستخرج منها النواة وتقطع إلى أجزاء وتغلى فى ماء يكفى لتغطيتها ، ويصفى المستخلص خلال الشاش ، ويذاب فيه السكر باستخدام الحرارة بمعدل كيلوجرام وربع لكل لتر ، ثم يضاف حامض الستريك ويستمر فى الغليان لمدة ثلاث دقائق بعدها يزال الريم وتضاف بنزوات الصوديوم ويصفى الشراب ويعبأ ساخناً .

وإذا كانت الثمار جافة فتغسل وتنقع فى ماء دافئ بمعدل أربع لترات لكل كيلوجرام مشمش جاف ، وبعد ست ساعات يسخن المزيج مع التقليب حتى تتفتت الثمار . ويصفى المستخلص بالمصفاة وبالشاش . ويذاب فيه السكر بنسبة كيلوجرام وربع لكل لتر مع الاستعانة بالحرارة وبالتقليب . وبعد ذوبان السكر يضاف حامض ستريك ويستمر فى الغليان ثلاث دقائق بعدها يكشط الريم وتضاف بنزوات الصوديوم ويعبأ الشراب .

شراب الورد :

تقطف بتلات الورد البلدى الحمراء وتوزن . ويوزن السكر بمعدل

كيلوجرام لكل رطل من البتلات ، ويفرك السكر والورد معاً يدوياً فوق مصفاة ، ويترك المزيج فى المصفاة مع وضع ثقل فوق المزيج ووضع إناء تحت المصفاة ، وبعد ١٢ ساعة يعصر المزيج خلال المصفاة ثم خلال موسلين . ويضاف للشراب حامض الستريك وبنزوات الصوديوم مذابة فى ماء يغلى ، ويقلب الشراب ويصفى بالموسلين ويعبأ . أما بقايا المزيج المتخلفة على المصفاة فيصنع منها مربى .

وفى طريقة أخرى يضاف للبتلات ماء بمعدل لتر ونصف لكل رطل من الورد ، وتسلق البتلات فى وعاء مغطى ، ويضاف السكر إلى ماء السلق بعد تصفيته بمعدل كيلوجرام وربع لكل لتر ، ويذاب السكر بالحرارة ، ثم يضاف حامض الستريك ويستمر فى الغليان لحظات قصيرة بعدها تستبعد الحرارة ويكشط الريم وتضاف بنزوات الصوديوم ويعبأ الشراب ساخناً . وبقايا البتلات والسكر المتخلفة على المصفاة تصنع مربى .

شراب اللوز :

يقشر اللوز الحلو almond ويعرض للبخار لمدة ثلاث دقائق لتسهيل إزالة القشرة الداخلية وتجفف البذور المقشورة وتكسر فى هاون بعد معرفة وزنها . ويغلى قدر من الماء يوازى خمسة لترات لكل كيلوجرام من اللوز ، ويضاف خمس كمية الماء إلى اللوز ويترك خمس دقائق بعدها يعصر جيداً خلال الموسلين ، ثم يدق اللوز المتخلف ثانية ويضاف إليه الخمس الثانى من الماء ويترك خمس دقائق مع التقليب بعدها يعصر . وتكرر عملية الاستخلاص هذه ثلاث مرات أخرى ، بعدها يؤخذ نصف كمية المستخلص ويذاب فيها بالاستعانة بنار هادئة جميع السكر المقرر إضافته بمعدل كيلوجرام وربع لكل لتر ، ويضاف حامض الستريك بمعدل ٣ جرام لكل كيلوجرام سكر مضاف ، وعقب الغليان يترك المحلول ليبرد ثم يضاف إليه بقية المستخلص ، وتضاف بنزوات الصوديوم مذابة فى ماء يغلى ، ويقلب الشراب ويعبأ . ويمكن

فى المعامل استبدال عمليات دق اللوز فى هاون بعملية السحق فى الخلاط waring blender

شراب الكركديه :

يغسل الكركديه ويغلى فى الماء بمعدل خمسة لترات لكل كيلوجرام ويصفى المستخلص ويضاف إليه السكر بمعدل كيلوجرام ونصف لكل لتر ، ويذاب السكر بالحرارة ويضاف حامض الستريك ويستمر فى الغليان دقيقتين بعدها يصفى الشراب بالموسلين ويضاف إليه بنزوات الصوديوم .

الفصل الخامس والعشرون

الجلى والمربى والمرملاد وعجينة الفاكهة والفاكهة المسكرة

تعاريف . الأساس الذى تقوم عليه صناعة الجلى . طريقة صناعة الجلى . صناعة المربى . إعداد الفاكهة الطازجة لصناعة المربى . تخزين الفاكهة فى حالة نصف مصنعة . إعداد الفاكهة لتخزينها نصف مصنعة . ضبط العوامل المؤثرة فى صناعة المربى . تبريد وتعبئة المربى . العيوب التى تظهر فى المربى والمرملاد والجلى . الاختبارات المعملية فى مصنع المربى والمرملاد والجلى . طبخ المربى فى الأوانى المفتوحة . طبخ المربى فى الأوانى المفرغة . المرملاد . خلطات الجلى والمربى والمرملاد . جلى الجوافة والرمان . جلى شليك . مرملاد برتقال إنجليزى . مربى الفاكهة بنسبة جزء فاكهة لجزء سكر . مربى الفاكهة بنسبة ٤٥ جزءاً : ٥٥ جزءاً . مربى ومرملاد بنسبة ٣٥ : ٦٥ جزءاً . مرملاد برتقال . عجينة تفاح . عجينة برقوق من البرقوق الطازج والقراصيا . عجينة برقوق بالتوابل . مربى الشليك السليم . جلى السفرجل . مربى الجزر . مربى البلح . مربى التفاح . مربى المشمش . الفاكهة المسكرة . الطريقة البطيئة للتسكير . الطريقة السريعة . تجفيف الفاكهة المسكرة . تغطية الفاكهة بطبقة من السكر . تغطية الفاكهة بالشيكولاتة . الجلى المسكر . تغطية الفاكهة المجففة بالشيكولاتة .

يصنع الجلى والمربى والمرملاد بكميات كبيرة تجاريًا وفى المنازل . وهذه المنتجات لا تحتاج إلى معاملات خاصة لحفظها فهى لا تتعرض للفساد البكتريولوجى بسرعة بسبب ارتفاع نسبة المواد الصلبة الكلية بها إلى حد كبير نتيجة لإضافة السكر إليها ولتركيزها أثناء الطبخ . وقد يغطى سطح المنتجات بالبارافين لمنع نمو الفطريات . ويتميز الجلى بكثرة استخدامه فى إعداد أصناف متعددة من الحلوى .

وقد اتسع نطاق الإنتاج التجارى من المربى والمرملاد والجلى بسبب تفوق المنتجات التجارية عـلى نظيرتها المنزلية فى الصفات . فعلى سبيل المثال أنتجت الولايات المتحدة الأمريكية فى أحد الأعوام من هذه المنتجات حوالى ٣٨ مليوناً من الصناديق .

تحتوى المربى Jam على الفاكهة فى حالة مهروسة crushed or disintegrated بينما الفاكهة المحفوظة Preserve تحتوى على الفاكهة السليمة أو المجزأة إلى قطع كبيرة . ويحتوى الجلى Jellies على عصير الفاكهة الرائق ، أما المرملاد Marmalades فيحتوى على شرائح من ثمار الموالح منتشرة فى جلى . وتختلف عجينة الفاكهة Fruit butters عن المنتجات الأخرى فى كونها شبه صلبة وناعمة ، وهى تحضر عادة بطبخ الفاكهة المهروسة مع السكر أو عصير الفاكهة .

وقد تميز هذه المنتجات من بعضها بمواصفاتها المحددة ، فلكل من هذه المواد مواصفات يلتزم بها المنتجون فى الدول الأجنبية ، كما اقترحت لها مواصفات فى جمهورية مصر العربية . فطبقاً للقانون الأمريكى يعرف الجلى بأنه الغذاء اللازج أو شبه الصلب المصنوع من مخلوط عصير الفاكهة والمواد السكرية بنسبة ٤٥ جزءاً بالوزن من الأول على الأقل لكل ٥٥ جزءاً من الثانى ؛ مع تركيز المخلوط بالحرارة إلى أن يصبح تركيز المواد الصلبة الذائبة فى العصير لا يقل عن ٦٥ فى المائة . وقد يضاف للجلى عند

صناعته بعض التوابل والمواد الملونة المسموح بإضافتها ومواد النكهة Mint flavor وأملاح سترات الصوديوم وبنزوات الصوديوم وطرطرات الصوديوم والبوتاسيوم وحامض البنزويك . وتنحصر المواد السكرية المستخدمة فى صناعة الجلى فى السكروز والجلوكوز وشراب السكر المحول وعسل النحل أو مزيجاً منها . ويضاف البكتين والأحماض العضوية فى صناعة الجلى من عصير الفواكه الفقيرة فى أحدهما أو كليهما . ويشترط أن يذكر على بطاقة الجلى اسم الفاكهة المستعملة ونوع المادة السكرية وأسماء المواد الحافظة المضافة .

وتعرف المربى بنفس تعريف الجلى مع استبدال عصير الفاكهة بمكونات الفاكهة ، وإستبعاد إضافة المواد الملونة والإسانس اختيارياً . ويركز مخلوط الفاكهة والسكر بالحرارة حتى ترتفع نسبة المواد الصلبة الذائبة فى المربى الناتجة إلى ٦٥ فى المائة بالنسبة لبعض الفواكه أو ٦٨ فى المائة بالنسبة للبعض الآخر .

وتعرف عجينة الفاكهة بأنها الناتج شبه الصلب الناعم المحضر من مخلوط الفاكهة والمواد السكرية بنسبة خمسة أجزاء بالوزن من الفاكهة على الأقل لكل جزأين من المادة السكرية . ويركز المخلوط بالحرارة حتى ترتفع نسبة المواد الصلبة الذائبة إلى ٤٣ فى المائة على الأقل . وقد تكون المواد السكرية عبارة عن سكروز أو سكر محول أو سكر بنى محول أو جلوكوز أو عسل نحل أو مزيجاً من بعض هذه المواد . وقد يضاف ملح الطعام والأحماض العضوية اختيارياً . وقد تستبدل المواد السكرية أو جزءاً منها بعصير الفاكهة بنسبة لا تقل عن نصف وزن الفاكهة . ويجب أن يذكر على البطاقة اسم الفاكهة والعصير المضاف ومواد النكهة وعسل الذرة والتوابل المضافة .

الأساس الذى تقوم عليه صناعة الجلى :

يتحدد قوام الجلى بتوازن مكوناته من السكر والماء والحامض والبكتين . لذلك يراعى أن تكون نسبة السكر فى المخلوط ٦٥ فى المائة وأن تكون حموضة

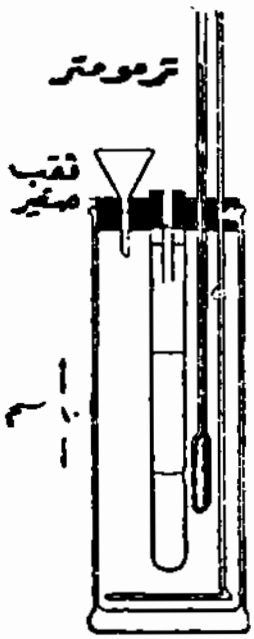
المحلول الفعلية pH ٣و٣ وتضبط درجة تماسك الجلى بتغيير نسبة كل من السكر والحامض ، فبزيادة أى من هذين المكونين يزداد تماسك الجلى بينما يضعف قوام الجلى بانخفاض نسبة السكر أو الحامض . ويجب ألا تنخفض قيمة pH عن ١و٣ وإلا تعرض الجلى لسيولة الماء خارجه Syneresis وهى الظاهرة المعروفة باسم Weeping . ويجب ألا تقل نسبة البكتين عن حد معين لضمان تماسك الجلى ، ويزداد هذ التماسك تدريجيًا بارتفاع نسبة البكتين . ولما كانت صفات البكتين تختلف تبعاً لمصدره وطريقة تحضيره فيفضل إجراء تجارب تمهيدية لمعرفة النسبة من البكتين قبل البدء فى الإنتاج على نطاق واسع . ويسهل الحكم على ملاءمة نسبة البكتين بملاحظة قوام الجلى الناتج الذى يجب ألا يكون سائلاً أو لزجاً بل يكون متماسكاً بدرجة تسمح باحتفاظه بشكل الإناء المعبأ فيه بعد نزعه منه . وتتدخل نسبة المواد الصلبة الذائبة أيضاً فى تحديد قوام الناتج .

وتحدد نسبة المواد الصلبة الذائبة فى الجلى النهائى بواسطة مدة الطبخ التى تتبخر أثناءها الرطوبة تدريجيًا . لذلك تحدد نقطة انتهاء صناعة الجلى بتقدير نسبة المواد الصلبة الذائبة باستخدام الرفراكتومتر ، أو بتقدير درجة الغليان فهى تتمشى مع نسبة المواد الصلبة الذائبة فتعتبر عملية الطبخ منتهية ببلوغ نسبة المواد الصلبة الذائبة ٦٥ فى المائة أو بارتفاع درجة غليان المخلوط بمقدار ٧و٨° درجة فهرنهيتية عن درجة غليان الماء وهى ٢١٢° فهرنهيت . ويمكن قياس التركيز بواسطة الإيدرومتر إلا أنه لا يعطى نتائج دقيقة فى هذه الحالة . والطريقة المنزلية لمعرفة نقطة انتهاء الطبخ وتعرف باسم طريقة الملعقة Spoon test أو Sheeting test تتلخص فى صب المخلوط من ملعقة ومشاهدة كيفية تساقطه فقد تتساقط على هيئة شرائح متماسكة تعلق بالملعقة فيرحى ذلك بانتهاء الطبخ وبكفاية البكتين والحامض لإعطاء الحالة الجيلية . وهذه الطريقة الأخيرة تعتمد كثيراً على خبرة القائم بالتصنيع .

وتضبط حموضة مخلوط الجلى عادة بمزج عصير فواكه مختلفة تتفاوت فى نسبة حموضتها أو بإضافة حامض عضوى كالستريك أو الطرطريك .

ويقدر رقم PH بالطريقة الكهربائية باستعمال قطب الزجاج ، ولو أن هذه الطريقة ليست فى متناول كثير من المصانع .

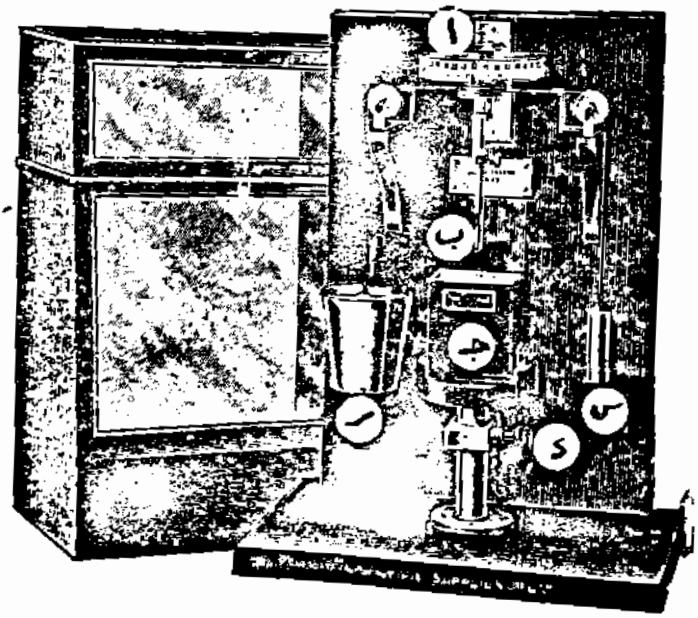
ويفضل فى تحديد نسبة البكتين الملائمة أن تحدد كمية البكتين تبعاً لقدرته على تهليم القوام Jellying capacity or power نظراً لأن كفاءة البكتين تختلف تبعاً لمصدره ودرجة نضج الفاكهة المحضر منها وطريقة تحضيره . وتقدر هذه القوة بتقدير لزوجة العصير أو المستخلص أو بتقدير البكتين كمياً . وتتأثر نتيجة تقدير قوة التهليم بالحموضة الفعلية وتركيز الملح ووجود المواد الغروية . وأفضل الطرق لاختبار قدرة البكتين هى إجراء تجارب أولية استطلاعية ، ويجرى ذلك بإضافة السكر تدريجياً إلى عينات مستحضر الفاكهة وغليان المخلوط حتى تصل نسبة المواد الصلبة الذائبة إلى الحد المطلوب ، ثم تضبط الحموضة الفعلية عند الحد المناسب وتترك العينات لتبرد ويختار أفضلها من وجهة القوام . ويعبر عن قوة التهليم للبكتين بأنها عدد أرطال السكر التى يحولها رطل البكتين إلى جلى تحت الظروف القياسية .. وهذه القوة تذكر عادة على بطاقات عبوات البكتين التجارى .



(شكل ١٤٢)
جهاز قياس اللزوجة الظاهرية للجل

طريقة صناعة الجلى :

تنتخب ثمار الفاكهة وتفرز وتغسل ويستخرج منها العصير بنفس الطرق السابق شرحها فى صناعة عصير الفاكهة . ويفضل تسخين الثمار الطازجة أو المجمدة أو المعلبة لتسهيل خروج العصير منها فترتفع نسبته وللمساعدة فى استخلاص الصبغات . وقد يقتضى الأمر هرس الثمار



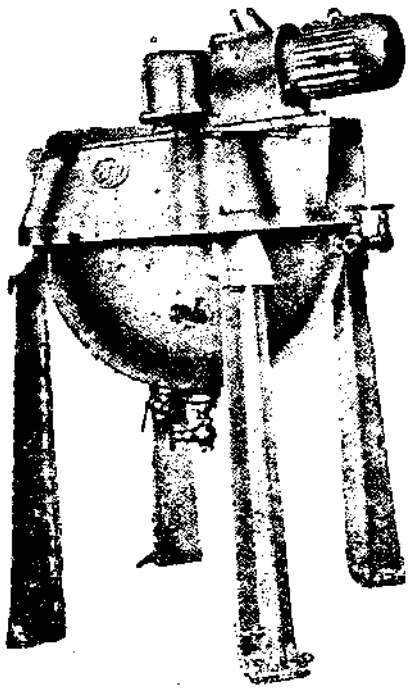
(شكل ١٤٣) جهاز اختبار الجل

المتماسكة ، كالتفاح والبرقوق ، وإضافة الماء إليها لتسهيل خروج العصير . وعادة يرشح العصير لينتج الجلى رائقاً شفافاً ، وقد تضاف مواد مساعدة فى الترشيح ، لكنه لا يجـوز إضافة المواد الإنزيمية المحللة للبكتين منعاً لإتلافها قوة التهايم فيما بعد .

بطبخ العصير مع السكر يتحلل جزء كبير من السكروز إلى جلوكوز وفركتوز ويتحلل جزء كبير من البكتين ويفقد جزء من مركبات النكهة ويتركز المخلوط . ولذلك ينصح بتقصير فترة الطبخ إلى أقل حد ممكن لتقليل كمية البكتين المتحللة . ويجرى الطبخ فى أوانى مسخنة بالبخار تحت الضغط الجوى العادى ، أو فى أوانى مقفلة تحت ضغط منخفض على أن يسخن المخلوط قبل أو بعد تركيزه إلى درجة ١٨٠ أو ١٩٠° فهرنهيت

لتحويل القدر المناسب من السكر إلى سكر محول ، أو يجرى التركيز بالطريقة المستمرة باستعمال الأجهزة الخاصة بذلك .

وعقب انتهاء الطبخ يترك الجلى ليبرد إلى درجة ١٨٠ أو ٢٠٠° فهرنهيت ، ويضاف الحامض ، ويعبأ الجلى فى العبوات وهو ساخن وتقلب العبوات رأساً على عقب لتعقيم الغطاءات من الداخل . وقد تبستر العبوات بعد قفلها ، أو قد يضاف فى العبوات الكبيرة مادة حافظة مثل بنزوات الصوديوم .



(شكل ١٤٤)
حلة مزدوجة الجدران تسخن بالبخار للطبخ

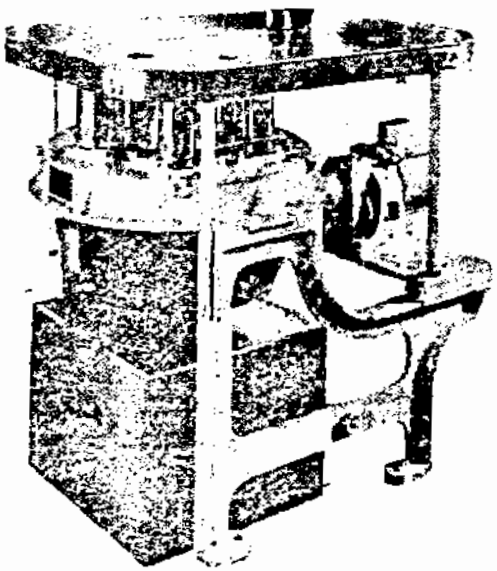
صناعة المربى :

تفرز ثمار الفاكهة أو الخضر وتغسل وتقشر وتهرس أو تجزأ أو تترك كاملة حسب حالة الثمار . وبعد إضافة الماء وجزء من السكر يسخن المخلوط إلى درجة ١٧٠° فهرنهيت ويضاف إليه البكتين الجاف مختلطاً بعشرة أمثال وزنه سكر لتسهيل الذوبان ، ويغلى المخلوط ثم يضاف إليه بقية كمية السكر ويستمر فى الغليان حتى نقطة انتهاء صناعة المربى . ويلزم كشط الريم الذى يظهر على سطح المربى أثناء الطبخ للمحافظة على مظهر المربى .

إعداد الفاكهة الطازجة لصناعة المربى :

يفضل فى صناعة المربى أن تنتخب أصناف الفاكهة المفضلة لهذه الصناعة

وأن تستعمل الثمار الجيدة بدلاً من الاعتماد على مخلفات بيوت التعبئة الطازجة ومصانع التعليب والتجميد والتجفيف . وفى حالة استخدام الثمار المفروزة المستبعدة من المصانع الأخرى يفضل مزج عدة أصناف ببعضها للحصول على أفضل النتائج . فعند انتخاب ثمار الفاكهة لصناعة المربى توضع ثلاث نقاط فى الاعتبار وهى الصنف وحالة الثمار وملاءمتها للتصنيع . مثال ذلك مربى الشليك ، لصناعتها تنتخب الثمار على ضوء لونها وحجمها ونكهتها وموعد



(شكل ١٤٥) ماكينة لتجزئة الجزر

نضجها ووفرة محصولها وصلابة أنسجتها وخلوها من الإصابات . فالمربى الناتجة تكون جيدة الصفات عندما تكون ثمار الشليك المستخدمة فى صناعتها جيدة النكهة ناصعة غزيرة اللون لا تحتاج إلى إضافة المواد الملونة لتحسين لون المربى ؛ متماسكة القوام لتتحمل الثمار عمليات التداول والنقل إلى المصنع . ويفضل قطف الشليك قبل بلوغ الثمار مرحلة تمام النضج بفترة وجيزة لتكون ذات

قوام متماسك . ويجب البدء فى صناعة مربى الشليك بمجرد وصولها إلى المصنع لأن الثمار رهيفة وسريعة التعرض للتلف فتفقد جزءاً من عصيرها ويترتب على ذلك قلة الإنتاج وانخفاض درجة جودته . ويساعد على حفظ ثمار الشليك فى المصنع تبريدها حتى يحين وقت تصنيعها . وبديهى أن الأصناف المبكرة فى النضج تهيىء الفرصة للصانع للإنتاج المبكر وتحقيق ربح مجز .

وتبدأ صناعة مربى الشليك بإزالة بقايا الساق والتخت الخضرى stalked ، وتفرز الثمار وتغسل برذاذ الماء أو فى أجهزة الغسل المستمرة .

ولصناعة مربى العنب الأسود تفضل الثمار التامة النضج الجافة . ويبدأ التصنيع بإزالة بقايا العناقيد والفرز والغسيل برذاذ الماء الذى يتساقط فوق الثمار أثناء مرورها على سير متحرك .

ولصناعة مربى البرقوق تختار أصناف الثمار الكبيرة الحجم الغزيرة اللون ، وتقطف الثمار قبل أن تلين أنسجتها ، وتبدأ الصناعة بغسيل الثمار وسلقها حتى تلين تماماً وهرسها على مصاف لإزالة النواة . وقد تترك النواة ، أو بعض منها ، مع الثمار لتكسب المربى الناتجة نكهة شبيهة بنكهة اللوز .

ولصناعة مربى الشليك تنتخب الثمار الحمضية ، وتقطف عند تمام نضجها على ألا تتجاوز مرحلة النضج الكامل تحاشياً لارتفاع نسبة الفقد أثناء إزالة بذور الثمار Stoning . وتبدأ الصناعة بغسيل الثمار وإزالة البذور وهرس الجزء اللحمى Pulping . وقد تترك البذور فى المربى ، وفى هذه الحالة تغلى الثمار حتى يلين قوامها ولا تصفى .

ولصناعة مربى الموالح تبرد الثمار بمجرد استلامها وتفرز تبعاً لدرجة النضج وتقشر يدوياً أو آلياً ، ويغلى الجزء اللحمى منفرداً ويهرس على مصاف معدنية ، أما القشور فتسلق حتى تلين قبل أن تمزج بلب الثمرة المهروس .

ولصناعة مربى التفاح تستعمل معظم الأصناف المتداولة للأكل ، باستبعاد

الأصناف ذات الطعم الحلو المائل للمرارة والتى تتلون باللون الأحمر عند نضجها والتى تكون هشة القوام . فالثمار المستعملة فى صناعة المربى يجب أن تكون صلبة القوام خضراء اللون . وتبدأ الصناعة بغسيل الثمار وسلقها فى أقصر وقت ممكن وتصفيتها

تخزين الفاكهة فى حالة نصف مصنعة :

عندما تنخفض أسعار الفاكهة إلى حد كبير يمكن للمصنع شراء كميات تزيد على ما يستطيع استيعابه وعلى ما يلزم لسد احتياجات السوق، وتجهز الثمار وتخزن فى حالة نصف مصنعة Pulp للموسم التالى . وتساعد هذه الطريقة على موازنة أسعار الفاكهة والمربى خصوصاً فى بداية الموسم عندما تكون الفاكهة مرتفعة الثمن ، والإنتاج مطلوباً للاستهلاك .

وتحفظ الفاكهة بمساعدة المواد الحافظة الكيميائية أو بالتعقيم ، فالفاكهة نصف المصنعة تحفظ بإضافة ثانى أكسيد الكبريت إليها بنسبة ٣٠٠٠ جزء فى المليون للكريز ، ٢٠٠٠ للشليك ، ١٥٠٠ للفواكه الأخرى . ولا تتجاوز نسبة هذا الغاز فى المربى مائة جزء فى المليون . ويفضل إضافة الكبريتيت للحفظ . ويتميز غاز ثانى أكسيد الكبريت بتطايره أثناء الغليان تاركاً كمية بسيطة من الكبريت فى المربى ، وكذلك بتأثيره المبيض على لون الفاكهة دون إزالة اللون تماماً أثناء الغليان ، وبعدم إتلافه صفات البكتين . ويمكن إضافة حامض الكبريتوز على هيئة محلول تركيزه ٦ أو ٨ فى المائة أو بدون إضافة ماء إطلاقاً . ويجب تحاشى استعمال الأدوات الحديدية التى تتأثر بحامض الكبريتوز ، فتستبدل هذه بأدوات خشبية أو زجاجية أو مصنوعة من المطاط أو الرصاص .

ومن الكيماويات المستخدمة فى حفظ الفاكهة نصف المصنعة حامض البنزويك وبنزوات الصوديوم ، بنسبة ٧٠ جراماً من البنزوات لكل مائة رطل من الثمار المجهزة . ويجب أن تمزج البنزوات بالفاكهة جيداً . ويؤخذ

على هذه الطريقة عدم إمكان فصل البنزوات من الفاكهة بعد ذلك ، فهى حتماً تتبقى فى المربى . ويمكن الحفظ بواسطة حامض فورميك تركيزه خمسين فى المائة ، بإضافة ٢٠٠ جرام من الحامض المخفف إلى كل مائة رطل من عصير الفاكهة أو لب الفاكهة . واستعمال هذا الحامض فى حفظ الفاكهة نصف المصنعة ليس مرغوباً بالرغم من قدرته الفائقة على الحفظ .

وعادة تحفظ الفاكهة نصف المصنعة بالمواد الحافظة الكيميائية معبأة فى جمدانات كبيرة مغسولة جيداً بمحلول صودا كاوية تركيزه واحد فى المائة ، وبمحلول حامض كبريتوز مخفف تركيزه حوالى ٠,٣ فى المائة .

ولحفظ لب الفاكهة بالتعقيم ، يعبأ فى علب صفيح ويضاف إليه محلول سكرى وتسخن العلب تسخيناً ابتدائياً وتقفل وتعقم . وهذه الطريقة تتميز بتحاشى وجود المواد الحافظة الكيمائية فى المربى ، لكنها باهظة التكاليف بسبب زيادة العمل وإتلاف العلب التى استخدمت فى التعقيم والتخزين : وعادة يعبأ لب الفاكهة فى علب سعة خمسة كيلوجرامات وتعقم على درجة حرارة ٢١٢° فهرنهيت لمدة خمسين دقيقة فى حالة البرقوق أو ٤٠ دقيقة للتفاح والفواكه الأخرى .

ويجب دائماً تخزين الفاكهة المصنعة المعبأه فى علب ومعقمة أو المضاف إليها مواد حافظة فى غرف مبردة جيدة التهوية . ويجب أن يلصق على العبوات بطاقات يحدد عليها بالتفصيل البيانات اللازمة كالصنف وتاريخ التحضير والوزن الصافى .

إعداد الفاكهة لتخزينها نصف مصنعة :

يجهز الشليك للتخزين بتحضير محلول الحفظ بإذابة عشرة أرطال من ثانى أكسيد الكبريت فى ثلاث جالونات ماء ، ويصب نصف مقدار محلول الحفظ فى الجمدانة النظيفة ، ثم توضع الثمار النظيفة المجهزة فى المحلول ، وتصب بقية المحلول على دفعات أثناء وضع الثمار بدون تقليب . ويمكن استبدال ثلاثة أعشار كمية حامض الكبريتوز بثانى كبريتيب كالسيوم للمساعدة

على حفظ تماسك أنسجة الشليك .

ولحفظ العنب تغلى الثمار النظيفة لمدة ثلث ساعة مع التقليب دون تهشيم الثمار ، وتبرد الثمار لدرجة ١٦٠° فهرنهيت وتعبأ كما فى الشليك .

وتحفظ الثمار ذات البذور بغليانها حتى تلين أنسجتها مع إضافة الماء إليها بنسبة ٥ إلى ٨ فى المائة . وتحفظ الثمار ببذورها أو بعد نزع البذور والتصفية فى مصافى متسعة الثقوب . ويمكن هرس ثمار الكريز الحمضى على البارد ، وتتبع نفس الطريقة فى تحضير وتخزين التفاح .

وتحفظ ثمار الموالح بغليان القشور منفردة حتى تلين تماماً واللب منفرداً لمدة ثلث ساعة ثم يمزج اللب بعد تصفيته بالقشور ، ويضاف محلول الحفظ .

ضبط العوامل المؤثرة فى صناعة المربى :

من الأهمية بمكان أن يكون الإنتاج ثابت الصفات . والعوامل المتحكمة فى ثبات صفات المربى متعددة . فالمصانع الكبيرة تتميز على الصغيرة بوجود الموازين الآلية وغلايات البخار ومعامل الاختبار مما يسهل التحكم فى صفات المربى الناتجة . وفى كلا النوعين من المصانع تثبت صفات المربى الناتجه بتثبيت العوامل الثلاث التالية : نسبة المواد الصلبة الذائبة ، ونسبة السكر المحول ، والحموضتين الكلية والفعلية فى المربى .

فنسبة المواد الصلبة فى المربى تحددها التشريعات الغذائية فى معظم الدول ، كأن تكون ٦٨ أو ٦٨,٥ فى المائة على الأقل . وعادة تكون النسبة أعلى من ذلك قليلاً عمليًا بسبب ميل الصناع إلى اتخاذ جانب الأمان . وهذه النسبة تشمل المواد الصلبة الذائبة لجميع مكونات المربى . ويعتبر نظريًا أن نسبة المواد الصلبة الذائبة فى السكروز ١٠٠ فى المائة ، وفى شراب الفاكهة البالغ تركيزه ٤٣ بالنتج ٨٢ فى المائة ، وفى مستخلص البكتين التجارى ١٠ فى المائة ، وفى لب الفاكهة المجهز ٧ إلى ١٩ فى المائة . ويمكن على ضوء هذه الأرقام حساب نسبة المواد الصلبة المنتظرة فى المربى ، وكذلك حساب كمية المربى

المتوقع الحصول عليها . مثال ذلك تحضير مربى بالنسب التالية :

	الوزن بالرطل	المواد الصلبة الذائبة فى المكونات الأساسية ٪	المواد الصلبة الذائبة فى المكونات الأساسية بالرطل
سكر	٨٠	١٠٠	٨٠,٠
شليك	٢٤	١٠	٢,٤
مستخلص بكتين	١٢	١٠	١,٢
المجموع	١١٦	—	٨٣,٦

فيكون وزن المربى المنتظرة ، باعتبار نسبة المواد الصلبة بها ٧٠ فى المائة ، مساوياً (٨٣,٦ ÷ ٧٠) × ١٠٠ = ١١٩,٤ رطلا .

وعادة تقدر نسبة المواد الصلبة الذائبة فى المربى باستخدام الرفراكتومتر .

ونسبة السكر المحول فى المربى المحتوية على سبعين فى المائة مواد صلبة تكون فى حدود ٢٨ إلى ٣٢ فى المائة . وتتأثر هذه النسبة بدرجة حرارة الغليان . ويمكن تحاشى ارتفاع النسبة فى حالة الفواكه المرتفعة الحموضة بإضافة الصودا ، كما يمكن رفع النسبة فى الفواكه غير الحمضية بإضافة حامض .

ودرجتا الحموضة الفعلية والكلية تتأثران بمكونات المربى وظروف صناعتها .

وبالنسبة لخامات الصناعة وتأثيرها فى صفات المربى يلاحظ أن السكر هو أكثر الخامات المستعملة ثباتاً ، وأن محاول البكتين التجارى ثابت بدرجة مناسبة . وأن الماء يجب أن يضاف بكمية محدودة دائماً على ألا تكون هذه الكمية أكثر من اللازم تحاشياً لطول مدة الغليان أثناء طبخ المربى ، وأن الحموضة يجب ضبطها دواماً بمعادلة الزيادة أو رفع الحموضة المنخفضة فتكون نسبتها دائماً متراوحة بين ٣ و ٨ فى المائة و يفضل أن تكون خمسة فى المائة . وهذه الحموضة المؤثرة فى طعم المربى وفى نسبة السكر المحول تضبط عادة بإضافة حامض ستريك ، إلا أنه يفضل إضافة حامض لكتيك تجارى

تركيزه يتراوح بين ٨٠ ، ١٠٠ فى المائة بعد تخفيفه إلى حد مناسب ، إذ أن هذا الحامض يتميز بثباته وعدم تكوين أملاح كالسيوم غير ذائبة . ويلزم التحكم فى كمية المادة الملونة للمربى تماماً .

ويجب مراعاة ثبوت ظروف عملية طبخ المربى لضمان الحصول على ناتج ثابت الصفات . فيراعى قصر مدة الطبخ إلى أقل حد ممكن محافظة على لون ونكهة المربى ونسبة السكر المحول . وتتأثر مدة الطبخ بحجم آنية الطبخ وبطريقة التسخين وبدرجة توصيل الخامات للحرارة ودرجة حرارة التسخين وضغط البخار . فتطول مدة الطبخ بارتفاع نسبة اتساع آنية الطبخ إلى مساحة سطح التسخين ، ولذلك تفضل الأوانى الأصغر حجماً فى صناعة المربى . ويجب عدم ترك المربى فى أوانى الطبخ عقب انتهاء طبخها منعًا لاستمرار تحول جزء من السكروز إلى جلوكوز وفركتوز .

وتختلف درجة حرارة تسخين الخامات إلى درجة غليانها Heating temperature باختلاف ضغط بخار التسخين ، وهذا الضغط عادة يكون ٦٠ إلى ٧٠ رطلاً على البوصة المربعة . أما حرارة الغليان boiling temperature فتتأثر بالوزن النوعى لمخلوط الخامات وضغط الهواء .

تبريد وتعبئة المربى :

عقب طبخ المربى تبرد تبريداً مبدئياً Pre-cooling وتعبأ Filling فى البرطمانات أو العلب وتبرد ثانية وتغطى العبوات capping وتلصق عليها البطاقات labelling وترص العبوات فى الصناديق packing .

ويفيد التبريد المبدئى فى إيقاف استمرار تحول السكروز إلى سكر محول بتأثير حرارة الطبخ التى تكون عادة أعلى من ٢١٢° فهرنهيت عند تمام الطبخ فتصل إلى حوالى ٢٢٢° فهرنهيت . كما يفيد التبريد فى إيقاف عملية التكرمل Caramelisation بتأثير الحرارة على السكر ، وهذا يساعد فى تحسين لون المربى ؛ وهناك بعض أنواع من المربى لا يسهل تعبئتها ساخنة إذ تميل

للطفو ، مثال ذلك الفراولة والمشمش والكريز والبرقوق والخوخ ؛ فمن اللازم تبريد هذه المربى قليلاً قبل تعبئتها ، مع مراعاة عدم التمادى فى التبريد أكثر من اللازم . وعند التعبئة فى العلب الصفيح يجب أن تنخفض درجة الحرارة إلى ما دون ١٨٠° فهرنهيت وإلا تعذر الحصول على التفريغ المناسب .

ويمكن أن يجرى تبريد المربى فى صهاريج مزدوجة الجدران يمر الماء البارد بين جداريها ، أو فى أسطوانات مبردة بالماء من الخارج تدور حول نفسها . وتعبأ المربى فى العلب أو الأوانى الزجاجية من هذه الصهاريج .

وحاليًا أصبح ممكناً الحصول على ماكينات لتعبئة المربى ميكانيكيًا ، إلا أنه فى المصانع ذات الإنتاج الصغير تعبأ المربى يدويًا . وتكتنف الطريقة الآلية بعض صعوبات ، منها وجود بذور كبيرة الحجم أحياناً فى المربى لا تمر خلال صمام التعبئة ، وكذلك عدم تجانس توزيع البذور فى المربى . وفى الملأ اليدوى يمكن إسراع العملية باستخدام سير متحرك توضع عليه صوان محملة بالعبوات الفارغة ، ويتولى العمال تعبئة البرطمانات ومسحها من الخارج ، ثم تنقل الصوانى على عربات إلى غرفة التبريد عقب أن تأخذ المربى قوامها المناسب setting . وينصح بملء العبوات الكبيرة على دفعتين أو ثلاثة لتحاشى سخونة المركز مما يؤدى إلى استمرار التكرمل وتغير لون المربى .

ويجرى تبريد المربى تدريجيًا عقب تعبئتها ، فتبرد العلب الصفيح المقفلة بمرورها فى حمام مائى وتبرد الأوانى الزجاجية بالهواء أثناء مرورها فى نفق تبريد يندفع فيه الهواء .

ويعنى بلصق البطاقات على الأوانى تحاشياً للخطأ بسبب تعدد أنواع المربى وتعدد البطاقات . وتجرى هذه العملية ميكانيكيًا أو يدويًا .

العيوب التى تظهر فى المربى والمرملاد والجلى :

تظهر فى المربى أحياناً بعض العيوب نتيجة لأخطاء فى التصنيع ؛ وأهم هذه العيوب ما يلى :

١ — سيولة المربى slack jam ويعزى ذلك إلى أحد أو بعض الأسباب التالية :

١ — طول مدة الغليان تسبب تحلل البكتين فتنتج المربى فى حالة شبه سائلة .

٢ — ارتفاع الحموضة أكثر من اللازم يسبب سيولة القوام وخروج السائل من الجلى syneresis or bleeding

٣ — انخفاض الحموضة عن الحد المناسب يمنع تكوين الحالة الجيلية كما يجب .

٤ — وجود الأملاح المعدنية ذات الفعل المنظم بتركيز مرتفع فى الفاكهة يؤخر أو يمنع « عقد » المربى .

٥ — انخفاض نسبة البكتين فى الفاكهة .

٦ — ارتفاع نسبة السكر كثيراً مقارناً بنسبة البكتين . وكذلك عدم اتزان مكونات مخلوط الخامات .

٧ — التبريد أكثر من اللازم قبل تعبئة المربى فتنتج المربى غير متماسكة القوام broken set .

ويمكن التعرف على السبب الفعلى لحدوث ظاهرة السيولة Slackness باختبار نسبة المواد الصلبة والحموضة الكلية والحموضة الفعلية فى المربى ، وكذلك نسبة وصفات البكتين فى الفاكهة الخام .

٢ ــ انفصال السائل من الجلى bleeding or weeping وهى الظاهرة المعروفة باسم syneresis ، وترجع هذه الحالة إلى أحد الأسباب التالية :

١ ــ ارتفاع الحموضة كثيراً .

٢ ــ انخفاض نسبة البكتين .

٣ ــ ارتفاع نسبة الماء ، أى انخفاض نسبة المواد الصلبة .

وللتحقق من سبب حدوث هذه الحالة تقدر نسبة المواد الصلبة فى المربى باستخدام الرفراكتومتر ، حيث يبدأ الضرر بانخفاض النسبة عن ٦٥ فى المائة ، وتقدر الحموضة الفعلية . فيبدأ الضرر بانخفاض pH عن ٢ر٨ ، وتختبر قوة البكتين .

٣ ــ تغير لون المربى Discoloration ، ويرجع ذلك إلى الأسباب التالية :

١ ــ طول مدة الغليان تسبب تكرمل جزء كبير من السكر ، كما تؤثر فى الكلوروفيل فيتحول إلى اللون البنى .

٢ ــ عدم كفاية التبريد بعد التعبئة .

٣ ــ بهتان لون الفاكهة الطازجة ، أو تأثر لون الفاكهة أثناء التصنيع .

٤ ــ وجود نسبة زائدة من المواد ذات الفعل المنظم .

٥ ــ تلوث الخامات أو المربى بالمعادن . فأملاح الحديد والقصدير تسبب ظهور العكارة وذكتة اللون . وأملاح الكالسيوم والمغنسيوم والفوسفات والأوكسالات غير الذائبة تكسب المربى مظهراً عكراً .

٦ ــ تجريح الثمار وتجاوز مرحلة النضج الملائمة تسبب ظهور اللون الداكن .

٤ ــ التسكر Crystallisation وتسببه الحالات التالية :

١ ــ ارتفاع الحموضة كثيراً يسبب تحول مزيد من السكر ويتبلور جزء من الدكستروز .

٢ ــ انخفاض الحموضة كثيراً يسبب تبلور السكروز .

٣ ــ طول مدة الغليان تسبب تحول جزء كبير من السكروز .

٤ ــ طول مدة بقاء المربى فى أوانى الطبخ تسبب تحول جزء كبير من السكروز إلى سكر محول .

٥ ــ زيادة كمية كريم الطرطرات تسبب ظهور بلورات من الطرطرات فى جلى العنب .

ولذلك يجب اختبار نسبة السكر المحول invert sugar باستمرار بواسطة محلول فهلنج .

٥ ــ الفاكهة المتكرمشة أو الصلبة فى المربى والمرملاد Hard or Shrunken fruit ويرجع ذلك إلى أحد سببين هما :

١ ــ طبخ الفاكهة أو القشور فى شراب سكرى كثيف بدون سلق ، فهذا يسبب ضعف قدرة لب الفاكهة على امتصاص السكر وبقاء القشور صلبة القوام .

٢ ــ سلق الفاكهة أو القشور فى ماء شديد العسر .

٦ ــ نمو الفطريات والخمائر على المربى ، ويرجع ذلك إلى أحد الأسباب التالية :

١ ــ ارتفاع الرطوبة النسبية فى جو مخزن المربى .

٢ ــ تلوث المربى بالأحياء الدقيقة قبل قفل العبوات .

٣ ــ انخفاض نسبة المواد الصلبة الذائبة فى المربى .

٤ ــ تلوث غطاء سطح المربى .

٥ ــ سيولة المربى تساعد على نمو الخميرة .

وتعرف مسببات الفساد بتقدير الرطوبة النسبية فى جو مخازن المربى واختبار المواد الصلبة الذائبة بالرفراكتومتر ، وقراءة درجة حرارة الترمومتر فى جو المخزن. وينصح بالتخزين فى غرفة مبردة .

الاختبارات المعملية فى مصنع المربى والجلى :

لتوحيد صفات منتجات مصنع المربى والجلى والمرملاد يفضل أن يقام فى المصنع معمل مجهز يستخدمه فنى مدرب فى إجراء بعض الاختبارات اللازمة . وهذه الاختبارات هى بعض أو كل ما يلى : اختبار الألدهيد ، اختبار الألبومين ، اختبار الجيلاتين ، الكشف عن المواد الملونة المضافة ، الكشف عن أحماض الستريك والطرطريك والأوكساليك وعن الأحماض الكلية ، وتقدير فيتامين جـ ، والكشف عن المواد الحافظة وتقدير نسبها ، وتقدير الحموضة الفعلية ، وتقدير نسبة السكريات المختزلة والكشف عن وجود السكارين Saccharin ، وتقدير كل من المواد الصلبة الكلية والذائبة ، وتقدير حامض الكبريتوز ، وتقدير نسبة الفاكهة فى المربى بطريقة عدد الرصاص Lead number of jam .

وأهم ما يجهز به معمل اختبارات المربى هو ميزان حساس ورفراكتومتر ومصابيح بنزن وشباك معدنية ومثلثات خزفية وقوارب من الصينى وأنابيب اختبار وأنابيب زجاجية وسحاحة دقيقة وماصات بأحجام مختلفة ودوارق معيارية وكؤوس زجاجية بأحجام مختلفة . والجواهر الكشافة المستخدمة فى المعمل هى أحماض خليك وأسكوربيك وكلوردريك وميتافوسفوريك وبكريك وكبريتيك ، وكريم الألومينا ، وكبريتات كل من الأمونيوم والنحاس ، وصودا كاوية ، وصبغة ثنائى الكلوروفينول إندوفينول ، وإيثير ، وخلات رصاص ، ودليل أزرق الميثيلين ، ومحلول نسلر ، ودليل فينولفثالين ، وحديدى سيانيد البوتاسيوم ، وبوتاساكاوية ، وملح روشيل ، ومحلول شيف ، وتانين .

طبخ المربى فى الأوانى المفتوحة :

يوضع العصير أو الفاكهة الطازجة أو اللب فى وعاء الطبخ ، ويضاف الماء ونصف كمية السكر ، ويغلى المخلوط مع استمرار التقليب لمدة ٣ إلى ٤

دقائق بعدها يوقف مرور بخار التسخين وتضاف بقية السكر ، ويستمر فى الغليان حتى قرب تمام الطبخ ، ثم يضاف البكتين والحامض والمادة الملونة ويستمر فى الغليان حتى نقطة انتهاء الطبخ مع مراعاة عدم تجاوز مدة الطبخ بأكملها العشر دقائق ، وبعدها تصب المربى من حلل الطبخ مباشرة . ويراعى إزالة الريم الذى يظهر على سطح المربى أثناء الطبخ . ويمكن معرفة نقطة انتهاء الطبخ بقراءة درجة الحرارة وتعديلها تبعاً للضغط الجوى ، أو بقياس تركيز المواد الصلبة الذائبة بالرفراكتومتر أو بمشاهدة تعلق نقط المربى بالملعقة Skimmer أثناء تساقطها ، أو بوضع قطرات من المربى فى كوب مملوء بالماء البارد فيجب أن تصل هذه القطرات إلى قاع الكوب دون أن تنتشر .

طبخ المربى فى الأوانى المفرغة :

لهذه الطريقة مزايا تدعو إلى تفضيلها عن الطريقة السابقة وهى سرعة الطبخ والمحافظة على لون ونكهة وشكل الفاكهة وتسهيل امتصاص الفاكهة للسكر . ويستخدم فى هذه الطريقة صهاريج متصلة بمضخات للتفريغ وبأجهزة قياس الضغط ودرجة الحرارة وبها فتحات سفلية لسحب عينات من المربى أثناء الطبخ . ويجب أن تسخن الفاكهة المجزأة أو عصيرها مع السكر تسخيناً أولياً على درجة ١٤٠ إلى ١٦٠° فهرنهيت قبل نقل المخلوط إلى صهريج الطبخ وتركيزه تحت ضغط منخفض للنقطة النهائية . وفى حالة عدم احتواء الفاكهة على كفاية من الماء لإذابة السكر يلزم إضافة كمية أخرى من الماء . ويجب أن يضاف قدر من حامض الستريك إلى السكر لتحويل جزء منه إلى سكر محول قبل إضافته للفاكهة أو العصير . ويضاف البكتين قبل بلوغ نقطة انتهاء الطبخ مباشرة .

وفى حالة استعمال الفاكهة الكاملة فى صناعة المربى ، يفصل العصير ويضاف إليه السكر وحامض الستريك ويسخن الجميع معاً إلى درجة ١٦٠° فهرنهيت ، وبعد ذوبان السكر يوضع المخلوط فى صهريج الطبخ ويسخن على درجة حرارة لاتتجاوز ١٤٠° فهرنهيت لتبخير الرطوبة . ويعاد الشراب المركز

من صهريج الطبخ إلى وعاء التسخين الأولى ويضاف إليه الفاكهة ويسخن المخلوط إلى درجة ١٤٠° فهرنهيت وينقل إلى صهريج الطبخ ويغلى تحت تفريغ قدره ٢٦ بوصة حتى بلوغ التركيز المناسب ، ثم تبرد المربى إلى درجة ١٣٠° فهرنهيت مع استمرار التفريغ . ثم يزال التفريغ ويضاف البكتين ويسخن المخلوط تحت تفريغ قدره ٢٦ بوصة حتى انتهاء الطبخ . ويمكن تقدير نسبة المواد الصلبة على فترات أثناء الطبخ ، فإن وجد أنها ارتفعت عن اللازم يضاف قدر من الماء وإن وجد أنها منخفضة يستمر فى الغليان :

المرملاد :

يجب أن تظهر المرملاد بشكلها المميز وهو انتشار قطع الثمار فى الجلى ، ولا يجوز أن تأخذ مظهر المربى أو عجينة الفاكهة . وفى حالة صنع المرملاد من موالح غنية بالحامض والبكتين يعرف المرملاد باسم المرملاد الإنجليزى English Marmalade أو المرملاد المر bitter لتمييزه عن المرملاد الحلو Sweet marmalade الذى يصنع من البرتقال الحلو الفقير نسبيًا فى الحموضة والبكتين . وقد يصنع المرملاد من الجريب فروت فيكون من النوع المر . والسائد فى جمهورية مصر العربية هو المرملاد الحلو . وعادة يوحى إسم المرملاد بصناعته من ثمار الموالح ، ولذلك يجب ألا يختلط الإسم مع المربى التى تصنع بإضافة قطع الثمار الأخرى بخلاف الموالح إلى الجلى . ومن أنواع المرملاد الشهيرة ما يصنع من البرتقال والليمون بنسبة أربعة أرطال من الثانى إلى أربعة إلى عشرة أرطال من الأول .

وتبدأ صناعة المرملاد بتجهيز عصير الفاكهة وشرائح القشور ، ولا يمزج هذان المكونان إلا فى المرحلة الأخيرة من الطبخ . فتقطع القشور إلى شرائح بسمك $\frac{3}{16}$ من البوصة ، وتغطى قطع القشور بضعف أو ثلاثة أمثال حجمها ماء ، وتغلى القشور مع الماء حتى يلين القوام ويستغرق ذلك حوالى ساعة مع مراعاة تعويض الفقد فى الماء أثناء الغليان إذا لزم ذلك ، ويعصر لب

الفاكهة الساخن باستخدام آلات العصر ذات الألواح والقماش السميك ، ويرشح العصير ، ويختبر العصير لمعرفة كفاية البكتين والحامض به فيجب أن تكون نسبة البكتين مرتفعة ونسبة الحامض لا تقل عن واحد فى المائة محسوبة فى صورة حامض ستريك ؛ وتقطع القشور إلى شرائح رقيقة وتغلى فى الماء حتى تلين أو قد تتبع طريقة أخرى فيقطع جزء من الثمار الكاملة إلى شرائح رقيقة جداً وتغلى هذه مع الماء حتى تلين الأنسجة ثم توضع على المصافى ويسلط عليها رذاذ من الماء لفصل أجزاء اللب عن القشور ، ويمزج العصير بالقشور المسلوقة بنسبة تتفاوت تبعاً لكمية البكتين فى العصير وسمك شرائح القشور ، وعادة تكون كمية القشور المضافة مساوية ٥ إلى ٧ فى المائة من وزن شرائح القشور ؛ ويضاف السكر إلى مخلوط العصير والقشور بكمية تساوى وزن العصير والقشور وهذه الكمية تتوقف على نسبتى البكتين والحامض ، فمن الممكن رفع كمية السكر فى حالة الفاكهة الغنية بالبكتين والحامض ، بينما يتحتم خفض الكمية فى حالة افتقار العصير والقشور لأحد هذين المكونين أو كليهما على أنه يمكن إضافة كمية من البكتين للعصير المفتقر إليه ، ويغلى مخلوط العصير والقشور والسكر أو مخلوط السكر والفاكهة الكاملة أو المجزأة حتى تتكون الحالة الجيلية عند درجة ٢١٩ إلى ٢٢٠° فهرنهيت . وتعرف نقطة انتهاء صناعة المرملاد بتقدير نسبة المواد الصلبة الذائبة بالرفراكتومتر ؛ ويترك المرملاد ليبرد قليلاً فيساعد ذلك على امتصاص شرائح القشور لمزيد من السكر ويمنع تجمع شرائح القشور على السطح بدلاً من انتشارها فى الجلى ، ويضاف للمرملاد بعد الطبخ مباشرة كمية من زيت البرتقال لتعويض الفقد فى النكهة أثناء الطبخ . ويبستر الجلى فى الماء على درجة حرارة ١٨٠° فهرنهيت فى حالة تعبئته على درجة حرارة تقل عن ١٨٥° فهرنهيت .

ويمكن طبخ المرملاد تحت ضغط منخفض بدلاً من الطبخ فى الأوانى المفتوحة لتقليل الفقد فى النكهة والرائحة والطعم وتغير اللون نتيجة للتحلل المائى والتبخير .

خلطات الجلى والمربى والمرملاد :

توضح البيانات التالية نسب مكونات بعض أنواع الجلى والمربى والمرملاد .

١– جلى الجوافة والرمان :

عصير فاكهة	٨٢ رطلاً	سكر	١٠٠ رطل
بكتين	١٠ – ١٢ أوقية	محلول حامض قياسى	٨ أوقيات

تغلى المكونات حتى درجة ٢٢٠° فهرنهيت فينتج ١٦٣ رطلاً من الجلى تركيز المواد الصلبة الذائبة به ٦٥ فى المائة . ويعبأ الجلى وهو ساخن على درجة حرارة تزيد على ١٩٠° فهرنهيت وتقفل العبوات وتغسل وتبرد .

٢ – جلى شليك :

ماء	٣٥ رطلاً	بكتين	١٠ – ١٢ أوقية
عصير فاكهة مجمدة	١٣٧ رطلاً	سكر	٤٥ رطلاً
(٢ جزء سكر + ١ جزء فاكهة)		محلول حامض قياسى	٨ أوقيات

يضاف للبكتين ثمانية أمثال وزنه سكر ويذاب المخلوط فى ماء ساخن ويضاف العصير وبقية السكر ، ويغلى المخلوط إلى درجة ٢٢٠° فهرنهيت حتى ترتفع نسبة المواد الصلبة إلى ٦٥ فى المائة ، ويصب الجلى فى الأوانى الزجاجية وهو ساخن ، وتقفل الأوانى وتغسل برذاذ ماء ساخن فماء دافئ فماء بارد . ويقدر ناتج الجلى بحوالى ١٦٣ رطلاً .

٣ — مرملاد برتقال إنجليزى :

سكر	فاكهة	بكتين	ماء	الوزن الكلى	ماء يتبخر	وزن المرملاد	المواد الصلبة الذائبة
بالرطل							
٦٦	١٠٥٣١	—	١٥	٥١٢	٣١	١٠٠	٧١,٠
٦٦	٤٥	—	٢٠	١٣١	٣١	١٠٠	٧٠,٥
٦٦	٣٠		٢٠	١٢١		١٠٠	٦٩,٥

٤ — مربى الفاكهة بنسبة جزء فاكهة إلى جزء سكر :

اسم الفاكهة	الفاكهة الطازجة رطل	بكتين رطل	سكر رطل	حامض ستريك أوقية
شليك	٦٥	٥$\frac{1}{2}$	٦٥	٤$\frac{1}{2}$ — ٥
برقوق	٦٥	٥$\frac{1}{2}$	٦٥	٤$\frac{1}{2}$ — ٥
كريز	٦٥	٨$\frac{1}{2}$	٦٥	٤$\frac{1}{2}$ — ٥
مشمش	٦٥	٧	٦٥	٦$\frac{1}{2}$
خوخ	٦٥	٧	٦٥	٦$\frac{1}{2}$
عنب أسود	٦٥	٢$\frac{1}{2}$	٦٥	٢ — ٢$\frac{1}{2}$

وزن المربى الناتجة : ١٠٠ رطل

الماء : ٢— ٢$\frac{1}{2}$ جالوناً فى حالة البكتين المذاب .

٣ — ٣$\frac{1}{2}$ جالوناً فى حالة البكتين الجاف .

٥ — مربى الفاكهة بنسبة ٤٥ جزءاً إلى ٥٥ جزءاً .

اسم الفاكهة	الفاكهة الطازجة رطل	بكتين رطل	سكر رطل	حامض ستريك أوقية
عنب أسود	٥٤	٤	٦٦	٢ — ٢$\frac{1}{2}$
شليك	٥٤	٥$\frac{1}{2}$—٦	٦٦	٤ — ٤$\frac{1}{2}$
برقوق	٥٤	٥$\frac{1}{2}$—٦	٦٦	٤ — ٤$\frac{1}{2}$
كريز	٥٤	١١$\frac{1}{2}$	٦٦	٤ — ٤$\frac{1}{2}$
مشمش	٥٤	٧$\frac{1}{2}$	٦٦	٦
خوخ	٥٤	٧$\frac{1}{2}$	٦٦	٦

الماء كما فى الجدول السابق

٦ — مربى ومرملاد بنسبة ٣٥ : ٦٥ جزء :

اسم الفاكهة	الفاكهة الطازجة	بكتين	سكر	حامض ستريك
	بالرطل			بالأوقية
عنب أسود	٣٣	٧$\frac{1}{2}$	٦٦	٢ — ٢$\frac{1}{2}$
شليك	٣٣	٨$\frac{1}{2}$	٦٦	٤
برقوق	٣٣	٨$\frac{1}{2}$	٦٦	٤
كريز	٣٣	١٠$\frac{1}{2}$—١١	٦٦	٤
مشمش	٣٣	١٠	٦٦	٥$\frac{1}{2}$
خوخ	٣٣	١٠	٦٦	٥$\frac{1}{2}$

الماء كما فى الجدول السابق .

٧ — مرملاد برتقال :

فاكهة	٣١	رطلاً	بكتين	٩½ — ١٠	أرطال
سكر	٦٦	رطلاً	حامض ستريك	٢	أوقية

٨ — عجينة تفاح Apple Butter :

سيدر	٢٠٠	رطل	سكر	٢٥	رطلاً
تفاح مهروس	١٠٠	رطل	قرفة	٣	أوقيات
جوزة الطيب	١	أوقية	بهارات	١	أوقية

يوضع عصير التفاح والتفاح المهروس والسكر فى وعاء الطبخ ويغلى المخلوط حتى يتركز إلى حوالى ٥٠ رطلاً ، ويوقف مرور بخار التسخين قبل بلوغ نقطة تمام الطبخ مباشرة وتضاف البهارات وتقلب جيداً ، وتعبأ المربى عقب إتمام الطبخ مباشرة على درجة حرارة لا تقل عن ١٩٠° فهرنهيت . ولا ضرورة للبسترة .

٩ — عجينة برقوق :

برقوق مهروس	٢٠٠	رطل	سكر	٢٢	رطلاً
جلوكوز	٥	أرطال	المجموع	٢٢٧	رطلاً

١٠ — عجينة برقوق من القراصيا :

قراصيا :	٩٠	رطلاً	سكر	١٥	رطلاً
جلوكوز	٥	أرطال	المجموع	١١٠	أرطال

تنقع القراصيا لمدة ٢٤ ساعة وتغلى حتى يلين القوام وتهرس فوق المصافى المعدنية ويمزج اللب بالسكر ويغلى المزيج مع تقليبه باستمرار حتى يصل المخلوط إلى القوام المناسب ؛ ويضاف الجلوكوز والمادة الملونة قبل انتهاء

الطبخ مباشرة . وتعبأ عجينة الفاكهة عقب الطبخ مباشرة فى عبوات سبق تسخينها

١١ — عجينة برقوق من البرقوق الطازج والقراصيا :

قراصيا	٤٥	رطل	برقوق مهروس مصفى	١٠٠	رطل
سكر	١٨	رطل	جلوكوز	٥	أرطال

تنقع القراصيا فى الماء وتغلى وتهرس وتصفى وتمزج بلب البرقوق الطازج ويستمر فى العمل كما فى الطريقة السابقة .

١٢ — عجينة برقوق بالتوابل :

مكونات عجينة برقوق بالنسب السابق عرضها .

قرفة	١٠٠	جرام	قرنفل	٢٥	جرام
زنجبيل	٢٥	جرام	قشر ليمون مجفف	١٥٠	جرام

تمزج التوابل وتطحن وتضاف قبل انتهاء الطبخ مباشرة إلى عجينة البرقوق المحضرة بالطريقة السابقة . وقد يستبدل مخلوط التوابل السابق بالمخلوط التالى :

زنجبيل	٥٠	جرام	قرنفل	٥٠	جرام
قرفة	١٥٠	جرام	قشر ليمون مجفف	٥٠٠	جرام

ويراعى تخزين عجينة الفاكهة فى غرفة جيدة التهوية .

١٣ — مربى الشليك السليم Strawberry Conserve :

تفرز ثمار الشليك وتنظف الثمار المكتملة النضج المتجانسة اللون والشكل وتغسل جيداً . ويحضر الشراب السكرى بتركيز ٢٦° بوميه ويضاف إليه Strawberry , Jelly Red French Pink بنسبة خمسة جرامات لكل قنطار

إنجليزى Cwt (١١٢ رطل) . ويصب الشراب وهو ساخن على الثمار حتى تتغطى تماماً . ويترك الشليك فى الشراب السكرى لمدة ٢٤ ساعة داخل غرفة مبردة ، ثم يصفى الشراب . ويضاف السكر للثمار المعاملة بنسبة ٦٦ رطل من الأول إلى ٥٥ رطل من الثانى ، ويضاف للمخلوط $\frac{1}{2}$ ٢ أوقية من حامض الستريك وقليل من البكتين للحصول على مائة رطل من مربى الشليك الكامل .

١٤ — جلى السفرجل Quince jelly :

تنتخب الثمار الناضجة وتنظف بقطع القماش وتقطع إلى أرباع ويزال منها المحور ويضاف لكل مائة رطل سفرجل مجهز ٣٥ رطل من الماء ويغلى المخلوط حتى يلين القوام ، ثم تهرس الثمار وتعصر وترشح للحصول على ٨٥ رطل من العصير . ويصنع الجلى بالنسب التالية :

عصير سفرجل مغلى	٥٥ رطل	سكر	٦٦ رطل
حمض ستريك	٢ أوقية		

١٥ — مربى فواكه متنوعة :

يبين الجدول فى الصفحة التالية نسب مكونات بعض أنواع المربى :

مربى الجزر :

يغسل الجزر الأصفر ويقشر ويقطع إلى حلقات ويسلق فى كمية من الماء تكفى لتغطيته حتى تلين الأنسجة ؛ ويصفى ماء السلق وتوزن قطع الجزر ، وتوزن كمية من السكر تعادل مرة وثلثاً قدر وزن الجزر المسلوق ؛ ويذاب السكر فى ماء نقى بمعدل لتر ماء لكل ثلاثة كيلومترات من السكر ، ويصفى المحلول السكرى ويضاف إليه حامض ستريك وبكتين بنسبة خمسة جرامات من الأول وأربعة من الثانى لكل كيلوجرام من وزن السكر المضاف ؛ ويستمر

المربى	سكر	فاكهة	بكتين	ماء	حامض ستريك أوقية	محلول ملون أوقية	الوزن الكلى	الماء المتبخر	وزن المربى رطل	المواد الصلبة الذائبة رطل	نقطة انتهاء الطبخ °ف
مشمش	٦٦	٥٠	٥	١٥	٢	I apricot Yelow	١٣٦	٣٦	١٠٠	٧١,٥	٢٢٣
»	٦٦	٤٠	٩	١٥	٣	»	١٣٠	٣٠	١٠٠	٧١,٥	٢٢٣
عنب أسود (جلى)	٦٦	٥٠	١	١٥	—	I Magenta	١٣٢	٣٢	١٠٠	٧٢,٠	٢٢٣
كريز	٦٦	٥٠	٥	١٠	٣	—	١٣١	٣١	١٠٠	٧١,٥	٢٢٣
أناناس	٦٦	٥٠	٥	١٥	٢	—	١٣٦	٣٦	١٠٠	٧١,٥	٢٢٣
برقوق	٦٥	٥٠	—	١٥	١	I Jelly Red Ponceau	١٣١	٣١	١٠٠	٧٠,٠	٢٢٣
عنب أحمر (جلى)	٦٦	٥٠	—	١٥	—	—	١٣١	٣١	١٠٠	٧١,٠	٢٢٣
شليك	٦٦	٥٠	٥	١٥	١	I Jelly Rep	١٣٦	٣٦	١٠٠	٧١,٥	٢٢٣
مرملاد	٦٦	٥٠	—	١٥	١	—	١٣١	٣١	١٠٠	٧١,١	٢٢٣

المربى	لب الفاكهة كجم	سكر كجم	مستخلص بكتين كجم	حامض لكتيك ٨٠٪ كجم	جلوكوز كجم	الوزن الكلى كجم	وزن المربى كجم	المواد الصلبة الذائبة
مربى فاكهة واحدة	٥٠	٦٠	٨—٩	٠,١—٠,٢	—	١١٩	١٠٠	٦٦
» » » مضاف إليها ٥ ٪ جلوكوز	٥٠	٥٦	٨—٩	٠,١—٠,٢	٥	١٢٠	١٠٠	٦٦
» » » » » ١٢ ٪ »	٥٢	٥٢	٩—١٢	٠,١—٠,٢	١٢	١٢٨	١٠٠	٦٧,٨
مربى مشمش مجفف	٥٠	٦١	٩	٠,٢—٠,٢٥	—	١٢٠	١٠٠	٦٦
» » » مضاف إليها ٥ ٪ جلوكوز	٥٠	٤٩	٩	٠,٢—٠,٢٥	١٢	١٢٠	١٠٠	٦٦
» » » » » ١٢ ٪ »	٥٠	٤٩	٩	٠,٢—٠,٢٥	١٢	١٢٠	١٠٠	٦٦
مربى فواكه مختلطة بدون جلوكوز	٧٠	٥٢	٤	٠,١٥	—	١٢٦	١٠٠	٥٩,٥
» » » مضاف إليها ١٢ ٪ جلوكوز	٦٠	٤٥	٦	٠,١٥	١٢	١٢٣	١٠٠	٦١,٣
جلى فاكهة واحدة	٧٠	٥٥	١٣	٠,١٥	—	١٣٨	١٠٠	٥٩,٢

فى تسخين المحلول السكرى حتى تصل درجة الحرارة إلى ٢٢٠° فهرنهيت حين يضاف الجزر ، ويستمر فى التسخين حتى تصل درجة الحرارة إلى ٢٢٢° فهرنهيت ، وتصب المربى فى وعاء آخر بعد أن تبرد قليلاً ، وتقفل العبوات وتعقم على درجة غليان الماء لمدة نصف ساعة .

مربى البلح :

تفرز ثمار البلح السمانى الصلبة القوام وتغسل وتقشر ، وتوضع الثمار المقشورة فى محلول حامض ستريك مخفف لمنع تغير لونها ، ويساق البلح فى كمية من الماء تكفى لتغطية سطحه حتى يلين القوام ، ويصفى البلح ويبرد بالغمر فى الماء وتزال منه النواة بدفعها من أحد طرفى الثمرة بواسطة سلك أو قطعة خشبية ، وتحشى الثمار بالنقل أو بقشور الموالح المسلوقة أو بغيرها ، ويستكمل سلق الثمار فى كمية زائدة من الماء النقى ، وتصفى الثمار ، ويذاب السكر فى ماء السلق الجديد بكمية تعادل وزن الثمار المسلوقة مرة ونصف تقريباً ، ويصفى المحلول السكرى ويضاف إليه حامض ستريك بنسبة أربعة جرامات لكل كيلوجرام من السكر المضاف ، ويستمر فى تسخين المحلول السكرى حتى تصل درجة حرارته إلى ٢١٦° فهرنهيت ، وتضاف ثمار البلح فى المحلول السكرى ويستمر فى التسخين حتى تصل درجة الحرارة ٢٢٢° فهرنهيت ، وتصب المربى فى وعاء آخر وتترك لتبرد قليلاً ثم تعبأ فى العلب أو البرطمانات ، وتقفل العبوات وتعقم على درجة ٢١٢° فهرنهيت لمدة نصف ساعة .

مربى التفاح :

تفرز ثمار التفاح وتغسل وتقشر وتقطع إلى شرائح وتزال البذور والمحور وتوضع الثمار المجهزة فى محلول حامض ستريك مخفف لمنع تغير اللون ، وتغسل

قطع التفاح بالماء النقى وتسلق فى كمية من الماء تكفى لغمرها ، وتصفى الثمار ، ويوزن السكر ويذاب فى ماء السلق ويصفى المحلول السكرى ويضاف إليه حامض ستريك بنسبة ثلاثة جرامات لكل كيلو جرام من السكر المضاف ، ويستمر فى غليان المحلول السكرى حتى تصل درجة حرارته إلى ٢٢٠° فهرنهيت حين تضاف الثمار ويستمر فى التسخين حتى انتهاء الطبخ بوصول درجة الحرارة إلى ٢٢٢° فهرنهيت ، وتصب المربى فى وعاء آخر وتترك لتبرد قليلاً ثم تعبأ ، وتقفل العبوات وتعقم على درجة ٢١٢° فهرنهيت لمدة نصف ساعة .

مربى المشمش :

تفرز ثمار المشمش الناضجة وتغسل وتزال منها النواة وتقطع إلى قطع صغيرة وتسلق فى الماء حتى تلين ، وتصفى الثمار وتعصر على مصافى معدنية ، ويوزن العصير المصفى ويوزن قدر مماثل من السكر ، ويذاب السكر فى العصير بالحرارة ويصفى ويضاف إليه حامض الستريك بنسبة ثلاثة جرامات لكل كيلو جرام من السكر ، ويعاد تسخين العصير المحتوى على السكر حتى تصل درجة حرارته إلى ٢٢٢° فهرنهيت ، وتصب المربى فى وعاء آخر وتعبأ بعد فترة وجيزة ، وتقفل العبوات وتعقم على درجة ٢١٢° فهرنهيت لمدة نصف ساعة .

الفاكهة المسكرة

يعتبر تسكير الفاكهة أحد وسائل الحفظ . وتتلخص صناعة الفاكهة المسكرة candied and glaced fruits فى غمر الفاكهة فى شراب سكرى وتركها حتى ترتفع نسبة السكر فيها إلى الحد الذى يعوق حدوث الفساد البكتريولوجى . وأهم ما يراعى فى هذه العملية هو تحاشى هرى الفاكهة وتحولها إلى مربى ، وكذلك عدم تصلب قوامها وتكرمشها : وأفضل النتائج يحصل عليها بغليان الفاكهة فى الشراب السكرى وتخزينها بعض الوقت ثم رفع تركيز الشراب وإعادة الغليان والتخزين ثم تكرار ذلك . وبعد انتهاء عملية تشبيع الفاكهة بالسكر بطريق الغمر تغسل الفاكهة وتجفف وتعبأ ، وقد تغطى قبل تعبئتها بطبقة من غطاء سكرى لإكسابها لمعة فتعرف باسم glaced ، وهذا الغطاء السكرى عبارة عن سكر وعسل حلوكوز ، فتغمس الفاكهة المسكرة المجففة فى الشراب ويعاد تجفيفها .

وتجهز الفاكهة المعدة للتسكير وتخزن عادة فى محلول حامض كبريتوز مخفف أو فى محلول ثانى أكسيد كبريت وجير لقصر لين الفاكهة وتقوية أنسجتها ومنع فساد الفاكهة أثناء التخزين . ويفضل تسكير بعض الفواكه الطازجة بدون تخزين ، مثل التين والخوخ والكمثرى والأناناس .

وقبل البدء فى التسكير تنقع الفاكهة فى الماء الدافئ حتى تمام التخلص من طعم ثانى أكسيد الكبريت . وبالنسبة للفواكه البذرية تزال الأعناق والبذور قبل النقع فى الماء ، وتزال نواة المشمش بالذات بدون تقسيم الثمار إلى أنصاف ، ويستعمل سلك من النحاس فى وخز البرقوق والكمثرى ومعظم الفواكه التى تسكر كاملة ، أو تستعمل إبرة معدنية فى تثقيب ثمار البلح . وهناك بعض الفواكه الأخرى يلزم غليانها مع الماء عقب تحضيرها حتى يلين قوامها ، كما أن

هناك فواكه لا يمكن تسكيرها بسبب تعرضها للتفتت والليونة أثناء التسكير ، مثل العنب . ويمكن تسكير الفواكه المعلبة أيضاً . لكنه يراعى دائماً أن تكون الثمار المعدة للتسكير ذات قوام متماسك ، ولذلك يفضل قطف الثمار قبل أن تبلغ مرحلة النضج النهائية .

الطريقة البطيئة للتسكير :

يحضر شراب سكرى تركيزه ٣٠° بالنج بإضافة جزء بالوزن عسل جلوكوز أو شراب سكر محول إلى جزء بالوزن سكروز إلى كمية من الماء تكفى لجعل التركيز ٣٠° بالنج ، وهذه الكمية من الماء تقرب من ربع جالون ماء لكل رطل من مخلوط السكروز والجلوكوز .

تجهز الفاكهة وتغلى فى الماء ، أو تنقع الفاكهة المحفوظة فى محلول حامض الكبريتوز للتخلص من طعم الغاز وتسلق هذه الفاكهة ليلين قوامها ، ثم تغمس الفاكهة فى الشراب السكرى السابق تحضيره . وفى حالة الفاكهة المعلبة تصب هذه الفاكهة من العلب فى الشراب السكرى مباشرة . وتغلى الفاكهة والشراب السكرى لمدة دقيقة أو دقيقتين بعدها يترك مخلوط الفاكهة والشراب هادئاً فى قوارب متسعة من الصينى لمدة ٢٤ أو ٤٨ ساعة يصل السكر خلالها إلى حالة اتزان بين الفاكهة والشراب . وقد يوضع على سطح الفاكهة والشراب قطع خشبية أو مضافى معدنية لتحول دون طفو الفاكهة على السطح .

وبعد انقضاء المدة المذكورة يصفى الشراب السكرى ويضاف إليه سكر قصب وجلوكوز بكميتين متساويتين لرفع تركيزه إلى ٤٠ بالنج ويلون الشراب السكرى بإضافة مواد ملونة مسموح باستخدامها ponceau R أو erythrosin وتوضع الفاكهة فى هذا الشراب وتغلى وتترك لمدة ٢٤ أو ٤٨ ساعة أخرى ، ويفضل قصر المدة لمنع حدوث التخمر . ثم يعاد تصفية الشراب السكرى ورفع تركيزه إلى ٥٠° بالنج ووضع الفاكهة به وغلياته مع الفاكهة

وتركه هادئاً مدة ٢٤ ساعة . ويكرر هذا العمل يومياً مع رفع تركيز الشراب إلى ٧٢° بالنج . وتكون النتائج أفضل فى حالة رفع التركيز بمعدل خمس درجات بالنج فقط يومياً . ويحتفظ بتركيز السكر فى الشراب عند هذا الحد حتى يتساوى تركيز السكر فى كل من الفاكهة والشراب عند هذا الحد . ويجب ألا تقل مدة تخزين الفاكهة فى هـذا الشراب الكثيف عن ثلاثة أسابيع .

الطريقة السريعة :

تسلق الفاكهة الطازجة حتى تلين أنسجتها فى محلول سكرى تركيزه ٣٠° بركس محضر بإذابة كميتين متساويتين من السكروز والجلوكوز فى القدر المناسب من الماء للحصول على شراب تركيزه ٣٠° بركس . وتجفف الفاكهة بعد ذلك بوضعها فى صوان من الصلب غير قابل للصدأ داخل مجفف على درجة ١٥٠° فهرنهيت ، مع تغطية الفاكهة بمزيد من شراب السكر والجلوكوز الذى تركيزه ٤٠° بركس . ويجب إضافة قدر من الشراب السكرى دواماً أثناء التجفيف للإبقاء على الفاكهة مغطاة بالشراب دائماً . ويرتفع تركيز الشراب السكرى إلى ٦٨° بركس خلال ٢٤ ساعة بسبب تبخر الرطوبة . ويلى ذلك ترك الفاكهة مغمورة فى الشراب بضعة أيام حتى تصل إلى حالة الاتزان ، ثم يصفى الشراب وتغسل الفاكهة بالماء الساخن وتصفى وتجفف لخفض نسبة رطوبتها إلى الحد المناسب وهو ٢٠ فى المائة تقريباً .

وفى طريقة أخرى تحفظ الفاكهة والشراب السكرى على درجة حرارة ١٥٠° فهرنهيت فى أحواض من الصلب غير القابل للصدأ ، ويضاف السكروز وعسل الجلوكوز كل ثلاث أو أربع ساعات لرفع تركيز الشراب بمقدار ١٠° درجات بركس فى كل فترة ، وتستمر هذه الإضافة حتى يصل تركيز الشراب إلى ٢٨ بركس بعدها تترك الفاكهة والشراب على درجة الحرارة العادية لمدة ٢٤ ساعة . ثم يصفى الشراب وتغسل الفاكهة فى ماء ساخن وتجفف بالهواء فى مجفف لخفض رطوبتها إلى الحد المناسب .

وفى طريقة ثالثة تغلى الفاكهة المجهزة فى محلول سكرى تركيزه ٣٠° بركس ، ثم تغلى تحت تفريغ قدره ٢٨ بوصة مع إضافة شراب سكرى تركيزه ٣٠° بركس على فترات لحفظ حجم الشراب ثابتاً . وعند بلوغ تركيز الشراب السكرى ٦٨° بركس تبعد الفاكهة والشراب ويتركان فى مكان هادئ لمدة ٢٤ ساعة على درجة الحرارة العادية . ثم تصفى الفاكهة وتغسل بماء ساخن وتجفف .

تجفيف الفاكهة المسكرة :

عقب انتهاء نقع الفاكهة فى الشراب السكرى تصفى الفاكهة ويمسح السطح بقطعة قماش مبللة أو بالإسفنج المبتل ، أو تغسل الفاكهة بالغمر فى ماء يغلى . وتصفى الفاكهة على مصاف معدنية وتترك كذلك حتى تجف ، أو تجفف على درجة ١٢٠ إلى ١٤٠ فهرنهيت حتى تصبح الفاكهة المسكرة غير لزجة الملمس .

تغطية الفاكهة بطبقة من السكر :

لتغطية الفاكهة المسكرة بطبقة رقيقةشفافة من شراب كثيف يمكن تجفيفه ليتماسك يستعمل محلول يتكون من ثلاثة أجزاء سكر قصب وجزء عسل ذرة وجزءين ماء ، ويغلى هذا الشراب حتى تصل درجة حرارته إلى ٢٣٦ إلى ٢٣٨° فهرنهيت ثم يبرد إلى درجة ٢٠٠° فهرنهيت . وتغمس الفاكهة المسكرة الجافة فى هذا الشراب باستخدام شوكة أو ملعقة من السلك المعدنى . وتصفى الفاكهة بتركها على مصاف بعض الوقت ثم تجفف على درجة ١٢٠° فهرنهيت .

تغطية الفاكهة بالشيكولاتة :

تجمد الفاكهة الكاملة أو لب الفاكهة وتغمس فى شيكولاتة كوفرتيرا سائلة وترفع وتخزن فى ثلاجة لحين الاستعمال . ويعرف الناتج باسم فاكهة

بالشيكولاتة chocolate-coated candies . ويمكن الحصول على ناتج مشابه بمزج لب الفاكهة بالسكر ومادة مهلمة للقوام كالبكتين أو الجيلاتين أو الآجار آجار فيتماسك المخلوط على درجة الحرارة العادية ، ويغمس هذا المخلوط فى الشيكولاتة المنصهرة ويرفع ويخزن فى الثلاجة .

ويمكن تغطية الفاكهة المسكرة بالشيكولاتة أيضاً ، فتتكر الفاكهة بالطريقة المشروحة سابقاً وتغمس فى شيكولاتة منصهرة على درجة ٨٥° فهرنهيت أى بعد صهر الشيكولاتة على درجة ١٠٠° فهرنهيت وتبريدها إلى درجة ٨٥° فهرنهيت .

الجلى المسكر :

يمكن عمل جلى متماسك القوام وتقطيعه إلى شرائح بسمك نصف بوصة وترك الشرائح لتبرد وتتماسك ثم تقطع إلى مكعبات وتغمس هذه المكعبات فى سكر سنترفيش وتترك فى الهواء بضعة أيام لتجف قبل تعبئتها .

تغطية الفاكهة المجففة بالشيكولاتة :

يغمس الزبيب مباشرة فى الشيكولاتة السائلة ويترك ليجف . وقد يفرم الزبيب ويمزج بقطع النقل ويشكل المزيج فى هيئة قطع بأحجام مناسبة ، وتغمس هذه القطع فى الشيكولاتة السائلة وتترك لتجف . وبالنسبة للبلح والبرقوق تزال النواة وتحشى الثمرة بالفوندان أو النقل ، أو تفرم الثمار وتمزج بالفوندان أو بقطع النقل وتشكل قطعاً ، وتغمس فى شيكولاتة سائلة وتترك لتجف . وكثير من الفواكه المجففة يمكن فرمها ومزجها بالنوجة وتشكيل قطع من المخلوط وتغمس القطع فى الشيكولاتة السائلة وتترك لتجف . ويمكن مزج جوز الهند بالفواكه المجففة كالزبيب أو التين المهروس أو التفاح أو القراصيا أو المشمش أو الخوخ .

الفصل السادس والعشرون

الإنضاج الصناعى للفاكهة والخضراوات

دوافع ممارسة عملية الإنضاج الصناعى . الأساس فى التلوين والإنضاج . الصناعى . طرق التلوين والإنضاج الصناعى . التغيرات التى تحدث فى الثمار أثناء النضج . إنضاج الموز .

هناك دوافع لممارسة الإنضاج الصناعى لبعض الفواكه والخضراوات بدلاً من ترك الثمار على الأشجار أو الأمهات حتى يتم نضجها .

فبما أن عملية الإنضاج الصناعى تأتى بالنتائج المطلوبة خلال أيام قليلة ، بينما لو تركت الثمار على الأشجار حتى تصل إلى نفس النتيجة المرغوبة ، أى إلى درجة النضج التام ، استغرق ذلك أسبوعان أو أكثر فإن هذا يعنى أن الإنضاج الصناعى يفيد فى ظهور الفاكهة الناضجة المعدة للتسويق مبكراً . ولا يخفى أن التسويق المبكر للفاكهة والخضر يبعث على سرعة الكسب والاستفادة من ارتفاع الأسعار .

وبما أن الثمار المكتملة النمو يمكن تخزينها بعض الوقت وإنضاجها صناعيًّا أينما أريد ذلك ، فهذا يعنى أن الإنضاج الصناعى للفاكهة والخضر يفيد فى تنظيم عمليات تسويق هذه الثمار ، أى أنه يمكن طرح الكميات المناسبة فى الأسواق فى الأوقات المناسبة تبعاً لحالة العرض والطلب .

ولما كانت الفاكهة والخضر لها مكانتها بين الصادرات ، فقد أصبح لزاماً مراعاة عدم تعرض هذه المواد للتلف أثناء الشحن إلى الدول البعيدة ، لذلك تقطف هذه الثمار المعدة للتصدير بعد اكتمال نموها وقبل تمام نضجها فتكون أنسجتها صلبة متماسكة تتحمل عمليات التداول والشحن ؛ ويمكن إنضاجها صناعيًّا عقب استلامها فى الدول المستوردة . ومن أمثلة هذه الثمار الطماطم والمانجو .

وهناك بعض أنواع من الفواكه لا تنضج إطلاقاً على أشجارها بل تتلف تماماً إذا تركت على أمهاتها ، فلا مناص إذن من إنضاج مثل هذه الفواكه صناعيًّا . مثال ذلك الموز .

كذلك تنضج بعض ثمار الفاكهة دون الأخرى على نفس الأم ، أى أن ثمار النبات الواحد تنضج فى مواعيد متباينة ومتباعدة ، ففى هذه الحالة إذا

أريد جمع وتسويق الثمار دفعة واحدة أصبح الإنضاج الصناعى لزاماً . مثال ذلك ثمار البلح .

ومن الظروف التى تقتضى قطف الثمار قبل أن يكتمل نموها أيضاً إعداد هذه الثمار للحفظ فى العلب المحكمة القفل . فعمليات الحفظ هذه تؤثر فى قوام أنسجة الثمار ، لذلك يفضل قطف الثمار قبل بلوغها مرحلة النضج الكامل أى قبل أن تلين أنسجتها ، ثم يستكمل الإنتاج صناعيًّا .

والمعروف أن الإنضاج الصناعى للفاكهة يصحبه تغير فى لونها . ولذلك يقرن التلوين الصناعى عادة باسم الإنضاج الصناعى . فهناك ثمار عديدة تقطف وهى خضراء ، مثل الكمثرى ، وتلون صناعيًّا ، فتعامل بغازات أو مواد كيميائية أو هورمونات معينة لقصر لون الكلوروفيل الأخضر فتظهر ألوان الصبغات الأخرى كانزانثوفيل والكاروتين والأنثوسيانين . ويبيض الكرفس والهليون أحياناً صناعيًّا لاستهواء المستهلكين فى الدول الأجنبية .

فيتضح مما سبق أن التلوين والإنضاج الصناعى للفاكهة والخضروات يحقق العديد من المزايا التى أبرزها التسويق المبكر ، وتنظيم مواعيد التسويق ، والمحافظة على صلابة أنسجة الثمار أثناء الشحن ، وخفض عدد مرات جنى المحصول الواحد ، وزيادة تحمل الثمار لعمليات التعليب والتجفيف والتبريد ، وإنضاج الثمار النشوية التى لا تنضج عادة على أمهاتها ، وتلوين بعض الثمار وإزالة الطعم الغض من بعض الثمار مثل الكاكى والموز .

الأساس فى التلوين والإنضاج الصناعى :

عرف أن التغيرات التى تحدث فى ثمار الفاكهة والخضر أثناء مرحلة اكتمال النضج ما هى إلا تفاعلات إنزيمية يترتب عليها تحلل بعض السكريات المعقدة إلى سكريات أبسط ثم إلى سكريات أحادية ، كما ينجم عن نشاط بعض الإنزيمات تحلل جزء من النشا إلى سكريات وتحلل بعض التانينات المكسبة للفاكهة طعمها الغض قبيل النضج . وأكثر الإنزيمات تأثيراً فى التغيرات الفسيولوجية التى تحدث أثناء النضج هى إنزيمات الأوكسيديز والكتاليز والكربوكسيليز

والبكتينيز والزيميز والتانيز والتيروزينيز والكلوروفيلليز . وواضح أن بعض هذه الإنزيمات هو المسئول عن ليونة قوام الثمار عند نضجها .

وعرف أيضاً أن الإنزيمات المسئولة عن حدوث التغيرات الفسيولوجية فى الثمار أثناء مرحلة النضج يمكن تنشيطها بوسائل متعددة ، منها ضبط درجة الحرارة المعرضة لها الثمار عند الدرجة المثلى لنشاط الإنزيمات ، ومنها التعريض لغازات معينة كالإيثيلين والأسيتيلين ، ومنها استخدام بعض الهورمونات .

لذلك اتجهت الأفكار نحو قطف الثمار مبكراً ، بعد أن يكتمل نموها وقبل أن تبلغ مرحلة النضج الكامل ، ومعاملة هذه الثمار بالعوامل المساعدة على نشاط الإنزيمات لإحداث التغيرات الفسيولوجية الطبيعية بها . وهذا ما عرف باسم التلوين والإنضاج الصناعى للفاكهة والخضر .

طرق التلوين والإنضاج الصناعى :

الطرق الحديثة لإنضاج وتلوين الفاكهة والخضر تعتمد على استخدام بعض الغازات وبعض المركبات المحضرة معمليًّا ، أما الطرق القديمة كالكمر والتعريض لحرارة المواقد فلا تستعمل إلا على نطاق ضيق فى بعض الدول المتخلفة عن ركب الحضارة . وفيما يلى عرض لجميع الطرق :

١ — كمر الثمار :

تحاط ثمار الفاكهة أو الخضر بالقش أو الأعشاب الجافة أو النسيج ، وتترك كذلك بعض الوقت فترتفع درجة حرارتها بتأثير كمرها وتنفسها ، وهذه الحرارة تنشط الإنزيمات فتستمر التغيرات الفسيولوجية . وتشير بعض الأبحاث إلى أنه يتكون جزء من غاز الإيثيلين أثناء تنفس الثمار المكمورة ، وهذا الغاز له تأثير منشط على التفاعلات الإنزيمية التى تحدث فى الثمار .

٢ — التعريض للحرارة :

ترص الثمار فى غرف ويوضع معها مواقد بها فحم مشتعل ، وتهوى الغرف

يومياً . أو تشعل المواقد خارج غرف التخزين وتمرر الغازات الناتجة عن الاحتراق فوق الثمار . ولا يعزى النشاط الإنزيمى لفعل الحرارة فحسب بل إن الغازات الإيدروكربونية المنبعثة من المواقد لها تأثيرها المنشط أيضاً على الإنزيمات .

٣ ــ المعاملة بغاز الإيثيلين أو الأسيتيلين :

توضع ثمار الفاكهة أو الخضر فى غرف محكمة القفل ويدفع غاز الإيثيلين فى الغرف بنسبة واحد فى الألف من حجم الغرفة . ويجب أن تضبط درجة الحرارة والرطوبة النسبية فى جو الغرف بما يتلاءم مع عملية الإنضاج .

ويستعمل غاز الأسيتيلين أحياناً بدلاً من الإيثيلين ، إلا أن بعض الباحثين يشير إلى أن الفعل فى الإنضاج مقصور على غاز الإيثيلين ، أما الأسيتيلين فيعزى تأثيره إلى وجود آثار من الإيثيلين مختلطة به عند تحضيره . ويحضر الأسيتيلين عادة بتفاعل كربيد الكالسيوم مع الماء .

كا ك$_{٢}$ + ٢ يد$_{٢}$ ا ← ك$_{٢}$ يد$_{٤}$ + كا (ا يد)$_{٢}$.

وتضبط درجة حرارة الغرفة عادة عند ٢٢° مئوية ، ودرجة الرطوبة النسبية عند ٨٥ فى المائة . وينصح بتجديد الغاز يومياً .

٤ ــ المعاملة بمركبات الفينوكس أو النفثالين أسيتك أسيد :

تغمر الثمار أو ترش بمحاليل مركبات الفينوكس التجارية أو مركب النفثالين أسيتك أسيد بالتركيزات المناسبة التى تتراوح بين ٥ ، ٢٥ جزءاً فى المليون . ويحترس من زيادة التركيز عن اللازم إذ أن الزيادة المفرطة تعطى نتائج عكسية فى الإنضاج . وفى بعض التجارب أمكن رش الثمار على أشجارها بهذه المحاليل فأدى ذلك إلى سرعة النضج .

٥ ــ الغمر فى ماء الجير للتخلص من المواد ذات الطعم القابض كما فى حالة ثمار الكاكى .

التغيرات التى تحدث فى الثمار أثناء النضج :

تلين أنسجة ثمار الفاكهة والخضر أثناء الإنضاج الصناعى بتأثير الإنزيمات البكتينية التى تحول بروتوبكتين الخلايا إلى مركبات بكتينية أبسط تركيباً وقابلة للذوبان ، أى أن الإنزيمات تسبب ذوبان بعض جد الخلايا فيلين القوام . وهذه الإنزيمات البكتينية متعددة ، منها البروتوبكتينيز والبكتينيز والبكتيز .

وعقب الإنضاج الصناعى ترتفع نسبة الحلاوة فى ثمار الفاكهة ، ويعزى ذلك إلى تحلل السكريات المعقدة والثنائية إلى سكريات أحادية بتأثير إنزيمات الكربوإيدرات . كما أن جزءاً من حبيبات النشا يتحلل مائيًّا بفعل إنزيمات الدياستيز منتجاً سكريات ثنائية وأحادية تزيد من حلاوة الثمار .

ويختفى الطعم القابض للثمار الغضة أيضاً عقب الإنضاج الصناعى بتأثير نشاط إنزيمات التانيز المحللة للتانين ، وإنزيمات جليكوزيديز المحللة للجليكوزيدات وغيرها . وبعض هذه المركبات ذات الطعم القابض يتحول إلى سكر حلو الطعم كما ينتج حامض جاليك من التانينات .

وتتغير ألوان الثمار أثناء الإنضاج الصناعى فيختفى اللون الأخضر المنسوب للكلوروفيل وتأخذ الثمار ألوانها المرغوبة المألوفة لدى المستهلك . وهذا التغير يعزى أيضاً إلى نشاط الإنزيمات التى تسبب تحلل صبغة الكلوروفيل فتظهر ألوان الصبغات الأخرى الموجودة فى الثمار ومنها الأحمر والأصفر والأزرق . ولا يخفى أن تغير الحموضة الكلية وتغير الحموضة الفعلية ، أى رقم pH ، يؤثران فى ظهور ألوان الثمار ، إذ أن هذه الألوان مرجعها لصبغات تتأثر ألوانها بحموضة الوسط . وفى أمريكا قد تغطى ثمار البرتقال الباهتة اللون بمواد ملونة لإكسابها جاذبية .

ويرجح أن نسبة الزيت ترتفع فى الثمار الزيتية أثناء الإنضاج الصناعى .

والتلوين الصناعى ذو أهمية بالغة فى الطماطم المعدة للتصدير . ويجب

التحكم فى درجة الحرارة أثناء التلوين الصناعى لأنها تؤثر فى ظهور اللون وكثافته تأثيراً واضحاً . فعلى درجة ٤٠° فهرنهيت لا تتلون الطماطم الخضراء إطلاقاً ، بينما على درجة ٨٠° فهرنهيت تتلون الطماطم بسرعة ولكنها تكون عرضة للفساد السريع . وأنسب الدرجات هى ٥٥° إلى ٧٠ فهرنهيت .

إنضاج الموز :

لا تنضج ثمار الموز بتركها على أمهاتها ، بل إنها فى هذه الحالة تتعرض للتشقق والإصابة بالفطريات والحشرات وانكماش الحجم وفقد المواد الطيارة المكسبة للرائحة وليونة الأنسجة وانخفاض درجة الحلاوة . لذلك تقطف الثمار عند بلوغها مرحلة اكتمال النمو وتنضج هذه الثمار صناعيًّا . ويعرف اكتمال النمو باستدارة الثمار بعد أن كانت مضلعة وببدء جفاف الأزهار وبهتان لون الثمار .

ويتبع فى إنضاج الموز حاليًّا طريقتان ، هما طريقة المواقد القديمة وطريقة غاز الإيثيلين الحديثة :

فالطريقة المحسنة باستخدام الحرارة تتلخص فى وضع ثمار الموز على رفوف داخل حجرة محكمة القفل معزولة الجدران . وتضبط الرطوبة النسبية فى غرف الإنضاج عند ٨٥ فى المائة ودرجة الحرارة عند ٢٠ إلى ٢٦° مئوية . ويجرى تسخين الجو الداخلى للغرف بواسطة مواقد كهربائية مزودة بمنظمات لضبط درجة الحرارة . وتستغرق عملية الإنضاج حوالى يومين إلى أربعة أيام .

أما طريقة الحرارة القديمة التى ما زالت متبعة فى جمهورية مصر العربية على نطاق محدود فتتلخص فى تهوية ثمار الموز لمدة أسبوع شتاء أو يومين صيفاً ، وترص هذه الثمار على أرفف مغطاة بورق الموز داخل غرف الإنضاج المغطاة أرضيتها بورق الموز والتى تكون عادة بأبعاد ٣×٢,٥ × ٢,٥ متراً . وتشعل مواقد الفحم خارج الغرف ثم تنقل إلى داخلها . وتهوى غرف الإنضاج كلما تراكمت فيها الرطوبة ، وتترك الثمار معرضة للحرارة مدة ست ساعات صيفاً أو ٢٤ ساعة شتاءاً ، باستعمال نصف كيلوجرام فحم فى كل موقد صيفاً أو ٢,٥ كيلوجرام شتاءاً .

وبعد المعاملة بالحرارة تهوى الثمار فى غرف التهوية لتتلون باللون الأصفر ويستكمل نضجها . وواضح أن هذه الطريقة القديمة تستغرق وقتاً طويلاً كما أن التلوين والنضج لا يكونا متجانسين فى الثمار .

والطريقة الحديثة للإنضاج باستعمال غاز الإيثيلين أو الأسيتيلين أو البروبيلين أو غاز الاستصباح فلا تختلف عما سبق شرحه .

وقد أمكن المزج بين طريقتى المواقد وغاز الأسيتيلين فى إنضاج الموز على نطاق تجريبى .

الفصل السابع والعشرون

المحاليل السكرية والملحية

الكثافة . طرق تقدير الوزن النوعى للمحاليل . طريقة قنينة الكثافة . طريقة الإحلال والطفو . ميزان وستفال . الإيدرومترات . تصحيح قراءة الإيدرومتر . طريقة الرفراكتومترات . معامل الانكسار . الانعكاس الكلى . انتساب معامل الانكسار . ثوابت الانكسار . استخدام الرفراكتومتر ؛ رفراكتومتر آبى . رفراكتومتر زايس . البولاريمتر . السكاريمتر . السكريات الطبيعية والصناعية . الملح . تحضير المحاليل السكرية والملحية .

لضخامة كميات المحاليل السكرية والملحية التى تحضر فى مصانع حفظ الأغذية لا تستعمل الطرق الكيميائية فى التحضير بل تستخدم الموازين العادية فى وزن كميات السكر والملح المحسوبة . ويعتمد فى معرفة تركيزات هذه المحاليل على تقدير كثافاتها ، إذ المعروف أن كثافة المحاليل تتمشى طرديًّا تقريباً مع تركيزاتها . وتكون النتائج دقيقة كلما كان التفكير فى الحجم عند تحضير المحاليل صغيراً . وتستخدم فى مصانع الأغذية طرق بسيطة وسريعة لتقدير الكثافة ، وبالتالى تقدير تركيزات المحاليل ، وهذه الطرق تعطى نتائج تعتبر مؤدية للغرض فى التصنيع الغذائى . وإذا كان السكر والملح مادتين غذائيتين غير سامتين للإنسان إلا أنه لا يجوز التهاون فى تقدير التركيز اعتماداً على ذلك، إذ أن التهاون قد يلحق بالصانع خسارة مالية لا يستهان بها .

وطرق تقدير الكثافة المعروفة هى باستخدام قنينة الكثافة أو ميزان وستفال أو الإيدرومترات أو الرفراكتومتر . وأول هذه الطرق ، أى قنينة الكثافة ، تعطى نتائج دقيقة للغاية . غير أن هذه الطريقة بطيئة وتستلزم جهداً ووقتاً لا يتمشيان مع طبيعة العمل فى مصانع الأغذية . لذلك تستخدم عادة الطرق السريعة فى مصانع الحفظ ، وهى فى هذه الحالة طريقتا الإيدرومترات والرفراكتومترات .

الكثافة :

يعبر عن الكثافة density بأنها كتلة وحدة الحجوم أو نسبة الوزن إلى الحجم . وترجع الصعوبة فى تقدير الكثافة إلى صعوبة تحديد الحجوم ، خصوصاً فى حالة المواد الصلبة والغازية . لذلك يفضل الاستعاضة عن تقدير الكثافة بتقدير الوزن النوعى specific gravity أو الكثافة النسبية relative density وهى نسبة كثافة المادة إلى كثافة مادة أخرى معينة وهى الماء عادة . فالوزن النوعى هو دائماً النسبة بين وزن حجم معين من المادة

إلى وزن حجم معين مماثل من الماء عند درجة حرارة محددة . ولا يجوز إغفال درجة الحرارة التى عندها قدر وزن كل من المادة والحجم المماثل من الماء لأن التقديرات تتأثر بدرجة الحرارة إلى حد كبير ، خصوصاً فى حالة السوائل والغازات التى تتصف بكبر معامل تمددها . وقدرت كثافة الماء عند درجة أربعة مئوية فوجدت مساوية الواحد الصحيح . وفى كثير من الدول ، عدا إنجلترا ، تعتبر كثافة الماء النقى أو وزنه النوعى عند درجات حرارة تتراوح بين الصفر والعشرين مئوية مساوية للواحد الصحيح نظراً لعدم اختلاف القيمة الحقيقية كثيراً عن الوحدة فى هذا النطاق من درجات الحرارة فالقيمة الواقعية لكثافة الماء عند درجات صفر ، ٤ ، ١٥ ، ٢٠° مئوية هى ٠,٩٩٩٨٧ ، ١,٠٠٠٠٠ ، ٠,٩٩٩١٣ ، ٠,٩٩٨٢٣ على التوالى . أى أن القيم المذكورة عبارة عن وزن السنتيمتر المكعب الواحد من الماء عند درجات الحرارة المشار إليها .

وتعتبر تقديرات التركيز عن طريق تقديرات الكثافة دقيقة ومؤدية للغرض المطلوب عندما يكون كل محلول مكوناً من مادة واحدة مذابة فى الماء . مثال ذلك محاليل الكحول فى الماء ومحاليل السكروز فى الماء التى يمكن تقدير تركيزاتها عن طريق الكثافة فتكون النتائج دقيقة فى حدود ٠,١ فى المائة فقط . ولإيضاح ذلك بالأرقام تستعرض مقادير الخطأ فى تقدير كثافات المحاليل التالية عند درجة حرارة ٦٠° فهرنهيت للمحاليل الكحولية ، ٢٠° مئوية للمحاليل السكرية :

٤ — ٥ ٪ بالحجم كحول ± ٠,٠٠٠١٣٧ ١٠ — ١٥ ٪ سكروز ± ٠,٠٠٠٤٢٠٤
١٣ — ١٤ » » ± ٠,٠٠٠١٠٩ ٣٥ — ٤٠ » » ± ٠,٠٠٠٥٠٣٤
١٩ — ٢٠ بالحجم كحول ± ٠,٠٠٠٠٩٨ ٥٠° — ٥٥٪ سكروز ± ٠,٠٠٠٥٥٩٤
٦٥ — ٧٠ » » ± ٠,٠٠٠٦١٦٨

ونظراً لعدم وجود علاقة ثابتة بين كثافة المحاليل السكرية والملحية وتركيزاتها يسبب عدم الانتظام فى تغير الحجم مع ازدياد التركيز نتيجة لاتحاد

الجزيئات association ولأسباب أخرى ، فلا مفر إذن من إيجاد العلاقة بين تركيزات المحاليل وكثافاتها عمليًّا . وقد تضمنت المراجع جداول لهذه العلاقة معترف بها عمليًّا ، خصوصاً بالنسبة لمحاليل السكر أو الملح أو الحامض أو القلوى . والجداول المذكورة تحدد العلاقة بين التركيز والوزن النوعى عند درجات حرارة محددة ، لذلك عند استخدامها يلزم تعديل القراءة تبعاً لاختلاف درجة الحرارة ، أو تقرأ الكثافة عند درجة الحرارة المحددة فى الجداول . وبالنسبة للزيوت فقد درج الباحثون على تقدير أوزانها النوعية عند درجة ٢٥° مئوية ، وفى حالة التقدير على درجة حرارة مخالفة (ح°) يمكن تصحيح القراءة لحد ما بتطبيق المعادلة التالية لمعرفة الوزن النوعى عند درجة ٢٥° (و $\frac{٢٥}{٢٥}$) .

$$و\ \frac{٢٥}{٢٥} = و\ \frac{ح}{٢٥} + ٠,٠٠٠٧ (ح - ٢٥°) .$$

ولا يجوز تطبيق جداول السكروز على عصير الفاكهة والشراب والمحاليل الأخرى ، نظراً لأن هذه المحاليل تحتوى على مواد أخرى بخلاف السكر وهى تؤثر فى الوزن النوعى للمحلول تأثيراً غير متطابق مع تأثير السكروز . لذلك وضعت جداول خاصة ببعض المنتجات الأخرى مثل عصير الطماطم وعسل الجلوكوز وسكر الذرة والمولاس والسكر الخام وغيرها .

ولتقدير الكثافة فوائد أخرى متعددة ، فهى من ثوابت الزيوت إذ أنها تتوقف على طول سلسلة المركب الدهنى ودرجة تشبع هذه السلسلة ، وهى تعطى فكرة عن نضج البسلة والبكان وجودة القراصيا وجفاف الزبيب وغير ذلك .

طرق تقدير الوزن النوعى للمحاليل :

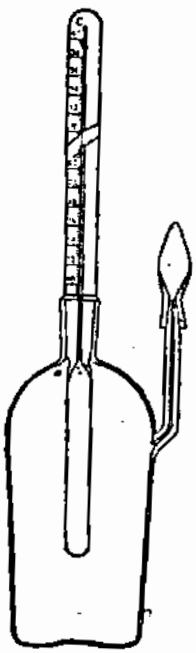
١ — طريقة قنينة الكثافة Pycnometer أو أنبوبة أستوالد Ostwald Sprengel tube وفيها يقدر وزن حجم معين من كل من السائل المجهول والماء باستخدام قنينة ثابتة الحجم . والخطأ فى التقدير بهذه الطريقة لا يتجاوز ٠,٠٠٠١ ، متوقفاً

على الدقة فى الوزن وملأ القنينة وعلى مناسبة حجم القنينة المستعملة . ومن الاحتياطات التى تتخذ عند التقدير بهذه الطريقة ضرورة ترك القنينة فى جو الغرفة العادى حتى تتساوى درجة حرارة القنينة بمحتوياتها مع درجة حرارة المعمل منعاً لتكثف الرطوبة على سطح القنينة . كما يجب إحكام قفل الغطاء منعاً لتسرب السائل من القنينة عند التمدد بتأثير الحرارة . ولذلك تفضل القنينات المزودة بترمومتر فى غطائها والتى بها أنبوبة جانبية..

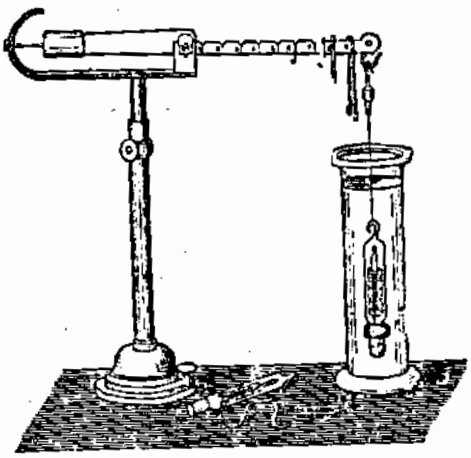
وتتلخص طريقة التقدير فى تنظيف القنينة وتجفيفها بالماء المقطر المغلى بعد تبريده إلى درجة حرارة الغرفة أو إلى درجة تقل بمقدار درجة واحدة مئوية . وتترك القنينة فى جو المعمل حتى يصل الترمومتر إلى الدرجة المطلوبة فتجفف القنينة ويثبت غطاؤها فى موضعه وتوزن القنينة بالماء وبحسب وزن الماء . ويلى ذلك تكرار العمل بالسائل المجهول مع مراعاة غسل القنينة عدة مرات بالسائل قبل ملئها وبقسمة السائل على وزن الماء يتحصل على الوزن النوعى الظاهرى . ويمكن تصحيح هذه النتيجة للحصول على الوزن النوعى الحقيقى «S» بتطبيق المعادلة :

$$S = d\frac{C - A}{B - A} + s\frac{B - C}{B - A}$$

باعتبار A الوزن الظاهرى لقنينة الكثافة ، B الوزن الظاهرى لقنينة الكثافة ممتلئة بالماء عند درجة حرارة مئوية محددة ، C الوزن الظاهرى لقنينة الكثافة ممتلئة بالسائل المجهول عند نفس درجة الحرارة، d كثافة الماء عند نفس درجة الحرارة ، s كثافة الهواء عند نفس درجة الحرارة . وهذا التصحيح ليس مطلوباً فى معامل حفظ الأغذية لأن الفرق بين الوزن النوعى الحقيقى والظاهرى ضئيل للغاية لا يؤثر فى تركيزات المحاليل السكرية والملحية المراد تحضيرها . مثال ذلك محلول سكر قصب بتركيز ٥٠ فى المائة يكون وزنه النوعى الحقيقى ١,٢٢٩٥٧ والظاهرى ١,٢٢٩٦٢ عند درجة ٢٠°/٤° ، ومحلول



(شكل ١٤٦) قنينة الكثافة



(شكل ١٤٧) ميزان وستفال

سكروز تركيزة ٧٠ فى المائة يكون وزنه النوعى الحقيقى ١,٣٤٧١٧ والظاهرى ١,٣٤٧٢٣ ، ومحلول كحول تركيزه ٥٠ فى المائة يكون وزنه النوعى الحقيقى ٠,٩١٣٨٣ ، والظاهرى ٠,٩١٣٨٢

٢ — **طريقة الإحلال والطفو** Displacement and Flotation وفيها يعتمد على قاعدة أرشميدس Principle of Archimedes أو قانون الطفو law of buoyancy. فالقانون الأخير ينص على أنه عند غمر جسم فى سائل ، سواء غمراً كلياً أو جزئياً ، فإن هذا الجسم يكون مدفوعاً من أسفل إلى أعلى بقوة تساوى وزن السائل الذى يزيحه هذا الجسم المغمور . ويستفاد من هذا القانون فى تصميم أجهزة الوزن النوعى التى يستخدم فيها غاطس Sinker مثل ميزان وستفال Westphal Balance . أو جسم طاف floating body ، مثل الأيدرومترات Hydrometers :

ميزان وستفال :

لتقدير كثافة السائل بطريقة جديدة يوزن الغاطس فى الفراغ ثم يعاد

وزنه وهو مغمور فى السائل المراد تقدير كثافته ، وتطبق المعادلة التالية لمعرفة كثافة D^t عند درجة حرارة معينة ، متضمنة استخدام معامل الطفو buoyancy factor عند إجراء الوزن فى الهواء العادى .

$$D^t = \frac{S - W_{1-w} + W_{2-w}\left(1 - \frac{P}{8.4}\right)}{V_t}$$

باعتبار S وزن الغاطس ، V_t حجم الغاطس عند نفس درجة الحرارة t ، W_1 قراءة الميزان والغاطس فى الهواء ، W_2 قراءة الميزان والغاطس فى السائل ، W قراءة الميزان بدون غاطس ، P كثافة الهواء .

وبطريقة مبسطة يقدر الوزن النوعى للسائل بتقدير القوة الدافعة للجسم المنغمر تماماً فى كل من السائل والماء وحساب وزنى حجمين متساويين من كل من السائل والماء ، ويجرى ذلك بوزن الغاطس فى الهواء A وإعادة وزنه فى الماء B ثم فى السائل المجهول C فيكون الوزن النوعى للسائل مساوياً $\frac{A-C}{A-B}$

وقد عدل وستفال ميزان مور Mohr بأن جعل الغاطس يزيح خمسة جرامات بالضبط من الماء المقطر عند درجة ٢٠° مئوية ويجرى الاتزان باستخدام رواكب زنة خمسة جرامات وأجزاء عشرية للخمسة جرامات تتحرك على ذراع رافعة من الدرجة الثانية مقسمة إلى عشرة أقسام . والرواكب المستخدمة مع كل ميزان عادة خمسة ، أوزانها ٥ ، ٥ ، ٠.٥ ، ٠,٠٥ ، ٠,٠٠٥ جراما على التوالى .

ولإجراء التقدير بميزان وستفال ، يثبت الغاطس فى مكانه ويضبط الميزان والغاطس متدل فى الهواء بحيث يعطى الجهاز قراءة نقطة البداية ويصبح الجهاز فى المستوى الصحيح . ثم يغمر الغاطس فى ماء مقطر ، ويلاحظ دفع السائل له من أسفل لأعلى ، وتوزن قوة الدفع بوضع الراكب الكبير على الحلقة التى يتدلى منها الغاطس وبضبط مؤشر الرافعة عند نقطة الاتزان .

ويلى ذلك استبدال الماء المقطر بالسائل المراد تقدير وزنه النوعى ، مع مراعاة تجفيف الغاطس جيداً ؛ وتعادل قوة الدفع بوضع رواكب على تدريج الذراع حتى الوصول إلى نقطة الاتزان . ويحسب الوزن النوعى بجمع حاصل ضرب وزن كل راكب فى ذراعه أى فى قراءة التدريج الذى وضع عليه . ويجب مراعاة انغمار الغاطس تماماً فى السائل ، وعدم التصاقه بجدران مخبار السائل ، وعدم وجود فقاعات غازية فى السائل ، وعدم تجاوز انغمار السلك المعدنى المتدلى منه الغاطس حداً معيناً كأن يكون نصف بوصة دائماً .

ولما كان ميزان وستفال يستخدم غاطساً يزيح خمسة ملليلترات بالضبط من السائل وتوازن فيه القوة الدافعة باستخدام رواكب أوزانها خمسة جرامات أو أجزاء الخمسة العشرية تتحرك على ذراع مقسم إلى عشرة أقسام ، فإنه أصبح ممكناً معرفة مقدار القوة بقراءة أوضاع الرواكب على الذراع مباشرة دون حاجة إلى إجراء عمليات حسابية . مثال ذلك بلوغ نقطة الاتزان باستعمال الراكب الأول عند التدريج العاشر والراكب الثالث عند التدريج الخامس والراكب الرابع عند التدريج السابع والراكب الخامس عند التدريج الثانى ، دون حاجة إلى استعمال الراكب الثانى ، فتكون كثافة السائل تساوى ١,٠٥٧٢ . وللتأكد من صحة هذا الرقم يجرى الحساب كما يلى :

القوة الدافعة × ذراع القوة = أوزان رواكب المقاومة × ذراع المقاومة .

∴ حجم السائل المزاغ × كثافة السائل × ذراع القوة = أوزان الرواكب × ذراع المقاومة .

∴ ٥ × ث × ١٠ = أوزان الرواكب × ذراع المقاومة .

∴ ٥٠ ث = المقاومة × ذراعها .

∴ ٥٠ ث = ٥ × ١٠ + ٥ × صفر + ٠,٥ × ٥ + ٠,٠٥ × ٧ + ٠,٠٠٥ × ٢ .

∴ ٥٠ ث = ٥٢,٨٦٠

∴ كثافة السائل = ٥٢.٨٦٠ ÷ ٥٠ = ١,٠٥٧٢

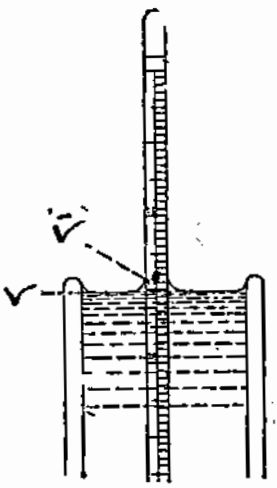
الأيدرومترات :

بنى عمل الإيدرومترات hydrometry على أساس القاعدة التى تشير إلى تساوى أوزان السوائل التى يزيحها الجسم الواحد عندما يطفو فى هذه السوائل . فإذا طفا إيدرومتر فى عدة سوائل فإن حاصل ضرب حجم السائل المزاغ فى كثافته يكون ثابتاً تماماً ؛ أى أن $ح_{١} \times ث_{١} = ح_{٢} \times ث_{٢} = ح_{٣} \times ث_{٣}$. ويتبع ذلك أن حجوم السوائل التى يزيحها نفس الإيدرومتر الطافى تتناسب عكسياً مع كثافات هذه السوائل . وإذا كان هذا الجسم الطافى عبارة عن جسم أسطوانى طويل يتدلى فى السائل رأسياً فإن حجوم السوائل المزاغة تتناسب طردياً مع عمق (ع) انغمار الجسم، ويكون $\frac{ث_{١}}{ث_{٢}} = \frac{ع_{٢}}{ع_{١}}$ ولذلك فالإيدرومتر الذى صمم على أساس هذه الحقيقة عبارة عن أنبوبة زجاجية مقفلة ذات تجويف سفلى به زئبق أو مادة ثقيلة تحفظ الإيدرومتر فى وضع رأسى وتجويف آخر يعلو السابق وظيفته المساعدة على إزاحة قدر كبير من السائل . وتتوقف حساسية الإيدرومتر على النسبة بين حجم السائل المزاغ كاملاً وحجم السائل الذى تزيحه وحدة القياس على ساق الإيدرومتر وهى النسبة المعروفة باسم modulus of the hydrometer . كما تتأثر حساسية الإيدرومتر أيضاً ، وقراءته بالوزن المستخدم فى ضبط التدريج .

وعموماً تعتبر الإيدرومترات وسائل لتقدير الوزن النوعى بسرعة ولكن بقليل من الدقة ، ولتقليل الخطأ فى قراءات الإيدرومترات يسترشد بالنصائح التالية :

١ — يجب أن يكون الإيدرومتر نظيفاً وجافاً عند القياس به ، وتكون درجة حرارة الإيدرومتر متساوية مع درجة حرارة السائل المراد اختباره .

٢ — يجب أن يوضع السائل أثناء اختباره فى مخبار زجاجى نظيف ذى شكل وحجم مناسبين ، ويكون المخبار أطول من الإيدرومتر ليسمح بقراءة تدريج الإيدرومتر بأكمله .



٣ ــ يجب أن يكون السائل المراد اختباره متجانساً تماماً ، ولذا يقلب جيداً بمقلب يصل إلى قاع المخبار ، ويساعد على ذلك تجانس درجة الحرارة فى جميع أجزاء السائل أيضاً . ويلزم التخلص من فقاعات الهواء إن وجدت فى السائل .

٤ ــ يدفع الإيدرومتر فى السائل ببطء إلى عمق أبعد مما ينتظر الوصول إليه عند ترك الإيدرومتر ليطفو . ولا تؤخذ قراءة الإيدرومتر إلا بعد أن يسكن تماماً .

(شكل ١٤٨) قراءة الإيدرومتر (القراءة الصحيحة)

٥ ــ يقرأ الإيدرومتر فى مستوى أفقى تماماً ، ويهمل الارتفاع المتسبب عن الجذب السطحى .

٦ ــ تقرأ درجة حرارة السائل قبل وبعد التقدير ، وتصحح القراءة تبعاً لاختلاف درجة الحرارة .

وتدرج الإيدرومترات لتقرأ الوزن النوعى مباشرة . وقد تدرج لتقرأ تركيز المحلول مباشرة مثل إيدرومترات جاى لوساك Gay-Lussac وبالنج Balling وبركس Brix وبوميه Baume . ويحسب الوزن النوعى من قراءة البوميه بتطبيق المعادلة التالية على السوائل الأكثر كثافة من الماء .

$$\text{درجات البوميه} = ١٤٥ - \frac{١٤٥}{\text{الوزن النوعى } ٦٠°/٦٠°}$$

والمعادلة التالية للسوائل الأقل كثافة من الماء :

$$\text{درجات البوميه} = \frac{١٤٠}{\text{الوزن النوعى } ٦٠°/٦٠°} - ١٣٠$$

وهناك أنواع متعددة من الإيدرومترات ، منها إيدرومتر Twaddle الذى تمثل الوحدة من تدريجه خمس وحدات من الوزن النوعى فى الرقم العشرى الثالثة أى أن ٥° درجات تعادل ١,٠٢٥ وزن نوعى ، وإيدرومتر Oechsle الذى يعطى الوزن النوعى مضروباً فى ألف أى أن قراءة ١٨° درجة أوشزلى تعادل ١,٠١٨ وزن نوعى . وعموماً فإن أكثر الإيدرومترات استعمالا فى مصانع الأغذية هى ما يلى :

(ا) إيدرومترات الكحول Alcoholometers : وهى مدرجة لتقرأ تركيز كحول الإيثايل مباشرة بالحجم أو بالوزن . ومن أمثلتها إيدرومتر ترالز Tralles .

(ب) إيدرومترات السكر Saccharometers وهى تقرأ نسبة السكروز مباشرة بالوزن ، وأقدمها إيدرومتر بالنج الذى عدله بركس عام ١٨٦٤ . ويدرج البركس حاليًا على درجة حرارة ٢٠° مئوية . وعند استعمال هذه الإيدرومترات فى اختبار عصير الفاكهة والسوائل الأخرى فإن القراءة تعنى أنها تركيز محلول السكروز النقى الذى يتماثل وزنه النوعى مع الوزن النوعى للسائل أو المحلول الجارى اختباره . لذلك يلزم فى مثل هذه الحالات تعديل القراءة بما يتمشى مع نسبة المواد الصلبة فى السائل المختبر .

(حـ) إيدرومترات البوميه Baumé hydrometers : وهى تقرأ نسبة ملح الطعام فى المحلول مباشرة . أما إيدرومترات السالوميتر Salometers أو Salinometers فتقرأ درجة التشبع بالملح ، والتدريج مقسم إلى مائة قسم تقابل تركيزاً من الملح قدره ٢٥ فى المائة فيكون كل أربع درجات سالوميتر تقابل واحد فى المائة ملح . إلا أن المحلول يتشبع بملح الطعام عند تركيز ٢٦ فى المائة على درجة ٢٠° مئوية ، وهذا التركيز يقابل ١,١٩٧٢ وزن نوعى عند ٢٠°/٤° ويقابل ٢٣,٩ درجة بوميه فى التدريج الحديث modulus 145 ويقابل ٣٩,٤٤° درجة توادل .

(د) إيدرومترات الوزن النوعى Specific gravity or density hydrometers وهى تقرأ الوزن النوعى أو الكثافة للسوائل .

تصحيح قراءة الإيدرومتر :

يتأثر الوزن النوعى للسوائل بدرجة حرارتها إذ يسبب ارتفاع الحرارة زيادة فى الحجم فينخفض وزن وحدة الحجوم . لذلك يزداد انغمار الإيدرومتر فى المحاليل السكرية والملحية بارتفاع درجة حرارتها ؛ ويصحب ذلك انخفاض قراءة الإيدرومتر لأنه مدرج من أعلى إلى أسفل . فمن اللازم تعديل قراءة الإيدرومتر تبعاً لاختلاف درجة الحرارة ، ورقم التعديل المصطلح عليه هو ٠,٣ درجة بالنج لكل عشر درجات فهرنهيتية . فيضاف رقم التصحيح إلى قراءة الإيدرومتر إذا كانت درجة حرارة السائل المختبر تزيد على درجة الحرارة المدرج عليها الإيدرومتر ، بينما يطرح رقم التصحيح إذا كانت درجة حرارة السائل أقل من درجة حرارة تدريج الإيدرومتر . وفى حالة استخدام إيدرومتر البوميه يكون رقم التصحيح ٠,٣ × ٠,٥٥ أى ٠,١٦٥ درجة بوميه ، وهذه تقابل ٠,٦٦٠ درجة سالوميتر تقريباً .

وواضح أنه يمكن اختبار المحاليل السكرية بواسطة إيدرومتر بوميه أو سالوميتر ، كما يمكن اختبار المحاليل السكرية بواسطة إيدرومتر البالنج . فقط يجب تحويل القراءة إلى ما يقابلها من تركيز ، وذلك باستخدام العلاقة بين قراءات الإيدرومترات التى تتلخص فيما يلى :

١ درجة بالنج تقابل ٠,٥٥ درجة بوميه تقابل ٢,٢٠ درجة سالوميتر تقريباً.

١ درجة بوميه تقابل ١,٨١٨ درجة بالنج تقابل ٤ درجات سالوميتر تقريباً.

ويمكن استخدام إيدرومترات الكثافة فى معرفة تركيز المحاليل الملحية والسكرية بالرجوع إلى جداول خاصة توضح هذه العلاقة . فمثلاً كثافة المحلول السكرى تكون ١,٠٣٨ عندما يبلغ تركيز المحلول عشرة فى المائة ، وكثافة المحلول الملحى بنفس التركيز السابق تكون ١,٠٩١٢ ويتضح من هذه الأرقام أن كثافة الملح أعلى من السكر . ويختلف الحد الأقصى فى تدريج إيدرومترات الوزن النوعى فبعضها مدرج إلى الواحد الصحيح فقط والبعض مدرج ليقرأ الأوزان النوعية التى تزيد على الواحد الصحيح .

٣ ـ **طريقة الرفراكتومترات** Refractometric method : وفيها يستخدم الرفراكتومتر لتقدير معامل الانكسار refractive index ، ومنه يقدر الوزن وتركيز المحلول السكرى .

معامل الانكسار :

يتعرض الشعاع الضوئى للانكسار بمروره فى وسطين مختلفين ، وتعرف الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود الهابط على سطح الانفصال عند نقطة السقوط بزاوية السقوط angle of incidence ، والزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر والعمود الرأسى عند نقطة السقوط بزاوية الانكسار angle of refraction . وتعرف نسبة جيب sine زاوية السقوط إلى جيب زاوية الانكسار بمعامل الانكسار refractive index . ويكون معامل الانكسار ثابتاً دائماً لكل وسطين معينين عند درجة حرارة معينة وطول موجة ضوئية معين . ويعرف معامل الانكسار أيضاً بأنه النسبة بين سرعتى الشعاع الضوئى فى الوسطين المختلفين . وفى حالة الانكسار يقترب الشعاع المنكسر من العمود إذا كان الوسط الذى حدث فيه الانكسار أعلى فى كثافته الضوئية optical density من الوسط الذى سقط منه الشعاع .

ويتأثر معامل الانكسار بالموجات الضوئية فيزداد مقداره تدريجيًّا بالاتجاه من الأشعة الحمراء فى الطيف إلى البنفسجية ، أى أنه يزداد كلما قصر طول الموجة الضوئية ، وبما أن الضوء ينقسم إلى ألوان متعددة عند انكساره فإن الموجات الضوئية الناتجة تتفاوت فى أطوالها وبالتالى فى مدى انكسارها ، وهذا ما يعرف باسم dispersion .

ويستخدم ضوء الصوديوم monochromatic sodium light عند ٥٨٩ ملليميكرون mu ودرجة حرارة ٢٠° مئوية ، ويوضح معامل الانكسار فى هذه الحالة بالرمز n_{D}^{20} ، لأفضلية ضوء الصوديوم فى التجارب على الضوء العادى white light الذى يعطى ألواناً متعددة بمروره خلال منشورات الأجهزة العلمية والمواد المختبرة .

ويتأثر معامل الانكسار بدرجة الحرارة فهو يقل بالنسبة للسوائل والمواد الصلبة كلما ارتفعت درجة الحرارة ؛ ويكون الانخفاض شديداً فى حالة السوائل . فعلى سبيل المثال يكون معامل الانخفاض فى معامل الانكسار لكل ارتفاع فى درجة الحرارة قدره درجة واحدة مئوية هو ٠,٠٠٠١ للماء ، ٠,٠٠٠٦ للبنزين ، ٠,٠٠٠٤ لزيت بذر الكتان ، ٠,٠٠٠٨ لثانى كبريتيد الكربون ، ٠,٠٠٠٣٨ للزيوت والدهون . وهذا العامل فى المواد الصلبة ضئيل للغاية بحيث يمكن إهماله ، فهو على سبيل المثال ٠,٠٠٠٠٠٢ للزجاج الخفيف ، ٠,٠٠٠٠١٤ للزجاج السميك .

وتصحح قراءة معامل الانكسار للزيوت (م) بتطبيق المعادلة التالية باعتبار (د) درجة الحرارة .

م الصحيحة = م المقدرة + ٠,٠٠٠٣٨ (دَ — د القياسية) . وبالنسبة للمحاليل السكرية يلاحظ انخفاض معامل انكسارها بارتفاع درجة الحرارة ويتمشى مقدار هذا الانخفاض لحد ما مع التغير فى الوزن النوعى . ويمكن تحويل قراءة معامل الانكسار على درجة حرارة الغرفة إلى تركيز للسكر ثم تصحيح التركيز المحسوب تبعاً لاختلاف درجة الحرارة بتطبيق التصحيح المستخدم مع إيدرومتر البركس وبنفس الطريقة ؛ والأفضل هو ضبط حرارة السائل أو المحلول المختبر عند الدرجة القياسية وهى ٢٠° أو ٢٥° مئوية ، وتكون النتيجة دقيقة إلى الرقم العشرى الرابع بضبط درجة الحرارة جيداً بحيث لا تختلف بأكثر من جزء من الدرجة .

الانعكاس الكلى :

بازدياد زاوية السقوط تدريجياً تزداد زاوية الانكسار تدريجياً حتى تصبح ٩٠° درجة ، أى حتى ينطبق الشعاع المنكسر على سطح الانفصال بين الوسطين . وتعرف زاوية السقوط عند هذا الحد بالزاوية الحرجة critical angle . ولا يتعرض الشعاع الساقط بزاوية تزيد على ذلك لأى انكسار بل إنه يرتد ثانية totally reflected .

انتساب معامل الانكسار :

ينسب معامل الانكسار للهواء عادة ، إذ أن معامل الانكسار فى الفراغ يساوى الواحد الصحيح ومعامل انكسار الهواء لا يتجاوز ١,٠٠٠٢٩٤ ويمكن تصحيح القراءة إذا كانت زاوية السقوط المستخدمة ليست فى الهواء بالحساب كما يلى :

$م_{١٢}$ = معامل الانكسار من الهواء للزجاج .

$م_{٢٣}$ = معامل الانكسار من الزجاج للسائل .

∴ معامل الانكسار من الهواء للسائل = $م_{١٢} \times م_{٢٣}$.

ثوابت الانكسار :

لكل مادة علاقة ثابتة لا تتأثر بدرجة الحرارة وهى $(م^{٢} - ١ \div (م^{٢} + ٢) \times \frac{١}{ث}$ ؛ وهى العلاقة المعروفة باسم Lôrentz - Lorenz relation . وبضرب هذه العلاقة المتعلقة بمعامل الانكسار والكثافة فى الوزن الجزيئى للسائل العضوى ينتج ما يعرف باسم Molecular refractivity وهى إحدى خواص الذرات فى السائل العضوى المعين .

وتوضح مثل هذه الثوابت العلاقة الطردية بين معامل الانكسار والوزن النوعى .

ويبلغ ثابت لورنز لمحلول السكروز ٠,٢٠٦١٤ ، ومن هذه العلاقة يمكن حساب كثافة المحلول (ث) من معامل انكساره (م) بتطبيق المعادلة .

$$ث = \frac{م^{٢} - ١}{(م^{٢} + ٢) \times ٠,٢٠٦١٤}$$

ويمكن وضع العلاقة بين الوزن النوعى ($و_{٢٠°/٤°}$) لمحاليل السكروز ومعامل انكسارها ($م_{د}^{٢٠°}$) فى صورة معادلة أبسط من سابقتها وهى :

$$م_{د}^{٢٠°} = ١,٣٣٠٩٥ + ٠,٣٨١٨ \, و_{٤°}^{٢٠°}$$

استخدام الرفراكتومتر :

لكل مادة نقية معامل انكسار ثابت ، فمعامل الانكسار من الخواص الطبيعية الثابتة لكثير من المواد . مثال ذلك الماء النقى معامل انكساره ١,٣٣٣٠ باستعمال ضوء الصوديوم على درجة ٢٠° مئوية . ويزداد معامل الانكسار عن هذا الحد لجميع المحاليل المائية فيما عدا محلول كحول الميثايل . ويزداد معامل الانكسار بازدياد العدد اليودى للزيت ، ولذا فالشائع فى هدرجة الزيوت هو الاستدلال على مدى حدوث الهدرجة بتقدير معامل الانكسار ، ويمكن حساب العدد اليودى للزيوت من معامل انكسارها . ويمكن أيضاً حساب تركيز المحلول السكرى من معامل انكساره بالرجوع إلى جداول توضح العلاقة بين معامل الانكسار والتركيز . ولا يختلف معامل الانكسار كثيراً لمحاليل سكريات مختلفة ذات تركيز متساو ، مثل محاليل السكروز أو الملتوز أو الجلوكوز التجارى أو اللكتوز التى تعطى معامل انكسار قدره ١,٣٤٧٧ عند درجة ٢٠° مئوية عندما تكون بتركيزات ١٠,٠٠ ، ١٠,٠٧ ، ١٠,٠٧ ، ١٠,١٣ على التوالى .

لذلك يفضل استخدام الرفراكتومتر فى تقدير نسبة المواد الصلبة الذائبة فى المحاليل والعصير والبيض والخل والكحول ومحاليل البروتين ومنتجات الطماطم والألبان بدلا من طريقة الكثافة نظراً للسهولة والسرعة وصغر كمية العينة المطلوبة . ويمكن تقدير نسبة الزيت فى البذور الزيتية بتقدير التغير فى معامل انكسار المذيب بعد استخلاص الزيت من وزن معين من البذور .

أجهزة الرفراكتومترات :

أشهر الرفراكتومترات استخداماً هى :

١ — رفراكتومتر آبى Abbe ونطاق التقدير به هو من ١,٣٠٠٠ إلى ١,٧٠٠٠ وتبلغ دقته ٠,٠٠٠١ . وهو يحتوى على منشورين زجاجيين مثبتين

فى إطار معدنى . ويحدث انكسار الأشعة الضوئية بمرورها من الزجاج إلى السائل الذى يوضع بين المنشورين لاختباره . وفى الجهاز مجمع للضوء Compensator لتصحيح أثر تحلل الضوء .

٢ — رفراكتومتر زايس Zeiss butyro-refractometer ونطاق قياس معامل الانكسار به هو ١,٤١٨ إلى ١,٤٩٢ . والجزء الحساس به هو منشوران يحيطهما غلاف لإمرار الماء على درجة حرارة ثابتة ، والعلوى منها مثبت فى التلسكوب المثبت فى قاعدة الجهاز . ولا يحتوى هذا الجهاز على مجمع للضوء ، وهو مدرج ليستخدم فى اختبار الزبد النقى فقط .

٣ — رفراكتومتر بولفريش Pulfrich ونطاقه يحدده المنشور الزجاجى المستخدم ودقته تبلغ ٠,٠٠٠١ .

٤ — الرفراكتومتر الغاطس Dipping refractometer ونطاقه ١,٣٢٥٤ إلى ١,٣٦٦٤ ودقته تبلغ ٠,٠٠٠٠١ أو ٠,٠٠٠٠٣٥ وهو يستخدم فى اختبار المحاليل المخففة . ويتكون الجهاز من تلسكوب به منشور زجاجى صلب ، وفى الجهاز مجمع للضوء وميكرومتر وتدريج مقسم من — ٥ إلى + ١٠٥ . وفى حالة حدوث خطأ فى قراءة التدريج قدره ٠,١ يقابل ذلك خطأ قدره ٣,٧ وحدة فى الرقم العشرى الخامس لمعامل الانكسار .

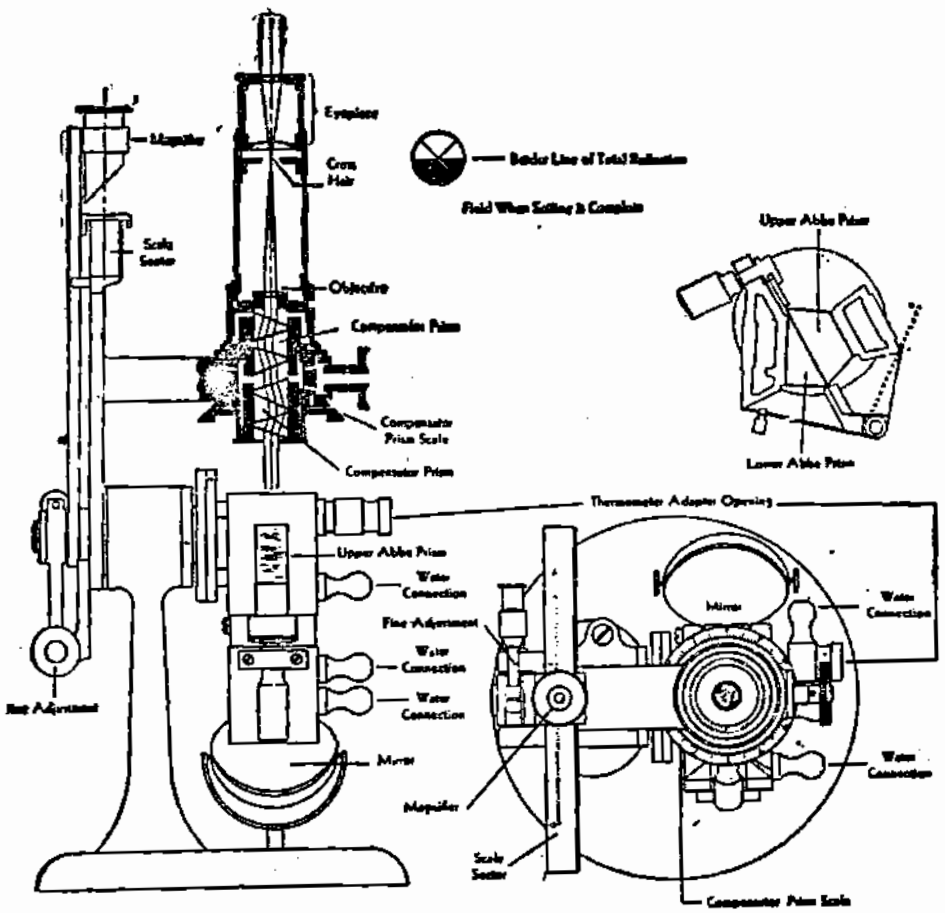
وتوجد حاليًا رفراكتومترات تربط بين رفراكتومتر آبى والرفراكتومتر الغاطس .

رفراكتومتر آبى :

يعتبر رفراكتومتر آبى هو أكثر أنواع الرفراكتومترات انتشاراً . ويعزى الإقبال عليه إلى سهولة العمل به ، وبساطته وإمكان استخدامه فى اختبارات السوائل وبعض الأجسام الصلبة والبلاستيك . وتقدر حساسيته بحوالى واحد أو اثنين فى الرقم العشرى الرابع ، وهذه الحساسية مناسبة للتقديرات التى تجرى فى مصانع حفظ الأغذية . فخطأ القراءة بمقدار ٠,٠٠٠٢ فى معامل الانكسار يقابله انحراف قدره واحد فى المائة فقط فى تركيز محلول السكروز أو ٠,٣ فى المائة فى تركيز الكحول . ولا يحتاج التقدير لأكثر من بضع نقط من السائل

المراد اختباره ، ولذا فالجهاز يفيد فى حالة صغر العينات المراد اختبارها . ومن أهم مزايا هذا الجهاز إمكان استخدامه فى اختبار السوائل القاتمة اللون أو العكرة التى تمتص الضوء بشدة مما يجعل اختبارها بالأجهزة الأخرى متعذراً .

ويتوقف العمل بهذا الجهاز على أساس قياس الزاوية الحرجة ، أى زاوية السقوط التى يقابلها زاوية انكسار قدرها تسعون درجة ، للانعكاس الكلى للمادة المختبرة . ويقرأ معامل الانكسار على تدريج الجهاز مباشرة دون حاجة إلى الحساب . ويحدد الانعكاس الكامل بالنظر خلال التلسكوب . وللحصول على الانعكاس الكلى يحرك المنشور الزجاجى حول محوره المتعامد مع محور التلسكوب . ويساعد على ضبط حد الانعكاس الكلى استخدام شعرتين متعامدتين ،



(شكل ١٤٩) مرور الشعاع الضوئى فى رفراكتومتر آبى

الأفقية منهما تنطبق على الحد الفاصل بين المنطقة المضيئة والأخرى المظلمة . ويتصل بالمنشور المتحرك مؤشر يستخدم فى تحديد قراءة الانكسار على التدريج.

والمنشور الزجاجى الثانى يستخدم فى ضغط السائل المختبر إلى سمك ضئيل إذ أنه ينطبق على المنشور الأول تاركاً فراغاً لا يتجاوز سمكه عشر ملليمتر . وهذا المنشور الثانى يصبح مصدراً للأشعة الضوئية التى تمر إلى التلسكوب .

ويجب أن يكون معامل انكسار المواد المختبرة أصغر من معامل انكسار منشور آبى الزجاجى ، وعادة يكون معامل انكسار المنشور الزجاجى مساوياً ١,٧٥ ، وهو خارج قسمة جيب زاوية السقوط من الهواء على جيب زاوية الانكسار فى زجاج المنشور السفلى . فبما أن الانعكاس الكلى يحدث عند مرور الأشعة الضوئية من وسط أكثف إلى وسط أقل فى كثافته الضوئية فليس ممكناً تقدير معامل انكسار المواد إلا إذ كان معامل انكسارها يقل عن معامل انكسار المنشور الزجاجى وهو ١,٧٥ . فمعامل الانكسار من زجاج المنشور إلى السائل يساوى خارج قسمة جيب زاوية السقوط فى الزجاج على السطح العلوى للمنشور الزجاجى السفلى على جيب زاوية الانكسار فى السائل وهى ٩٠° عند بدء الانعكاس الكلى .

ولجعل الخط الفاصل بين النقطتين المضيئة والمظلمة عند الانعكاس الكلى واضحاً ومحدداً بدلاً من كونه على هيئة حزمة ضوئية متعددة الألوان ، يوضع فى الجهاز مجمع للضوء عبارة عن منشورين زجاجيين صغيرين يدوران فى اتجاهين متضادين حول محور التلسكوب . وهذين يسمحان بمرور ضوء الصوديوم (٥٨٩ ملليميكرون) بدون انحراف . فيحرك هذان المنشوران الصغيران حتى يتحصل على dispersion مساو لما يحدثه منشورا آبى ولكن فى اتجاه مضاد .

ويجب دائماً اختبار حساسية الجهاز قبل استخدامه بالماء المقطر م$_{د}^{٢٠}$ ١,٣٣٣٠ والأورثوبروموو نفثالين م$_{د}^{٢٠}$ ١,٦٥٨ ، وبعض المواد القياسية ، وبعد انتهاء الاختبار يجب تنظيف المنشورين جيداً بالقطن والمذيب المناسب مع مراعاة عدم خدش المنشور خصوصاً العلوى .

رفراكتومتر زايس :

يستعمل رفراكتومتر زايس بكثرة فى مصانع السكر، ولذا فهو غالباً ما يدرج ليقرأ نسبة السكر مباشرة .

ويمكن استخدام الرفراكتومترات فى تقدير نسبة المواد الصلبة الذائبة فى عصير الفاكهة عموماً ، لكنه يجب مراعاة إجراء التصحيح اللازم بسبب احتواء العصير على أحماض عضوية وسكر محوّل وجيلكوزيدات . وتوجد جداول فى بعض المراجع لتصحيح القراءة . كما يستخدم الجهاز فى تقدير نسبة المواد الصلبة فى عصير الطماطم ، ويفيد هذا التقدير فى تتبع عملية تركيز العصير . وتوجد معادلات خاصة بحساب نسبة المواد الصلبة فى عصير الطماطم من معامل الانكسار .

ومن استعمالات الرفراكتومترات الرئيسية تقدير معامل انكسار الزيوت على درجة ٢٠ أو ٢٥° مئوية والدهون على درجة ٤٠° مئوية باستخدام بيوتيرو رفراكتومتر أو جهاز آبى ؛ وذلك للتعرف على نقاوة هذه المواد . فمعامل انكسار بعض الزيوت والدهون النقية موضح فيما يلى :

زيت جوز الهند ١,٤٥٣

زيت بذرة القطن ١,٤٧٤٣ — ١,٤٧٥٢ .

زيت زيتون ١,٤٦٥٧ — ١,٤٦٦٧ .

زيت فول سودانى ١,٤٦٢٠ — ١,٤٦٥٣ .

زيت فول الصويا ١,٤٧٢٣ — ١,٤٧٥٦ .

زيت الذرة ١,٤٧٣٣ .

زيت بذر الكتان ١,٤٧٩٧ — ١,٤٨٠٢

زيت نخيل ١,٤٦٠٣ — ١,٤٦٣٩ .

زيت سمسم ١,٤٧٠٤ — ١,٤٧١٧ .

زيت عين الجمل ١,٤٧٧٠ .

وتستخدم الرفراكتومترات فى تقدير نسبة الزيت . فيقدر الانخفاض فى

معامل انكسار المذيب نتيجة لإذابة الزيت فيه . وهذا الانخفاض يتمشى مقداره طرديًا مع نسبة الزيت المذابة . ويجب أن يكون المذيب المستخدم ذا معامل انكسار أعلى من معامل انكسار الزيت . وألا يتأثر معامل انكساره بظروف الاستخلاص ، وأن يكون التغير فى معامل الانكسار بإذابة الزيت كبيراً ، وأن يذيب الزيت كلية . ومن المذيبات المستخدمة فى هذا التقدير مخلوط الأيثير والكحول وفوسفات ثلاثى الصوديوم ١٪ كذلك يستخدم الكلورونفثالين المعروف تجاريًا باسم Halowax oil نسبة إلى الشركة المنتجة له ، وأحد صوره المعروفة بالرقم ١٠٠٧ يتكون أساساً من ألفا نفثالين أحادى الكلور ، ومعامل انكساره ١,٦٣٤٤ عند درجة ٢٠° مئوية .

البولاريمتر والسكاريمتر :

تعتبر القدرة على تحويل الضوء إحدى الخواص الثابتة للمواد ، ولذا فهى تستعمل فى تمييز وتقدير نقاوة بعض المركبات وخصوصاً الزيوت العطرية والسكر الخام والسكر المكرر . ويمكن تقدير نسبة السكروز فى المحلول بتقدير القدرة على تحويل الضوء ، حتى فى وجود سكريات أخرى . وحاليًا يميز عسل النحل والشراب وعصير الفاكهة والخل ، وتقدر نقاوتها أيضاً ، بتقدير القدرة على تحويل الضوء . إلا أن استخدام البولاريمتر Polarimetry فى مصانع الأغذية فيكاد يكون مقصوراً على تحليل السكر .

ويتوقف مدى تحويل المادة لاتجاه الضوء المستقطب Polarized light على طول الموجات الضوئية المستخدمة فيزداد مقدار التحويل كلما قصرت الموجات الضوئية ، وعلى طول طبقة المحلول التى يخترقها الضوء فيزداد مقدار التحول بازدياد طول طبقة السائل ، وعلى طبيعة المادة المختبرة وتركيز محلولها فيزداد مقدار التحول لكل مادة بازدياد تركيزها فى المحلول ولكن بشكل غير منتظم ، وعلى درجة الحرارة . ويطلق اصطلاح Specific rotary power أو Specific rotation على مقدار زاوية التحويل التى تنتج باستخدام محلول تركيزه جرام واحد من المادة فى كل ملليلتر من المحلول الذى طول طبقته المستعملة فى التقدير ديسيمتر واحد .

$$[a]_x^{t^\circ} = \frac{100a}{C.l} = \frac{100a}{p.b.l}$$

باعتبار a مقدار زاوية التحويل بالدرجات ، l طول أنبوبة الاختبار بالديسيمتر ، C التركيز بالجرام فى مائة ملليلتر (ت) ، P النسبة المئوية بالوزن (ن) ، d الكثافة بالجرام للملليلتر . وتتأثر هذه القيمة النوعية بطول الموجة الضوئية للضوء المستخدم (×) ودرجة الحرارة وتركيز المحلول وطبيعة المذيب المستعمل ، كما هو واضح من المعادلات التالية :

(ا) تأثير التركيز باستخدام ضوء الصوديوم على درجة ٢٠° مئوية للسكريات جميعها عدا الفركتوز المختبر على درجة ٢٥° مئوية ؛

∝ للسكروز = + ٦٦,٤٦٢ + ٥,٠٠٨٧٠ ت — ٠,٠٠٠٢٣٥ ت٢

(عند تركيز صفر إلى ٦٥)

» » = + ٦٦,٤١٢ + ٠,٠١٢٦٧٣ ن — ٠,٠٠٠ ٣٧٦٦ ن٢

(عند نسبة مئوية صفر إلى ٥٠)

∝ للجلوكوز = + ٥٢,٥٠ + ٠,٠١٨٨ ن + ٠,٠٠٠٥١٧ ن٢

(عند نسبة مئوية صفر إلى ٣٥)

» » = ٦٢,٠٣٢ + ٤٢٥٧ ت

(عند تركيز ٦ إلى ٣٢)

∝ للفركتوز = — (٨٨,٥٠ + ٠,١٤٥ ن)

(عند نسبة مئوية ٢,٦ إلى ١٨)

» » = — (٨٨,٥٠ + ٠,١٥٠ ت — ٠,٠٠٠٨٦ ن٢

(عند تركيز ٢,٦ إلى ٢٠)

» » = — ١١٣,٩٦ + (٠,٢٥٨ × النسبة المئوية للماء)

∝ للسكر المحوّل = — ١٩,٤١٥ — ٠,٠٧٠٦٥ ت + ٠,٠٠٠٥٤١ ت٢

(عند تركيز ٩ إلى ٦٨)

∝ للملتوز = ١٣٨,٤٧٥ — ٠,٠١٨٣٧ ن

(عند نسبة مئوية ٥ إلى ٣٥)

(ب) تأثير درجة الحرارة باستخدام ضوء الصوديوم على درجة حرارة معينة (د) :

∝ للسكروز = القيمة النوعية على درجة ٢٠° م — ٠,٠١٤٤ د — ٢٠

(عند درجة حرارة بين ١٢ ، ٢٠° مئوية)

∝ للفركتوز = — ١٠٣,٩٢ + (٠,٦٧١ × ى)

(عند درجة حرارة بين ١٣ ، ٤٠° مئوية)

= — ١٠٧,٦٥ + (٠,٦٩٢ × ى)

(عند درجة حرارة بين ٩ ، ٤٥° مئوية)

∝ للسكر المحول = القيمة النوعية عند ٢٥° م + (٠,٥٦٦ + ٠,٠٠٢٨ × ت) (ى — ٢٥) .

(عند درجة حرارة بين ٥ ، ٣٥° مئوية)

= — ٢٧,٩ + (٠,٣٢ × ى)

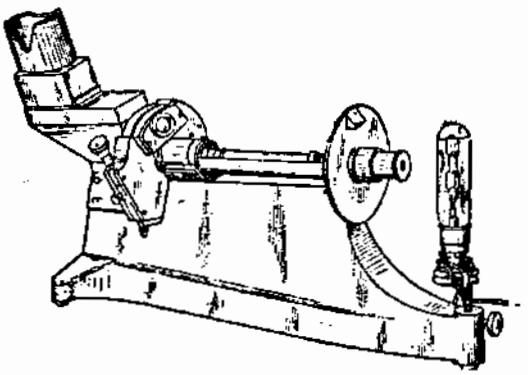
∝ للكتوز = ٥٢,٤٢ + ٠,٠٧٢ (٢٠ — ى)

(حـ) تأثير طول الموجات الضوئية :

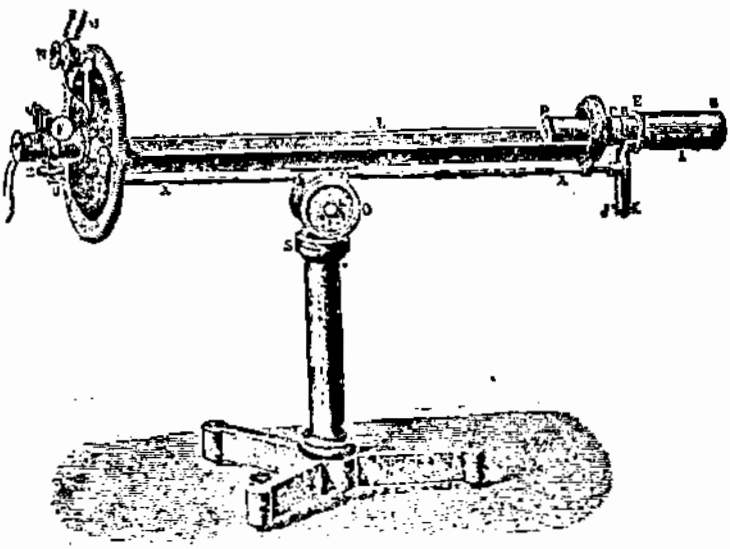
الموجة الضوئية	طول الموجة بالملليميكرون	القيمة النوعية
ليثيوم	٦٧٠,٨	٥٠,٥١
كادميوم	٦٤٣,٨	٥٥,٠٤
خارصين	٦٣٦,٢	٥٦,٥١
صوديوم	٥٨٩,٣	٦٦,٤٥
زئبق	٥٧٨,٠	٦٩,٢٢
كالسيوم	٥٧٠,٠	٧١,٢٤

وقيمة التحويل لمحلول السكر العادى هى ٤٠,٧٦٣° درجة باستخدام موجة طولها ٥٤٦١ أنجستروم . أو ٥٣٤,٦١٧ باستخدام موجة طولها ٥٨٩٢,٤ أنجستروم .

ويجب عند قياس مدى تحويل المحلول السكرى للضوء المستقطب أن يترك المحلول المحضر حديثاً بعض الوقت حتى يصل إلى نقطة الاتزان قبل إجراء التقدير ، إذ أن قدرة المحلول حديث التحضير على تحويل اتجاه الضوء تتغير



(شكل ١٥٠) السكاريمتر



(شكل ١٥١) البولاريمتر

ببطء حتى تصل إلى مقدار محدد تثبت عنده . وهذه الظاهرة المعروفة باسم

Mutarotation ترجع إلى وجود مشابهين ضوئيين Stereoisomers يختلفان عن بعضهما فى القيمة النوعية Specific rotation ، فبإذابة إحدى هاتين الصورتين فى الماء يبدأ جزء منها فى التحول تدريجيًا إلى الصورة الأخرى حتى يصل المحلول إلى درجة الاتزان بين الصورتين . ويفضل ترك المحاليل السكرية المركزة لليوم التالى حتى تصل إلى درجة الاتزان . وفى حالة السرعة يمكن غليان المحلول السكرى المحضر لمدة بضع دقائق أو يضاف للمحلول أثناء تحضيره بضع نقط من إيدروكسيد الأمونيوم أو يضاف للمحلول بعد تحضيره نهائيًا كمية من مسحوق كربونات الصوديوم الجاف لجعل المحلول قلويًا لعباد الشمس . فهذه المعاملات الأخيرة تسرع من حدوث تحول إحدى صورتى السكر إلى الأخرى فيصل المحلول إلى درجة الاتزان بسرعة .

البولاريمتر :

يستخدم البولاريمتر Polarimeter فى تقدير قدرة المركبات المذابة فى المحاليل على تحويل الضوء المستقطب . ويتكون هذا الجهاز من مصدر للضوء ، ومستقطب Polarizer لتحويل الموجات الضوئية فى الشعاع الضوئى المتذبذب فى كل الاتجاهات إلى شعاع ضوئى مستقطب Plane Polarized Light يتذبذب فى اتجاه واحد ، وأنبوبة ذات طول محدد وجدران متوازية يوضع بها المحلول المراد اختباره ، وجزء خاص بقياس مدى انحراف الضوء المستقطب Analyzer assembly .

ويجب أن يكون الضوء المستخدم قويًا بحيث يتيسر مشاهدته بالعين بسهولة بعد مروره من مصدره خلال مرشحات الضوء والمستقطب والمحلول والمحلل . وأكثر مصادر الضوء استخداماً فى البولاريمتر هو مصباح بخار الصوديوم الكهربائى Sodium Vapor lamp أو الضوء الأصفر للصوديوم الذى ينبعث بحرق أملاح الصوديوم على درجة حرارة مرتفعة . ويمكن تنقية الضوء المنبعث بإمراره خلال منشور زجاجى محلل للطيف أو خلال مرشحات مناسبة كمرشح ثانى الكرومات ، فيتحصل على شعاع نقى عند ٥٨٩.٣ ملليميكرون . ويستعمل مصباح بخار الزئبق فى كثير من الأجهزة . وبإمرار الأشعة الضوئية خلال منشور زجاجى أو مرشحات

خاصة يتحصل على الشعاع الأصفر المخضر ذى الموجة بطول ٥٤٦ ملليميكرون . ويمكن استعمال مصباح الهليوم أو اللثيوم أو الكادميوم إلا أنه فى التقديرات الدقيقة يستعمل حالياً مصباح بخار الزئبق والكوارتز Quartz Mercury Vapor lamps .

ويتحصل على الضوء المستقطب بطريق الانعكاس reflection أو الانكسار refraction . فتضبط زاوية السقوط angle of incidence حتى ينعكس الشعاع ، ويطلق على زاوية السقوط التى عندها يستقطب الشعاع المنعكس تماماً اسم زاوية الاستقطاب polarizing angle . وعادة يجرى الانعكاس عدة مرات متتالية بقصد تنقية الضوء ، ونظراً لأن جزءاً كبيراً من كثافة الضوء يفقد بالامتصاص والتوصيل أثناء تكرار الانعكاس فإن الضوء المستقطب يكون باهتاً للغاية .

ويستخدم منشور الكالسيت Calcite Prism فى إجراء الاستقطاب بالانعكاس وباستعمال المادة المعدنية الشفافة Calcium Spar فى شكل معين Rhombohedron تتعرض أشعة الضوء المارة خلالها إلى الانعكاس مرتين فيما عدا الأشعة المارة فى اتجاه موازى للقطر الواصل بين الزاويتين المتقابلتين المعروفتين باسم Optical Centers . وكلا الشعاعين المنبعثين من البلورة يستقطبان ويكون الشعاعان المستقطبان متعامدين .

ويتخلص من أحد الشعاعين بتعديل المستقطب . فى المنشور المعروف باسم Nicol Prism تعدل الزوايا الحادة إلى ٦٨° درجة بدلاً من ٧١° بإزالة القطاعات الإسفينية الشكل ويقسم المنشور إلى نصفين بخط عمودى على السطحين المعدلين ويلمع Polished السطحان الناتجان عن قطع المنشور ويعاد لحام جزأى المنشور ببلسم كندا Canada balsam وتدهن جوانب المنشور بعد ذلك باللون الأسود .

فبمرور الشعاع لضوئى داخل منشور نيكول فى اتجاه موازٍ لضلعى المنشور الطويلين ينقسم هذا الشعاع إلى قسمين ، أحدهما عادى ordinary يقابل

البلسم بزاوية تؤدى إلى انعكاسه كلية تجاه جانب المنشور حيث يمتصه الطلاء الداكن ، والآخر غير عادى يتذبذب فى مستوى القسم الرئيسى ينعكس بقلة ويمر خلال البلسم ويخرج من طرف المنشور فى حالة استقطاب .

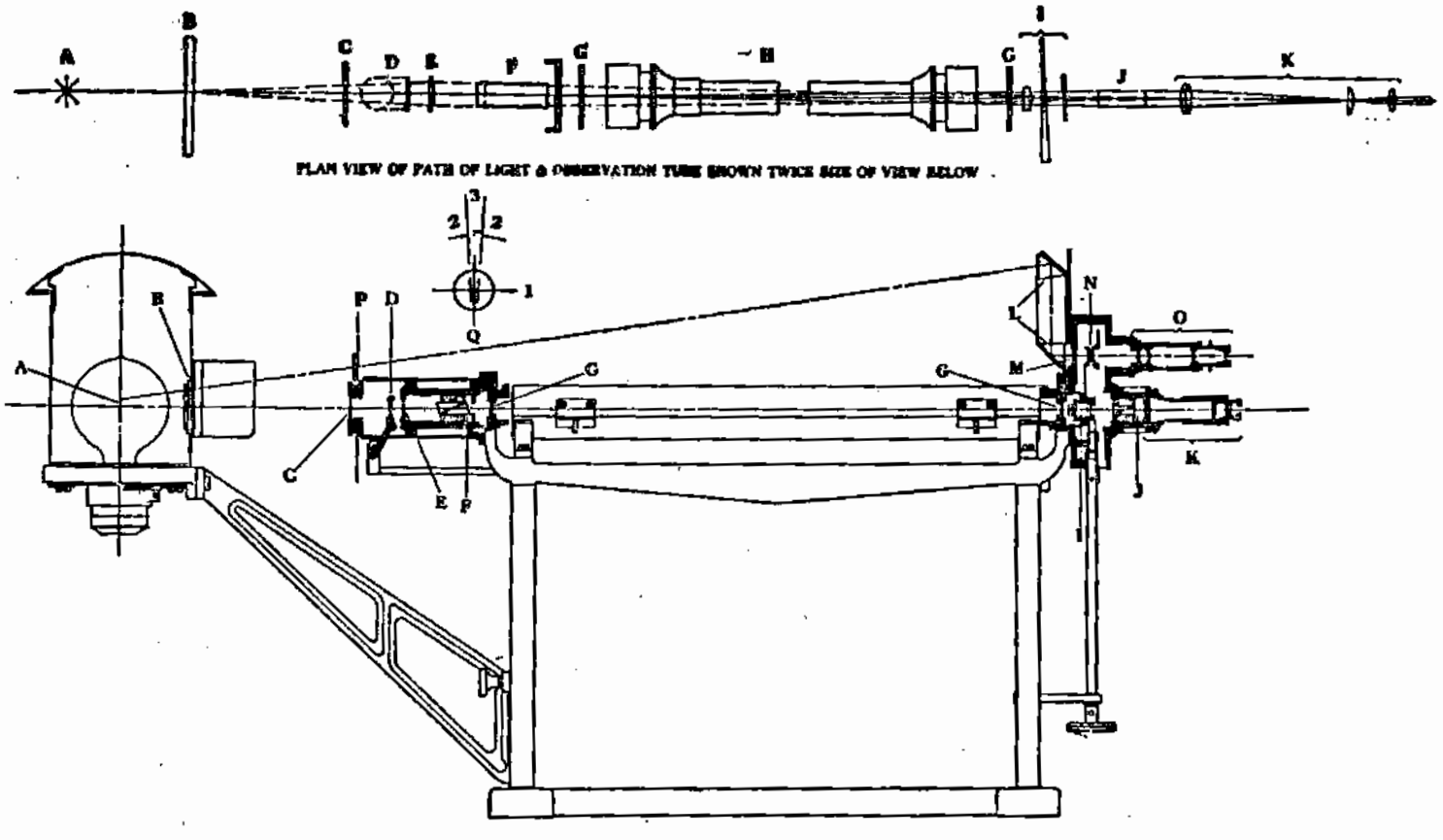
ويستعمل منشوران نيكول فى البولاريسكوب Polariscope يعرف أحدهما باسم المستقطب والآخر المحلل ، وأولهما ثابت فى مكانه بينما الآخر يدور حول محوره الطويل ليخفض من كثافة الضوء المنبعث منه تدريجيًا حتى يختفى هذا الشعاع تماماً ببلوغ المحلل ربع دورته . ويحتوى البولاريسكوب على تدريج دائرى تتحرك عليه ورنية للقراءة .

السكاريمتر :

يستعمل السكاريمتر فى مصانع السكر ، وترجع أفضلية هذا الجهاز إلى إمكان استخدام الضوء العادى فيه بدلاً من الضوء وحيد اللون المستخدم فى البولاريمتر . وتصبح قراءة السكاريمتر أكثر دقة إذا امتصت الأشعة البنفسجية من الطيف باستعمال كرومات البوتاسيوم أو مرشح الزجاج . وعادة يدرج السكاريمتر ليقرأ نسبة السكر مباشرة . وفى هذا الجهاز يستعمل منشوران هما المستقطب والمحلل وكلاهما ثابت فى موضعه ، لذلك يقاس تحويل المحلول السكرى للضوء المستقطب بتحريك بللورة من الكوارتز بين المحلول السكرى والمحلل حتى يتعادل مقدار التحويل الذى يحدثه الكوارتز مع التحويل الذى يحدثه المحلول السكرى .

ولتقدير نسبة السكروز فى المحلول باستخدام السكاريمتر يذاب فى الماء الوزن العادى وهو ٢٦ جراماً موزونة فى الهواء للحصول على مائة ملليلتر محلول سكرى عند درجة ٢٠° مئوية ، وتملأ أنبوبة الجهاز التى طولها ديسمتر واحد بالمحلول السكرى على درجة الحرارة العادية أو فى غرفة درجة حرارتها ٢٠° مئوية ويقرأ التركيز بالسكاريمتر . ويجب اختبار حساسية ودقة السكاريمتر على فترات .

ولتقدير نسبة السكروز فى وجود سكريات أخرى يجرى ذلك بقراءة التركيز



(شكل ١٥٢) مرور الشعاع الضوئى فى السكاريمتر

١ — مستوى الاستقطاب فى المحلل ٢ — مستويان آخران للاستقطاب ٣ — زاوية A — مصدر الضوء B — فتحة الضوء
G — غطاء زجاجى D — مرشح زجاج E — عدسات تكثيف F — مستقطب G — زجاج H — أنبوبة الاختبار
I — بلاورة الكوارتز J — محلل K — تلسكوب — منشور إضاءة التدريج M — عدسات مجمعة O — التدريج والورنية
N — عينية لقراءة التدريج P — مرشح زجاج لجهاز إضاءة التدريج Q — مجال النظر بالعينية .

فى السكاريمتر مباشرة وتعاد القراءة بعد تحليل السكريات مائياً بإضافة حامض الكلوردريك أو إنزيم الانفرتيز . ويفضل الإنزيم لتحاشى تأثير الحامض على النشاط الضوئى للسكريات .

السكريات الطبيعية والصناعية :

السكر المستخدم فى مصانع الأغذية هو السكر الطبيعى ، مثل سكر القصب وسكر البنجر والجلوكوز التجارى ، أما السكريات الصناعية ، مثل السكارين والدولسين والجلوسين ، فتحرم التشريعات الغذائية فى معظم الدول استخدامها فى تحضير وحفظ الأغذية نظراً لانعدام قيمتها الغذائية ، وتعتبر إضافة هذه السكريات الصناعية إلى جزء من السكريات الطبيعية فى تصنيع الأغذية إحدى وسائل الغش التجارى . وهناك اتجاه فى بعض الدول الأجنبية إلى السماح بإضافة قدر من السكريات الصناعية فى تحضير بعض المواد الغذائية مثل الجيلاتى للاستفادة من حلاوة السكريات الصناعية المفرطة التى تفوق حلاوة سكر القصب بحوالى خمسمائة مرة فى حالة السكارين وأربعمائة مرة للدولسين وثلثمائة مرة للجلوسين .

ويستعمل عسل الذرة corn syrup بكثرة فى مصانع الأغذية حالياً لرخص ثمنه مقارناً بالسكروز . ونظراً لانخفاض درجة حلاوته فإنه يخلط عادة بالسكروز . ويتميز سكر الجلوكوز المضاف للأغذية بقلة قابليته للتبلور مقارناً بالسكروز ، وهذا يفسر ما سبق ذكره عن تحويل السكروز فى بعض المنتجات الغذائية إلى سكر محول أثناء التسخين بتأثير الحرارة والحامض المضاف فتصبح المنتجات أقل عرضة لحدوث التسكر . وتؤدى عملية التحول المذكورة إلى زيادة حلاوة المنتجات نظراً لتكون السكر المحول الذى تقدر حلاوته بنسبة ١٣٠ مقارناً بحلاوة السكروز وهى ١٠٠ ، وهذا السكر المحول عبارة عن جلوكوز نسبة حلاوته ٧٤,٣ وفركتوز نسبة حلاوته ١٧٣ . وعلى سبيل المقارنة نذكر أن نسبة حلاوة سكر اللبن ١٦ والجلاكتوز ٣٢ والمالتوز ٣٢,٥

واستعمالات السكر فى التصنيع الغذائى متعددة ، منها استعماله فى صناعة الشراب والمربى والمرملاد والجلى والمياه الغازية والفاكهة المسكرة والحلوى الجافة والحلوى الطحينية والكحول والخل والفاكهة المعلبة . والسكر المضاف فى صناعة هذه المنتجات فضلاً عن إكسابه الحلاوة المرغوبة للمنتجات فهو يساعد فى حفظ المنتجات التى ترتفع نسبته فيها إلى حوالى ٦٥ فى المائة بسبب امتناع نمو ونشاط الأحياء الدقيقة فى المنتجات الغذائية عند هذا التركيز ، وهو يساعد فى إظهار الطعم الطبيعى للفاكهة ومعادلة الطعم الحمضى لحد ما ، ويساعد على احتفاظ الفاكهة المصنعة بلونها وصلابة أنسجتها .

الملح :

يستخدم ملح الطعام فى الصناعات الغذائية كما فى صناعة المخللات وحفظ اللحوم والأسماك المملحة والمجففة وتعليب الخضروات . وقد يستعمل المحلول الملحى فى التعقيم للحصول على درجة حرارة أعلى من ١٠٠° مئوية تصل إلى ١٠٨,٩ عندما يتشبع المحلول بالملح ، وكذلك فى نقل البرودة داخل أجهزة التبريد المصممة باستخدام سائل التبريد فى صورة محلول ملحى . وكثيراً ما تبرد الأسماك بإضافة مخلوط الثلج والملح إليها بقصد الحفظ المؤقت .

والملح المستخدم فى مصانع الأغذية هو ملح الطعام ، أى كلوريد الصوديوم ، المستخرج من البحار بالتبخير فى ملاحات أو بالطرق الحديثة ، ومن بعض الصخور الملحية المنتشرة فى بعض الجهات . وتنتج جمهورية مصر العربية كميات كبيرة من الملح يصدر معظمها للخارج ، وفى الإمكان زيادة الإنتاج المحلى من الملح بدرجة كبيرة . وتنتج المصانع المحلية الملح بدرجات متفاوتة هى ملح الألبان النقى وملح المائدة الناعم والملح الصخرى الخشن .

ويجب أن يكون ملح الطعام المستخدم فى تصنيع الأغذية نقياً لا تزيد

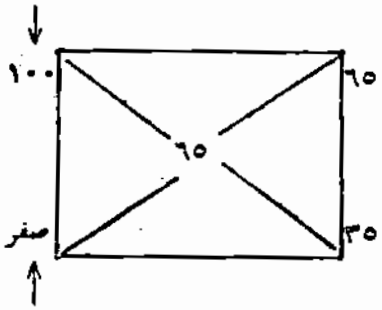
نسبة الشوائب به على واحد فى المائة ، ولا تتضمن هذه الشوائب حديداً يكسب المواد الغذائية لوناً أسوداً بتفاعله مع تانينات الأغذية ، أو يوداً يكسب الأغذية النشوية لوناً أزرقاً ، أو كالسيوماً يترسب فى هيئة بقع بيضاء على سطوح المواد الغذائية فى الوسط المرتفع الحموضة الذى تنخفض حموضته إثر هذا التفاعل فتتاح الفرصة للأحياء الدقيقة المسببة للفساد بالنمو والنشاط على الأغذية ، أو مغنسيوماً يكسب الأغذية طعماً قابضاً . ويجب أن يكون الملح ذو تأثير مائل للحموضة .

وبخلاف الطعم الملحى فى الأغذية والطعم السكرى السابق شرحه يعرف نوعان آخران من الطعم هما الحمضى ، الذى مصدره الأحماض العضوية فى الأغذية ، كأحماض التريك والطرطريك والماليك والخليك والأكساليك ، سواء أكانت هذه الأحماض موجودة طبيعيًّا فى الأغذية كالموالح والعنب والتفاح والخل والسبانخ ، أم كانت مضافة كما فى صناعة الشراب والغازوزة والمخللات ، والطعم القابض أو المر الذى ينشأ عن وجـــود القلويات والجليكوزيدات كأملاح الكالسيوم والأمونيوم والمغنسيوم ومركب الكينين . وعادة يتدخل أكثر من نوع واحد من أنواع الطعم فى إظهار نكهة المادة الغذائية .

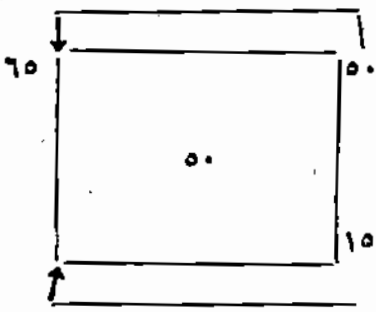
تحضير المحاليل السكرية والملحية :

أبسط الطرق لتحضير المحاليل وتعديل تركيزاتها هى باستخدام مربع بيرسون . فلتحضير محلول بتركيز معين من مكونيه الأصليين ، وهما السكر أو الملح والماء ، أو لرفع تركيز المحلول بإضافة المادة الصلبة إليه ، أو لخفض تركيز المحلول بإضافة الماء إليه ؛ أو لمزج محلولين مختلفى التركيز بعضهما ببعض للحصول على محلول متوسط التركيز ، يوضع التركيز المطلوب داخل مربع ويوضع تركيزا المكونين اللذين سيضافان بعضهما لبعض فى أحد جوانب المربع ، وتطرح الأرقام الجانبية من الرقم الداخلى أو العكس للحصول على ناتج طرح موجب يوضع فى نهاية القطر الواصل بين الزاويتين

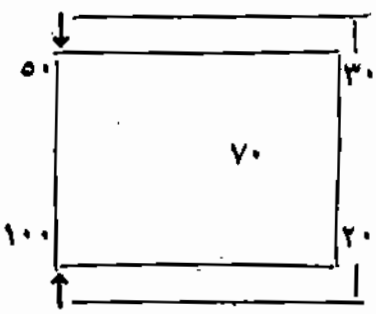
ماراً بالرقم الأوسط . فيكون الرقمان الجديدان الناتجان من عمليتى الطرح يمثلان نسبة الجزءين بالوزن من المكونين المقابلين اللازم مزجهما بعضهما ببعض للحصول على محلول بالتركيز المحدد داخل المربع بالوزن .



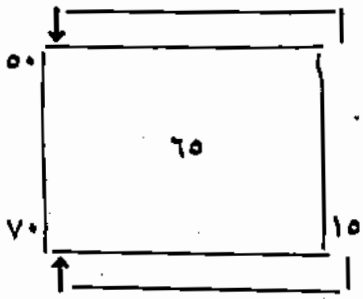
مثال ذلك تحضير محلول سكرى تركيزه ٦٥ فى المائة من السكر والماء ، فيتضح من المربع المجاور أن ٦٥ جزءاً بالوزن من السكر الذى تركيزه ١٠٠ فى المائة سكر تذاب فى ٣٥ جزءاً بالوزن من الماء الذى تركيزه صفر فى المائة سكر للحصول على المحلول المطلوب بتركيز ٦٥ فى المائة .



ولتخفيف المحلول السابق تحضيره إلى تركيز ٥٠ فى المائة يتضح من المربع أن ٥ جزءاً من المحلول السكرى الذى تركيزه ٦٥ فى المائة تخفف بمقدار ١٥ جزءاً من الماء الذى تركيزه صفر فى المائة سكر للحصول على المحلول المطلوب بتركيز ٥٠ فى المائة .



ولرفع تركيز المحلول السكرى الأخير ؛ أى الذى تركيزه ٥٠ فى المائة إلى ٧٠ فى المائة يتضح من المربع أن ٣٠ جزءاً بالوزن من المحلول السابق يضاف إليها ٢٠ جزءاً بالوزن من السكر للحصول على محلول تركيزه ٧٠ فى المائة .



ولتحضير المحلول السكرى الذى تركيزه ٦٥ فى المائة باستعمال المحلولين الآخرين اللذين تركيزهما ٥٠ ، ٧٠ فى المائة على التوالى ؛ يتضح من المربع أن ٥ أجزاء بالوزن من المحلول الذى تركيزه ٥٠ فى المائة تضاف إلى ١٥ جزءاً بالوزن من المحلول الذى تركيزه ٧٠ فى المائة للحصول على محلول تركيزه ٦٥ فى المائة .

وليس محتماً أن تضاف الأجزاء المحسوبة من المربع بعضها لبعض دائماً ، فقد تكون الكمية الناتجة أقل أو أكثر من المطلوب للمصنع . مثال ذلك إضافة ٦٥ جزءاً من السكر إلى ٣٥ جزءاً من الماء يعطى مائة جزء من المحلول السكرى الذى تركيزه ٦٥ فى المائة . فإذا كان المطلوب للمصنع هو كيلوجرام واحد من المحلول السكرى الذى تركيزه ٦٥ فى المائة فيجرى الحساب كما يلى :

١٠٠ جرام من المحلول المطلوب تحتاج إلى ٦٥ جراماً من السكر

∴ ١٠٠٠ » » » » » إلى س » »

∴ كمية السكر اللازمة = (١٠٠٠ × ٦٥) ÷ ١٠٠ = ٦٥٠ جراماً

وتكون كمية الماء اللازمة = ١٠٠٠ — ٦٥٠ = ٣٥٠ جراماً

ويمكن حساب كمية الماء بنفس طريقة حساب كمية السكر وهى :

١٠٠ جرام من المحلول المطلوب تحتاج إلى ٣٥ جراماً من الماء

∴ ١٠٠٠ » » » » » س » »

∴ كمية الماء المطلوبة = (١٠٠٠ × ٣٥) ÷ ١٠٠ = ٣٥٠ جراماً

وإذا كان المطلوب للمصنع مقدراً بوحدة الحجوم ، أى باللترات مثلاً ، بدلاً من وحدة الأوزان ، أصبح لزاماً حساب كثافة المحلول

وتحويل الحجم إلى وزن لأن مربع بيرسون يعطى نتائج بالوزن دائماً . مثال ذلك إذا أريد تحضير لتر من المحلول السكرى الذى تركيزه ٦٥ فى المائة يجرى الحساب كما يلى :

$$\text{كثافة المحلول السكرى المطلوب} = \frac{١٤٥}{١٤٥ - \text{قراءة البوميه}}$$

$$= \frac{١٤٥}{١٤٥ - (٦٥ \times ٠,٥٥)} = ١,٣٣$$

أى أن تركيز السكر فى المحلول المطلوب ، وهو ٦٥ فى المائة ، يحول إلى درجات بالنج ، وهى ٦٥ درجة ، وتحول قراءة البالنج إلى درجات بوميه بضربها فى ٠,٥٥ ، وتطبق المعادلة للحصول على كثافة المحلول من قراءة البوميه .

ويكون وزن المحلول المطلوب تحضيره = حجمه × كثافته

= ١٠٠٠ × ١,٣٣ = ١٣٣٠ جراماً

ويحسب وزن كل من السكر والماء اللازمين للتحضير كما فى المثال السابق باعتبار أن المطلوب هو ١٣٣٠ جراماً وليس ١٠٠٠ جرام .

ويمكن تحديد الكميات اللازمة حجماً من المحاليل المستعملة فى التحضير بنفس الطريقة السابقة ، أى بتحويل التركيز إلى قراءة بوميه وحساب كثافة المحلول من قراءة البوميه وقسمة وزن المحلول على كثافته لمعرفة الحجم اللازم استعماله . مثال ذلك إذا أريد معرفة حجم كل من المحلولين اللذين تركيزهما ٥٠ ، ٧٠ فى المائة اللازم لتحضير محلول تركيزه ٦٥ فى المائة سكر فواضح من إجابة هذا المثال السابق أن خمسة جرامات من المحلول تركيز ٥٠ فى المائة تضاف إلى ١٥ جراماً من المحلول تركيز ٧٠ فى المائة ، ولذلك تحول هذه المقادير المحسوبة بالوزن إلى مقادير حجمية بقسمتها على كثافة المحلول المستعمل وهى

١٤٥ ÷ (١٤٥ — ٥٠ × ٠,٥٥) للمحلول تركيز ٥٠ فى المائة سكر ،
١٤٥ ÷ (١٤٥ — ٧٠ × ٠,٥٥) للمحلول تركيز ٧٠ فى المائة . فتكون نسبة الإضافة بين المحلولين هى $\frac{٥}{١,٣٢}$ جزء بالحجم من المحلول ٥٠ فى المائة إلى $\frac{١٥}{١,٣٦}$ جزء بالحجم من المحلول ٧٠ فى المائة للحصول على ٤,٠٧ + ١١,٠٣ = ١٥,١٠ جزءاً بالحجم محلول سكرى تركيزه ٦٥ فى المائة .

ولا تختلف طرق تحضير المحاليل الملحية عما سبق شرحه بالنسبة للمحاليل السكرية .

الفصل الثامن والعشرون

منتجات الطماطم

تعاريف . تلوين منتجات الطماطم . طريقة صناعة بوريه الطماطم . صناعة عجينة الطماطم . صناعة الصلصة الحريفة . عصير الطماطم . اختبار جودة منتجات الطماطم .

تصنع ثمار الطماطم للحصول على منتجات متنوعة ، منها عصير الطماطم وصلصة الطماطم والصلصة الحريفة وغيرها . وقد وضعت مواصفات لكافة هذه المنتجات فى كثير من الدول ومن بينها جمهورية مصر العربية . وفيما يلى تعريف هذه المنتجات التى يلتزم بها المنتجون فى أمريكا :

١ ــ الطماطم المصفاة Strained tomatoes : وهو الناتج المتحصل عليه بتصفية الطماطم الناضجة السليمة خلال مصاف تستبعد القشور والبذور ، سواء عوملت الثمار بالحرارة أو لم تعامل .

٢ ــ عجينة الطماطم Tomatoe paste : وهى الناتج المتحصل عليه بتركيز عصير الطماطم المصفى والمضاف أو غير المضاف إليه ملح الطعام والذى لا تقل نسبة جوامد الطماطم به عن ٢٥ فى المائة مقدرة بالتجفيف على درجة ٧٠° مئوية تحت ضغط منخفض وباستبعاد الملح .

٣ ــ عجينة الطماطم الثقيلة Heavy tomatoe paste : وهى الناتج الذى لا تقل نسبة جوامد الطماطم الخالية من الملح به عن ٣٣ فى المائة .

وقد تكون العجينة خفيفة light ذات تركيز يتراوح بين ٢٥ ، ٢٩ فى المائة ، أو متوسطة تركيزها ٢٩ إلى ٣٣ فى المائة .

وقد يحضر العصير أو العجينة العادية أو العجينة الثقيلة من أجزاء الطماطم المتخلفة عن التجهيز ويعرف الناتج حينئذ باسم Strained tomatoes from trimming stock أو Tomatoe paste from trimming stock أو Concentrated or heavy tomato paste from trimmings على التوالى :

٤ ــ بوريه الطماطم المتوسطة Medium tomato purée : وهى الناتج

المتحصل عليه بتركيز عصير الطماطم والمضاف أو غير المضاف إليه ملح الطعام والذى لا تقل نسبة جوامد الطماطم الخالية من الملح به عن ١٠,٧ إلى ١٢ فى المائة .

٥ — بوريه الطماطم المركزة Heavy tomato purée : وهى الناتج المتحصل عليه بتركيز عصير الطماطم لرفع تركيز جوامد الطماطم الخالية من الملح إلى ١٢ إلى ٢٥ فى المائة .

ولا تتجاوز نسبة جوامد الطماطم الخالية من الملح فى بوريه الطماطم الخفيفة ٨,٣٧ إلى ١٠,٧ فى المائة .

٦ — الصلصة الحريفة Kètchup or catsup or catchup : وهى الناتج المحضر من عصير الطماطم الجيد والتوابل وملح الطعام والسكر والخل المضاف أو غير المضاف إليه بصل وثوم ، والمحتوى على نسبة من جوامد الطماطم لا تقل عن ٢ فى المائة .

٧ — Chili sauce : وهو الناتج المحضر من الطماطم الناضجة المقشورة المجزأة والفلفل المجزأ وملح الطعام والسكر والتوابل والخل والمضاف أو غير المضاف إليه بصل وثوم .

٨ — عصير الطماطم Tomato juice : وهو العصير غير المركز المبستر المحتوى على عصارة ثمار الطماطم وجزءاً من اللب ، ويحضر بعصر الطماطم الناضجة باستخدام أو بدون استخدام الحرارة ، والمضاف أو غير المضاف إليه ملح الطعام .

تلوين منتجات الطماطم :

تلون منتجات الطماطم عادة لترغيب المستهلك الذى اعتاد على تفضيل اللون الأحمر الداكن . وتتوقف كثافة اللون فى هذه المنتجات على صنف الطماطم ودرجة نضج الثمار وطريقة التصنيع وظروف الزراعة .

ويعزى لون منتجات الطماطم إلى وجود صبغة الليكوبين lycopene التى أطلق عليها Schunck هذا الاسم عام ١٩٠٣ بدلاً من اسم solanorubin الذى أطلقه Millardet عام ١٨٧٦ . وهذه الصبغة يمكن استخلاصها من الطماطم بالإيثير أو ثانى كبريتيد الكربون ، وبالتبخير تحت ضغط منخفض تنفصل الصبغة على هيئة بلورات حمراء اللون light carmine-red تركيبها كـ٤٠هـ٥٦ . وتنصهر هذه البلورات على درجة ١٦٨° مئوية . ويضعف لون الصبغة بملامسة الهواء نتيجة للأكسدة ، ولذلك فهى تحفظ فى جو من الإيدروجين أو ثانى أكسيد الكربون .

وفى حالة غياب صبغة الليكوبين من ثمار الطماطم تأخذ الثمار لوناً مصفراً مرجعه إلى وجود الكاروتين والزانثوفيل .

ويظهر اللون الأحمر فى ثمار الطماطم تدريجياً أثناء النضج ، فيختفى اللون الأخضر بتحليل الكلوروفيل ويظهر لون أبيض مخضر ويتحول هذا إلى الأصفر فالبرتقالى الباهت فالأحمر الفاتح فالأحمر الداكن .

وعند تصنيع الطماطم المخضرة اللون يميل لون المنتجات إلى البنى بتأثير حرارة التصنيع على الكلوروفيل . ويحترس من اتصال عصير الطماطم بالحديد أثناء التصنيع لأنه يكسب الليكوبين لوناً بنياً ، كما أنه يتحد مع التانين فى التوابل المضافة لبعض منتجات الطماطم مكسباً المنتجات لوناً أسود . ويتأثر لون المنتجات أيضاً بتأثير النحاس وبطول التسخين وبارتفاع درجة حرارة التسخين كثيراً وببطء التبريد بعد عملية البسترة . لذلك فأفضل الطرق لتركيز عصير الطماطم هو التسخين تحت ضغط منخفض .

ويقدر اللون فى منتجات الطماطم بالمقارنة بألوان قياسية كما فى طريقة Munsell وتدرج ثمار الطماطم تبعاً للون بالمقارنة بصور فوتوغرافية ملونة ، أو بتقدير لون مستخلص اللب باستخدام جهاز Agtron الذى ابتكره Magnuson ومن نتيجة التقدير تحدد درجة لون ثمار الطماطم الطازجة . وقد يستخدم الاسبكتروفوتومتر فى تقدير درجة اللون فى منتجات الطماطم . كما يستعمل جهاز الألوان المعروف

باسم Hunter color and color-difference meter في تقدير درجة اللون في ثمار الطماطم ومنتجاتها .

طريقة صناعة بوريه الطماطم :

تتلخص طريقة صناعة البوريه في انتخاب أصناف الطماطم المناسبة وفرزها وفحصها وغسلها وإزالة الأجزاء التالفة trimming وإزالة المحور coring وهرس الثمار المجهزة Pulping باستعمال السيكلون cyclone or pulper سواء بدون تسخين أو بعد نقل الثمار المجهزة إلى هراس وتسخينها بأنابيب بخار داخل صهريج breaking tank لتسهيل العصر ، ودفع العصير واللب في صهريج التركيز بواسطة مضخات مصنوعة من البرونز ، وتركيز العصير إلى الدرجة المناسبة في أوانى مفتوحة Open kettles or cookers يفضل أن تكون مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ ومسخنة بالبخار أو في أوانى مفرغة vacuum pans . وقد يضاف في صهريج التركيز قليل من زيت بذرة القطن لمنع تكون الرغاوى ، أو تضاف أجزاء في المليون من مادة سليكونية مانعة لتكوين الرغاوى Silicone antifoaming agents ويجرى التركيز عادة حتى يصل العصير إلى كثافة معينة ، وتعرف نقطة انتهاء التركيز بانخفاض الحجم إلى حد معين أو بتقدير الوزن النوعي مع تصحيح القراءة تبعاً لاختلاف درجة الحرارة بالرجوع إلى جداول خاصة أو بتقدير نسبة المواد الصلبة الذائبة فيستخدم الرفراكتومتر أو فرن التجفيف ، ويجب تجنيس البوريه قبل تعبئتها بإمرارها خلال مصافى مصنوعة من البرونز أو الصلب غير القابل للصدأ قطر ثقوبها ٠,٠٣٣ من البوصة .

وتعبأ البوريه وهي ساخنة في علب صفيح نظيفة مطلاة بالقصدير وتقفل العلب بإحكام وتعقم وتبرد بسرعة ، وقد تعبأ البوريه في براميل خشبية ويضاف إليها مادة حافظة مثل بنزوات الصوديوم أو الخل المقطر .

صناعة عجينة الطماطم :

تغسل ثمار الطماطم وتفرز وتزال منها الأجزاء التالفة وتكسر وتسخن لدرجة ٢٠٠° فهرنهيت لقتل الأنزيمات واستخلاص البكتين وتعصر ويركز

العصير الناتج تحت ضغط منخفض حتى ترتفع نسبة المواد الصلبة الذائبة إلى ٢٥ أو ٣٣ فى المائة وتبستر العجينة الناتجة على درجة ١٨٥ إلى ١٩٠ فهرنهيت وتعبأ العجينة وهى ساخنة فى علب صفيح وتقفل العلب وتعقم على درجة الغليان لمدة دقيقتين أو أربعة وتبرد العلب بسرعة . وقد تعبأ العجينة فى العلب على درجة ١٤٠° إلى ١٥٠° فهرنهيت وتقفل العلب وتعقم على درجة غليان الماء لمدة ربع ساعة .

وفى طريقة أخرى محسنة للمحافظة على لون ونكهة العجينة يسخن العصير واللب فى أنابيب مسخنة ثم يدفع فى هيئة رذاذ داخل صهريج مفرغ ويكرر ذلك حتى تصل درجة التركيز إلى الحد المطلوب .

ويمكن تجفيف عجينة الطماطم ، وكذلك العصير والكوكتيل والحساء ومنتجات الطماطم الأخرى وشرائح الطماطم ، فى مجففات أسطوانية تحت الضغط الجوى العادى أو فى مجففات الضغط المنخفض للحصول على مسحوق .

صناعة الصلصة الحريفة :

تنتخب ثمار الطماطم الغزيرة اللون الأحمر الناضجة السليمة المتماسكة القوام وتفرز وتغسل بالنقع وبالرذاذ وتفرز ثانية وتزال منها الأجزاء التالفة وتجزأ وتسخن لدرجة ١٩٠° فهرنهيت لقتل الإنزيمات البكتينية ولاستخلاص البكتين من القشور والبذور وأجزاء اللب ، وتهرس الثمار ويصفى العصير واللب خلال مصافى معدنية دقيقة الثقوب ، ويركز العصير واللب تحت الضغط الجوى العادى أو فى صهاريج مفرغة حتى يصل الوزن النوعى إلى ١,٠٦٠ ، ويضاف للعصير المركز الناتج الكميات المناسبة من ملح الطعام والسكر والخل ومسحوق البصل ومخلوط التوابل ، وقد يضاف مسحوق الثوم والفلفل الأحمر . وتضاف هذه التوابل عادة فى أحد الصور التالية :

(ا) مزيج من زيت التوابل وسكر الدكستروز .

(ب) مستخلص التوابل الناتج من تسخينها فى خل مقطر عدة ساعات .

(ج) مستخلص التوابل فى حامض خليك .

(د) زيوت التوابل مضافة إلى قليل من زيت نباتى أو خل .

(هـ) مستخلص مركز يعرف باسم spice oleoresin .

وتضاف التوابل عادة بعد تركيز العصير أو البوريه إلى الدرجة المطلوبة وهى ٣٢ إلى ٣٦ فى المائة منعاً لفقد المواد الطيارة من التوابل أثناء التركيز ، وكذلك منعاً لتطاير الخل . ويراعى فى إضافة السكر والملح أن يضاف على هيئة رذاذ أثناء غليان البوريه حتى يسهل ذوبانهما بدلا من رسوبهما فى القاع وتكتلهما . ويعتبر حامض الخليك المضاف هو المادة الحافظة للصلصة الحريفة أثناء فترة استهلاكها إذ أن تركيزه فى الصلصة يصل إلى ١,٢٥ فى المائة وهذا يكفى لحفظ الصلصة الحريفة مدة أسبوعين . وللتوابل المضافة تأثير حافظ ضعيف بسبب انخفاض نسبتها المضافة للصلصة الحريفة . وليس للسكر المضاف أى تأثير حافظ لانخفاض نسبته ، وتنحصر فائدته فى موازنة الطعم الحمضى الذى ينتج عن وجود حامض الخليك .

وتجنس الصلصة الحريفة وهى ساخنة بعد تحضيرها مباشرة بإمرارها خلال مصافى لإزالة الأجزاء الصلبة منها . ويجب أن تكون المصافى مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ أو البرونز لأن حامض الخليك يؤثر فى المعادن الأخرى . وتعبأ الصلصة الحريفة وهى ساخنة فى زجاجات نظيفة معقمة ساخنة . وقد يزال الهواء من الصلصة الحريفة بإمرارها فى جهاز تزع الهواء Vacuum deaerator فيساعد ذلك على منع حدوث الأكسدة أثناء التخزين . وفى حالة تعبئة الصلصة الحريفة على درجة حرارة تقل عن ١٨٥° فهرنهيت تبستر الصلصة المعبأة على درجة ١٨٥° فهرنهيت لمدة ٤٥ دقيقة . ومن الممكن إضافة بنزوات الصوديوم للصلصة الحريفة بنسبة عشر فى المائة ، إلا أن الصناعة الحديثة تعتمد على وجود حامض الخليك فى حفظ الصلصة الحريفة .

وتتعرض الصلصة الحريفة للفساد البكتريولوجى أثناء تخزينها ، كما قد يسود اللون عند فوهة الزجاجة . ويعتقد أن اسوداد اللون blackening يرجع

إلى تكون تانات الحديد بتأثير ذوبان الحديد فى الصلصة أثناء تركيز البوريه أو بتأثير حامض الخليك على معدن غطاء الزجاجة المعبأة بالصلصة الحريفة . ويساعد الهواء فى حدوث الاسوداد بأكسدته الحديد إلى حديديك . أما الفساد البكتريولوجى فتسببه كائنات حية غير متجرثمة من أنواع موجبة لصبغة جرام من جنس Leuconostoc, Lactobacillus . وجميع هذه الأحياء المسببة للفساد فى الصلصة الحريفة تقتل بالحرارة على درجة ١٧٠° فهرنهيت خلال بضع دقائق .

ويمكن صناعة صلصة حريفة بالنسب التالية :

بوريه طماطم (وزن نوعى ١,٠٦٠)	١٠٠ جالون	ملح طعام	٢٨ رطل
سكر	١٢٥ رطل	بصل	٢٥ رطل
ثوم	٧–١٦ أوقية	قرفة	٢٥ أوقية
جوزة الطيب	٣,٥ أوقية	قرنفل	٢٥ أوقية
بهارات Allspice	١٥ أوقية	شطة	٣,٥ أوقية
فلفل أحمر مطحون	٢ رطل	خل مقطر (١٠٪)	١٢ جالون

توضع التوابل جميعها عدا البصل والثوم والفلفل الأحمر فى الخل وتغلى لمدة ساعتين ، مع مراعاة تغطية الوعاء أثناء الغليان ، ثم يضاف السكر والملح ، ويصفى المستخلص ويضاف للصلصة قرب انتهاء غلياتها . ويضاف مسحوق الفلفل الأحمر . ويضاف البصل والثوم للصلصة قبل التصفية .

وفى طريقة أخرى توضع التوابل ، عدا البصل والثوم ، فى كيس من القماش وتغلى مع بوريه الطماطم . ويمكن وزن المكونات التالية ووضعها فى قطعة من الشاش توضع داخل حلة الضغط مع الماء وتسخن لمدة ثلاث ساعات بعدها تصفى وترشح ويضاف إليها الصلصة وتقلب . وكمية الصلصة تكون كيلوجرام واحد وبتركيز ٢٧٪ فيضاف إليها ٩٠٠ ملليمتر ماء لتصل نسبة التركيز النهائية بعد إضافة التوابل إلى ٢٠٪. ويجب عند حساب نسبة المواد الصلبة النهائية أن تؤخذ فى الاعتبار كميتا الملح والسكر المضافتين :

ملح طعام	٣٣,٩ جرام	قرنفل	١,١٣٥ جرام
سكر	١٦٠ جرام	بهارات	١,١٣٥ جرام
بصل مخروط	٣٠,٢ جرام	فلفل حامى	٠,٢٦٧ جرام
ثوم مخروط	٠,٩١٥ جرام	فلفل عادى	٢,٤٢ جرام
قرفة	١,٩ جرام	خل ١٠٪	١٢٠ ملليمتر

جوزة الطيب ٠,٢٦٧ جرام

عصير الطماطم :

يعرف عصير الطماطم بأنه العصير غير المركز المبستر المحتوى على عصارة ثمار الطماطم وجزءاً من اللب ، المحضر بعصر الثمار التامة النضج على البارد أو على الساخن والمضاف أو غير المضاف إليه ملح الطعام . ولا تتجاوز نسبة ملح الطعام ٠,٦ فى المائة عادة .

ويحتوى عصير الطماطم على كمية من فيتامين ج تعادل نصف ما يوجد فى البرتقال عادة ، وكمية من فيتامين ا تعادل الضعف تقريباً . ويترك العصير أثراً قلوياً بعد الهضم فى الجسم لاحتوائه على رماد قاعدى بنسبة مرتفعة . والعصير مصدر غذائى جيد لكل من الحديد والنحاس والمنجنيز .

ولتحضير العصير تنتخب الثمار وتفرز وتغسل وتزال منها الأجزاء التالفة وبعد فرزها وغسلها بالرذاذ القوى ، تهشم الثمار وتسخن تسخيناً ابتدائياً على درجة ١٤٠° إلى ١٨٠° فهرنهيت وتعصر فى آلات حديثة خاصة تغنى عن استخدام السيكلون القديم الذى يفقد العصير محتوياته من فيتامين ج . ويضاف ملح الطعام إلى العصير ويقلب جيداً ، أو قد يضاف القدر المحسوب من الملح لكل علبة أثناء التعبئة وقبل القفل باستخدام ماكينات خاصة ، أو تضاف أقراص الملح فى العلب قبل أو بعد ملئها بالعصير . ويعقم العصير المعلب على درجة ٢١٢ أو ٢١٨ أو ٢٢٠° فهرنهيت ، أو يبستر بالطريقة الحديثة على درجة ٢٤٠° إلى ٢٥٠° فهرنهيت فى جهاز مقفل ويبرد بسرعة إلى ٢١٠° فهرنهيت ويعاد الضغط إلى مقداره الطبيعى ،

ثم يعبأ العصير فى العلب على درجة ٢٠٥° فهرنهيت على الأقل . وهذه الطريقة الحديثة لتعقيم العصير تفيد فى حالة التلوث بالبكتريا المقاومة للحرارة .

اختبار جودة منتجات الطماطم :

لتقدير جودة منتجات الطماطم تعد البكتريا والحشرات ويقدر الوزن النوعى ، ومعامل الانكسار ونسبة حامض الخليك ونسبة المواد الصلبة غير الذائبة ونسبة الحموضة الكلية ورقم pH وكثافة اللون . ويقدر اللون عادة بالمقارنة بطريقة Munsel color disks .

ويجب أن تتطابق منتجات الطماطم مع المواصفات المحددة بمعرفة وزارتى الصناعة والصحة .

الفصل التاسع والعشرون

حفظ الأطعمة بالمواد الحافظة وبالأشعة

المواد الحافظة . المواد المضادة لنشاط الأحياء الدقيقة . المضادات الحيوية . الحفظ بالإشعاع

المواد الحافظة :

تضاف لبعض المنتجات الغذائية مواد حافظة بقصد إطالة مدة حفظ وثبات الأطعمة . وهذه المواد المضافة يلزم اختيارها فسيولوجيًّا للتأكد من بعدها عن الإضرار بصحة الإنسان عندما تستخدم بالتركيزات المناسبة للحفظ ؛ وهذا يستوجب بالطبع استخدام أقل تركيز ممكن من هذه المواد الحافظة المضافة . إلا أن هذه الاختبارات أصبحت غير ملزمة للصانع الآن نظراً لأن معظم الدول المتقدمة قامت حكوماتها بإجرائها وحدد مشرعوها التركيزات الواجب استخدامها لتصبح المنتجات الغذائية فى حدود الأمان .

والمواد الحافظة preservatives تمنع حدوث الفساد الميكروبى والفساد الكيميائى فى المنتجات الغذائية ، بالإضافة إلى أنها تحد من نشاط الحشرات والقوارض . لهذا تعرف المواد الحافظة بأنها المواد التى تضاف الأطعمة بقصد منع أو تأخير حدوث الفساد بها .

وأكثر المواد الحافظة استخداماً فى التصنيع الغذائى هى : بروبيونات الكالسيوم ، سوربات البوتاسيوم ، حمض البروبيونيك ، بروبيونات الصوديوم ، سوربات الصوديوم ، حمض السوربيك ؛ وهناك مواد حافظة تستخدم فى أغراض خاصة منها : حمض الكابريليك المضاف فى مواد تغليف الجبن ، بيكبريتيت الصوديوم ، ميتا بيكبريتيت البوتاسيوم ، بنزوات الصوديوم بنسبة ٠,١ ٪ ، بيكبريتيت الصوديوم ، كبريتيت الصوديوم ، ميتابيكبريتيت الصوديوم ، غاز ثانى أكسيد كبريت . أما المواد الحافظة التى تستخدم فى أغراض عامة متعددة فهى : حمض الخليك ، حمض الستريك ، حمض الفوسفوريك ، السوربيتول ؛

المواد المضادة لنشاط الأحياء الدقيقة :

تستخدم بعض المواد غير العضوية فى الحد من نشاط الأحياء الدقيقة المسببة لفساد الأغذية ، ومنها غاز ثانى أكسيد الكبريت ذو الأثر الفعال ضد البكتريا والفطريات وبدرجة أقل ضد الخمائر لذلك يستخدم فى عمليات التخمر وحفظ مركزات الفاكهة بالإضافة إلى استخدامه فى صناعة التجفيف لإيقاف الإنزيمات التى قد تؤدى إلى ظهور لون بنى فى المنتجات المجففة نتيجية لتفاعل السكريات مع الأحماض الأمينية ، ومنها فوق أكسيد الإيدروجين الذى يقتل البكتريا اللاهوائية المكونة للجراثيم ولذا يضاف بنسبة ١٠٪ لبعض الأطعمة إذا سمحت التشريعات بذلك ، ومنها غاز الكلور المضاف لماء الشرب ، ومنها غاز ثانى أكسيد الكربون ذو الأثر الحافظ فى المياه الغازية وبعض المنتجات نصف المصنعة عندما يكون الضغط مرتفعاً .

أما المواد العضوية المستخدمة فى هذا الغرض فمنها : حمض البنزويك وأملاحه ومشتقاته المستخدم بتركيز محدد لا يصل حد الجرعة السامة ، أى بتركيز واحد فى الألف ، وهو يؤثر فى الخمائر بدرجة أشد من الفطريات وأقل تأثير له على البكتريا ؛ ومنها الأحماض الدهنية ذات العدد من ذرات الكربون المتراوح بين ٢ ، ١٤ ، مثل حمض الخليك المضاف للخبز وحمض البروبيونيك المضاف للمخللات لمنع نمو الفطريات ، ويزداد أثر الحامض فى حالة وجود روابط مزدوجة لكنه يقل فى حالة تشعب سلسلة الحامض الدهنى ، ومنها حمض السوربيك الدهنى غير المشبع الذى يفوق بنزوات الصوديوم فى مقاومة الفطريات لأنه يثبط نشاط إنزيم الدهيدروجينيز ، وهو يضاف فى أغلفة الجبن ؛ ومنها حمض الدهيدروخليك الذى يضاف لبعض الأطعمة الطازجة ، وحمض فوق الخليك ك يدم ك ا ا ا يد الذى يرش على البيض ليطيل مدة حفظه إذا سمحت التشريعات بذلك ؛ وهو يتحلل إلى ثانى أكسيد كربون وماء بالتعرض للهجو ، ومنها الجليكولات ، كالبروبيلين جايكول ك يدم ك يدا ك يدم ا يد وثلاثى

الإيثيلين جليكول ك يدم ا ك يدم ك يدم ا يد المستخدمان فى جو المخازن بنسبة ١ — ٢ جزء فى المليون ، ومنها الإيدروكربونات الكلورية ، مثل ثلاثى الكلورو إيثيلين والإيثيلين ثنائى الكلوريد فهما يمنعان نمو الأحياء الدقيقة فى الحفظ المؤقت ، ومنها مواد التدخين Fumigants القاتلة للحشرات فى مخازن الحبوب مثل بروميد الميثايل وأكاسيد الإيثيلين والبروبيلين .

المضادات الحيوية :

يطلق اسم المضادات الحيوية Antibiotics على المواد التى تنتجها الأحياء الدقيقة ويكون لها قدرة إهلاك الميكروبات ، ومن أمثلتها البنسلين والاستربتوميسين والكلوروتتراسيكلين والأوريوميسين . والباستراسين . وهذه المواد أمكن استخدامها فى حفظ الأطعمة على أساس أنها غير سامة للإنسان عند تناولها عن طريق الفم بقدر محدد . وتفضل المواد ذات الأثر الفعال ضد مجموعة كبيرة من الميكروبات ، وكذلك المواد القابلة للهضم والتمثيل فى جسم الإنسان . ويعترض على استخدام هذه المواد باحتمال إكسابها لجسم الإنسان مناعة على مر الزمن فيصبح استخدامها للعلاج عند الضرورة ليس مفيداً . لذلك ينصح بعدم استخدام المضادات الحيوية فى حفظ الأطعمة إلا إذا تعذر استخدام طرق الحفظ الشائعة الأخرى وعندما يكون للمضادات الحيوية أثر أقوى . وفى بعض الدول يستخدم الأوريوميسين فى حفظ الدواجن .

الحفظ بالإشعاع :

استخدم الإشعاع فى حفظ الأطعمة ، فهو يحفظ للأطعمة الطازجة صفاتها بعض الوقت حتى يتم تسويقها دون حاجة إلى تبريد ، وهو يقتل الحشرات الملوثة للأطعمة فى جميع أطوارها ، ويوقف نمو البراعم والأنسجة فى البطاطس والبصل وبعض الأطعمة الأخرى ، ويبيد الطفيليات والميكروبات السامة ، ويكسب اللحوم نعومة ، ويفيد فى تعتيق النبيذ . وقد أطلق على

هذه الطريقة الجديدة اسم التعقيم البارد cold sterilization أو التعقيم بالأشعة Radiation Sterilization .

وجميع الأطعمة التى يتناولها الإنسان تحتوى على مصادر إشعاع لكنها لا تعرض صحة الإنسان للضرر ، كما أن الكربون والبوتاسيوم المشعان يوجدان فى جسم الإنسان . وضرر الإشعاع على الإنسان يبدأ عند بلوغ الإشعاع ٥٠ ــ ٣٠٠ rads وتصبح الحالة خطرة عند ٣٠٠ ــ ٥٠٠ وحدة ، وتحدث الوفاة خلال أسبوع واحد عند التعرض إلى إشعاع قدره ٥٠٠ ــ ١٠٠٠ ، بينما تحدث الوفاة خلال يوم واحد بتجاوز الإشعاع ١٠٠٠ rads .

وفى التعقيم البارد تستخدم كل من أشعة بيتا وجاما . ويراعى فى اختيار مصدر الإشعاع أن تنخفض به كمية النيوترونات لأنها تسبب الإشعاع فى الأطعمة . وهذه المعاملة تحدث أكسدة واختزالاً فى بعض المركبات التى تحتويها الأطعمة ، كما تحدث تغيرات فى التركيب الجزيئى والذرة لبعض المواد المعاملة ، بالإضافة إلى أن الإشعاع قد يسبب تأين بعض جزيئات الماء معطياً أيونات أيدروجين وأيونات إيدروكسيل بالغة النشاط ، وهذه بدورها قد تدخل فى عمليات أكسدة واختزال وتكسير روابط كربونية وإحداث تفاعلات ثانوية مثل ارتباط الأكسيجين الذائب بالأيدروجين مكوناً شقاً فوق أكسيد شديد النشاط ومنه يتكون فوق أكسيد إيدروجين . ويؤثر التعقيم البارد على نكهة الأطعمة البروتينية لإحداثه تغييرات فى طبيعة البروتينات ، إذ تنفصل بعض الجزيئات ويرتبط البعض الآخر ، وقد يترسب البروتين فى حالة شدة الإشعاع حيث تنفتح السلسلة الببتيدية وترتبط بعض الجزيئات ببعضها ويتجمع البروتين ويرسب . وقد ينفصل من البروتين أمونيا ومركبات كبريتية وثانى أكسيد كربون بطول التعرض للإشعاع . وهذا يفسر طول فترة تكوين الخثرة فى اللبن عقب التعقيم البارد حيث يتأثر بروتين اللبن ويقل النشاط الإنزيمى ويتأثر اتزان الكالسيوم ، كما يتغير طعم اللبن . ويؤدى الإشعاع إلى

خفض درجة جودة البيض لأنه يقلل من كثافة البياض . وللإشعاع أثره السيئ فى الأحماض الأمينية ، فقد تفقد مجموعة الأمين وتنطلق أمونيا كما تنطلق بعض المركبات الكبريتية .

وللإشعاع تأثير متلف على الفيتامينات ، خصوصاً فيتامين ك k ، كما أنه يحلل النشا معطياً مركبات وسطية ثم هكسوز ، ويحلل البكتين والسكروز ، ويجعل السليلوز قابلاً للذوبان ، ويغير خواص الليبيدات لإتلافه مضادات الأكسدة فتتكون بيروكسيدات وتظهر مركبات كربونيل وأحماض ، ويحول الأحماض الدهنية المشبعة ، فى غياب الأوكسيجين والماء ، إلى إيدروجين وثانى أكسيد كربون وأول أكسيد كربون وبخار ماء وغازات إيدروكربونية طيارة ، ويؤثر فى ألوان الصبغات الطبيعية .

ويعلل تأثير الإشعاع على الأحياء بتأثيره على الخلايا تدريجياً إلى أن تصبح عديمة القدرة على التكاثر وتتغير الاحتياجات الغذائية أو تموت الخلايا . وتكون الجراثيم أكثر مقاومة للإشعاع من الخلايا الخضرية . وتستخدم أشعة جاما فى قتل الطفيليات الملوثة للأغذية حتى المقاومة منها للكلور مثل الأميبا ، كما تستخدم للتأثير فى الحشرات .

وتعبأ الأطعمة المعقمة بالإشعاع فى عبوات من السلوفان أو البولى إيثلين أو البولى ستيرين أو الفينايل أو الساران أو البوليوفيلم ؛ إذ أن هذه المواد لا تتأثر بالإشعاع إلا عندما يزيد قدره عن مليونين أو ثلاثة ملايين rads .

ويمكن أن تقترن طريقة الحفظ بالإشعاع بطرق أخرى للحفظ ، كأن تستخدم المضادات الحيوية مع الأشعة فى حفظ اللحوم ، أو تسوى اللحوم ثم تعامل بالأشعة ، أو تقتل الإنزيمات بالحرارة قبل المعاملة بالأشعة . ويتوقف مدى التعقيم البارد على نوع الإشعاع وقوته وظروف البيئة .

وتتلخص طريقة التعقيم البارد للبطاطس فى تنظيف الدرنات وفرزها وخفض درجة حرارتها إلى أقل من ٧٠° فهرنهيت وتعريضها للأشعة بحيث

تمتص كل واحدة منها حوالى ٦٠٠٠ — ٩٠٠٠ راد ، ويمكن زيادة كمية الإشعاع الممتص بحوالى ٢٠٪ عندما يراد تخزين البطاطس على درجة الحرارة العادية .

ولتعقيم الدقيق على البارد يعبأ فى عبوات سعة عشرة أرطال وتقفل العبوات وتعرض للإشعاع بحيث تمتص كل عبوة حوالى ٤٠٠٠٠ راد على الأقل ، ويجب ألا تزيد الكمية عن ٦٠٠٠٠ راد .

والفواكه تحفظ بإعطائها ١٥٠٠٠٠ — ١٨٠٠٠٠ راد .

والدواجن التى لا يزيد عمرها على شهرين تذبح ، وتعرض للبخار لإيقاف نشاط الإنزيمات ، وتسخن حتى تصل درجة حرارتها من الداخل إلى ١٦٥ — ١٧٥° فهرنهيت ، وتبرد إلى درجة ٥٠° فهرنهيت خلال ساعة واحدة ، وتعبأ تحت ضغط منخفض ، وتعرض العبوات للإشعاع لتمتص كل عبوة ٤,٨ — ٥,٢ mega rads خلال ساعة واحدة مع تحاشى ارتفاع درجة الحرارة عن ٧٥° فهرنهيت .

مقدمة

يبحث علم الصناعات الغذائية فى كثير من الموضوعات التى يصعب جمع شملها فى كتاب معتدل الحجم ، خصوصاً إذا أريد عرض كل من هذه الموضوعات فى صورة دراسة شاملة عميقة وافية ، لذلك آثرت أن أقدم كتابى فى عدة أجزاء متتابعة ، صدر منها اثنان خصصا للدراسات النظرية والعملية فى نطاق صناعات السكر والكاكاو والشيكولاته والدقيق والخبز والمكرونة والنشا والبيرة وأطعمة الإفطار والأرز والمنتجات الثانوية لمصانع الحبوب والطحينة والسيرج والحاوى الطحينية . كما تضمنا دراسة وافية لصوامع الغلال ومخازن الدقيق والتخمر .

وها هو الجزء الثالث يعالج مزيداً من موضوعات الصناعات الغذائية التى من بينها صناعات حفظ الأغذية فى الأوانى المحكمة القفل . أى التعليب ، وتجفيف الأغذية ، والحفظ بالتبريد والتجميد ؛ والزيوت العطرية ؛ وفساد والأغذية والتسمم الغذائى ؛ وتعبئة الفاكهة والخضروات الطازجة ، والخل ، والمياه الغازية والمخللات . والعصير والشراب . والمربى والجلى والمرملاد ، ومنتجات الطماطم ، والإنضاج الصناعى للفاكهة والخضر .

أما الجزء الرابع فخصص لعمليات التصنيع الغذا وكيمياء النباتات ، والخامس للتشريعات الغذائية والمركز الاقتصادى ، والسادس لأسس الكيمياء الحيوية والتمثيل الغذائى ،والسابع للحلوى .

ولأبرز الأهمية العلمية والاقتصادية لهذا المؤلف أذكر أن مصانع الأغذية المصرية قد تطورت فى السنين الأخيرة تطوراً ملحوظاً واحتلت هذه المصانع مكانة رئيسية ضمن موارد واقتصاديات الدولة ؛ فكان لزاماً علينا أن يصدر مؤلف شامل يتابع هذه التطورات ويساهم فى توجيه هذه الصناعات . والقارئ

يدرك أن المواد الغذائية يشرف على إنتاجها وتداولها عدة مؤسسات منها المؤسسة المصرية العامة للصناعات الغذائية والمؤسسة العامة للمطاحن والمخابز والصوامع ومؤسسة المضارب .

ولإيضاح المركز الاقتصادى للمصانع القائم على شئونها هذه المؤسسات نذكر فيما يلى نبذة نشرتها الصحف عن أولاها :

- تتبع المؤسسة ٣٢ شركة تعمل فى ١٠ قطاعات مختلفة .
- الشركات التابعة للمؤسسة هى :
- قطاع السكر ولب الورق :
  - شركة السكر والتقطير المصرية .
  - شركة النصر لصناعة السكر ولب الورق .
- قطاع الزيوت والصابون :
  - شركة الملح والصودا المصرية .
  - شركة أقطان كفر الزيات .
  - شركة طنطا للزيوت والصابون .
  - الشركة المصرية للزيوت والصابون .
  - شركة الإسكندرية للزيوت والصابون .
  - شركة مصر للزيوت .
  - شركة معاصر الزيوت النباتية والمصابن .
  - شركة القاهرة للزيوت والصابون .
  - شركة المنتجات العالمية .
  - شركة الزيوت المستخلصة .

- قطاع الدخان والسجاير :
  - الشركة الشرقية للدخان (إيسترن) .
  - شركة النصر للدخان والسجاير .
- قطاع الألبان :
  - شركة النصر للألبان والمنتجات الغذائية .
  - شركة مصر للألبان والأغذية .
  - الموسسة المصرية لصناعة الجبن الجاف (نستو) .
- قطاع الأغذية المحفوظة :
  - شركة أدفينا للأغذية المحفوظة :
  - شركة النصر للأغذية المحفوظة (قها) .
  - شركة النصر لتصنيع الأسماك .
- قطاع الحلوى والبسكويت والشيكولاته :
  - الشركة المصرية للأغذية (بسكو مصر) .
  - شركة النصر للمنتجات الغذائية .
  - شركة الإسكندرية للحلويات والشيكولاته .
- قطاع المشروبات الكحولية :
  - شركة بيرة الأهرام .
  - شركة الإسكندرية للمشروبات المقطرة .
- قطاع المياه الغازية :
  - شركة النصر لتعبئة الزجاجات .
  - شركة القاهرة لتعبئة الزجاجات .

ـ الشركة الوطنية المصرية لتعبئة الزجاجات بالقاهرة .

ـ الشركة الوطنية المصرية لتعبئة الزجاجات بالإسكندرية .

● قطاع التجفيف :

ـ شركة النصر لتجفيف المنتجات الزراعية .

ـ شركة الإسكندرية للتجفيف .

● قطاع النشا والجلوكوز والخميرة :

ـ الشركة المصرية لمنتجات النشا والخميرة .

ـ الشركة المصرية لصناعة النشا والجلوكوز .

● بلغ إجمالى إنتاج شركات المؤسسة فى عام ١٩٦٣ / ١٩٦٤ أكثر من ٢٠٠,٧ مليون جنيه بزيادة قدرها ٢٥,٧ مليون عن السنة السابقة ٦٣ / ١٩٦٤ وبزيادة ٦٤,١ مليون جنيه عن إنتاج عام ٦٠ / ١٩٦١ .

● زاد إنتاج مختلف قطاعات المؤسسة فى الفترة من عام ٦٠ / ١٩٦١ إلى عام ١٩٦٣ / ١٩٦٤ بالنسب الآتية :

ـ فى قطاع السكر زاد الإنتاج ٣٥٪ .

ـ « « الزيوت بلغت الزيادة ٣٥٪ .

ـ « « الدخان والسجاير بلغت الزيادة ٥٨٪ .

ـ « « الألبان وصلت الزيادة إلى ٦١٪ .

ـ « « الأغذية المحفوظة ارتفعت الزيادة إلى ١٨٣٪ .

ـ « « الحلوى والبسكويت والشيكولاتة كانت الزيادة ٣٦٪ .

ـ « « المشروبات الكحولية وصلت الزيادة ٥٦٪ .

ـ « « المشروبات الغازية حقق الإنتاج زيادة ٤٥٪ .

– فى قطاع التجفيف زاد الإنتاج ٩٩٪ .
– « « النشا والجميرة بلغت الزيادة ٣٧٪

● بلغ إجمالى قيمة مبيعات شركات المؤسسة الغذائية فى السنة المالية ١٩٦٤/٦٣ أكثر من ١٧٩,٢ مليون جنيه وكانت ١٢١,١ مليون جنيه فى العام المالى ٦٠ / ١٩٦١ .

● قفزت صادرات المؤسسة من ٤,٧ مليون جنيه عام ٦٠ / ١٩٦١ إلى ٦,٤ مليون جنيه .

● يبلغ عدد العاملين بقطاعات المؤسسة المختلفة ٦٠٧١١ عاملاً .
ويبلغ مجموع المبالغ التى تقاضاها العاملون بالمؤسسة عام ١٩٦٤/٦٣ أكثر من ١٢,٨ مليون جنيه .

● من التجارب الجديدة التى يقوم بها قطاع الأغذية المحفوظة إعداد مسحوق الفول المدمس ليكون وجبة كاملة للأطفال وكذلك إعداد الشمام والبرقوق بالشراب وتعليب وجبات من اللحم والفراخ والخضار .

تعاقدت المؤسسة على إنشاء وحدتين للتجفيف بالتجميد وأجريت تجارب على الأغذية المجففة بالتجميد على المشمش والبطاطس والفاصوليا والجمبرى والأسماك واللحوم وقمر الدين من عصير البرتقال

● تقدم المؤسسة إلى الأسواق إنتاجها الجديد من الأسماك المحفوظة مثل الثعابين المدخنة والسمك البورى وسمك البكالاه ويودرة السمك ، وكذلك أسماك البحرين الأبيض والأحمر محفوظة فى علب .

● اهتمت المؤسسة الغذائية بوجبات مرضى السكر ، وقد أنتجت لهم المكرونة

بالفيتامين ، وأنواع البسكويت والخبز المغلف والمربى والكومبوت المحلاة بمحليات صناعية وكذلك المياه الغازية .

● تجرى مصانع الزيوت التابعة للمؤسسة تجاربها لاستخلاص زيت غذائى ومسلى صناعى من خامات محلية مثل الفول السودانى وعباد الشمس والقرطم وفول الصويا المحلى وزيت النخيل المستورد من نيجيريا ، وقد أنتجت مصانعنا نوعاً من الزبد الصناعى يستعمل كبديل للزبد الطبيعى .

وقد تحسن المركز الاقتصادى للصناعات الغذائية كثيراً خلال الأعوام الإثنين والعشرين الأخيرة ، وبدا هذا واضحاً فى البيانات التى نشرتها الصحف عام ١٩٧٢ . فالإنتاج زاد بمقدار ٢٦٪ وبلغت قيمته ١,١ مليون من الجنيهات فى كل يوم ، وصدرت الدولة سلعاً غذائية منه قيمتها ١٧ مليوناً من الجنيهات سنوياً ، ودخل الخزانة العامة من فرع واحد من فروع الصناعات الغذائية ، وهو فرع الدخان ، ١٣٣ مليوناً من الجنيهات ، وزاد إنتاج السكر ، على سبيل المثال ، من ١٨٩,٠٠٠ إلى ٦٣٢,٠٠٠ طن سنوى . وقدر حجم قطاع الصناعات الغذائية بحوالى ٣,٦ مليوناً من الجنيهات .

وينحصر نشاط مصانع الصناعات الغذائية المحلية ، المقسم بين ٢٥ شركة ، فى مجالات تصنيع السكر ، الزيوت والمسلى الصناعى والصابون والمنظفات الصناعية ، الدخان والسجاير ، الألبان ومنتجاتها ، الأغذية المحفوظة ، الحلوى والبسكويت والشيكولاته ، المشروبات الكحولية والمقطرة ، المياه الغازية ، الخلاصات الغذائية والعطرية ، تجفيف المنتجات الزراعية ، النشا والجلوكوز والخميرة ، ملح الطعام .

ومن مظاهر نشاط مؤسسة الصناعات الغذائية التقدم بعدد ١٨٠ مشروعاً تعطى إنتاجاً قيمته ٣٦٧ مليوناً من الجنيهات ، وبلغ حجم الاستثمارات المنفذة فيها ١٢٥ مليوناً من الجنيهات . وقد ارتفع عدد العمال إلى ٨٩,٠٠٠ عامل

يتقاضون ٢٥,٥ مليونًا من الجنيهات ؛ كما ارتفعت الأرباح إلى ١٧,٤ مليون من الجنيهات .

وتميز قطاع السكر بالذات بمقدرته على سد احتياجات الاستهلاك المحلى : المقدر بحوالى ٥٧٠,٠٠٠ طن ، وبتحقيق فائض أمكن تصديره للخارج : بعد أن كانت الدولة تستورد كميات من السكر لمجابهة الاستهلاك المحلى . أما قطاع الزيوت فتميز بإدخال الطرق المستمرة الحديثة وبذلك استطاع توفير ما يلزم للاستهلاك المحلى ومعه زيادة بلغت ٣,٠٠٠ طن سنوى ، وهذا الإنتاج بلغت قيمته ٦٢,٨ مليون من الجنيهات . وقطاع الألبان أنتج ٣٦,٠٠٠ طن من اللبن المبستر . وقطاع الحلوى والبسكويت زاد إنتاجه حتى بلغت قيمته ٩,٨ مليون من الجنيهات . وقطاع النشا والجلوكوز بلغت قيمة إنتاجه ٥,٥ مليون من الجنيهات . وقطاع الأغذية المحفوظة والتجفيف ، المتضمن صناعات التعليب والتجفيف والتجميد ، بلغت قيمة إنتاجه ٥,٨ مليون من الجنيهات ، منها مليونان قيمة المنتجات التى صدرت للخارج . وقطاع المياه الغازية استحدث الكثير من الآلات والمعاملات ، وبلغت قيمة إنتاجه ٨,٩ مليون من الجنيهات . وقطاع ملح الطعام بلغ إنتاجه حوالى ٤٠٠,٠٠٠ طن سنوى . وقطاع المشروبات الكحولية أنتج المولت والبيرة والروم والبراندى والنبيذ بالقدر المطلوب للاستهلاك المحلى وللتصدير ؛ وبلغت قيمة الكميات المصدرة أربعة ملايين من الجنيهات . وقطاع الزيوت العطرية ومكسبات الطعم والرائحة أنتج مركزات المياه الغازية وإسانسات العطور وعجينة الياسمين بكميات قدرت قيمتها بحوالى ١,٧ مليون من الجنيهات ، تشمل صادرات بحوالى ٧٥٩,٠٠٠ جنيه . وتفوقت مصر عام ٧٣ / ١٩٧٤ على دول العالم المنتجة لعجينة الياسمين ، إذ أنتجت ٣,٩٠٠ كيلو جرام مقابل ١,٦٠٠ و ٩٠٠ و ١,٥٠٠ و ٨٨٠ و ٢٢٠ و ٤٣ و ٣٠٠ ؛ أنتجتها دول إيطاليا وفرنسا ومراكش والجزائر وأسبانيا ومدغشقر وتركيا على التوالى . وقد أنتج القطاع العام ١,٧٦٢ طنًا من الكواونيا ، وخمسة أطنان من مستحضرات التجميل ، ١٢٥ طنًا من الكريمات ، وتسعة أطنان من الشامبو .

و ٩٠ طنًا من بودرة التلك . كما أنتج القطاع الخاص ٣٥٠ ، ٣٥ ، ١٢٥ ، ٢٢٥ ، ٢٠ طناً من نفس المنتجات على التوالى . وقد زاد الإقبال فى العام الأخير على صادراتنا من زيت العتر وعجينة الياسمين وعجينة الفتنة وعجينة الورد وعجينة اللارنج وزيت لبلوب اللارنج وزيت النيرولى الطبيعى والصناعى .

وأكرر أن كل ما أبغيه من تقديم هذا المؤلف هو المساهمة فى الدفع الوطنى ، فسأظل دائماً أسخر علمى وجهدى فى خدمة الوطن العزيز .

أسأل الله الهداية والتوفيق .

المؤلف

المراجع

1. Adam, W.B. et. el. Food Industries Manual. Chemical Publishing Co. Inc. (1958).
2. A.F.I.S. Sanitation For The Food Preservation Industries.
3. Althouse, A.D. Modern Electric & Gas Refrigeration. Good Heart-Willcox Co. (1943).
4. American Association of official Analytical chemists. Official methods of analysis. The A.O.A.C. Washington D.C.,U.S.A. (1970).
5. American Can Company. The Canned Food Reference Manual. American Can Company, (1947).
6. American Meat Institute Foundation. The Science of Meat & Meat Products. W.H. Freeman & Co. (1960).
7. American Medical Association. Handbook of Nutrition. The Blakiston Co. (1951).
8. American University of Beirut. Food Composition tables. Univ. of Beirut (1963).
9. Anderson, L. et el. Respiratory Enzymes. Burgess Publishing Co. (1950).
10. Arsdel, Wallace B.Van. Food dehydration. The Avi pub.Co. (1973).
11. Ashbrook, Frank G. Butchering, processing and preservation of meat. D. Van Nostrand Co. Inc. (1973).
12. Atkinson, G.W. Perfumes & Cosmetics, The Norman W. Henley Publishing Co. (1922).
13. Ayres, J.C. The safety of foods. The Avi Pub. Co. (1968).
14. Bachmann, W. Continental Confectionery. Maclaren & Sons, (1975).
15. Bachmann, W. Swiss Gateaux. Maclaren & Sons Ltd. (1950).

16. Bailey, A.E. Melting & Solidification of Fats. Interscience Publishers. (1950).

17. Baikow, V.E. Manufacture and refining of raw cane sugar. Elsevier Pub. Co. (1967).

18. Ball, C.O. et el. Sterilization in Food Technology. McGraw-Hill Book Co. (1957).

19. Bamford, F. Poisons. Their Isolation & Identification. Churchill, J.A. (1951).

20. Bartholonew, T. Elbert. The lemon fruit : Its Composition, physiology and products. Univ. California Press (1951).

21. Baumgartner, J.G. Canned Foods. J. & A. Churchill, (1949).

22. Bedoukian, P.Z. Perfumery Synthetics & Isolates. D. Van Nostrand Co. (1951).

23. Bender, A.E. Dietetic foods. Leonard Hill (1967).

24. Binsted, Raymond. Pickle and sauce making. F.T. press Ltd.(1971).

25. Binsted, R. and Devey, J.D. Soup manufacture, canning, dehydration and quick freezing. Food Trade Review. (1972).

26. Birch,Gordon G., Spencer, M. and Cameron, A.G. Food science. Pergamon Press (1973).

27. Birch, G.G., Green, L.E. and C. Barrie Coulson. Glucose Syrups and related carbohydrates. Applied Science Pub. Ltd. England (1970).

28. Birch, G.G., Greer, L.F. and C. Barrie Coulson. Sweetness and sweeteners. Applied Science Pub. Ltd. (1971).

29. Blood, Ruth M. Salmonella in foods. F.T.R. (1969).

30. Booker, L.E. Vitamin Values of Foods. Chemical Publishing Co. (1942).

31. Boswell, P. Wine Makers Manual. Orange Judd Publishing Company. (1952).

32. Borgstroom. George. Fish as Food. Academic Press (1965).

33. Brennan, J.G. Food engineering operations. Elsevier Pub. Co. (1969).

34. Brody, Aaron L. Flexible packaging of foods. Butterworths (1970).

35. Brody, Julius. Fishery by-products technology. The Avi Pub. Co. (1965).

36. Brown, U. Pickles and Preserves.

37. Burgess, G.H.O. Fish handling and processing. Her Majesty's stationery office (1965).

38. Butz, W.et el. Instrumental Methods for the Analysis of Food Additives. Interscience Publishers (1961).

39. Campbell, H. Campbell's Book. A Manual On Canning, Pickling and Preserving.

40. Charley, Cider Making. Leonard Hill (1949).

41. Charm. Stanley E. The fundamentals of Food engineering. The Avi Pub. Co. (1971).

42. Chatt, E.M. The mineral constituents of fruits. F.T.R. (1966).

43. C.I.T.S. The technological value of the sugar beet. Elsevier pub. Co. (1962).

44. Clarke, R.J. Process Engineering In The Food Industry. Heywood (1957).

45. Cockburn, W. Charles. Food poisoning. The Royal Society of Health (1962).

46. Cook, A.H. The Chemistry and Biology of Yeasts.

47. Cotson, S. Freeze-drying of food-stuffs. Colubine Press (1963).

48. Cox, H.E. The Chemical Analysis of Foods. J. & A. Churchill (1970).

49. Cox, Pat M. The home book of food freezing. Faber and Faber (1972).

50. Craig. E. Collins Family Cookery. Collins (1960).

51. Cruess, W.V. Commercial Fruit and Vegetable Products. Mc. Graw Hill Book Co. Inc. (1958).

52. Dack, G.M. Food Poisoning. The University of Chicago Press (1971).

53. Daniels, R. Rice and Bulgur quick-cooking processing. NDC(1970).

54. Davidson, S. and Passmore, R. Human Nutrition and Dietetics. E. & S. Livingstone (1963).

55. Davidsonn, J. et el. Soap Manufacture, Interscience Publishers (1953).

56. De Clerck, J. A Textbook of Brewing.

57. De Navarre, M.G. The Chemistry and Manufacture of Cosmetics. D. Van Nostrand Co. (1962).

58. Desrosier, N.W. and Desrosier J.N. Economics of new food product development. The Avi Pub. Co. (1971).

59. Desrosier, N.W. Radiation technology : in food, agriculture and biology. The Avi Pub. Co. (1960).

60. Desrosier, N.W. The technology of food preservation. The Avi Pub. Co. (1970).

61. Dewberry, E.B. Food Poisoning. Leonard Hill Books (1959).

62. Dixon, U. Enzymes.

63. Drake, Birgen. Sensory evaluation of food. Svenska Institutet for konservering skning (1969).

64. Earle, R.L. Unit operation in food processing. Pergamon Press (1966).

65. Edsall, J.T. et el. Enzymes and Enzymes Systems. Harvard University Press. (1951).

66. Evans, N.R. Food Preparation Manual. Harper and Brothers, Publishers (1959).

67. Farrall, Arthur W. Engineering for dairy and food products. John Wiley (1963).

68. Frazier, W.C. Food Microbiology. McGraw-Hill Book Co. (1967).

69. Furia, Thomas E. Fenaroli's handbook of flavor ingredients(1971).

70. Furia, Thomas E. Hand book of food additives. The Chemical rubber Co. (1972).

71. Geerligs. H.C.P. Cane Sugar and its Manufacture. Norman Rodger (1924).

72. Gerrard, F. Meat Technology. Leonard Hill (1971).

73. Gerrard, F. Sausage and Small Goods Production. Food Trade Review (1969).

74. Ginzburg, A.S. Application of in fra-red radiation in food processing. F.T.R. (1969).

75. Goldblith, S.A. et el. Introduction to Thermal Processing of Foods. The AVI Publishing Co. (1972).

76. Goodall, H. and Colquhoun, J.M. Sensory testing of flavour and aroma. F.T.R. (1967).

77. Goodall, H. The composition of fruits. F.T.R. (1969).

78. Goodwin, R.W.L. A Symposium on Chemical additives in food. J. & A. Churchill Ltd. (1967).

79. Goose, Peter G. Tomato paste : Puree, Juice and paste. Food Trade Press (1973).

80. Gordon, A. Measurement of texture in heterogeneous-type foods. F.T.R. (1967).

81. Graham-Rack Barry. Hygiene in food manufacturing and handling. Food Trade Press (1973).

82. Gray, William D. The use of fungi as food and in food processing. Butterworths (1973).

83. Greensmith, Maurice. Practical dehydration. Food Trade Press Ltd. (1971).

84. Greig W. Smith Economics of food processing. The Avi Pub. Co. (1971).

85. Guenther The Essential Oils.

86. Gunderson, Frank L. Food standards and definitions. Academic Press (1963).

87. Gurnham, C. Fred. Industrial wastewater control. Academic Press (1965).

88. Gutcho, M. Textured foods and allied products. Noyes Data Corp. (1973).

89. Gutcho, M. Prepared snack foods. Noyes Data Corp. (1973).

90. Gutterson, Milton. Fruit juice technology. Noyes Data Corp. (1970).

91. Gutterson, M. Vegetable processing. Noyes Data Corp. (1971).

92. Gutterson, M. Fruit processing. Noyes Data Corp. (1971).

93. Gutterson, Milton. Food canning techniques. Noyes Data Corporation. (1972).

94. Hall, C.W. Farrall, A.W. and Rippen, A.L. Encyclopedia of food engineering. The Avi Pub. Co. (1971).

95. Hall, Carl W. Drying of milk and milk products. The Avi Pub. Co. (1971).

96. Hanlon, Joseph. Handbook of package engineering. Mc Graw Hill (1971).

97. Harden, A. Alcoholic Fermentation. Longmans Green and Co.l(1932).

98. Harris, L.J. Vitamins and Vitamin Déficiencies. J. and A. Churchill. (1938.)

99. Harris, et el. Nutritional Evaluation of Food Processing. John Wiley and Sons (1971).

100. Harrow, B. One family : Vitamins, Enzymes, Hormones. Burgess Publishing Company (1951).

101. Harry, R.G. Modern Cosmeticology. Leonard Hill. (1946).

102. Hector, W. Fodd For The Diabetic, William Helnemann Medical Books.

103. Heid, J.L. Fundamentals of food processing operations ingredients, methods and packaging. The Avi Pub. Co. (1967).

104. Herschdoerfer, S.M. Quality control in the food industry. Academic Press (1970).

105. Hersom, A.C. et el, Canned Foods, An introduction to their microbiology. J.A. Churchill (1969).

106. Hibbert, H.R. The detection and determination of emulsifiers and stabilizers in foods. F.T.R. (1968).

107. Hilditch, T.P. The Chemical Constitution of Natural Fats. Chapman and Hall (1949). John Wiley and Sons (1964).

108. Hill, H. & Dodworth, E. Food insspection notes. H.K. Lewis & Co. (1973).

109. Hinton, C.L. Fruit Pectins. Chemical Publishing (1940).

110. Hirst F. et el. Hydrogen Swells in Canned Fruits. The University of Bristol Research Station (1937).

111. Hirst, F. et el. Varieties of Fruits For Canning. The University of Bristol Research Station (1936).

112. Hobbs, Betty C. Food Poisoning and food hygiene. Edward Arnold (1970).

113. Honig, Principles of Sugar Technology. Elsevier Publishing Co. (1963).

114. Hopkins, E.S. et el. The Practice of Sanitation. The Williams and Wilkins (1958).

115. Horvath, A.A. The Soybean Industry. E. & F.N. Spon Ltd. (1938).
116. Hough, J.S. Malting and brewing science. Chapman and Hall (1971).
117. Howthorn, Recent Advances in Food Science.
118. Hughes, A.M. The mites of stored food. Her Majesty's Stationary (1961).
119. Hugot, E. & Jankins, G. H. Handbook of cane sugar engineering. Elsevier Pub. Co. (1972).
120. Hulme, A.C. The biochemistry of fruits and their products. Academic Press (1971).
121. Hummel, Ch. Macaroni Products. Food Trade Press (1966).
122. Hunt, R.W.G. The reproduction of colour. Fountain Press (1967).
123. Hutchinson, Sir Joseph. Population and food Supply. The Cambridge Univ. Press. (1969).
124. Inglett, George E. Symposium : Sweeteners. The Avi Pub. Co. (1974).
125. Jacobs. M.B. The Chemistry & Technology of Food & Food Products. Interscience Publishers (1960).
126. Jones, N.R. A Layman's guide No.9 to British food law. F.T.R. (1970).
127. Jones, H.R. Waste disposal control in the fruit and vegetable industry. Noyes Data Corp. (1973).
128. Joseph, R.L. Food and law. F.T.R. (1971).
129. Joslyn; M.A. Methods In Food Analysis. Academic Press (1970).
130. Joslyn, et el. Introduction to Thermal Processing of Foods.
131. Juslin, et el. Foods.
132. Joslyn, Maynard A. Food processing operations. The Avi Pub. Co. 3 volumes (1964).

133. Junk, W. Ray & Pancoast, Harry, M. Handbook of sugars. The Avi Pub. Co. (1973).

134. Karper, P. Carotenoids. Elsevier Publishing Co. (1950).

135. Karmas, Endel. Fresh meat processing. Noyes Data Corp. (1970).

136. Karmas, E. Sousage processing. Noyes Data Corp. (1972).

137. Karmas, E. Meat product manu facture. Noyes Data Corp. (1970).

138. King, C. Judson, Freeze drying of foods. F.T.R. (1971).

139. Kirk, D. Cook Book. P.F. Collier and Son. (1955).

140. Kirk R.E. et. el. Encyclopedia of Chemical Technology. The Interscience Encyclopedia, Inc, (1951).

141. Kirschenbauer, H.G. Fats and Oils. Reinhold Publishing Co. (1960).

142. Kotas, Richard & Davis, B. Food cost control. Intertext Books (1973).

143. Krajkeman, A.J. The Practice of Modern Perfumery. Leonard Hill (1959).

144. Kramer, Amihud aud Twigg,B.A. Fundamentals of Quality Control for the Food Industry. The Avi Pub. Co. (1973).

145. Kramer, A. & Szczesniak, Alina S. Texture measurements of foods. D. Reidel Pub. Co. (1792).

146. Kramer, A. Food and the consumer. The Avi Pub. Co. (1973): control. Association of official Agricultural Chemists (1970).

147. Kreuzer, Rudolf. Fish inspection and quality control. Fishing News Books Ltd. (1971).

148. Kreuzer, Rudolf. Fish inspection and quality control. Fishing News Books Ltd. (1971).

149. Lal, Gindhari. Preservation of fruits and vegetables. Indian Council of Ag'l Research (1967).

150. Leach, A.E. Food Inspection and Analysis. John Wiley and Sons (1936).

151. Liner, Irvin E. Toxic constituents of plant food stuffs. F.T.R. (1969).

152. Little. A.D. Flavor Research and Food Acceptance.

153. Lock, A. Practical Canning. Food Trade Press (1972).

154. Longree, K. Quantity food sanitation. John Wiley and Sons (1972).

155. Longree, K. and Blaker, G.G. Sanitary techniques in food service. John Wiley and Sons (1971).

156. Lopez, Anthony. A complete course in canning. The canning trade (1969).

157. Lyal, N. Some savoury food products. F.T.R. (1965).

158. Lyle, O. Technology For Sugar Refinery Workers. Chapman and Hall (1957).

159. Mackinney, Gordon. Colour of foods. The Avi Pub. Co. (1962).

160. Markley, K.S. Soybean Chemistry and Technology, Chemical Publishing Co. (1944).

161. Martin, C.R.A. Practical food inspection. H.K. Lewis & Co. Ltd. (1973).

162. Matz, S.A. Water in foods. The Avi Pub. Co. (1965).

163. Matz, Samuel A. Food texture. The Avi Pub. Co. (1962).

164. Mayer, L.H. Food Chemistry. Van Nostrand Co. (1960).

165. Mehloenbacher, V.C. Official and tentative methods of American oil chemists Society. American oil chemists. Leonard Hill (1971).

166. Merory, Joseph. Food flavorings : Composition, manufacture and use. The Avi Pub. Co. (1968).

167. M'Intosh, J.G. Industrial Alcohol. Scott, Greenwood & Son. (1923).

168. Morris, T.N. Principles of Fruit Preservation. Chapman and Hall (1946).

169. Moyer, J.A. Refrigeration. Mc. Graw-Hill Book Co. (1932).

170. Mountney, George J. Poultry products technology. The Avi Pub. Co. (1966).

171. Müller, G.A. Glossary of sugar technology. Elsevier Pub. Co. (1970).

172. Munsell, A.H. A colour notation. Munsell colour Co. (1971).

173. Murrills, H.C. The Display of Canned, packed & Bottled Goods. Blanford press (1955).

174. Myddleton, W.W. Cosmetic Materials. Leonard Hill (1936).

175. National Academy of sciences. Toxicants occurring naturally in foods. F.T.R. (1966).

176. National Canners Association Research Lab. Laboratory manual for food Canners and processors. The Avi Pub. Co. (1968).

177. Norrish, R.S. Selected tables of physical properties of sugar solutions. F.T.R. (1967).

178. Noyes Data Corporation. Food guide to Europe. N. D. C. (1972).

179. Noyes Data Corporation. Food and beverage industry of Japan. N.D.C. (1972).

180. Noyes Data Corporation. Food and beverage processing industries. N.D.C. (1971).

181. Parker. M.E. & Litchfield, J.H. Food Plant Sanitation. Reinhlod Publishing Corporation (1962).

182. Parker, M.E. Elements of Food Engineering. Reinhold Publishing Co. (1954).

183. Parry, John W. Spices. Chemical pub. Co. (1969).

184. Paul, Pauline C. Food theory and applications. John Wiley & Sons (1972).

185. Pecknam, G.C. Foundations of Food Preparation. The Macmillan Co. (1964).

186. Pederson,Carl S. Microbiology of food fermentations. The Avi Pub. Co. (1971).

187. Penny, Linda. The preparation of candied glaced and crystallized fruit. F.T.R. (1970).

188. Peterson, Martin S. Food technology the world over. The Avi Pub. Co. (1963).

189. Pickering, M.L. Tropical Cookery Simplified. Faber & Faber (1963).

190. Pintauro, Nicholas. Flavor technology. Noyes Data Corp. (1971).

191. Pintauro, Nicholas. Agglomeration processes in food manufacture. Noyes Data Corp. (1972).

192. Plimmer, V.G. Food Values at a glance. Longmans, green and Co. (1946).

193. Pomeranz, yeshajahu. Food analysis : theory and practice. The Avi Pub. (1971).

194. Potter, N.N. Food Science. The Avi Pub. Co. (1968).

195. Poucher, W.A. Perfumes, Cosmetics and Soaps. D. Van Nostrand Co. (1936).

196. Poultney. Vinegar Products.

197. Preece, I.A. The Biochemistry of Brewing.

198. Prescott, Food Technology.

199. Pyke, Magnus. Food science and technology. John Murray (1970).

200. Rauch, G.H. Jam Manufacture. Leonard Hill (1965).

201. Reed, Gerald. Enzymes in food processing. Academic Press (1966).

202. Rhodes, D.N. Treatment of foods with ionizing radiations. F.T.R. (1967).

203. Rietz, C.A. A Guide to the Selection, Combination, and Cooking of Foods. The Avi Publishing Company, Inc. (1961).

204. Rogers, John L. A course in canning. F.T.R. (1972).

205. Rogers, John. L. Production of pre-cooked frozen foods for mass catering. F.T.R. (1969).

206. Ryall, A. Lloyed. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. The Avi Pub. Co. (1972).

207. Sacharow, Stanley. Food packaging : A guide for the supplier, Processor and distributor. The Avi Pub. Co. (1970).

208. Schultz, H.W. Food Enzymes. The Avi Pub. Co. (1960).

209. Schultz, H.W. Symposium on foods : proteins and their reactions. The Avi Pub. Co. (1964).

210. Scholey, J. The preservation of fruits by freezing in manufacture. F.T.R. (1969).

211. Selby, J.W. Modern food packaging film technology. F.T.R. (1968).

212. Sherman, H.C. Chemistry of Food and Nutrition. The Macmillan Co. (1951).

213. Slade, F.H. Food processing plant. F.T.R. (1971).

214. Slade, Frank H. Food processing plant. Leonand Hill (1967).

215. Smith, W.H. Biscuits, crackers and cookies. Techology, Production and management. Applied Science Publishers Ltd. (1972).

216. Smith, A.K. and circle, S.J. Soybeans : Chemistry and technolcgy. The Avi Pub Co. (1972).

217. Spencer, R. Food poisoning due to clostridia. F.T.R. (1969).

218. Stansby, M.E. Fish oils : Their chemistry, technology, stability, nutritional properties and uses. The Avi Pub. Co. (1967).

219. Spicer, Arnold. Advances in preconcentration and dehydration of foods. Applied Science Pub. Ltd. (1974).

220. Spencer, G.L. & Meade, G.P. Cane Sugar Hand - book. Jhon Wiley & Sons, Inc. (1963).

221. Spencer, R. Hygiene and sanitation in food processing and manu facture. F.T.R. (1970).

222. Stansby, Maurice E. Industrial fishery technology. Reinhold Pub. Co. (1963).

223. Stadelman, William J. & Cotterill, O.J. Egg. science and technology. The Avi Pub. Co. (1973).

224. Scholey, J. Cryogenic freezing of foodstuffs. F.T. R. (1970).

225. Scholey, J. Texture of pickles. F.T.R. (1971).

226. Stumbo, C. R. Thermobacteriology in food processing. Academic Press (1965).

227. Spencer, R. Microbial spoilage of foods. F.T.R. (1971).

228. Taylor, Joan. Bacterial food poisoning. The Royal Society of Health. (1969).

229. Tooley, Peter. Food and drugs John Murray (1971).

230. Tressler. Fruit and Vegetable Juice Processing Technolcgy.The Avi Pub. Co. (1971).

231. Terrell, M.E. Professional food Preparations. John Wiley & Sons (1971).

232. Thieme, J.G. Coconut oil processing. United Nations (1968).

233. Thorton, H. The Inspection of Food. Bailliére, Tindall and Cox. (1960).

234. Tooley Peter. Chemistry in industry : Fats, oils and waxes. John Murray & Co. (1971).

235. Tressler, D.K. & Evers, C.F. The Freezing Preservation of Foods. The Avi Publishing Co. (1968).

236. Underkofler, L.A. Industrial Fermentations. Chemical Publishing (1954).

237. United Nation Industrial Development Organization. Packing and Packaging materials. Viena, U.N. Industrial development Organization. (1969).

238. Van Arsdel, W.B. Food dehydration. The Avi Pub. Co. (1964).

239. Van Arsdel, W.B., Copley, M. and Olson, R.L. Quality and stability of frozen foods. John Wiley & Sons (1969).

240. Von Loesecke, H.W. Drying and Dehydration of Foods. Reinhold Publishing Co. (1955).

241. Wallis-Tayler. A. J. Industrial Refrigeration, Cold Storage & Ice-Making. The Technical Press (1929).

242. Watt, Bernice K. Composition of foods. U.S.D. Agr. (1963).

243. Weiss, G.H. Poultry processing. Noyes Data Corp. (1971).

244. Weiser, H.H., Mountney, G.J. and Gould, W.A. Practical food microbiology and technology. The Avi Pub. Co. (1971).

245. Weiss, T.J. Food oils and their uses. The Avi Pub. Co. (1970).

246. Wieland, Henry. Enzymes in food processing and products. Noyes Data Corp. (1972).

247. Wilcox, George. Eggs, Cheese and yogurt processing. Noyes Data Corp. (1971).

248. Williams, H. Mechanical Refrigeration. Sir Isaai Pitman and Sons (1933).

249. Williams, C.T. Chocolate and confectionery. Leonard Hill (1964).

250. Williams, K.A. Oils, Fats and fatty foods. J. & A. Churchill Ltd. (1966).

251. Wilcox, George, Milk, Cream and butter technology. Noyes Data Corp (1971).

252. Winton, A.L. et el. The Structure and Composition of Foods. John Wiley and Sons (1935).

253. Woolrich, W.R. Hand book of refrigerating engineering. The Avi Pub. Co. (1966).

254. Wright, W.D. The measurement of colour. Van Nostrand Rein hold Co. (1969).

255. Woolrich, W.R. Cold and freezer storage manual. The Avi Pub. Co. (1970).

256. Work, P. The Tomato. Kegan Paul, Trench & Co. (1945).

257. Zwig, Gunter. Analytical methods for Pesticides, plant growth, regulators and food additives-Academic Press (1963).

فهرس

صفحة

مقدمة ٣

الفصل الثالث عشر

الزيوت العطرية ١٣

تقسيم الزيوت العطرية ١٥

الخواص الطبيعية للزيوت العطرية ١٦

تركيب الزيوت العطرية ٢١

استخراج الزيوت العطرية ٢٢

التقطير بالبخار ٢٣

التقطير الكحولى ٢٤

التقطير الجزئى ٢٤

التقطير المباشر ٢٤

الاستخلاص بالمذيبات ٢٥

الكبس ٢٧

طريقة الألواح الدهنية ٢٨

بعض الزيوت العطرية المكسبة للنكهة ٣٠

بعض الزيوت العطرية الشائعة ٤٢

زيت النعناع الفلفلى ٤٢

زيت الموالح ٤٥

زيت الصنوبر ٤٩

صفحة

زيت العرعر ٥٠
زيت الثوم ٥٠
زيت البصل ٥٠
زيت النرجس ٥١
زيت الزئبق ٥١
زيت الايرس ٥٢
زيت الفلفل الأسود ٥٢
زيت الكبابة ٥٢
زيت الصندل ٥٢

الفصل الرابع عشر

الأغذية المجففة ٥٥

الأساس فى صناعة التجفيف ٥٧
طرق التجفيف ٥٨
التجفيف الشمسى ٥٨
التجفيف الصناعى ٦٠
أنواع المجففات ٦٠
مجففات النفق ٦٠
النظام العكسى ٦٢
النظام الموازى ٦٣
النظام المتقاطع ٦٤
النظام ذى المدخل الوسطى ٦٤
النظام ذو فتحة الخروج الوسطية ٦٥

صفحة

النظام المزدوج ٦٥
مجففات الناقلات ٦٥
مجففات المقصورة ٦٥
مجففات الأفران ٦٥
المجففات الأسطوانية ٦٥
مجففات الضغط المنخفض ٦٨
مجففات التقليب ٦٩
مجففات الرذاذ ٦٩
مجففات الحاية ٧٠
المجففات الأخرى ٧٠
خطوات عملية التجفيف ٧٠
الحصاد ٧٠
الغسيل ٧١
التقشير والتجزىء ٧١
الغمس فى المحاليل القلوية ٧٣
الكبرتة ٧٤
السلق ٧٥
التجفيف ٧٦
تجفيف ثمار الفاكهة الكاملة ٧٦
تجفيف الفاكهة المجزأة ٧٩
تجفيف عصير البرتقال ٨٤
تجفيف الخضروات ٨٥

صفحة

تجفيف البصل ٨٧
تجفيف الثوم ٨٨
تجفيف الطماطم ٨٨
تجفيف البطاطا ٨٨
تجفيف البسلة ٨٩
تجفيف اللحوم ٨٩
تجفيف الأسماك ٩١
تجفيف اللبن ٩٣
تجفيف القشدة ٩٦
تجفيف اللبن الخض ٩٧
تجفيف الشرش ٩٧
تجفيف الجبن ٩٧
تجفيف الخميرة ٩٨
تجفيف دهون الخبيز ١٠١
مساحيق المشروبات المحلاة ١٠١
مسحوق البودنج ١٠١
الحساء المجفف ١٠٢
تجفيف البيض ١٠٢
تشرب وطهى الأغذية المجففة ١١٠
القيمة الغذائية للأغذية المجففة ١١٢
تخزين الأغذية المجففة ١١٧
تعبئة الأغذية المجففة ١٢١

صفحة

ضغط الأغذية المجففة ١٢٢
العوامل التى تحدد مدة التجفيف ١٢٣
نوع المجفف ونظامه ١٢٣
حجم هواء التجفيف ١٢٣
درجة الحرارة ١٣٣
نسبة الهواء العادم المعاد استخدامه ١٢٤
الكشف عن الأنزيمات فى المواد المجففة ١٢٤
تقدير الرطوبة فى المواد المجففة ١٢٨
تصميم المجفف ذى النفق ١٣٢
حساب نسبة التجفيف ١٣٣
تجفيف عصير الفاكهة المركز بطريقة الرغوة ١٣٧
مركز صناعة التجفيف فى جمهورية مصر العربية ١٣٩
قطاعات المجففات ١٤٥

الفصل الخامس عشر

الأغذية المعلبة

العبوات ١٤٧
صناعة العلب الصفيح ١٥٠
ماكينات التعليب ١٥٣
صلاحية الأغذية للتعليب ١٥٤
المياه المستخدمة فى مصانع التعليب ١٥٤
خطرات التعليب ١٥٥

صفحة

تحضير الخامات ١٥٥
السلق ١٥٦
التعبئة ١٥٦
إضافة المحلول الملحى أو السكرى ١٥٦
التسخين الابتدائى ١٦١
قفل العلب ١٦١
التعقيم ١٦٤
تبريد العلب ١٦٧
تعبئة العلب فى الصناديق وتخزينها ١٦٨
اختبار جودة الأغذية المعلبة ١٦٨
تحضير المحاليل السكرية فى مصانع الحفظ . . . ١٦٩
نظافة مصانع التعليب ١٧٥
اختيار موقع مصنع التعليب وتجهيزه ١٧٥
إدارة مصانع التعليب ١٧٦
إعداد الأغذية المعلبة للمائدة ١٧٧
مقاسات العلب الشائعة ١٧٨
فساد الأغذية المعلبة ١٧٨
الفساد بالبكتريا المسببة للحموضة ١٨٣
الفساد بالبكتريا المنتجة للغازات المحبة للحرارة . . . ١٨٤
الفساد الكبريتى ١٨٤
الفساد التعفنى ١٨٤
الفساد غير العادى ١٨٥

صفحة

الأوانى المرشحة ١٨٥
مصادر البكتريا المسببة لفساد المعلبات ١٨٥
مواصفات الأغذية المعلبة ١٨٦
الانتفاخ الإيدروجينى ١٨٦
صلاحية الأغذية المعلبة ١٨٧
القيمة الغذائية للأغذية المعلبة ١٨٨
التسمم بفعل الأغذية المعلبة ١٩٩
التعليب المنزلى ١٩٩
تعليب بعض المنتجات الشائعة ٢٠٠
تعليب الفاصوليا الخضراء ٢٠٠
تعليب البسلة الخضراء ٢٠١
تعليب مخلوط الفواكه ٢٠٢
مركز صناعة التعليب فى جمهورية مصر العربية ٢٠٣

الفصل السادس عشر

حفظ الأغذية بالتبريد ٢٠٥

أسس نظام التبريد ٢٠٧
نظام الضغط ٢٠٧
نظام الامتصاص ٢٠٨
سوائل التبريد ٢٠٩
الأمونيا ٢١٠
كلوريد الميثايل ٢١١

صفحة

الفريون ٢١٢
الكارين ٧ . . . . . ٢١٣
ثانى أكسيد الكربون ٢١٣
ثانى أكسيد الكبريت ٢١٣
التخزين فى الغاز ٢١٣
تبريد بعض الأغذية ٢١٦
اللحوم ٢١٦
اللحوم المحفوظة ٢١٧
الأسماك ٢١٧
الأسماك المحفوظة ٢١٨
الفاكهة والخضروات ٢١٨
التفاح ٢٢١
الموز ٢٢١
الموالح ٢٢١
الكمثرى ٢٢١
الخوخ ٢٢١
الفاكهة والخضروات المجففة والمعلبة ٢٢٢
الأسبرجس ٢٢٢
الفاصوليا ٢٢٢
البصل ٢٢٢
البطاطس ٢٢٣
الطماطم ٢٢٣

صفحة

اللبن والقشدة ٢٢٣
الزبدة ٢٢٤
الجبن ٢٢٤
النقل والشيكولاتة والخميرة ٢٢٤
البيض ٢٢٤
طرق التبريد الميكانيكى المستخدمة فى التخزين ٢٢٥
طريقة التمدد المباشر ٢٢٥
طريقة التبريد بالمحلول الملحى ٢٢٥
طريقة التبريد باستعمال الهواء المبرد ٢٢٦
طريقة تبريد الهواء بتمريره فى رذاذ ملحى مبرد ٢٢٦
الاعتبارات التى تراعى فى التبريد الصناعى ٢٢٦
درجة الحرارة ٢٢٦
درجة حرارة الإسكان ٢٢٦
درجة الرطوبة ٢٢٧
درجة رطوبة الأمان ٢٢٧
التهوية ٢٢٨
المواد العازلة ٢٢٨
التلف التبريدى ٢٢٩
وحدة التبريد ٢٣٠
القدرة الإنتاجية للتبريد ٢٣٠

صفحة

الفصل السابع عشر

حفظ الأغذية بالتجميد ٢٣٥
التجميد البطىء ٢٣٧
التجميد السريع ٢٣٧
تجميد الأسماك ٢٣٩
تجميد الجمبرى ٢٤١
تجميد الدواجن ٢٤٢
تجميد اللحوم ٢٤٢
تجميد الجيلاتى ٢٤٣
تجميد القشدة ٢٤٤
تجميد اللبن ٢٤٤
تجميد الزبد ٢٤٤
تجميد البيض ٢٤٤
تجميد الفاكهة ٢٤٥
تجميد عصير الفاكهة ٢٤٥
تجميد الخضروات ٢٤٦
القيمة الغذائية للأغذية المجمدة ٢٤٦
الفقد فى القيمة الغذائية أثناء التحضير للتجميد ٢٤٩
مكونات الأطعمة المجمدة ٢٥١
ميكروبيولوجيا الأغذية المجمدة ٢٥٨
تركيز العصير بالتجميد ٢٦٣
أسس التركيز بالتجميد ٢٦٤

صفحة

الطرق الصناعية للتركيز بالتجميد ٢٦٤
تجفيف الأغذية بالتجميد (التجفيد) ٢٦٧
أسس التجفيد ٢٦٨
تجفيد بعض الأغذية ٢٧٥
« عصير البرتقال ٢٧٥
« الجمبرى ٢٧٦
« اللحوم ٢٧٧
معدات التجفيد ٢٧٧
تجميد عصير الفاكهة المركز بالتبخير ٢٧٩
أسس التركيز بالتفريغ ٢٧٩
أنواع أجهزة التبخير ٢٨٤
تركيز عصير البرتقال بالتجميد والتفريغ ٢٨٨
تركيز عصير الليمون ٢٩١
« عصير التفاح ٢٩٣
« عصير الكريز ٢٩٣
تركيز عصير الكمثرى ٢٩٤
نقل الأغذية المجمدة ٢٩٤
نظافة مصانع تجميد الأغذية ٢٩٥
مراقبة الجودة فى مصانع تجميد الأغذية ٢٩٦
طرق تقدير جودة الأغذية المجمدة ٢٩٧
« « « الخضروات المجمدة ٢٩٧
« « « الفاكهة « ٢٩٩
« « « الأسماك « ٢٩٩
« « « اللحوم « ٢٩٩

صفحة
طرق تقدير جودة الطيور المجمدة ٣٠٠
مركز صناعة تجميد الأغذية فى جمهورية مصر العربية . . ٣٠١

الفصل الثامن عشر

فساد الأغذية والتسمم الغذائى ٣٠٥
فعل عوامل الفساد الحيوية ٣٠٧
التأثير على الكربوايدرات ٣٠٧
التأثير على البروتينات ٣٠٩
« « الدهون ٣٠٩
المركبات الناتجة عن التحليل الميكروبيولوجي . . . ٣١٠
التغيرات المتضمنة تركيباً ٣١٠
« التى تسببها الأنزيمات ٣١٠
« التى تسببها الأكسدة ٣١١
الظروف المحيطة بالفساد ٣١٢
درجة الحرارة ٣١٢
التخزين ٣١٤
مدى التلوث فى البداية ٣١٥
التركيب الكيميائى للبيئة ٣١٦
العوامل المساعدة على النمو ٤١١
نسبة الرطوبة ٤٢٠
الفساد الإنزيمى ٣٢١
التغيرات بالأكسدة ٣٢١

صفحة

طرق منع فساد الأغذية ٣٢٢
التبريد ٣٢٢
التعقيم ٣٢٣
البسترة ٣٢٤
إضافة المواد الحافظة الكيميائية ٣٢٤
التجفيف ٣٢٥
التعبئة فى الأوانى المحكمة القفل ٣٢٥
النظافة ٣٢٥
اختبار فساد الأغذية ٣٢٦
التسمم البوتيولينى ٣٢٧
التسمم بالميكروب العنقودى ٣٢٩
التسمم بالسالمونيلا ٣٣٠
البسائط الحيوانية والديدان الخيطية ٣٣١

الفصل التاسع عشر

التعبئة الطازجة للفاكهة والخضر ٣٣٣

طرق التشميع ٣٣٥
الأصناف ٣٣٧
مركز الفاكهة والخضر المصرية بالنسبة للتصدير . . . ٣٣٨
المواد المطهرة المستخدمة ٣٣٩
المواد الشمعية المستخدمة ٣٤٠

صفحة

الفصل العشرون

الخل ٣٤١

استعمالات الخل ٣٤٣
تحضير ثمار الفاكهة الطازجة لصناعة الخل . . . ٣٤٣
تحضير الثمار المجففة ٣٤٥
تحضير الدرنات النشوية لصناعة الخل ٣٤٥
تحضير العسل لصناعة الخل ٣٤٦
عملية التخمير ٣٤٦
هرس وعصر الفاكهة ٣٤٩
إضافة ثانى أكسيد الكربون ٣٤٩
التهوية ٣٥٠
ضبط درجة الحرارة ٣٥٠
أهمية النظافة ٣٥٠
سير التخمر ٣٥١
بكتريا حامض الخليك ٣٥١
تخزين العصير المتخمر ٣٥٢
الطريقة البطيئة لصناعة الخل ٣٥٢
الطريقة السريعة لصناعة الخل ٣٥٣
ضبط درجة الحرارة أثناء صناعة الخل ٣٥٦
الفقد أثناء تحضير الخل ٣٥٦
تعتيق الخل ٣٥٧

صفحة

ترويق الخل ٣٥٧
الغباشة فى الخل ٣٥٩
بسترة الخل ٣٥٩
ديدان الخل ٣٦٠
بكتريا حامض اللكتيك ٣٦٠
ذبابة الخل ٣٦٠
تحليل الخل العصير المخمر ٣٦٠
حساب ناتج الكحول والخل ٣٦١
خل المولاس ٣٦٢
تقدير تركيز الكحول ٣٦٣

الفصل الحادى والعشرون

المياه الغازية ٣٦٧

المصطلحات الدارجة فى المياه الغازية ٣٦٨
طريقة صناعة المياه الغازية ٣٦٩
تحضير الشراب الأساسى ٣٦٩
تحميض الشراب ٣٧٢
المياه المستعملة فى مصانع المياه الغازية ٣٧٢
تلوين المياه الغازية ٣٧٥
إضافة مواد النكهة ٣٧٨
عبوات الغازوزة ٣٧٩
غسيل وتعبئة الزجاجات ٣٧٩

صفحة

المواد المكسبة للرغوة ٣٨٢
حساب تركيز السكر والحامض فى المشراب الأساسى . . ٣٨٢
تركيز المياه الغازية ٣٨٤

الفصل الثانى والعشرون

صناعة التخليل ٣٨٥

تخليل الخيار: ٣٨٦
الأحياء الدقيقة فى محلول التمليح ٣٨٩
تخزين المخللات ٣٩٠
هرى المخللات ٣٩١
تجهيز الخيار المخلل ٣٩١
المخللات الحمضية ٣٩٢
الخيار المخلل الحلو ٣٩٣
التخليل بالشبت ٣٩٤
تعليب المخللات ٣٩٦
تخليل البصل ٣٩٦
تخليل الطماطم الخضراء والفلفل ٣٩٦
تخليل الفلفل الصغير ٣٩٧
تخليل القنبيط ٣٩٧
تخليل الفاكهة ٣٩٧
تخليل ورق الكرنب ٣٩٨
تخليل شرائح الخيار ٣٩٩

صفحة

تخليل الزيتون الأخضر ٤٠٠
تخليل الزيتون الأسود ٤٠٢
المحافظة على لون الزيتون ٤٠٧

الفصل الثالث والعشرون

عصير الفاكهة ٤٠٩
تركيب العصير ٤١٠
طرق استخراج العصير ٤١١
انتخاب الثمار ٤١١
الفرز والغسيل ٤١١
استخراج العصير ٤١٢
تصفية العصير ٤١٦
خلط العصير ٤١٦
إزالة المواد العالقة من العصير ٤١٧
التجنيس ٤١٩
إزالة الهواء من العصير ٤١٩
حفظ عصير الفاكهة ٤٢٠
تعبئة وتخزين عصير الفاكهة ٤٢٣
عصير التفاح ٤٢٣
عصير الموالح ٤٢٤
عصير العنب ٤٢٧
عصير الطماطم ٤٢٨

صفحة

شراب القراصيا ٤٢٩
شراب الفاكهة المحلى ٤٣٠
العصير الكريمى أو اللبى ٤٣٠
العصير المركز ٤٣٠

الفصل الرابع والعشرون

شراب الفاكهة ٤٣٥
العيوب التى تظهر فى الشراب ٤٣٩
شراب الليمون ٤٤٠
شراب الفاكهة المخففة ٤٤٠

الفصل الخامس والعشرون

الجلى والمربى والمرملاد وعجينة الفاكهة — والفاكهة المسكرة ٤٤٥
الأساس الذى تقوم عليه صناعة الجلى ٤٤٧
طريقة صناعة الجلى ٤٤٩
صناعة المربى ٤٥١
إعداد الفاكهة الطازجة لصناعة المربى ٤٥١
تخزين الفاكهة فى حالة نصف مصنعة ٤٥٤
إعداد الفاكهة لتخزينها نصف مصنعة ٤٥٥
ضبط العوامل المؤثرة فى صناعة المربى ٤٥٦
تبريد وتعبئة المربى ٤٥٨
العيوب التى تظهر فى المربى والمرملاد والجلى ٤٦٠

صفحة

الاختبارات المعملية فى مصنع المربى والجلى ٤٦٣
طبخ المربى فى الأوانى المفتوحة ٤٦٣
طبخ المربى فى الأوانى المفرغة ٤٦٤
المرملاد ٤٦٥
خلطات الجلى والمربى والمرملاد ٤٦٧
جلى الجوافة والرمان ٤٦٧
جلى شليك ٤٦٧
مرملاد برتقال إنجليزى ٤٦٨
مربى الفاكهة بنسبة جزء فاكهة إلى جزء سكر . . . ٤٦٨
مربى الفاكهة بنسبة ٤٥ جزءاً إلى ٥٥ جزءاً . . . ٤٦٩
مربى ومرملاد بنسبة ٣٥ إلى ٦٥ جزءاً ٤٦٩
مرملاد برتقال ٤٧٠
عجينة برقوق ٤٧٠
عجينة برقوق من البرقوق الطازج والقراصيا . . . ٤٧١
عجينة برقوق بالتوابل ٤٧١
مربى الشليك السليم ٤٧١
جلى السفرجل ٤٧٢
مربى فواكه متنوعة ٤٧٢
مربى الجزر ٤٧٢
مربى البلح ٤٧٥
مربى التفاح ٤٧٥
مربى المشمش ٤٧٦

صفحة

الفاكهة المسكرة ٤٧٧
الطريقة البطيئة للتسكير ٤٧٨
الطريقة السريعة ٤٧٩
تجفيف الفاكهة المسكرة ٤٨٠
تغطية الفاكهة بطبقة من السكر ٤٨٠
تغطية الفاكهة بالشيكولاتة ٤٨٠
الجلى المسكر ٤٨١
تغطية الفاكهة المجففة بالشيكولاتة ٤٨١

الفصل السادس والعشرون

الإنضاج الصناعى للفاكهة والخضروات ٤٨٣

فوائد الإنضاج والتلوين الصناعى ٤٨٣
الأساس فى التلوين والإنضاج الصناعى ٤٨٥
طرق التلوين والإنضاج الصناعى ٤٨٦
كمر الثمار ٤٨٦
التعريض للحرارة ٤٨٦
المعاملة بغاز الإيثيلين أو الأسيتيلين ٤٨٧
المعاملة بمركبات الفينوكس أو النفتالين أسيتك أسيد . . ٤٨٧
الغمر فى ماء الجير ٤٨٧
التغيرات التى تحدث فى الثمار أثناء النضج . . . ٤٨٨
إنضاج الموز ٤٨٩

صفحة

الفصل السابع والعشرون

المحاليل السكرية والملحية ٤٩١

الكثافة ٤٩٢
طرق تقدير الوزن النوعى للمحاليل ٤٩٤
طريقة قنينة الكثافة ٤٩٤
طريقة الإحلال والطفو ٤٩٦
ميزان وستفال ٤٩٦
الإيدرومترات ٤٩٩
تصحيح وقراءة الإيدرومتر ٥٠٢
طريقة الرفراكتومترات ٥٠٣
معامل الانكسار ٥٠٣
الانعكاس الكلى ٥٠٤
انتساب معامل الانكسار ٥٠٥
ثوابت الانكسار ٥٠٥
استخدام الرفراكتومترات ٥٠٦
أجهزة الرفراكترمترات ٥٠٦
رفراكتومتر آبى ٥٠٧
رافراكتومتر زايس ٥١٠
البولاريمتر والسكاريمتر ٥١١
السكريات الطبيعية والصناعية ٥١٩
الملح ٥٢٠
تحضير المحاليل السكرية والملحية ٥٢١

صفحة

الفصل الثامن والعشرون

منتجات الطماطم ٥٢٧

تعريف المنتجات ٥٢٧
تلوين منتجات الطماطم ٥٢٩
طريقة صناعة بوريه الطماطم ٥٣١
صناعة عجينة الطماطم ٥٣١
صناعة الصلصة الحريفة ٥٣٢
عصير الطماطم ٥٣٥
اختبار جودة منتجات الطماطم ٥٣٦

الفصل التاسع والعشرون

حفظ الأطعمة بالمواد الحافظة وبالأشعة ٥٣٧

المواد الحافظة ٥٣٨
المواد المضادة لنشاط الأحياء الدقيقة ٥٣٩
المضادات الحيوية ٥٤٠
الحفظ بالإشعاع ٥٤٠
المراجع ٥٤٥
فهرس ٥٦١

كتب للمؤلف

- الصناعات الغذائية . الجزء الأول :
  تكنولوجيا الحبوب . دار المعارف بمصر
- الصناعات الغذائية . الجزء الثانى :
  تكنولوجيا الخبز والسكر والكاكاو . دار المعارف بمصر
- الصناعات الغذائية . الجزء الثالث :
  حفظ وتصنيع الأطعمة . دار المعارف بمصر
- الصناعات الغذائية . الجزء الرابع أ : عمليات التصنيع وكيمياء النباتات .
  الهيئة المصرية العامة للكتاب
- الصناعات الغذائية . الجزء الخامس ب : قوانين الأغذية والمركز الاقتصادى .
  دار المعارف بمصر
- الصناعات الغذائية . الجزء السادس : الكيمياء الحيوية والتمثيل الغذائى .
- الصناعات الغذائية . الجزء السابع : الحلوى دار المعارف بمصر
- الصناعات الزراعية . الجزء الأول : تكنولوجيا الزيوت والدهون والصابون .
  مكتبة الأنجلو المصرية
- الصناعات الزراعية . الجزء الثانى : المنتجات الحيوانية والتحليل .
  مكتبة الأنجلو المصرية
- التغذية الصحية : دار المعارف بمصر
- تقييم الأغذية ومراقبة جودة الإنتاج : دار المعارف بمصر
- حفظ الأغذية . الهيئة المصرية العامة للكتاب
- الكيمياء العضوية

رقم الإيداع	١٩٨١/٤٠٩٤
الترقيم الدولي	ISBN ٩٧٧-٧٣٤٩-٩٤-٧

٣/٨١/٩٤

طبع بمطابع دار المعارف (ج. م. ع.)

الفصل الثالث عشر

الزيوت العطرية

تقسيم الزيوت العطرية . الخواص الطبيعية للزيوت العطرية . تركيب الزيوت العطرية . استخراج الزيوت العطرية . التقطير بالبخار . التقطير الكحولى . التقطير الجزئى . التقطير المباشر . الاستخلاص بالمذيبات . الكبس . طريقة الألواح الدهنية . بعض الزيوت العطرية المكسبة للنكهة . بعض الزيوت العطرية الشائعة . زيت النعناع الفلفلى . زيت الموالح . زيت الصنوبر . زيت العرعر . زيت الثوم . زيت البصل . زيت الترجس . زيت الإيرس . زيت الفلفل الأسود . زيت الكبابة . زيت الصندل .

تستخرج الزيوت العطرية Essential oils ذات الروائح المميزة من أجزاء النباتات المختلفة كالبراعم والأزهار والثمار والبذور والأوراق والسيقان والقلف والخشب والجذور والدرنات والبصيل ، ويطلق عليها أحيانًا اسم الزيوت الطيارة Volatile oils أو الزيوت الإيثيرية Ethereal oils لتمييزها من الزيوت المعدنية Mineral oils والزيوت الثابتة Fixed oils سواء الحيوانية منها أو النباتية والتى قد تسمى أحيانًا بالزيوت ثلاثية الجليسريدات Triglyceride oils . وتستخرج هذه الزيوت العطرية من نباتات حوالى ٨٧ عائلة نباتية ، كما أن زيوتًا مختلفة يحصل عليها من أجزاء مختلفة للنبات الواحد . مثال ذلك استخراج زيت البرتقال Orange oil من قشور ثمار البرتقال ، وزيت الزهر Oil of neroli من زهور شجرة البرتقال ، وزيت Petitgrain oil من أوراق شجرة البرتقال .

وكثير من النباتات وزيوتها ذات استعمالات طبية مفيدة ، مثل البابونج Chamomille . ومنه الإنجليزى أو الرومانى Anthemis nodilis والألمانى أو الهنغارى chamomillaairca, irta M ، الذى تجفف أزهاره وتطحن وتنخل . وقد يستخرج زيت البابونج من النباتات الكاملة أو من الأزهار فقط بالتقطير تحت ضغط مرتفع . ومثل السكران الذى يحتوى على الأتروبين . ومثل نبات المنتنة Chenopodium ambrosioides L. Var. anthelminticum (L.) الذى يستخرج من زيت المنتنة oil of chenopodium المحتوى على مادة ascaridole المفيدة فى علاج الإصابة بديدان الأسكارس . ومثل الكافور الليمونى الذى تحتوى أوراقه الغضة على ١,٣٪ زيتًا .

كما تزرع بعض النباتات لاستخراج محتوياتها المفيدة فى بعض مجالات الصناعة وفى تحضير مبيدات الحشرات ، مثل حشيشة الليمون Lemongrass التى يستخرج منها مادة السترال citral المفيدة فى صناعة الصابون وبعض

المبيدات الحشرية . ومثل البيرثروم المحتوى على مادة البيرثرين Pyrethrin بنسبة ١ – ٢ ٪ من وزن الأزهار الجافة ، وهى مادة مستخدمة فى صناعة المبيدات الحشرية . فالأزهار الجافة المطحونة تستخدم فى عمل مساحيق مبيدة للحشرات ، وقد تستخلص المادة الفعالة بمذيبات عضوية تذيب الزيت الذى يدخل فى صناعة محاليل مبيدة للحشرات .

ويلاحظ أن التعرف على طبيعة وتركيب المواد الفعالة فى النبات الطبى المتزرع تجعل زراعة وتصنيع هذا النبات غير اقتصادية لأنه يصبح من المفضل تحضير هذه المادة معمليًا بالتخليق synthesis .

تقسيم الزيوت العطرية

تقسم الزيوت العطرية بطرق مختلفة ، فهناك التقسيم الجغرافى الذى أساسه مناطق الإنتاج ، والتقسيم النباتى الذى أساسه مصادر الزيوت ، والتقسيم العملى تبعًا لطرق التصنيع ، والتقسيم الأخير تبعًا لاستعمالات الزيوت .

ويعتبر التقسيم الجغرافى هو أكثر طرق التقسيم شيوعًا إذ أن الزيوت العطرية الجيدة تنتج عادة من مناطق معينة تتميز بملاءمة جوها وتربتها للإنتاج .

ويعتمد تقسيم الزيوت العطرية على أساس استعمالاتها على تقسيم هذه الزيوت إلى مجموعة الزيوت الطيارة المستخدمة فى إكساب الأغذية والمشروبات نكهتها ، والمجموعة المستخدمة فى صناعة العطور والصابون ومواد التجميل ، والمجموعة المستخدمة فى الأغراض الطبية . لكنه لا يغفل أنه توجد بعض زيوت عطرية يمكن استعمالها فى أكثر من غرض واحد بل وفى المجاميع الثلاث السابق ذكرها . أما التقسيم تبعًا لطريقة استخراج الزيت العطرى فيعنى تقسيم الزيوت العطرية إلى أربع مجموعات هى الزيوت المحضرة بالتقطير والزيوت المستخلصة بالمذيبات والزيوت المستخرجة بالكبس والزيوت المستخرجة بطريقة الامتصاص فى الدهن Enfleurage .

الخواص الطبيعية للزيوت العطرية :

تكون الزيوت العطرية فى حالة سائلة على درجات الحرارة العادية ، ويتراوح وزنها النوعى بين ٠,٨٤ ، ١,١٨ . وبتجفيف الزيت العطرى المتحصل عليه يعطى رائحة شبيهة برائحة الجزء من النباتات المستخرج منه هذا الزيت . ويحتوى كثير من الزيوت العطرية على مركبات تربينية سهلة التأكسد والتجمع مما يؤدى إلى تكوين نواتج ذات رائحة شبيهة بالتربنتين . وتكون الزيوت العطرية عديمة اللون أو مصفرة قليلاً ، خصوصاً عقب تقطيرها مباشرة ، غير أنها قد تأخذ لوناً أحمر أو أزرق بتأثير المواد الغريبة التى قد ترجد بها ، ويدكن اللون عادة بطول مدة التخزين . وجميع الزيوت العطرية تتطاير على درجة الحرارة العادية ، وتتبخر تماماً بالتسخين ، وهذا ما يميزها عن الزيوت الثابتة . وجميع الزيوت الطيارة تذوب بسهولة فى الكحول وبقلة فى محلول الكحول المائى خصوصاً عندما تكون الزيوت محتوية على نسبة مرتفعة من التربينات ، وبقلة جداً فى الماء والكحول المخفف . وترتفع درجة ذوبان الزيت العطرى فى المحلول السكرى عنها فى الماء . ويبين الجدول التالى ثوابت بعض الزيوت العطرية .

الاسم	الوزن النوعى (٢٥°/٢٥°)	معامل الانكسار (٢٠°م)	تحويل الضوء (أنبوبة ١٠سم) (٢٥°م)	عدد النوبان فى الكحول (٪ بالحجم)
زيت القرنفل (بهار جميكا)	١,٠١٨ —	١,٥٢٥ —	٠° إلى — ٤°	٦٠
Allspice or pimenta	١,٠٤٨	١,٥٣٧		
زيت اللوز المر	١,٠٣٨ —	١,٥٤١٠ —	٠°إلى+١٠°	٥٠
Almond, bitter	١,٠٦٠	١,٥٤٤٢		
زيت اليانسون	٠,٩٧٨ —	١,٥٥٣٠ —	+١°إلى—٢°	٨٠
Anise or aniseed	٠,٩٨٨	١,٥٦٠٠		
زيت حرق	٠,٨٩٥ —	١,٤٧٧ —	—٦°إلى—٣٢°	٧٠
Basil, European	٠,٩٣٠	١,٤٩٥		
Basil; Réunion	,٩٤٥ —	١,٥١٢ —	+٠° ٢٢°	
	٠,٩٨٧	١,٥١٨	إلى +١٢°	
زيت الغار	٠,٩١٠ —	١,٤٦٠ —	—٤°إلى -٢٢°	
Bay, sweet (laurel leaf)	١,٠٤٥	١,٤٧٧		
	٠,٩٥٦ —	١,٥٠٢٨ —	+٩إلى+٣١°	٧٠
	٠,٩٧٢	١,٥٠٩٨		
زيت القصب العطرى	٠,٩٧٣ —			
Calamus, European	١,٠٢٣	١,٥١١ —	+٧°إلى+٢٧°	
		١,٥٢٨		
Calamus, Japanese	٠,٩٠٠ —	١,٤٨٤ —	+٧٠° إلى	٧٠
	٠,٩١٠	١,٤٨٨	+٨٠°	
زيت الكروياء	٠,٩١٧ —	١,٤٦٠٠ —	+٢٢°إلى+٢٤°	٦٠
Carayway cardamom	٠,٩٤٧	١,٤٩٠٠		
زيت الكرفس	٠,٨٨٥ —	١,٤٨٢٣ —	+٤٩° إلى	٩٠
Celery seed	٠,٩١٢	١,٤٨٧٩	+٦٦°	

الاسم	الوزن النوعي	معامل الانكسار	تحويل الضوء	الذوبان
زيت القرفة الحطبية	١,٠٤٥ —	١,٦٠٢٠ —	٠° إلى + ١°	٦٠
Cinnamon, cassia	١,٠٦٣	١,٦١٣٥		
Cinnamon, ceylon	١,٠٠٠ —	١,٥٦٥ —	٠° إلى — ١°	٦٠
		١,٥٨٢		
زيت الترنج	٠,٨٧٠٦		+ ٦٧°	
Citron, cedro				
Citron, cedrino	٠,٨٥٠ —	١,٤٧٥٢	+ ٧٧° إلى	
	٠,٨٥٤		+ ٨١°	
زيت القرنفل Clove	١,٠٣٨ —	١,٥٣٠٠ —	أقصاه — ١°	
	١,٠٦٠	١,٥٣٥٠	٣٠'	٦٠
زيت الكزبرة Coriander	٠,٨٦٣ —	١,٤٦٢٠ —	+ ٨° إلى +	٦٠
	٠,٨٧٥	١,٤٧٢٠	١٥°	
زيت النعناع الفلفلي	٠,٨٩٠ —			
Corn mint, Japanese	٠,٩١٩	١,٤٦٠٠ —	—٣٠° إلى —	
peppermint		١,٤٦٤٥	٥٥°	
زيت الكبابة الصينية	٠,٩١٠ —			
Cubeb	٠,٩٣٠ —	١,٤٩٣ —	—٢٠° إلى —	٨٠
		١,٤٩٨	٤٥°	
زيت الكمون Cumin	٠,٨٩٠ —	١,٤٩١ —	+٣°إلى+٨°	٧٠
	٠,٩٣٠	١,٥٠٧		
زيت الشمار Dill weed	,٩٠٥ —	١,٤٨١ —	+ ٧٠° إلى+	٨٠
	٠,٩١٥	١,٤٩٢	٨٠°	
زيت الشمرة Fennel	٠,٩٥٥ —	١,٥٢٨٠ —	+ ١٢° إلى+	٧٠
	٠,٩٧٣	١,٥٣٨٠	٢٤°	
زيت الثوم Garlic	١,٠٤٦ —			٧٠
	١,٠٥٧			

الاسم	الوزن النوعي	معامل الانكسار	تحويل الضوء	الذوبان
زيت الزنجبيل Ginger	٠,٨٧٥ —	١,٤٨٩ —	— ٢٥° إلى —	٩٠
	٠,٨٩٥	١,٤٩٤	٤٥°	
Grapefruit, Florida	٠,٨٤٥ —	١,٤٩٥٠ —	+ ٧٢,٥° إلى	٩٥
زيت الجريب فروت	٠,٨٦٠	١,٤٧٨٥	+ ٧٨,٥°	
				٨٠
زيت حشيشة الدينار	٠,٨٥٠ —			
Hops	٠,٩١٠			
زيت الزوفاء Hyssop	٠,٩٣٠ —			
	٠,٩٧٠			٨٠
زيت حب العرعر	٠,٨٥٤ —	١,٤٧٤٠ —	٠° إلى — ١٥°	٩٥
Juniper	٠,٨٧٩	١,٤٨٤٠		
زيت الليمون lemon	٠,٨٤٩ —	١,٤٧٤٠ —	+ ٥٧° إلى +	٩٠
	٠,٨٥٥	١,٤٧٥٥	٦٥,٥°	
زيت الليمون الحامض	٠,٨٦٨ —	١,٤٧٦٨ —	+ ٤٠° إلى +	٩٠
lime	٠,٨٧٩	١,٤٧٩٨٠	٤٦°	
زيت بسباسة جوز الطيب	٠,٨٩٠ —		+ ١٠° إلى +	٨٠
Mace	٠,٩٣٠		٢٢°	
زيت المردكوش (المرزنجوش)	٠,٨٩٠	١,٤٦٥ —	+ ٥° إلى +	٧٠
Marjoram	٠,٩١٦	١,٤٨٥	٣٢°	
زيت الخردل الطيار	١,٠١٣ —	١,٥٢٧٥ —		٨٠
Mustard, volatile	١,٠٢٠	١,٥٣١٠		
Myrcia	٠,٩٥٠ —	١,٥٠٧٠ —	— ٣°	
	٠,٩٩٠	١,٥١٦٠		
زيت جوز الطيب	٠,٨٨٠ —	١,٤٧٤٠ —	+ ١٠° إلى	٨٠
Myristica (nutmeg) East Indian	٠,٩١٠	١,٤٨٨٠	+ ٣٠°	
Myristica (nutmeg), West Indian	٠,٨٥٤ —	١,٤٦٩٠ —	+ ٣٠° إلى	٨٠
	٠,٨٨٠	١,٤٧٦٠	+ ٥٠°	

الاسم	الوزن النوعي	معامل الانكسار	تحويل الضوء	الذوبان
زيت الريحان Myrtle	٠,٨٨٠ —			٧٠
	٠,٩٣٠			
زيت البرتقال	٠,٨٤٢ —	١,٤٧٢٣	+ ٩٤° إلى	٩٠
Orange, sweet	٠,٨٤٦	١,٤٧٣٧	+ ٩٩°	
زيت البقدونس	١,٠٤٣ —	١,٤٨٠ —	— ٤° إلى —	٧٠
Parsley	١,١٠٠	١,٥٢٨	١٠°	
زيت النعناع الفلفلي	٠,٨٩٦ —	١,٤٥٩٠ —	— ١٨° إلى	٦٠
Peppermint	٠,٩٠٨	١,٤٦٥٠	— ٣٢°	
Sage	٠,٩١٣ —	١,٤٥٧٥ —	+ ١° إلى	
	٠,٩٣٦	١,٤٦٩٠	١٦°	
زيت السسفراس	١,٠٦٥ —	١,٥٢٥٠ —	+ ٢° إلى —	٦٠
Sassafras	١,٠٧٧	١,٥٣٥٠	١٤°	
Savory, summer	٠,٨٩٦ —		+ ٠° إلى — ٤	
	٠,٩٦٠			
Savory, winter	٠,٩٢٤ —	١,٤٩١٨	+ ٢,٨°	
	٠,٩٣٩			
زيت النعناع	٠,٩١٧ —	٩٠٤٨٤٠	— ٤٨° إلى	٦٠
Spearmint	٠,٩٣٤	١,٤٩١٠	— ٥٩°	
Star anise	٠,٩٧٨	١,٥٥٣٠ —	— ٢° إلى	
	٠,٩٨٨	١,٥٦٠٠	+ ١°	
زيت شجرة البتولا	١,١٧٦ —	١,٥٣٥٠ —		
Sweet birch (Betula)	١,١٨٢	١,٥٣٨٠		
زيت يوسفي Tangerine	٠,٨٥٠ —	١,٤٧٥ —	+ ٦٥° إلى	٩٠
(Mandarine)	٠,٨٦٠	١,٤٧٨	+ ٧٥	
Tarragon	٠,٩٠٠ —	١,٥٠٢٨ —	+ ٢° إلى	٨٠
	٠,٩٦٠	١,٥١٦	+ ٩°	

الاسم	الوزن النوعى	معامل الانكسار	تحويل الضوء	الذوبان
زيت الصعتر Thyme	٠,٨٩٤ — ٠,٩٣٠	١,٤٧٦٨ — ١,٥١٠٠	— ٤°	
زيت حشيشة البتول Wintergreen (Gaultfieria)	١,١٧٦ — ١,١٨٢	١,٥٣٥٠ — ١,٥٣٨٠	— ١,٥°	

تركيب الزيوت العطرية

جميع الزيوت العطرية عبارة عن مخاليط معقدة لعدة مركبات ، لكنها تتكون أساساً من قسمين أحدهما هو الإيدروكربون الذى يكون الجزء الأساسى من الزيت العطرى والآخر عبارة عن مركبات أكسيجينية . وهذه المكونات الأكسيجينية تتبع أى مجموعة عضوية من الأحماض والكحولات والإسترات والألدهيدات والكيتونات والإيثيرات . وقد تتضمن هذه المكونات أيضاً مركبات كبريتية أو نتروجينية بنسب ضئيلة ، غير أن هذه الكميات الضئيلة تؤثر فى رائحة ونكهة الزيت العطرى بشكل ملحوظ . مثال ذلك عصير الأناناس الذى تتأثر نكهته إلى حد كبير بوجود آثار من الإستر الإيثيلى للمركب Methyl-B-thiopropionic acid .

والجزء الإيدروكربونى فى الزيت العطرى أساسه terpenes و sesquiterpenes Polyterpenes ، وجميعها مشتقات أو تجمعات للأيزوبرين isoprene أى 3 - Methyl - 1,3 - butadiene . والتربينات المذكورة ك١٠ يد١٦ قد تكون أحادية الحلقة مثل الليمونين limonene والفلاندرين Phellandrene والتربينين terpinene ، أو ثنائية الحلقة مثل الكارين Carene والبينين Pinene أو زرحية الحلقات مثل الميرسين Myrcene والأوسيمين Ocimene . كذلك السسكويتربينات قد تكون أحادية الحلقة مثل البيزابولين bisabolene ، أو ثنائية الحلقة مثل الكادينين cadinene ، أو ثلاثية الحلقة مثل السدرين cedrene والسانتالين

Santalene أو متعددة الحلقات مثل الفارنيزول Fernesol . وعادة تكون نسبة الجزء الإيدروكربونى مرتفعة إلى حد قد يصل إلى ٩٠ أو ٩٨ فى المائة كما هو الحال فى زيوت الليمون والبرتقال وبعض الموالح الأخرى ، كما أن زيوت القصب العطرى calamus ، والزنجبيل ginger وحب العرعر juniper تحتوى على حوالى ٨٥ إلى ٩٠ فى المائة إيدروكربونات تربين وسسكويتربين .

وتتميز بعض الزيوت العطرية بارتفاع نسبة المكونات الأوكسيجينية مثل زيت البتول wintergreen المحتوى على أكثر من ٩٨ فى المائة ساليسيلات الميثايل ، وزيت الكاسيا وزيت القرفة المحتويين على حوالى ٧٠ إلى ٩٠ فى المائة سيناماالدهيد cinnamaldehyde ، وزيت القرنفل clove oil المحتوى على حوالى ٧٠ فى المائة eugenol ، وزيت النعناع peppermint المحترى على أكثر من ٥٠ فى المائة منتول Menthol

استخراج الزيوت العطرية :

أشهر طرق استخراج الزيوت العطرية هى طريقة التقطير ثم طريقة الاستخلاص بالمذيبات . أما طريقة الكبس فتستعمل بكثرة فى استخراج زيوت الموالح . وأقل الطرق استخداماً فى الصناعات الغذائية هى طريقة التشرب فى الدهن enfleurage .

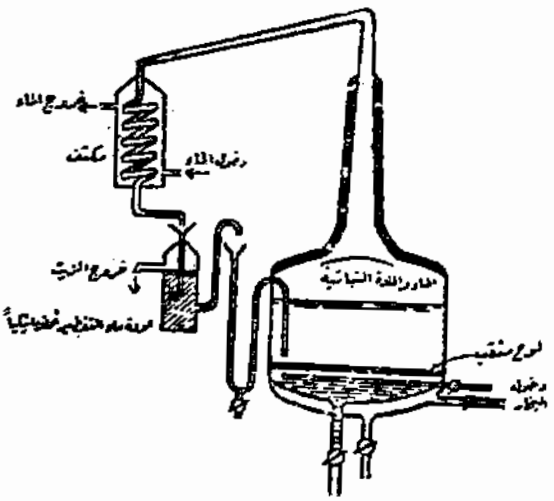
وتستخرج الزيوت العطرية من الأجزاء النباتية الطازجة كما هو الحال فى النعناع والموالح والنعناع البلدى Spearmint . أو من الأجزاء الجافة مثل الينسون وبذور الكرفس والقرنفل allspice ؛ أو من أجزاء نباتية مجففة جزئياً . وقد تستلزم عملية التقطير أحياناً نقع المواد الخام كما هو الحال فى صناعة زيت البتول (عنب الثعلب) wintergreen وخصوصاً فى حالة الخامات المجففة .

وتلخص طرق استخراج الزيوت العطرية فيما يلى :

(١) التقطير :

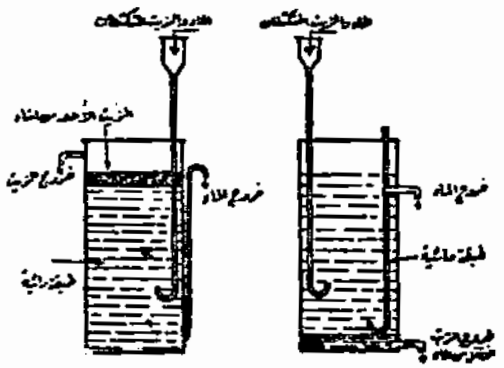
يجرى تقطير الزيوت العطرية بطرق مختلفة وهى :

١ – **التقطير بالبخار** steam distillation وهو أشهر طرق استخراج الزيوت العطرية ، ويقصد به إمرار تيار من البخار فى الخامات المسخنة فيتبخر الزيت



(شكل ١) جهاز تقطير الزيوت العطرية بالبخار

ويحمله البخار إلى المكثف البارد حيث يتكثف الزيت والماء ويتساقطان فى القابلة التى تعرف عادة باسم قابلة فلورنتين Florentine ذات الأشكال المتنوعة والمصممة بحيث تسمح فتحاتها بفصل كل من الزيت الخفيف والزيت الثقيل عن الماء . وقد يعاد تقطير الماء المتكثف المتبقى بعد نزع الزيت عنه فى نفس جهاز التقطير



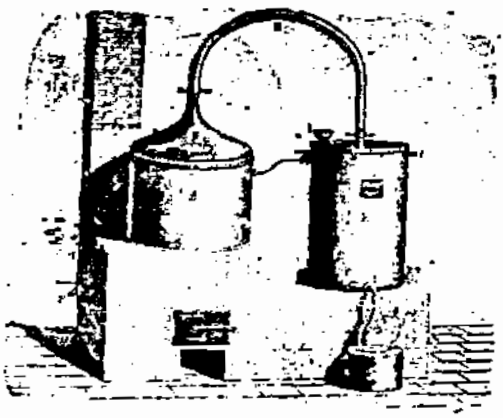
(شكل ٢) نموذجان من قوابل فلورنتين

بالبخار للحصول على أكبر قدر ممكن من الزيت . وتعرف هذه العملية باسم cohobation .

٢ – **التقطير الكحولى** alcohol distillation ويقصد به استعمال الكحول بتركيز ٨٣ فى المائة فى تقطير الزيت العطرى الخالى من التربينات تقريباً ، إذ يتقطر الزيت فى ما يعادل خمسة أمثال حجمه كحول بينما تكون التربينات عديمة الذوبان نسبياً . ويمكن إعادة تقطير المحلول الكحولى للتخلص من معظم التربينات .

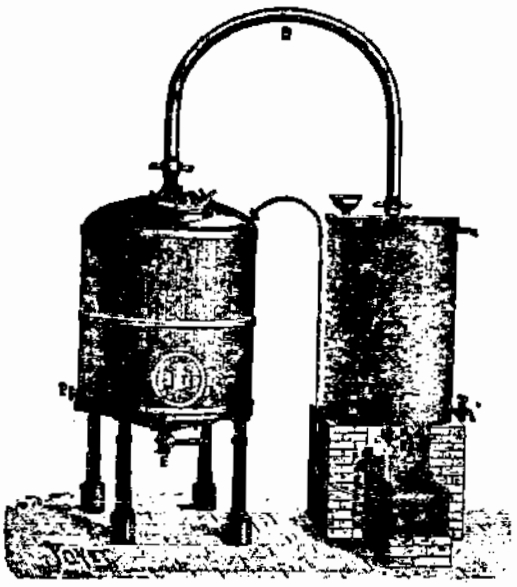
٣ – **التقطير الجزئى** fractional distillation تحت ضغط منخفض ، وهو يناسب استخراج الزيوت العطرية عديمة التربينات والسسكويتربينات ، فالجزء الأول من السائل المتقطر يتكون أساساً من التربينات ، بينما الجزء الوسطى عبارة عن السسكويتربينات والمكونات الأخرى غير المرغوبة فى الزيت الخام . وعادة يجرى التقطير الجزئى على الزيت العطرى بعد الحصول عليه من خاماته باستخدام التقطير البخارى أو التقطير الكحولى .

٤ – **التقطير المباشر** direct distillation ، وهو نادر الاستعمال بسبب تأثير الحرارة غير المرغوب على الزيت العطرى . غير أن هذه الطريقة تستعمل



(شكل ٣) أمبيق بسيط يسخن بالحرارة المباشرة

بكثرة فى إنتاج بعض الزيوت العطرية مثل زيت كوباى copaiba



(شكل ٤) أنبيق يسخن بالبخار

وتستلزم عملية التقطير أحياناً تحضير الخامات فى حالة مناسبة كما هو الحال فى تخمير اللوز المر قبل تقطير زيته ، وكذلك الخردل mustard .

(ب) الاستخلاص بالمذيبات :

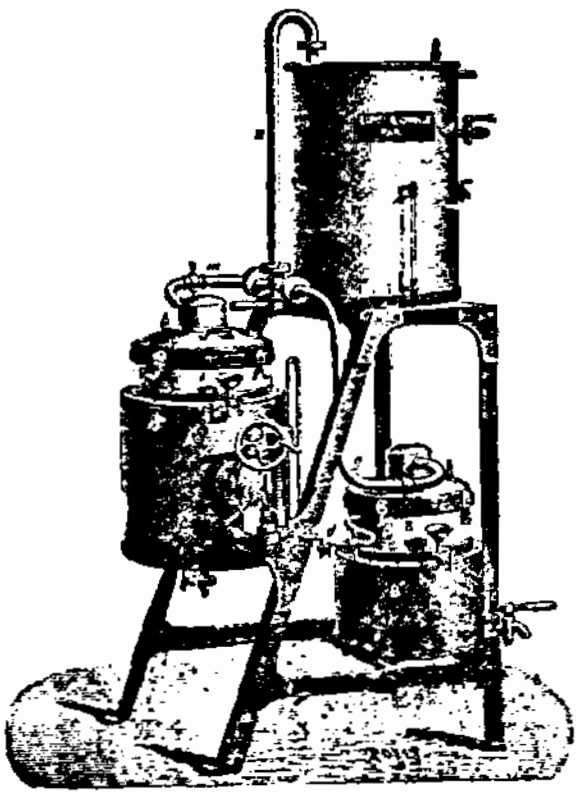
تستخلص الزيوت العطرية بطرق مختلفة يستعمل فى بعضها المذيبات ذات درجة الغليان المنخفضة وفى البعض الآخر المذيبات ذات درجة الغليان المرتفعة ، كما يتبع النظام العكسى countercurrent extraction أو النظام الاختيارى selective solvent extraction فى الاستخلاص .

وأهم المذيبات ذات درجة الغليان المنخفضة هى كحول الإيثايل وكحول الميثايل والأسيتون والكلوروفورم والإيثير وبنزول والبنزين . وتعتمد طريقة استخلاص الزيوت العطرية بهذه المذيبات ذات درجة الغليان المنخفضة على

الاستخلاص بالزيوت والشحوم على الساخن أو التقطير بالحرارة أولا . ويمكن الحصول على الزيت فيما بعد بتقطير المذيب .

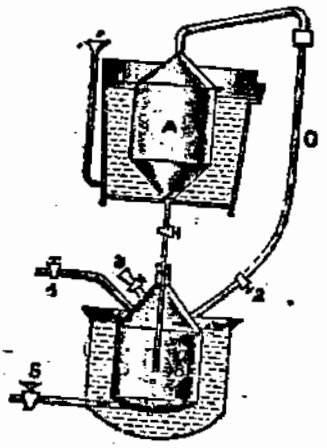
وفى طريقة الاستخلاص بالمذيبات ذات الوزن الجزيئى المرتفع توضع الخامات مع مذيب عبارة عن زيت أو دهن دافئ أو ساخن مثل الزيوت النباتية عديمة الرائحة والطعم ومثل شحم الخنزير ومثل مخلوط الدهن البقرى وشحم الخنزير . ويتحصل على الزيت العطرى من محلوله فى الزيت باستخلاصه بالكحول ثم التقطير . وقد يستعمل الدهن بما يحويه من زيت عطرى مستخلص فى صناعة المراهم ودهانات الشعر .

وتتبع طريقة الاستخلاص العكسى عادة فى استخلاص الزيوت الخالية من



(شكل ٥) جهاز استخلاص بالمذيبات الطيارة

التربينات . وعادة يحضر الزيت الخام باتباع إحدى الطرق السابقة أولاً لاستعماله فى الطريقة الحالية . وفى هذه الطريقة يذاب الزيت الخام فى مذيب غير قطبى لا يمزج بالكحول مثل الهبتان أو غيره من الإيدروكربونات الأليفاتية ثم يمرر هذا المحلول فى اتجاه مضاد لاتجاه مذيب قطبى مثل كحول الإيثايل أو الميثايل . فالمذيب غير القطبى يحتفظ بالتربينات بينما يستخلص المذيب القطبى المكونات الأكسيجينية المرغوبة . ويمكن فصل طبقات السوائل التى لا تمتزج ببعضها ثم يقطر الكحول للحصول على الزيت العطرى الخالى من التربينات ، كما تفصل التربينات من المذيب غير القطبى بالتقطير . وقد تفصل المكونات الأساسية بطرق أخرى من التجميد والتفاعلات الكيميائية وامتزاج طرق مختلفة ببعضها .



(شكل ٦)
جهاز استخلاص بالمذيبات الطيارة

وفى طريقة الاستخلاص الاختيارى يمزج الزيت الخام مع مذيب مناسب مثل كحول فى الماء بتركيز معين يسمح باستخلاص أكبر قدر ممكن من المكونات الأكسيجينية وأقل قدر ممكن من التربينات .

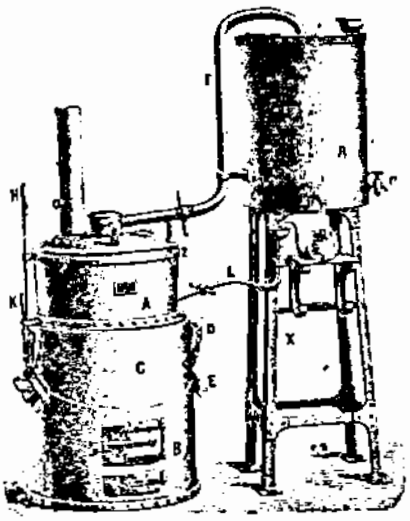
(ح) الكبس :

تستخدم طريقة الكبس فى فصل الزيوت العطرية من قشور البرتقال والليمون والليمون الهندى وثمار الموالح الأخرى . ففى الطريقة الميكانيكية تهرس الثمار بأكملها فى طواحين خاصة ويفصل الزيت العطرى من العصير بالطرد المركزى أو بطرق أخرى مناسبة . وباستعمال ماكينة Pipkin تعصر القشور بالكبس ويفصل الزيت من المستحلب الناتج بقوة الطرد المركزى . وفى طريقة الإسفنج sponge method تفصل القشور عن الثمار وتقطع إلى شرائح وتغمر هذه الشرائح فى الماء

وتضغط بالإسفنج يدويًا فيمتص الإسفنج الزيت ويمكن استرداد هذا الزيت بالضغط . وحاليًا توجد ماكينات تؤدى هذا العمل بدلاً من استخدام اليد . وتوجد طريقة أخرى تعرف باسم طريقة البشر écuelle or rasping method وفيها يستخدم وعاء خشن الجدران تحتك الثمار بسطوحه الداخلية فتتمزق جدران خلايا الزيت فى القشور ولذلك ينطلق الزيت خارج الخلايا ويتجمع فى الوعاء .

(د) طريقة الألواح الدهنية :

فى طريقة استخلاص الزيوت العطرية بالدهن المعروفة باسم enfleurage توضع بتلات الأزهار ، كالياسمين والورد والزنبق ، على الدهن فى صناديق فيمتص الدهن الزيوت العطرية تدريجيًا . ويمكن استبدال الأزهار بعد استنفاد كل ما بها من زيت بأخرى طازجة ، ويكرر ذلك حتى ترتفع نسبة الزيت العطرى فى الدهن . ويمكن استخلاص الزيوت العطرية من الدهن فيما بعد .



(شكل ٧)
جهاز تقطير بإعادة السائل المتقطر إلى الأنبيق

العوامل التى تحدد انتشار زراعة النباتات العطرية :

تزرع النباتات الطبية والعطرية فى مناطق متعددة من العالم . إلا أن تركيز زراعتها فى مساحات كبيرة ببلد معين يتوقف على المناخ والتربة والأيدى العاملة والنقل .

فالدول الواقعة فى المنطقة المعتدلة الشمالية تنتج ما يزيد على ٦٠٪ من الزيوت العطرية المنتجة فى العالم ، بسبب جودة النمو فى هذه المنطقة . إلا أن هناك بعض نباتات عطرية تجود زراعتها فى الجو الحار وفى المناطق الجبلية مثل خشب الصندل

والقرنفل وحشيشة الليمون والسترونيلا . وقد اشتهرت بعض الدول بإنتاج زيوت عطرية معينة ، مثل زيت الكافور الذى تنتجه الصين واليابان وفورموزا بكميات كبيرة ، وزيت النعناع الفلفلى الذى تنتجه اليابان والولايات المتحدة الأمريكية ، وزيت الورد وزيت الياسمين اللذين تنتجهما فرنسا وبلغاريا ، وزيوت الموالح التى تنتجها إيطاليا والولايات المتحدة الأمريكية . ولطبيعة التربة أثر واضح فى صفات الزيوت العطرية .

والأيدى العاملة قد تمثل نصف تكاليف إنتاج الزيت العطرى ، ولهذا فالإنتاج أقل تكاليف فى الهند والباكستان وغيرهما من الدول التى تشتهر بانخفاض أجور الأيدى العاملة بها مما يشجع على التوسع فى زراعة كافة النباتات العطرية والطبية الممكن زراعتها فى المنطقة ، بينما فى الولايات المتحدة الأمريكية وكندا واستراليا ، لا ينتج إلا زيوتاً عطرية معينة تتحمل أثمانها أجور الأيدى العاملة الباهظة .

وعملية التقلى لها أهميتها فى مجال إنتاج الزيوت العطرية . فالقرنفل مثلا المحتوى على حوالى ٢٠٪ زيت يمكن نقله من مناطق زراعته إلى مناطق بعيدة حيث يستخلص منه الزيت وتكون تكاليف النقل محتملة . أما الأزهار ، كالياسمين مثلاً ، المحتوية على حوالى ٠,٠٥٪ من وزنها زيتاً فيصبح نقلها من مناطق الزراعة إلى مناطق التصنيع البعيدة مكلفاً . وهذا يعنى أيضاً أنه من الممكن لبعض الدول زراعة مساحات كبيرة بالنباتات العطرية والطبية ذات النسبة المرتفعة من الزيت وتصدير هذه النباتات إلى دول أخرى للاستخلاص . وهذا يحدث الآن فعلاً . ويراعى دائماً فى مرحلة النقل تحاشى نقل النباتات والأزهار ذات النسبة المرتفعة من الرطوبة حتى لا تتلف ، ويعتنى بظروف التخزين تقليلاً للفقد .

وقد لوحظ أن العوامل الوراثية تترك آثارها فى خواص ودرجة جودة الزيوت العطرية .

بعض الزيوت المكسبة للنكهة :

تستخدم الزيوت العطرية الآن بكثرة فى إكساب المنتجات الغذائية نكهتها المميزة بدلاً من إضافة التوابل والنباتات العشبية . وأشهر هذه الزيوت العطرية النباتية استخداماً فى الغرض المذكور ما يلى :

١ – زيت الفلفل الحلو Allspice or pimenta oil : ويستخرج هذا الزيت بتقطير الثمار الجافة التامة النضج تقريباً لنبات Pimenta officinalis . ويستخرج زيت عطرى آخر من أوراق هذا النبات .

٢ – زيت اللوز المر Bitter almond oil الخالى من حمض البروسيك prussic acid ، أى من سيانيد الإيدروجين . ويستخرج هذا الزيت من البذور الجافة الناضجة لنبات Amygdalus communis بعد استخلاص الزيت الثابت من البذور وبعد التخلص من سيانيد الأيدروجين .

٣ – زيت جذور حشيشة الملائكة Angelica root oil : ويستخرج بالتقطير من الجذور الجافة لنبات Angelica archangelica (Archangelica officinalis) المنتشر فى مناطق الألب بأوربا .

٤ – زيت بذور حشيشة الملائكة Angelica seed oil . ويستخرج من بذور نفس النبات السابق بالتقطير .

٥ – زيت اليانسون Anise or Aniseed oil : ويستخرج بتقطير الثمار الجافة لنبات Pimpinella anisum .

٦ – زيت الريحان Basil oil or sweet basil oil : ويستخرج بالتقطير من الأليب أو الأطراف المزهرة لنبات Ocimum basilicum ، وهو نبات عشبى عطرى حلو .

٧ – زيت الغار Sweet bay oil : ويستخرج بالتقطير من الأوراق الجافة لنبات Laurus nobilis المعروف باسم Sweet bay أو Laurel tree ،

وهو يختلف عن الزيت المعروف باسم Myrcia or common bay oil .

٨ – زيت القصب العطرى calamus oil : ويستخرج من الجذور الجافة لنبات Aeorus calamus ويتميز برائحة ونكهة خاصة .

٩ – زيت الكراوياء caraway oil أو Oil of caraway seed : ويستخرج بالتقطير من البذور الجافة لنبات Carum carvi . ويستعمل هذا الزيت بكثرة فى الحلوى ومنتجات المخابز والمشروبات لإكساب الطعم والنكهة .

١٠ – زيت حب الهال cardamom oil : ويستخرج بالتقطير من البذور الجافة لنبات Elettaria cardamomum .

١١ – زيت بذر الجزر carrot seed oil : ويستخرج بتقطير بذور نبات Daucus carota .

١٢ - زيت بذور الكرفس celery seed oil . ويستخرج بتقطير الثمار الجافة لنبات Celeri graveolens ، وهو من الزيوت المكسبة للنكهة المستعملة بكثرة . .

١٣ – زيت البقدونس (كزبرة خضراء) Chervil oil : ويستخرج من أوراق نباتات Anthriscus cerfolium العشبى ، وهو قليل التحضير والاستعمال ، ويعتبر من المواد المكسبة للنكهة .

١٤ – زيت القرفة Cinnamon oil : ويحضر بالتقطير بالبخار من أوراق ولباليب نبات القرفة الصينى Cinnamomum cassia . ويوجد نوع آخر من زيت القرفة يستخرج من قلف أشجار Cinnamomum zeylanicum ويعرف باسم زيت قرفة سيلان oil of Ceylon cinnamon ، ويوجد نوع ثالث من مصادر الزيت العطرى يسمى Saigon cinnamon وهو القلف الجاف لأشجار Cinnamomum loureirii

١٥ – زيت الليمون أو الترنج Citron oil : ويستخرج بالكبس من

قشور ثمار Citrus medica var. vulgaris المعروفة باسم cedro ومن قشور ثمار Citrus medicus var. gibocarpa المعروفة باسم cedrino .

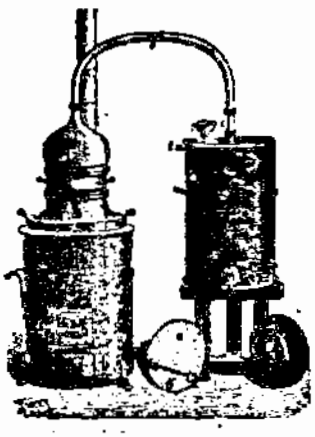
١٦ – زيت القرنفل Clove oil : ويستخرج من البراعم الزهرية الجافة لنبات Caryophyllus aromaticus ، وهو من أهم وأشهر الزيوت العطرية .

١٧ – زيت الكزبرة Coriander oil : ويستخرج بالتقطير من البذور الجافة الناضجة لنبات Coriandrum sativum .

١٨ – زيت الكبابة الصينية Cubeb oil : ويستخرج بتقطير ثمار نبات Piper cubeba وهو من المواد المكسبة للنكهة المعروفة جيداً .

١٩ – زيت بذر الكمون Cumin seed : ويستخرج من الثمار الجافة لنبات Cuminum cyminum .

٢٠ – زيت Curacao peel oil : ويستخرج بالكبس من قشور ثمار Citrus aurantium var. curassa-viensis ، وهو يستعمل فى صناعة المشروبات المنعشة .



(شكل ٨)
جهاز تقطير يستعمل فيه حمام مائى على درجة ثابتة

٢١ – زيت الشمر Dill weed oil : وهو يستخرج بالتقطير من النبات الكامل Anethum graveolens قبل أن يكتمل نضج النبات العشبى . وهذا الزيت من مواد النكهة المستخدمة فى بعض الصناعات الغذائية خصوصاً صناعة التخليل . وقد تقطر البذور الجافة الناضجة بمفردها للحصول على زيت عطرى آخر .

٢٢ – زيت الشمر Fennel oil : وهو يستخرج بالتقطير بالبخار من الثمار

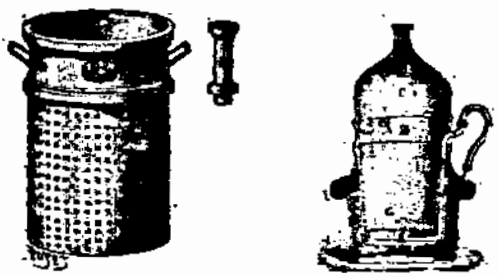
الجافة الناضجة لنبات Foeniculum vulgase : ولهذا الزيت خواص شبيهة بخواص زيت الينسون .

٢٣ — زيت الشمر الحلو Roman fennel oil : وهو يحضر بالتقطير من بذور نبات (Roman fennel) المعروف أحياناً باسم (Sweet fennel) Foeniculum dulce . ويمتاز هذا الزيت فى النكهة عن سابقه ؛ كما أنه يتميز عنه باحتوائه على نسبة أعلى من الأنيثول anethole وبخلوه من الفنشون Fenchone .

٢٤ — زيت الثوم Garlic oil : ويستخرج من Allium sativum ويحتوى أساسًا على بيكبريتيد الأأليل allyl disulfide ، وكبريتيد البروبايل والأأليل allyl propyl sulfide .

٢٥ — زيت الزنجبيل Ginger oil : ويستخرج بالتقطير من الريزومات الجافة لنبات Zingiber officinale . ويستعمل هذا الزيت بكثرة فى الصناعات الغذائية لإكساب النكهة .

٢٦ — زيت الليمون الهندى Grapefruit oil : ويستخرج بالكبس أو



(شكل ٩) اسطوانة مثقبة

التقطير من قشور ثمار Citrus decumana . ويمكن الحصول على هذا الزيت خالياً من التربينات .

٢٧ — زيت حشيشة الدينار Hops oil : ويستخرج بتقطير الأزهار الجافة

لنبات Humulus lupulus . ويستعمل هذا الزيت فى صناعة المياه الغازية والبيرة كمادة مكسبة للنكهة .

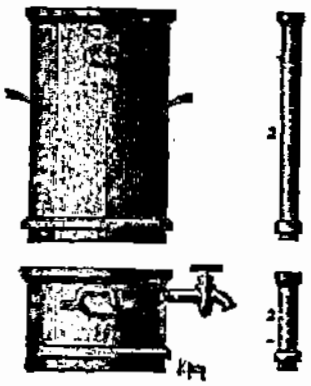
٢٨ – زيت الفجل الحار Horse-radish oil : ويستخرج من جذو نبات Armoracia lapathifolia المعروف أحيانًا باسم Cochlearia armoracia أو Radicula armoracia . وهذا الزيت يتميز بحرافته الشديدة وقدرته على إحداث التآكل فى المعادن . وقد استعيض عن هذا الزيت فى الصناعات الغذائية بزيت مشابه له فى النكهة .

٢٩ – زيت حشيشة الزوفاء Hyssop oil : ويستخرج بالتقطير من الأطراف المزهرة لنبات Hyssopus officinalis . ويستعمل هذا الزيت فى صناعة المشروبات المنعشة كمادة مكسبة للنكهة .

٣٠ – زيت العرعر Juniper : ويستخرج بالتقطير بالبخار من الثمار الجافة الناضجة لنبات Juniperus communis ونبات Juniperus communis var depressa . ولهذا الزيت استعمالات كمادة مكسبة للنكهة فى بعض المنتجات الغذائية . ويزداد ظهور نكهة الزيت بازدياد نقاوته . كما أنه أمكن الحصول على زيوت أخرى ذا نفس نكهة الزيت .

٣١ – زيت الليمون Lemon oil : ويستخرج هذا الزيت بالكبس على البارد من قشور ثمار الليمون Citrus limon المعروف سابقًا باسم Citrus medica Linné var. limon ، سواء بعد تقشير الثمار أو بدون تقشيرها . ويمكن الحصول على زيت عطرى آخر بالتقطير من البشر rinds ، كما يمكن الحصول على الزيت خاليًا من التربينات . وتوجد فى الأسواق أنواع متعددة من زيت الليمون غير الطبيعى imitation lemon .

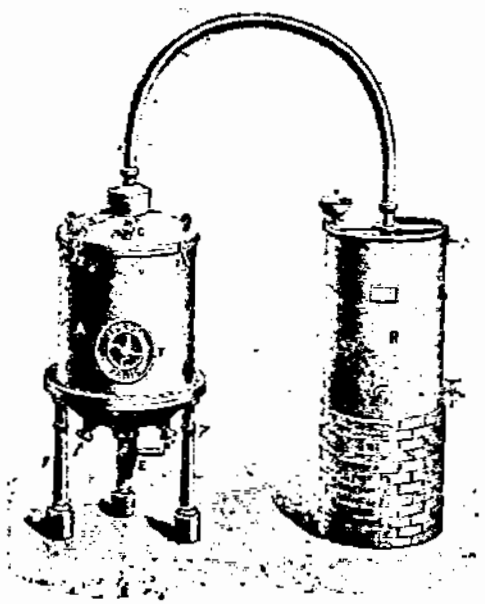
٣٢ – زيت الليمون الحامض (الزيزفون) Lime oil : ويستخرج بالكبس من قشور Rinds ثمار Citrus medica Linné var. acida Brandis ، ويمكن الحصول عليه خاليًا من التربينات .



(شكل ١٠) جهاز تقطير زيت الورد

٣٣ – زيـــت Lovge oil : ويستخرج بالتقطير من النبات العطرى Levisticum officinale ؛ وهو يتميز بنكهة خاصة ويستعمل ضمن التوابل .

٣٤ – زيت قشر جوز الطيب Mace oil : ويستخرج بالتقطير من القشور الجافة لبذور نبات Myristica fragrans . ويختلف تركيب ونكهة هذا الزيت قليلاً عنها فى زيت جوزة الطيب nutmeg oil المستخرج من نفس النبات .



(شكل ١١) أنبيق يسخن بالبخار ذو قاعين

٣٥ – زيت البردقوش الحلو Sweet marjoram oil : ويستخرج بالتقطير من الأجزاء المزهرة لنبات Origanummajorana Majorana hortensis . وهذا

الزيت من المواد المكسبة للنكهة المستعملة بكثرة . ويتشابه فى صفاته مع زيت Origanum oil المستخرج من نبات Oryganum Vulgare ؛ فقط يلاحظ أن الأول يحول الضوء المستقطب لليمين بينما الأخير يحوله لليسار .

٣٦ — زيت البردقوش الفرنسى French marjoram oil : ويستخرج بالتقطير من نبات Satureia nepeta .

٣٧ — زيت المصطكى mastic oil : ويستخرج بالتقطير من العصير الحلوى لنبات Pistacia lentiscus . ويدخل فى صناعة كثير من المشروبات .

٣٨ — زيت الخردل Volatile oil of mustard : ويستخرج بالتقطير من البذور الجافة الناضجة ؛ بعد فصل الزيت الثابت منها ، لنبات Brassica nigra أو Brassica Juncea أو بعض نبات عائلة cruciferae الأخرى . وقد يحضر هذا الزيت معمليًا أى تركيبياً . وهو يستعمل بكثرة كمادة مكسبة للنكهة .

٣٩ — زيت myrcia oil : ويستخرج بالتقطير من أوراق نبات Pimenta (Pimenta acris, raemosa) . ويعرف أحيانًا باسم Bay oil . وهو يختلف تمامًا عن الزيت المعروف باسم oil of sweet bay أو Laurel leaf oil

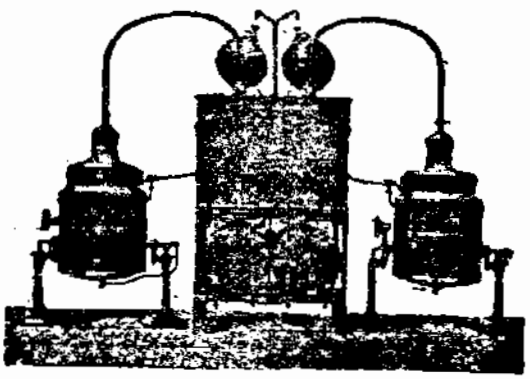
٤٠ — زيت جوز الطيب Myristica oil : ويستخرج بالتقطير بالبخار من البذور الجافة الناضجة لنبات Myristica fragrans ؛ ويعرف هذا الزيت تجاريًا باسم Nutmeg oil وهو قريب الشبه بالزيت العطرى mace oil .

٤١ — زيت الريحان الشامى Myrtle oil : ويستخرج من أوراق ولباليب نبات Myrtus Communis ، وهو يعطى رائحة ونكهة أوراق النبات .

٤٢ — زيت البرتقال الحلو Sweet orange oil : ويستخرج بالكبس من قشور ثمار البرتقال الناضجة (C. aurantium) Citrus sinensis (C. vulgaris) ، تحت النوع Sinensis (Gallesio) . ويمكن الحصول على هذا الزيت خاليًا من التربينات . كما يمكن الحصول على زيت عطرى بتقطير rinds .

٤٣ – زيت بذور البقدونس Parsley seed oil : ويستخرج بالتقطير من البذور الجافة الناضجة لنبات البقدونس العادى (Petroselinum crispum) (Apium Petroselinum' Petroselinum sativum) .

٤٤ – زيت أوراق البقدونس Parsley leaf oil : ويستخرج بتقطير



(شكل ١٢) جملة أنابيق تسخن على حمام مائى تحت ضغط

نبات البقدونس . ويمكن استعمال هذا الزيت وسابقه بدلاً من النبات فى إكساب النكهة .

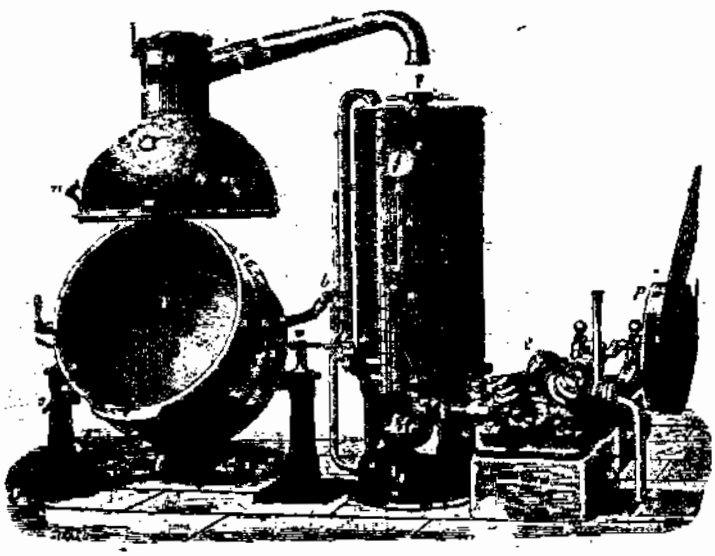
٤٥ – زيت الفلفل Pepper oil : ويستخرج بالتقطير من الثمار الجافة الناضجة لنبات Piper nigrum ، ويفضل استخدام هذا الزيت بدلاً من الثمار فى الطهى وإكساب النكهة ليتسنى التحكم فى قوة النكهة . ويوجد حالياً زيوت أخرى لها نفس نكهة هذا الزيت .

٤٦ – زيت النعناع الفلفلى Peppermint oil : ويستخرج بالتقشير بالبخار من الأجزاء الخضرية المزهرة لنبات Mentha Piperita . ولا يجوز فصل أى كمية من المنثول الموجود فى هذا الزيت ، كما يجب ألا يقل ما يحتويه من استرات محسوبة فى صورة خلات منثايل عن خمسة فى المائة ، وألا يقل ما يحويه من منثول عن خمسين فى المائة محسوبًا فى صورة منثول حر أو إستراته . ويختلف

هذا الزيت عن الزيت العطرى المعروف باسم Japanese mint oil الذى يشار إليه عادة على بطاقات المواد الغذائية المعبأة باسم corn mint أو field mint . ويستعمل زيت النعناع بكثرة فى إعطاء النكهة لبعض الحلوى واللاذن والمشروبات المنعشة والكحولية . وأفضل الأنواع من وجهة النكهة هو النوع M. P. var. officinalis ، أما أعلى نسبة للزيت فتوجد فى النوع M. P. var. glabrata holmes .

٤٧ — زيت القصعين Sage oil : ويستخرج بتقطير أوراق نبات Salvia officinalis . ويستعمل هذا الزيت فى إكساب النكهة لمنتجات اللحوم المطهية . وتوجد زيوت أخرى غير طبيعية مشابهة لهذا الزيت فى النكهة .

٤٨ — زيت الساسفراس Sassafras oil : ويستخرج بالتقطير بالبخار



(شكل ١٣) جهاز يعمل تحت تفريغ

من جذور نبات Sassafras albidum . وتحضر زيوت أخرى لها نفس نكهة هذا الزيت ، وتستعمل أساساً فى صناعة المشروب root beer .

٤٩ — زيت Oil of savory : ويستخرج بتقطير نبات Satureia hortenisis المعروف باسم mint أو summer savory . ويمكن استخراج زيت عطرى آخر بتقطير نبات S. montana المعروف باسم winter savory .

٥٠ — زيت النعناع البلدى Spearmint oil : ويستخرج بتقطير الأجزاء الخضرية المزهرة لنبات Mentha spicata . ويقضى القانون الأمريكى بألا تقل نسبة الكارفون Carvone عن خمسين فى المائة بالحجم . وتوجد زيوت أخرى « تقليد » لهذا الزيت . ويستعمل هذا الزيت بكثرة فى إكساب النكهة للحلوى واللاذن .

٥١ — زيت بذر اليانسون Star anise oil أو Star aniseed oil : ويستخرج بالتقطير من ثمار نبات Illicium verum . وهو يستعمل كمادة مكسبة للنكهة .

٥٢ — زيت البتولا الحلو Sweet birch oil أو Betula oil : ويستخرج من قلف ولباليب نبات Betula lenta بالنقع ثم التقطير بالبخار . ويقضى القانون الأمريكى بألا تقل نسبة ساليسيلات الميثايل فى الزيت عن ٩٨ فى المائة . ويميز هذا الزيت ، وكذلك ساليسيلات الميثايل المحضرة تركيبيًا ، عن زيت wintergreen بكونهما عديمى النشاط الضوئى . أما زيت gaultheria oil فيحول الضوء لليسار بقدر ضئيل .

٥٣ — زيت اليوسفى Tangerine oil أو Mandarin oil : ويستخرج بالكبس اليدوى لقشور rinds ثمار citrus madurensis . ويمكن الحصول على زيت عطرى بتقطير قشور الثمار الخارجية . كذلك يمكن الحصول على هذا الزيت خاليًا من التربينات .

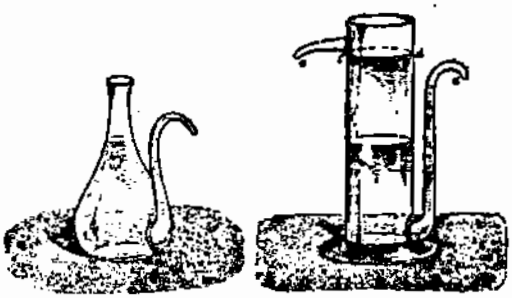
٥٤ — زيت الطرخون Tarrogon oil : ويستخرج بتقطير النبات العشبى Artemisia dracunculus . وقد يعرف هذا الزيت أحيانًا باسم Estragon oil .

٥٥ — زيت الزعتر Thyme oil : ويستخرج بتقطير نبات Thymus

vulgaris ويكون أبيض اللون أو أحمراً . ويستعمل هذا الزيت ضمن التوابل ، وتحضر زيوت « مقلدة » شبيهة به .

٥٦ ــ زيت حشيشة الهر Valerian oil : ويستخرج بتقطير الجذور الجافة لنبات Valeriana officinalis .

٥٧ ــ زيت حشيشة البتول Wintergreen oil أو Gaultheria oil : ويستخرج هذا الزيت بالنقع ثم التقطير من الأوراق الخضراء لنبات Gaultheria



(شكل ١٤) قابلة فلورنتين القديمة والمعدلة

procumbens . وتحتم التشريعات الأمريكية ألا تقل نسبة ساليسيلات الميثايل فى هذا الزيت عن ٩٨ فى المائة . وهذا الزيت يستعمل بكثرة جداً فى إكساب النكهة للمواد الغذائية وخصوصاً الحلوى واللاذن .

أما المواد العطرية الحيوانية فذات رائحة قوية غير مقبولة لدى معظم المستهلكين إلا أنها تستعمل فى بعض البلدان الشرقية كما تستخدم كمواد مثبتة فى صناعة بعض المواد العطرية . وأشهر هذه المواد العطرية الحيوانية ما يلى :

١ ــ العنبر Ambergris الذى يوجد فى إمعاء الحيوان Physter macrocephalus ، ويشاهد طافياً أحياناً على شواطئ سومطرة ومدغشقر والصين واليابان وأمريكا الجنوبية . وهو مادة عطرية دهنية رمادية اللون قابلة للذوبان فى الكحول وفى الإيثير وفى الزيوت العطرية ولكن عديمة الذوبان فى الماء ، كثافتها حوالى ٠,٩ ،

ولها قدرة تثبيت العطور عندما تضاف إليها ، كما أن رائحتها قوية وتستمر مدة طويلة .

٢ — الزَبَادْ Civet الذى يشبه المسك تقريباً ، وهو مادة تفرزها غدة مزدوجة شبيهة بالكيس توجد قريبة من أعضاء التناسل لكل من ذكر وأنثى قطّ الزباد Viverrire المعروف بالزبادىّ Viverra civetta أو V. zibetha الذى يقطن شمال إفريقيا وأواسط آسيا ويقذف هذه المادة العطرية على فترات ، وهى مادة بيضاء اللون مصفرة تزداد دكنة بالتعرض للجو كما يكثف قوامها ، وهى قابلة للذوبان فى الإيثير وأقل ذوباناً فى الكلوروفورم وأصعب ذوباناً فى الكحول .

٣ — المسك الذى يفرزه الوعل Moschus moschifrous الذى يقطن جبال الهملايا وأطلس ، من غدد توجد قريبة من أعضاء التناسل فى الحيوان الذكر . وهذا العطر شائع الاستعمال فى صناعة بعض المنتجات العطرية والصابون وكمثبت لبعض المنتجات العطرية ، وهو قوى الرائحة جداً لذلك يخفف عادة قبل استعماله . وأكثر الدول المصدرة للمسك هى الصين وسيبريا والبنغال وسيام .

٤ — الكستور castoreum الذى يفرزه القندس Castor fiber المعروف أحياناً باسم السمّور ، داخل كيسين يوجدان عادة بين الفخذين فى كل من ذكر وأنثى الحيوان . وهذه المادة دهنية سمراء اللون قوية الرائحة قابلة للذوبان فى الكحول لها قدرة تثبيت العطور الأخرى . وأكثر الدول المصدرة للكستور هى سيبيريا وكندا .

٥ — الهيراسيوم الذى يؤخذ من أرنب الصخر Hyrax capensis المعروف أحياناً باسم وَبْرُ . وهذه المادة شبيهة بالكستور إلى حد كبير .

بعض الزيوت العطرية الشائعه

(١) زيت النعناع الفلفلى

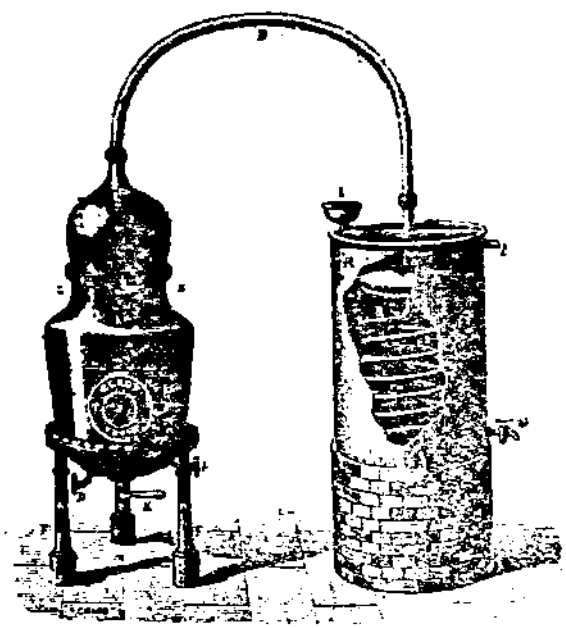
يستعمل زيت النعناع Peppermint oil فى إعطاء النكهة للحلوى والمشروبات الكحولية وبعض المنتجات الدوائية . وفى بعض الأحيان يستعمل النبات الطازج أو المجفف فى إكساب النكهة بدلاً من الزيت . ويتصف الزيت بكونه عديم اللون قوى الرائحة حريف الطعم يعطى شعوراً بالبرودة عند سحب الهواء فى الفم بعد أو أثناء تذوق الزيت . والوزن النوعى للزيت ٠,٨٩٦ إلى ٠,٩٠٨ على درجة ٢٥° مئوية ، ومعامل إنكساره ١,٤٦٠٠ إلى ١,٤٧١٠ على درجة ٢٠° مئوية ، ودرجة تحويله للضوء — ١٨ إلى — ٣٢° فى أنبوبة طولها عشرة سنتيمترات على درجة ٢٥° مئوية . وأشهر أصناف النعناع هى الأبيض والأسمر والأمريكى . وتصل نسبة الزيت فى نبات النعناع إلى أقصاها عندما يصل التزهير إلى أقصاه ، ويجب قطع النباتات فى هذه المرحلة . ويتضح بالاستدلال على الوقت المناسب لقطع النباتات ، أى على وصول نسبة الزيت فى النباتات إلى أقصاها ، بتقطير بعض النباتات على فترات متقاربة أثناء موسم التزهير . ويتأثر محصول الزيت بالعوامل البيئية . ويزداد محصول الزيت بتقطير النباتات الخضراء عنه فى حالة تقطير النباتات المجففة هوائياً ، غير أن كمية البخار التى تلزم للنباتات الخضراء تعادل ثمانية أمثال ما يلزم للنباتات الجافة .

ويتصف زيت النعناع بالثبات ؛ غير أنه يتلف نسبياً بالتعرض للضوء والهواء بسبب تأكسد وتجمع جزيئات بعض تربينات الزيت مثل البينين Pinene . ويتبع هذه التغيرات ارتفاع فى الوزن النوعى للزيت وانخفاض فى نسبة ذوبان الزيت فى الكحول تركيز ٧٠ فى المائة . وقد يصبح الزيت عديم الذوبان تماماً فى الكحول تركيز ٧٠ أو ٩٥ فى المائة عندما يفسد بشدة . وقد يعاد تقطير

الزيت غير أن هذا يفقده حوالى ٣ إلى ١٥ فى المائة من وزنه ، كما أن الزيت الناتج يكون ضعيف النكهة .

وأهم مكونات زيت النعناع هى المنثول وخلات المثايل وفاليرات المثايل المشابهة والمنثون . كما يحتوى الزيت على اسيتالدهيد وحمض فاليريك مشابه وفاليرالدهيد مشابه وكحول أميل وبينين Pinene وفيلاندرين Phellandrene وسنيول Cineol وليمونين limonene وكادينين Cadinene وكبريتيد ثنائى الميثايل ألفالاكتون $ك_{١٠}يد_{١٦}ا_{٢}$. ويعتبر كبريتيد ثنائى الميثايل ضاراً بخواص الزيت ولذا يزال فى الصناعة .

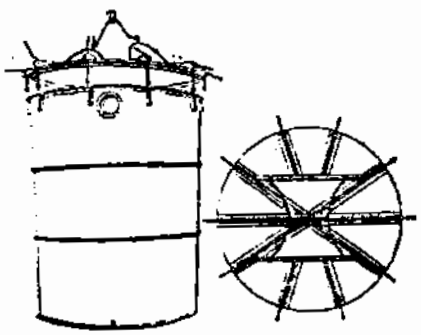
ويستخرج زيت النعناع بالتقطير بالبخار ، ويتكون الجهاز من مولد



(شكل ١٥) أنبيق قديم يسخن بالبخار

للبخار يعرف باسم boiler وقابلة تقطير Still تعرف أحيانًا باسم tub ومكثف وقابلة للاستقبال .

وعادة تستعمل عدة قوابل تقطير بحيث يتسنى استمرار العمل بالجهاز . فتستخدم الواحدة منها أثناء تنظيف الأخرى . وتصنع أجزاء الجهاز من الصلب عادة ، وتكون قابلة التقطير بقطر ٦ إلى ٧ قدماً وبارتفاع ٦ إلى ٩ قدماً ومزودة قرب قاعدتها بأنبوبة معدنية قطرها بوصة ونصف لدخول البخار الذى يخرج فيما بعد من فتحة أكثر إتساعاً من فتحة دخول البخار قرب فوهة القابلة أسفل الغطاء مباشرة . ويثبت غطاء القابلة بإحكام مع استخدام مطاط يمنع تسرب البخار . ويمكن تثبيت المكثف فى غطاء قابلة التقطير بدلاً من القابلة نفسها وهذا يفيد فى إمكان نقل الغطاء بالمكثف من قابلة لأخرى . والمكثفات الحلزونية شائعة الإستعمال ، وهى تبرد بالماء الجارى أو بغمرها فى حوض ماء . كما توجد الآن مكثفات ذات أنابيب معدنية رأسية بقطر بوصتين ، يبلغ عددها ٢٤ فى المكثف الواحد . وقابلة الاستقبال عبارة عن وعاء اسطوانى سعة ١٠ إلى ٥٠ جالوناً بها أنبوبة جانبية تسمح برفع مستوى سطح الماء فيها مما يؤدى إلى خروج الزيت من الفوهة .



(شكل ١٦)

قابلة تقطير من الصلب المجلفن لتقطير النعناع

تبدأ عملية تقطير النعناع بتعبئة النباتات فى قابلة التقطير بنظام يحول دون تسرب البخار خلال المسافات بين النباتات المستعملة بسهولة . ويجرى ذلك بوضع حلقة من الحديد متصلة بسلاسل معدنية فى قاع القابلة ثم تعبئة النباتات حتى منتصف ارتفاع القابلة تقريباً ، ويفتح البخار قليلاً ، وبعدها توضع حلقة معدنية أخرى وتستمر تعبئة النعناع للنهاية . ويوضع غطاء قابلة التقطير فى مكانه ويثبت بإحكام ويفتح صمام البخار للنهاية . ويجب ضبط سرعة البخار منعاً لتسرب بعضه من المكثف . وفى نهاية التقطير يلاحظ انفصال الزيت عن الماء فى قابلة الاستقبال ، وقد يرشح الزيت بعد فصله .

وتقدر كمية البخار اللازمة للتقطير بحوالى ٣٠ إلى ٥٠ رطلاً لكل رطل من الزيت فى حالة النباتات المجففة هوائيًا أو ٦٠ إلى ٨٠ رطلاً فى حالة النباتات المجففة جزئيًا أو ٢٥٠ إلى ٣٥٠ رطلاً فى حالة النباتات الخضراء الطازجة . وتتأثر كمية البخار أيضاً بشكل قابلة التقطير وضغط البخار وطريقة تعبئة النباتات وخبرة القائم بعملية التقطير .

ويقدر الإنتاج العالمى بحوالى ٢٠٠٠ طن زيت نعناع فلفلى ، ١٠٠٠ طن منثول . وفى بعض الدول تستعمل أوراق النعناع فى عمل مشروب يفضل الشاى والقهوة من جهة عدم التأثير على الأعصاب . ونسبة المنثول فى الزيت حوالى ٤٠ — ٨٠٪ . ويقدر محصول الفدان بحوالى ٢٨ — ٥٦ طن نباتات خضراء بها ٣ — ٦ طن أوراق خضراء تصبح ٠,٦ — ١,٢ طن بعد التجفيف .

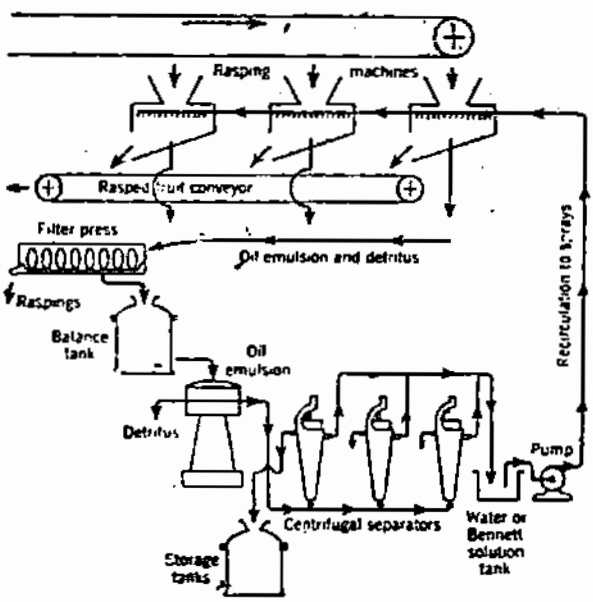
(٢) زيت الموالح

تستخرج زيوت الموالح Citrus Oils أساساً بطريقة الكبس الآلى ؛ وتستعمل فى ذلك ماكينات ذات ثلاثة سلندرات من الحديد أو البرونز أو تستعمل طاحونة hammer mill . فالزوج الأول من السلندرات تبلغ المسافة بين سلندريه نصف بوصة ، ووظيفته تهشيم الثمار وفصل معظم العصير . وتمر الثمار المهشمة بين زوجى السلندرات الثانى والثالث خلال مسافة بينهما قدرها ثمن بوصة ، ويلى ذلك تصفية العصير والزيت ثم فصلهما بالطرد المركزى . وقد تقطر القشور للحصول على زيت عطرى منخفض الدرجة .

وفى طريقة أخرى تغسل الثمار وتبشر ميكانيكيًا أثناء تساقط تيار من الماء عليها لمنع فقد الزيت . ويرشح مستحلب الزيت للتخلص من البشر ويترك هادئاً لتطفو طبقة الزيت على السطح ثم تفصل هذه الطبقة وتعامل بالطرد المركزى . وعادة تعاد القشور للجهاز لاستخراج مزيد من الزيت .

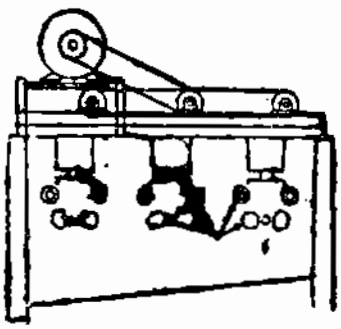
وفى الطريقة المعدلة يذاب بيكربونات وكبريتات الصوديوم فى الماء فيساعد

ذلك على رفع نسبة الزيت المستخرج ، كما أن الملح يعادل الحموضة الزائدة . وفى طريقة أخرى تحتك الثمار الكاملة باسطوانات من الكربوراندم عدة مرات مما



(شكل ١٧) رسم تخطيطى لعملية استخراج زيت الموالح

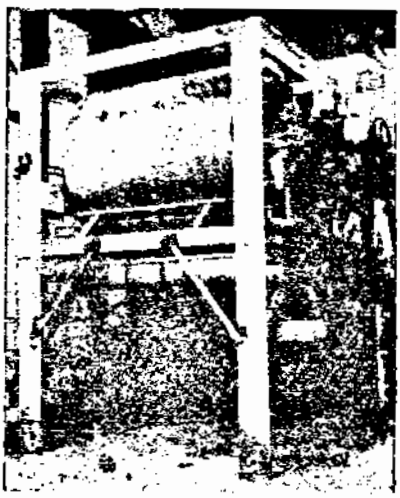
يؤدى إلى بشر قشرتها الخارجية ، ويقوم رذاذ الماء المتساقط على الثمار والاسطوانات بفصل البشر والزيت . ويصفى مستحلب الزيت ويترك للترسيب مدة ٣ إلى ١٢ ساعة ويؤخذ الخمس العلوى من المستحلب ليعامل بالطرد المركزى فيتحصل على الزيت . وفى طريقة أخرى يمزج بين طريقتى البشر والهرس حيث تبشر القشور ميكانيكيًا وتعبأ فى قماش أو فى أكياس وتكبس بالضغط الإيدروليكى . ويلى ذلك فصل المستحلب للترسيب مدة أسبوعين .



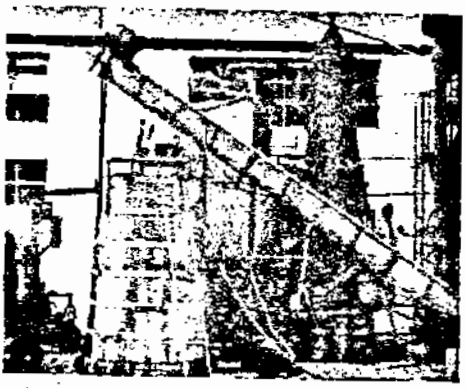
(شكل ١٨) قطاع فى ماكينة بشر ثمار الموالح بالكربوراندم

كما قد تقطر المادة المتخلفة فى المكبس بالبخار للحصول على مزيد من الزيت .

وفى كثير من المصانع تستخرج زيوت الموالح بالتقطير من القشور المتخلفة من مصانع التعبئة والحفظ . وعادة تضغط القشور أولاً على البارد لاستخراج



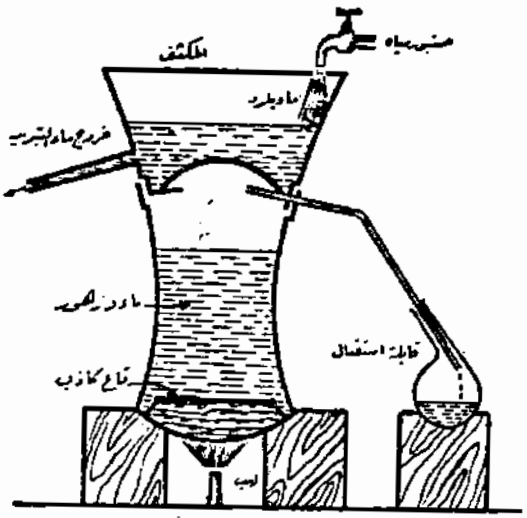
(شكل ١٩)
سلندر ماكينة استخراج زيوت الموالح



(شكل ٢٠)
معدات استخراج زيت الليمون بالكبس والتقطير

جزء من الزيت ثم تفرم القشور وتقطر بالبخار تحت الضغط الجوى العادى . وتكون عملية استخراج زيت البرتقال Orange Oil من القشور إقتصادية فقط فى حالة استعمال القشور المتخلفة من مصانع استخراج العصير ، فهى تحتوى على ١ر٠٪ زيتاً . ويمكن استخراج البكتين من القشور ، كما تستخرج مادة الهسبردين . أما النارنج فقد يزرع خصيصاً لاستخراج زيوته من الأوراق والأزهار والثمار .

وباستغلال القشور والأزهار فى استخراج الزيوت العطرية يزداد إيراد الفدان بدرجة ملحوظة . ويمكن تقطير أزهار البرتقال والنارنج للحصول على ماء الزهر neroli water ، كما تقطر لباليب النارنج للحصول على زيت الفلبوب Petitgrain oil . وتتلخص طريقة التقطير بالماء فى غمر النباتات بالماء داخل جهاز التقطير ، والتسخين باللهب المباشر إلى أن يغلى الماء ، فيحمل بخار الماء الزيت العطرى معه إلى المكثف ثم إلى قابلة الاستقبال ، وفى القابلة يطفو الزيت العطرى



الإنبيق البلدى

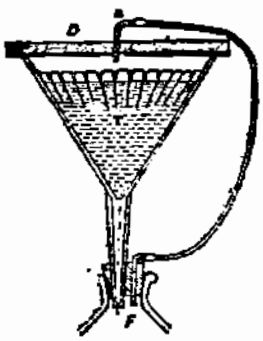
الخفيف على سطح الماء . ويعرف هذا الجهاز المستخدم للتقطير باسم الأنبيق البلدى . وقد أدخلت تحسينات عدة على الأنبيق البلدى ، وأصبحت النباتات تسخن بالبخار الوارد إلى الجهاز من مولد البخار boiler . ويشترط فى طرق التقطير عموماً أن تكون الزيوت العطرية المراد استخراجها تتحمل درجة حرارة غليان الماء دون أن تتحلل ، مثل زيوت الورد والعتر والنعناع .

ولتحضير ماء الزهر تجهز الأجزاء الخضرية او تفرز الأزهار وتوضع داخل الإنبيق البلدى على القاع الكاذب ، ويضاف الماء بمعدل لتر لكل رطل من وزن الأزهار مع إضافة لترين ماء زيادة عن المطلوب لكل خمسة أرطال من الزهور ، ويضغط على النباتات لتظل مغطاه بالماء . ثم يبدأ التسخين واستقبال ماء الزهر المتقطر الذى يقدر بحوالى خمسة لترات ناتجة من كل خمسة أرطال زهور . وتستغرق العملية حوالى ثمانية ساعات على نار هادئة .

وفى الأنبيق الأفرنجى ، أى الأنبيق المحسن ، توضع النباتات داخل سلة من السلك ، ويسخن الإنبيق ببخار غير مباشر يمر بين جدارى الإنبيق ، أو ببخار مباشر يدخل إلى الإنبيق من أسفله ماراً بأنبوبة مثقبة تطلق البخار ليتخلل النباتات .

(٣) زيت الصنوبر

يستخرج من جذوع أشجار الصنوبر .Pinus L زيت وقلفونية عندما تبلغ الأشجار خمسة وعشرين عاماً من العمر تقريباً . والطريقة المتبعة حديثاً تتلخص فى عمل شق فى جذع الشجرة على ارتفاع نصف متر من سطح الأرض ويستقبل السائل المتساقط فى وعاء يثبت فى جذع الشجرة . وعادة يجرى ذلك فى فصل الصيف ، ويكرر خلال أربعة أعوام بعدها تترك الأشجار فترة ثمانية أعوام للراحة . أى أن الدورة الصنوبرية تكون إثنى عشر سنة . وبعد تصفية السائل الناتج يقطر بالبخار فينفصل الزيت التربنتينى مع البخار ، أما الراتنج فيتبقى فى الأغراض الطبية أو تستعمل الدرجات فى قابلة التسخين ويمكن تنقيته واستعماله المنخفضة منه فى الصناعة وهى تعرف محلياً باسم القلفونية . ويتصف زيت التربنتينة برائحة مميزة وطعم حريف مر ، وهو عديم اللون وزنه النوعى ٠,٩٣٢٥ إلى ٠,٩٤٧ ورقمه اليودى ٣٤٠ ومعامل انكساره ١,٤٧٩ إلى ١,٤٨٧ وتتغير صفاته بطول التخزين وبالتعرض للضوء والرطوبة . ويستعمل هذا الزيت بكثرة فى تحضير المواد المطهرة disinfectants Pine ، وكطارد للديدان ومسكن للمغص . أما القلفونية فرائحتها ضعيفة وطعمها حريف والمستعمل منها طبياً يدخل عمل ضمادات الجروح وكمادة لاصقة .



(شكل ٢١)
قمع لترشيح الزيوت الطيارة

(٤) زيت العرعر

يستخرج من ثمار نبات العرعر Juniperus communis زيت عديم اللون أو مخضر قليلاً عطرى الرائحة مقبول الطعم معامل انكساره ١,٤٧٥ إلى ١,٤٨٨ يحتوى على بينين وكامفين وكادينين وتربنيول . وعادة تجمع الثمار وتجفف هوائياً وتقطر بالبخار .

(٥) زيت الثوم

تحتوى فصوص نبات الثوم Allium sativum على زيت نفاذ الرائحة وزنه النوعى ١,٠٤٥ إلى ١,٠٦٠ ويحتوى على مركبات كبريتية وجليكوزيدية . ويستخرج زيت الثوم بالتقطير بالبخار بعد تقطيع فصوص الثوم إلى قطع صغيرة . وللثوم استعمالات طبية متعددة . ويقدر محصول الفدان بحوالى أربعة كيلو جرامات زيت .

(٦) زيت البصل

يستخرج من البصل Allium cepa زيت مسمر اللون وزنه النوعى ١,٠١١٨ على درجة ١٥° مئوية وبه مركبات كبريتية وحمض ثيوسيانيك ، وهو يستخرج بالتقطير بالبخار . وتتراوح نسب الزيت فى البصل بين ٠,٠٤ ، ٠,٠١٨٠٪ ، ويقدر محصول الفدان بحوالى ٣/٤ كيلو جرام زيت .

(٧) زيت النرجس

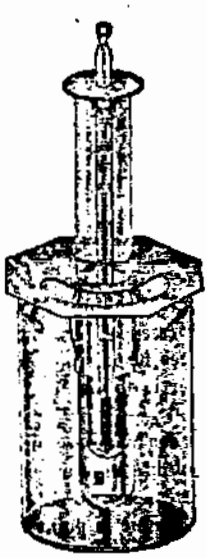
يستخرج من أزهار نبات النرجس Narcissus زيت مصفر اللون سالب الدورة الضوئية وزنه النوعى ٠,٩٧١٤ ومعامل انكساره ١,٥٠٥٠ إلى ١,٥١٧٢

يدخل فى صناعة العطور كالكلونيا واللوسيونات والبوكيه وفى اكساب البودرة رائحة عطرية . والطريقة المتبعة فى استخراج الزيت هى طريقة الاستخلاص بالشحوم على البارد ثم فصل الزيت بالإذابة فى كحول تركيز تسعين فى المائة . كذلك يستخلص الزيت بطريقة المذيبات العضوية ثم التقطير تحت ضغط منخفض بحيث لا تتعدى درجة الغليان ٣٠°م

(شكل ٢٢) أنبوبة تقدير الوزن النوعى

(٨) زيت الزنبق

يستخرج من أزهار التيوبروز Polianthus tuberosa زيت عطرى قوى الرائحة سالب التورة الضوئية وزنه النوعى ١,٠٠٧ إلى ١,٠٤٣ يحتوى على بنزوات البنزيل وكحول البنزيل والتيوبيرون ، ويستعمل فى صناعة العطور ومستحضرات التجميل . ويستخلص الزيت بطريقة الامتصاص بالشحوم من الأزهار التى تجمع قبيل شروق الشمس . وتتلخص الطريقة فى غمس صفائح معدنية أو ألواح زجاجية فى الدهن السائل المكون من ٦٠ فى المائة شحم خنزير مع ٤٠ فى المائة دهن بقر ، ثم ترص الأزهار على سطح الصفائح وتترك لمدة يومين بعدها تستبدل الأزهار بأخرى طازجة . ثم يستخلص الزيت العطرى من الدهن بعد انتهاء الامتصاص . وحالياً تتبع طريقة الاستخلاص بالمذيبات الطيارة للحصول على الزيت النقى الحر absolute oil من الزيت الخام concrete oil .



(شكل ٢٣) جهاز تقدير نقطة الإنصهار ونقطة التجمد

ونبات الزنبق بعضه يحمل أزهاراً مفردة والبعض يحمل أزهاراً مزدوجة (مجوز) ، ويفضل تقطير

الأول لارتفاع محصول الزيت من الفدان بينما النوع المزدوج نسبة الزيت فى زهوره أعلى ولكن محصول الفدان أقل بكثير .

(٩) زيت الإيرس

يستخرج من ريزومات نبات السوسن Iris L. البالغة من العمر ثلاث سنوات زيت أصفر ثقيل قوى الرائحة يمينى الدورة الضوئية يمكن نزع حمض الميرستيك منه للحصول على زيت السوسن المطلق . ويستعمل هذا الزيت فى إكساب الصابون ومساحيق التجميل ومعجون الأسنان رائحة عطرية ، كما يستعمل كمثبت للبنفسج الصناعى فى صناعة العطور . وقد يستخرج الزيت من الريزومات المجروشة بالمذيبات العضوية أو بالتقطير .

(١٠) زيت الفلفل الأسود

يستخرج من ثمار وبذور نبات الفلفل الأسود Piper nigrum بالتقطير زيت عديم اللون أو مخضر قوى الرائحة وزنه النوعى ٠,٨٧٣ إلى ٠,٩١٦ ومعامل إنكساره ١,٤٨٠ إلى ١,٤٩٩ ، وهو يستعمل فى المأكولات واللحوم المحفوظة وبعض المشروبات لإكساب النكهة كما يدخل فى تركيب بعض العطور . وللزيت استعمالات طبية منها تنبيه المعدة الإفراز وتسكين المغص .

(١٢) زيت الكبابة

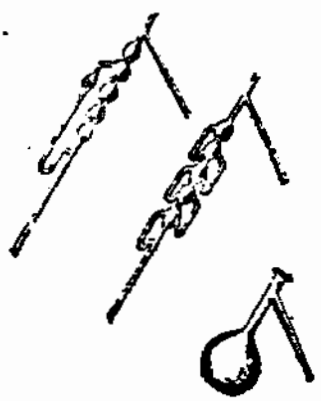
يستخرج من ثمار الكبابة الصينى Piper Cubeba بالتقطير زيت عطرى عديم اللون وزنه النوعى ٠,٩١٥ إلى ٠,٩٣٠ يسارى الدورة الضوئية ومعامل انكساره ١,٤٩٣٨ إلى ١,٤٩٨١ على درجة ٢٠° مئوية . وللزيت فوائد طبية منها المساعدة على إدرار البول .

(١٢) زيت الصندل

يستخرج من خشب أشجار الصندل الأبيض Santa Lum Album Linn. بالتقطير بالبخار بعد تقطيع الخشب إلى أجزاء صغيرة زيت لزج مصفر اللون حلو الطعم قوى الرائحة وزنه النوعى ٠,٩٧٣ إلى ٠,٩٨٥ على درجة ١٥° مئوية يسارى الدورة الضوئية معامل انكساره ١,٥٠٤ إلى ١,٥٠٩ على درجة ٢٠° مئوية . يمتاز هذا الزيت بثبات رائحته فترة طويلة .

(١٣) زيت الياسمين

يستخرج زيت الياسمين Jasmine oil بالاستخلاص بالمذيبات الطيارة أو بالاستخلاص بالدهون والشحوم على البارد ، والطريقة الأخيرة تعطى كمية من الزيت تقابل ثلاثة أمثال ما تعطيه الطريقة الأولى ، ويعلل ذلك بموت الخلايا بمجرد غمسها فى المذيبات العضوية ، بينما فى طريقة الاستخلاص بالدهون والشحوم تظل الخلايا حية مدة أطول وبالتالى يستمر تكوين الزيت العطرى فى الخلايا . فبطريقة المذيبات تعطى الأزهار ما يوازى ٠,٢٥٪ من وزنها زيت ياسمين خام ، وبطريقة الشحوم نحصل على ٠,٤٪ . ويقدر محصول فدان الياسمين بحوالى خمسة كيلو جرامات زيت ياسمين خام بها حوالى ٢,٥ كيلو جرام زيت ياسمين حر . ويحتوى زيت الياسمين الطبيعى الحر على ٦٥٪ خلات بنزايل ، ١٥,٥٪ لينالول ، ٧,٥٪ خلات لينالول ، ٦٪ كحول بنزايل ، والباقى مواد أخرى . وإضافة مثل هذا



(شكل ٢٤) أعنة التجزئة

الزيت العطرى الطبيعى فى المنتجات العطرية يعطى أثراً بالغاً فى درجة جودة هذه المنتجات .

(١٤) زيت الورد

يستخرج زيت الورد من بتلات الورد البلدى Rosa centifolia أو الورد البلغارى Rosa damascena . والشائع هو استخدام التقطير بالبخار مع الورد البلغارى ، أما الورد البلدى فيستخرج زيته بالمذيبات الطيارة . وحصيلة الفدان حوالى ٣ كيلو جرام زيت ورد بلدى خام أو نصف كيلو جرام زيت ورد بلغارى .

ويستخرج من العطر Geranium زيت يشبه فى صفاته زيت الورد لحد ما ولهذا يضاف فى صناعة زيت الورد الصناعى .

(شكل ٢٥) مجموعة أجهزة لصناعة زيت الورد

الفصل الرابع عشر

الأغذية المجففة

تاريخ ومزايا التجفيف . الأساس فى صناعة التجفيف . طرق التجفيف . التجفيف الشمسى . التجفيف الصناعى . أنواع المجففات . مجففات النفق . مجففات الناقلات . مجففات المقصورة . مجففات الأفران . المجففات الأسطوانية . مجففات الضغط المنخفض . مجففات التقليب . مجففات الرذاذ . مجففات الحابية . المجففات الأخرى . خطوات عملية التجفيف . الحصاد . الغسيل التقشير والتجزئ . الغمس فى المحاليل القلوية . الكبرتة . السلق . تجفيف ثمار الفاكهة الكاملة . تجفيف الفاكهة المجزأة . تجفيف عصير البرتقال . تجفيف الخضروات . تجفيف البصل . تجفيف الثوم . تجفيف الطماطم . تجفيف البطاطا . تجفيف البسلة . تجفيف اللحوم . تجفيف الأسماك . تجفيف اللبن . تجفيف القشدة . تجفيف اللبن الخض . تجفيف الشرش . تجفيف الجبن . تجفيف الخميرة . تجفيف دهون الخبيز . مساحيق المشروبات المحلاة . مسحوق البودنج . الحساء المجفف . تجفيف البيض . تشرب وطهى الأغذية المجففة . القيمة الغذائية للأغذية المجففة . تخزين الأغذية المجففة . تعبئة الأغذية المجففة . ضغط الأغذية المجففة . العوامل التى تحدد مدة التجفيف . الكشف عن الإنزيمات فى المواد المجففة . تقدير الرطوبة فى المواد المجففة . حساب كمية الحرارة وكمية وسرعة الهواء . تصميم المجفف ذى النفق . حساب نسبة التجفيف . مركز صناعة التجفيف فى جمهورية مصر العربية . قطاعات المجففات .

بدأت خبرة الإنسان فى تجفيف المواد الغذائية بقصد المحافظة عليها من الفساد أثناء التخزين فى الدول العربية ودول حوض البحر الأبيض المتوسط ، حيث استخدمت حرارة الشمس فى تجفيف ثمار الفواكه . وقد تقدمت صناعة التجفيف إبان الحرب العالمية الثانية . غير أنها عادت إلى التدهور فى أعقاب الحرب . وتفيد التجارب أن المواد الغذائية المعتنى بتجفيفها يحتفظ معظمها بخواصه عند تخزينه على درجة حرارة مناسبة تقل عن ٧٥° فهرنهيت لفترة قصيرة ، وقد يمكن حفظ الأغذية المجففة فى حالة صالحة للاستهلاك بتخزينها على درجة ٩٠° فهرنهيت لمدة بضعة أشهر . وعموماً يمكن أن يقال إن المواد الغذائية المجففة تتعرض للفساد أثناء تخزينها تدريجيًّا ، وتتوقف سرعة حدوث الفساد على ظروف التخزين .. والمفهوم أن الأغذية المجففة تقل فى جودتها من وجهة الطعم عن نظيرتها الطازجة فى كثير من الحالات . خصوصاً فى حالتى اللبن والبيض المجففين ، غير أنه لوحظ إقبال المستهلكين على بعض الأغذية المجففة مفضلين إياها على نظيرتها الطازجة كما فى حالات البصل والثوم والتوابل ، ومما لا شك فيه أن الأغذية المجففة تعتبر أقل جودة من الأغذية الطازجة والمجمدة والمحفوظة فى أوان محكمة القفل بالتعقيم . وأهم الصعوبات التى تعترض صناعة تجفيف الأغذية اثنتان ، هما صعوبة التحكم فى ظروف تخزين الأغذية المجففة لمنع فسادها كيماويًّا وحيويًّا وميكرو بيولوجيًّا ثم ضرورة إعطاء الأغذية المجففة بعض الوقت لتسترد مظهرها شبه الطازج قبيل الطهى والاستهلاك ، وهذا الوقت أطول مما يلزم فى حالة الأغذية المجمدة كما أنه ليس مطلوباً للأغذية الطازجة أو المحفوظة بالتعقيم فى الأوانى المحكمة القفل . غير أن صناعة التجفيف لا تخلو من مزايا لا تتوفر فى صناعات الحفظ الأخرى وأهمها المزايا الثلاث التالية :

١ – تقليل نفقات نقل وتخزين الأغذية المجففة وصغر الحيز اللازم

لتخزينها . بسبب طرد حوالى ٩٠ إلى ٩٥ فى المائة من رطوبة المواد الغذائية أثناء التجفيف

٢ — طريقة التجفيف قليلة التكاليف خصوصاً فى حالة استخدام طاقة الشمس فى تجفيف الأغذية .

٣ — سهولة تخزين الأغذية المجففة مقارناً بتخزين الأغذية الطازجة أو المبردة أو المجمدة ، إذ فى الحالات الأخيرة يقتضى الأمر التحكم فى درجتى الحرارة والرطوبة تماماً .

ولا يخفى أن تجفيف المواد الغذائية قد يكون أمراً ضرورياً تحتمه الظروف ، مثال ذلك هطول الأمطار بغزارة على المحصول مما يعرضه للفساد يستلزم تجفيف هذا المحصول للمحافظة عليه .

الأساس فى صناعة التجفيف :

تجفيف الأغذية هو خفض نسبة الرطوبة بها إلى حد معين تحت ظروف محددة من درجة الحرارة والرطوبة النسبية خلال مدة محددة مناسبة . وتستخدم الحرارة لطرد الرطوبة تحت ظروف درجة الحرارة المتساوية isothermally كما فى طريقة التجفيف تحت ضغط منخفض vacuum drying والتجفيف باستخدام حرارة الإشعاع ، أو بالنظام المكظوم أى اللاتبادلى adiabatically كما فى مجففات الرذاذ ومجففات النفق ومجففات الأفران Kilns . ففى مجففات النفق يستخدم الهواء الساخن لتجفيف المواد الغذائية ويمرر عليها بسرعة ٥٠٠ إلى ١٠٠٠ قدم فى الدقيقة ، بينما فى الخابية Kilns يمرر الهواء بسرعة مائة قدم فى الدقيقة . وعادة يجرى تجفيف الأغذية فى نطاق ضيق من درجات الحرارة ، كما لا يختلف تركيب الهواء الخارج من المجفف بشكل واضح عن تركيب الهواء الداخل إلى المجفف من وجهة نسبة عدد أرطال بخار الماء فى الهواء إلى عدد أرطال الهواء الجاف فى النظام الأخير المكظوم أى اللاتبادلى adiabatic ، وهذا يعنى أنه فى هذا النظام تظل درجة حرارة الترمومتر الرطب ثابتة تقريباً . وفى مجففات النفق البالغ طولها ٣٠ إلى ٦٠ قدماً لا يتجاوز التغير فى درجة حرارة

الترمومتر الرطب درجتان فهرنهيت عندما يبلغ الانخفاض فى درجة حرارة الترمومتر الجاف ثلاثين درجة فهرنهيت . ويعتبر الهواء هو وسيلة نقل الحرارة إلى المواد الغذائية المراد تجفيفها المحملة على صوان مرصوصة فوق عربات متحركة ، غير أنه يمكن استبدال الهواء بغاز . وعادة يعاد إمرار جزء من هواء العادم الخارج من المجفف بمزجه بالهواء الجاف الطازج الداخل للمجفف للاستفادة من حرارته ، ويقدر هذا الجزء بحوالى ثلاثة أرباع إلى خمسة أسداس هواء العادم ، وذلك عند تجفيف الفواكه ، لكنه لا يتبع هذا النظام فى حالة تجفيف الخضراوات إلى درجة من الرطوبة منخفضة كثيراً .

طرق التجفيف :

للتجفيف طريقتان أساسيتان ، هما التجفيف الشمسى Sun drying أى باستخدام حرارة الشمس والتجفيف الصناعى dehydration الذى تستخدم فيه حرارة الأفران أو الكهرباء .

التجفيف الشمسى :

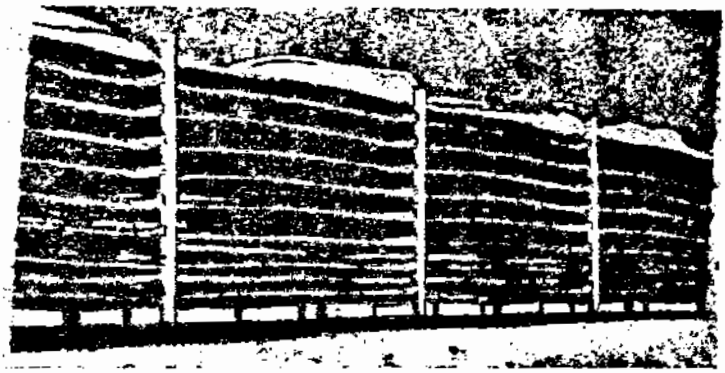
يستخدم التجفيف الشمسى أساساً لتجفيف الأسماك وكذلك عدد من الفواكه كالمشمش والخوخ والكمثرى والتين والعنب . وتتلخص خطوات عملية تجفيف ثمار المشمش والخوخ والكمثرى فى غسيل الثمار وتقطيعها إلى أنصاف وإزالة البذور أو كأس الزهرة ، ثم ترص أجزاء الثمار على صوانى التجفيف مع مراعاة جعل اتجاه الجزء المجروح من الثمرة لأعلى . ويلى ذلك تعريض الصوانى بما عليها من ثمار لأبخرة غاز ثانى أكسيد الكبريت المتصاعدة من فرن حرق الكبريت لمدة معينة تتوقف على نوع وتركيب ودرجة نضج الثمار . وعقب الكبرتة تنشر الصوانى على أرضية المنشر المعد للتجفيف وتترك كذلك حتى تصل الثمار إلى ثلثى درجة جفافها المرغوبة أو حتى تبدو ثمار الكمثرى شبه شفافة ، وتجمع الصوانى وترص فوق بعضها ليستكمل تجفيف الثمار عليها فى الظل . وفى حالة القراصيا تغسل ثمار البرقوق وتغمس فى محلول قلوى ساخن لمدة

نصف دقيقة تقريباً بقصد إحداث تشققات فى قشرة الثمرة مما يساعد على خروج الرطوبة من الثمار ، ثم ترص على الصوانى وتجفف بنفس الطريقة السابق شرحها .

(شكل ٢٦) التجفيف الشمسى المرقوق

وتستعمل صوان من الورق أو من الخشب فى تجفيف العنب غير المعامل بالقلوى . وينصح بتقليب الثمار مرة على الأقل أثناء عملية التجفيف بسبب بطء سير العملية . وعندما توشك الثمار على الجفاف تجمع الصوانى وترص فوق بعضها وتترك فى الظل بضعة أيام لتتجانس رطوبتها وحلاوتها . وعند الرغبة فى إنتاج زيت أبيض تبيض ثمار العنب بالغاز الكبريتى ثم تغمس فى القلوى لإحداث التشقق فى الثمار ، وترص على صوان من الخشب وتكبرت ثم تنشر الصوانى فى الشمس وتترك حتى تأخذ الثمار المظهر المطلوب ، وهذا يستغرق بضع ساعات بعدها ترص الصوانى فوق بعضها وتترك فى مكان مظلل حتى يتم جفافها مع مراعاة تقليب الثمار من وقت لآخر . ومن الطرق المتبعة فى بعض الدول كأستراليا غمس ثمار العنب فى مستحلب زيت زيتون قلوى ثم رص الثمار على صوان من السلك المثقب ترفعها حوامل عن سطح الأرض وبذلك يتحاشى تراكم مياه المطر على الثمار . وتساعد المعاملة بالزيت على تحسين لون الزبيب إذ يكون عنبرياً فاتحاً أو داكناً .

ولا يحتاج البلح إلى معاملة خاصة فى التجفيف إذ يجف على النخيل بدرجة كافية فى أغلب الأحيان . أما التين فيتساقط على الأرض عندما يبلغ حوالى نصف درجة الجفاف المرغوبة .



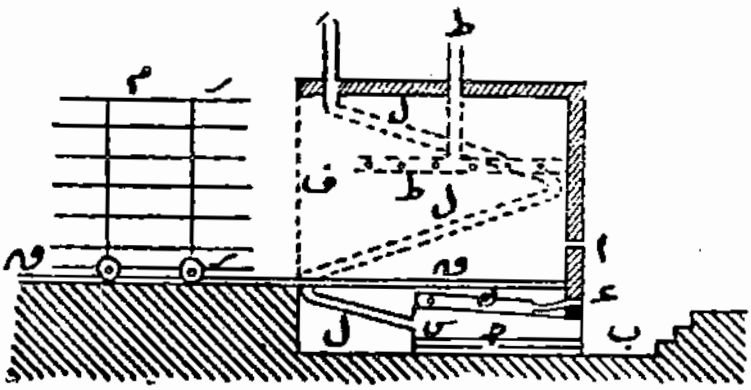
(شكل ٢٧) رفوف تجفيف العنب

التجفيف الصناعى :

تستعمل مجففات مختلفة النظم فى تجفيف المواد الغذائية ، ويتوقف اختيار أحدها للصناعة على نوع المادة المراد تجفيفها . فالفواكه والخضروات تجفف فى مجففات النفق بينما اللبن والبيض يجففان بمجففات الرذاذ . وأشهر أنواع المجففات المستخدمة تجاريًا هى :

١ — مجففات النفق Tunnel Driers المعروفة أحياناً باسم tunnel and truck dehydrater : وفيها يمرر تيار من الهواء الساخن على المواد الغذائية المعرضة على صوان . وقد تكون هذه المجففات ذات نظام شبه مستمر أو مستمر تبعاً لطول النفق . ويتكون هذا المجفف من نفق للتجفيف ومسخن للهواء ومروحة لتنظيم دوران الهواء . وتدخل العربات المحملة بالصوانى والمواد الغذائية الرطبة من أحد طرفى النفق وتستمر فى الاندفاع حتى تخرج من الطرف الآخر ، خلال بابين محكمين مانعين لتسرب وفقد الحرارة ، أحدهما للدخول والآخر للخروج . ويتفاوت طول النفق تبعاً لنوع المادة الغذائية المراد تجفيفها وتبعاً لنظام المجفف . وينظم حركة الهواء مروحة أو أكثر ، إلا أن الشائع هو تركيب مروحة واحدة عند أحد طرفى مكان التسخين الذى قد يقع فى أحد جانبى المجفف فوق أو تحت نفق التجفيف . وكثيراً ما يعمد الصناع

إلى تشييد عدة أنفاق متجاورة وفى هذه الحالة يمكن استعمال وحدة واحدة من معدات تسخين وتنظيم حركة الهواء لكل نفقين متجاورين .



(شكل ٢٨) فرن تسخين هواء التجفيف .

(ا) مدخل الهواء البارد (ء) مدخل الهواء المراد تسخينه (ك) غرفة التسخين
(ف) مكان اللهب (ح) صينية الرماد (ل) الدخان (ط) منافذ طرد الهواء الرطب
(ق) باب (ق) قضيب العربات (م) عربة (ر) حوامل الصواني

يسخن هواء التجفيف بالحرارة المباشرة direct heat أو بالإشعاع المباشر direct radiation أو بالإشعاع غير المباشر indirect radiation . فى الطريقة الأولى تمتزج الغازات الناتجة من الاحتراق بالهواء مع مراعاة ألا يكون بها ناتجات احتراق تضر بصفات المواد الجارى تجفيفها . وعادة يستعمل غاز لتوليد الحرارة وقد يستعمل زيت مع تحاشى استعمال الأفران القديمة التى قد تسبب تكون سناج على المواد الغذائية . ولا يجوز استخدام الفحم أو الخشب فى هذه الطريقة . وتتميز طريقة الحرارة المباشرة بإمكان الاستفادة من أكبر قدر ممكن من الحرارة المتولدة وبانخفاض تكاليف الإنشاء والصيانة وبانتظام درجة الحرارة . إلا أنه يعترض على هذه الطريقة بأمرين أولهما ضرورة استعمال مواد نقية كوقود وثانيهما احتمال تلوث المواد الغذائية ببعض ناتجات الاحتراق . وفى طريقة الإشعاع المباشر يسخن الهواء بملامسته لجدران فرن الاحتراق أو للمواسير وبذلك يضمن عدم تلوث المواد الغذائية بناتجات احتراق

الوقود . إلا أن طريقة الإشعاع المباشر باهظة التكاليف بالنسبة للإنشاء وللصيانة ، كما أن الفقد فى الحرارة يكون كبيراً نسبياً وتكون درجة الحرارة غير منتظمة . وفى طريقة الإشعاع غير المباشر تنتقل الحرارة من الفرن إلى الهواء عن طريق مواسير بها ماء ساخن أو بخار ، وهذه طريقة جيدة تتميز بإمكان استخدام وقود منخفض الثمن وبإمكان تنظيم درجة الحرارة أوتوماتيكياً وبإمكان تحديد مواقع التسخين . إلا أن هذه الطريقة الأخيرة تتكلف نفقات كثيرة فى الإنشاء والصيانة وتحتاج إلى تنظيم لمدرجة الحرارة ، كما يحدث بها فقد كبير فى الحرارة المتولدة .

ومما يفيد اقتصادياً أن يمرر جزء من هواء العادم المستخدم فى التجفيف مرة أخرى على المسخن ثم على المواد الغذائية للاستفادة من حرارته ، وتفيد هذه العملية فى منع حدوث حالة الجفاف السطحى case hardening أى تصلب الطبقة الخارجية من سطح المادة الغذائية مما يعوق تسرب الرطوبة إلى الخارج وبذلك يبقى مركز قطع المواد الغذائية رطباً ، خصوصاً عندما تكون الثمار كاملة أى غير مجزأة .

(شكل ٢٩) نوع من المراوح المستخدمة فى المجففات

ويمرر الهواء فى الأنفاق بنظم مختلفة أشهرها النظام العكسى Countercurrent والنظام الموازى Parallel - Current والنظام العمودى Cross Flow ونظام المدخل الوسطى Center inlet ونظام المخرج الوسطى Center exhaust والنظام المزدوج multiple - stage . ويؤثر النظام المتبع لإمرار الهواء فى قدرة كفاية المجفف وفى مدى سهولة عملية التجفيف والنظم الشائعة لدوران الهواء فى مجففات النفق هى :

١ — **النظام العكسى** : وفيه يتحرك كل من الهواء والعربات المحملة بالمواد

الغذائية فى اتجاه مضاد للآخر داخل نفق التجفيف . وعادة يمزج الهواء الجاف الطازج بجزء من الهواء الذى أتم دورته فى المجفف ويسخن الخليط ويدفع فى النفق من طرفه الجاف dry end أى الطرف الذى تخرج منه المنتجات المجففة فيتجه الهواء إلى الطرف الرطب wet end حيث يخرج جزء منه فى صورة هواء عادم محمل بالرطوبة بينما يعود جزء منه للدوران فى النفق ثانية . ويتميز هذا النظام بإحداث ارتفاع تدريجى فى درجة الحرارة أثناء تحرك المادة الغذائية من الطرف الرطب البارد إلى الطرف الجاف الساخن فيساعد ذلك على تبخر بقية الرطوبة إذ أنها تكون أصعب تبخراً كلما انخفضت نسبتها أى كلما قربت المادة الغذائية من الطرف الجاف . وهذا النظام مفيد فى تجفيف الفاكهة بالذات إذ أنها تستلزم التجفيف التدريجى ببطء منعاً لتلفها ، وهذا ليس ضرورياً فى حالة الخضروات .

(شكل ٣٠) النظام العكسى فى المجففات (أعلى) والعربات المحملة بالصوانى (أسفل)

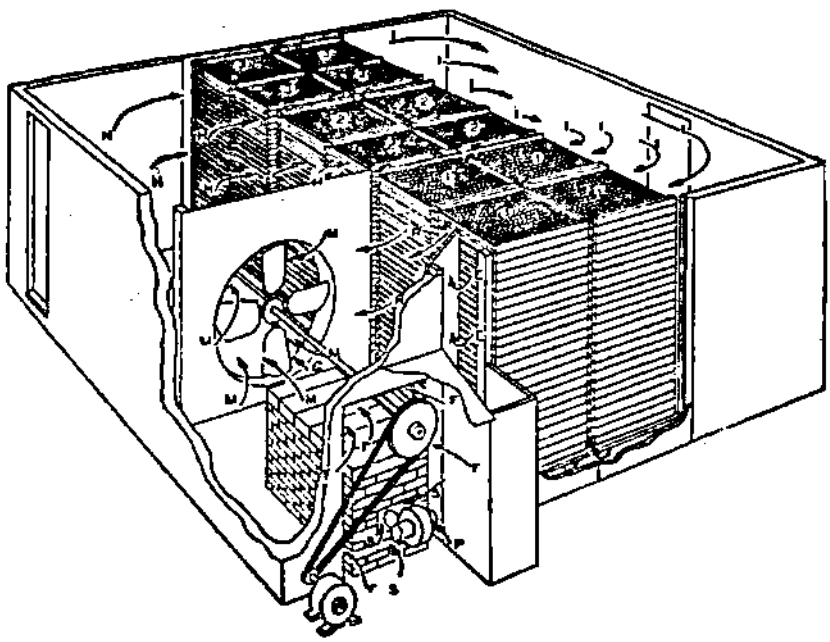
(ب) النظام الموازى : وفيه يمرر الهواء فى نفس الاتجاه الذى تسير فيه العربات المحملة بالمواد الغذائية ، وفيما عدا ذلك يتشابه تركيب المجفف مع سابقه الذى يستخدم فيه النظام العكسى . ويمكن فى هذا النظام الموازى استخدام هواء ذى درجة حرارة أكثر ارتفاعاً منها فى النظام العكسى دون أن تتعرض المواد الغذائية للتلف إذ أن درجة حرارة المواد الغذائية عند الطرف الرطب تكون قريبة من درجة حرارة الترمومتر المبتل ، غير أنه يلاحظ أن الهواء عند الطرف الجاف يكون أكثر برودة وأكثر رطوبة فلا يقوى على استكمال جفاف المواد الغذائية إلا فى حالة تحميل الصوانى بكميات صغيرة

من المواد الغذائية . ويعتبر هذا النظام غير مرض فى حالة تجفيف المواد الغذائية التى تتطلب تجفيفاً بطيئاً مثل البرقوق ، لكنه مفيد تماماً فى حالة اقترانه بالنظام العكسى .

(شكل ٣١) الترمومتر المبتل والترمومتر الجاف

(حـ) النظام المتقاطع : وفيه يندفع الهواء فى اتجاه مقاطع لمحور النفق متخللا العربات المحملة بالمواد الغذائية متجهاً من جانب إلى الآخر وبالعكس . وهذا النظام مفيد فى تجفيف الفاكهة ، ويعتبر مثالاً لامتزاج نظامى مجففات النفق ومجففات المقصورة .

(د) النظام ذو المدخل الوسطى : وفيه يدخل الهواء إلى النفق من



(شكل ٣٢) قطاع فى مجفف ذى نظام عمودى موضح به اتجاه دوران الهواء بواسطة أسهم

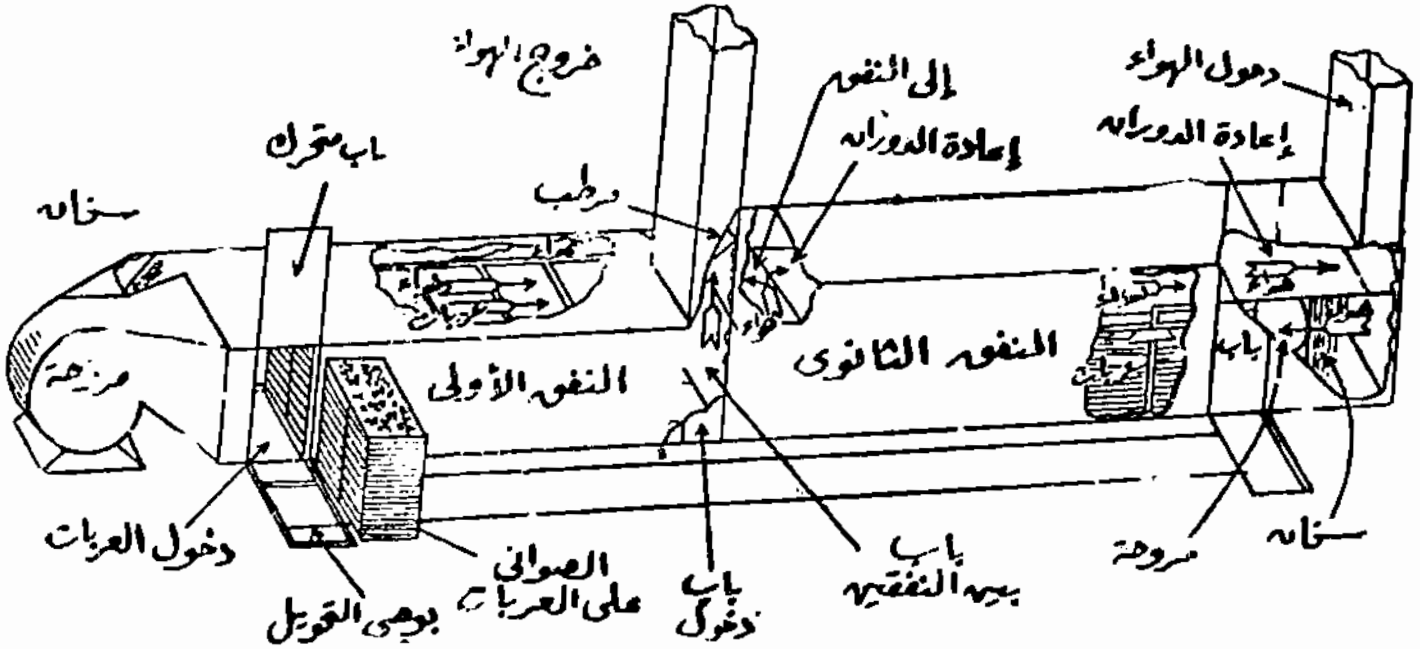
فتحة وسطية ويندفع فى اتجاهى طرفى النفق ، وبذلك تكون المواد الغذائية متحركة فى اتجاه مضاد لحركة الهواء عند الطرف الرطب وفى اتجاه موازٍ له عند الطرف الجاف . وبديهى أن أعلى درجة حرارة فى هذا النظام تكون فى منتصف النفق ، بينما فى النظامين العكسى والموازى تكون هذه عند أحد طرفى النفق .

(هـ) النظام ذو فتحة الخروج الوسطية : وفيه يدخل الهواء الساخن إلى النفق من طرفيه الجاف والرطب ويندفع تجاه المركز حيث يخرج من فتحة له فى المركز أو قريباً منه . وفى هذا النظام يكون اتجاه المواد الغذائية الرطبة فى نفس اتجاه الهواء عند الطرف الرطب ، بينما يكون الاتجاه عكسيًّا عند الطرف الجاف . ويعتبر هذا النظام مناسباً لتجفيف الخضروات .

(و) النظام المزدوج : وفى هذا النظام ينقسم نفق التجفيف إلى قسمين أو أكثر تضبط فى كل منهما على حدة درجة الحرارة وسرعة الهواء . والشائع فى استخدام هذا النظام هو جعل اتجاه الهواء موازياً فى بداية مرحلة التجفيف ، ولذا فهو يعتبر مناسباً لتجفيف الخضروات للمحافظة على صفاتها . كذلك يعتبر هذا النظام مناسباً لتجفيف الفواكه . وتزداد سرعة التجفيف عندما تكون ثمار الفواكه مجزأة .

٢ — مجففات الناقلات Conveyor Driers : وفى هذه المجففات تستخدم سيور متحركة لنقل الثمار داخل المجففات من طرف إلى آخر ، فهى تعتبر أوتوماتيكية ولا تحتاج لكثير من الأيدى العاملة . وقدرة هذه المجففات صغيرة كما أن إنشاءها يتكلف الكثير .

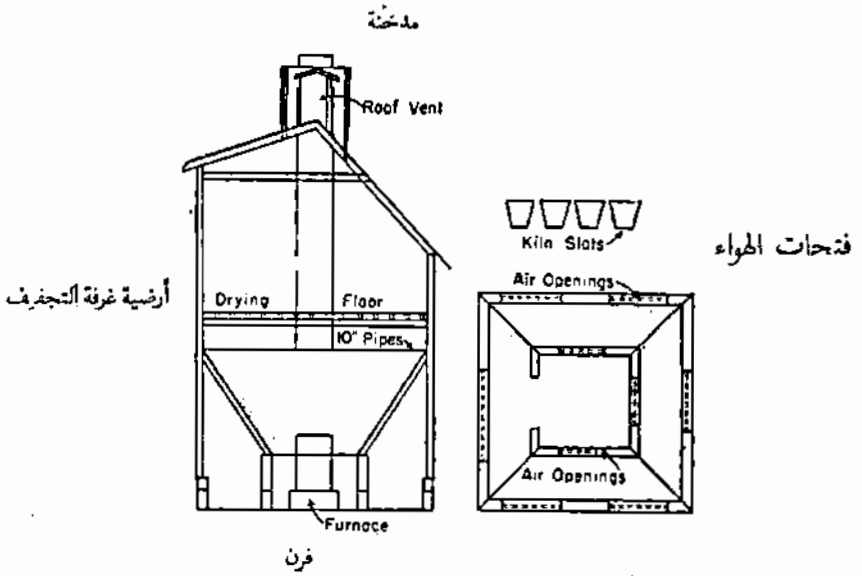
٣ — مجففات المقصورة Cabinet Dehydrators : وهذه المجففات تعمل بطريقة الوجبات وعلى درجة حرارة ثابتة بالرغم من انخفاض الرطوبة تدريجيًّا أثناء فترة التجفيف . ويمرر الهواء فى هذه المجففات متقاطعاً أو عموديًّا على صوانى التجفيف . وقد يعاد أو لا يعاد إمراره على المادة الغذائية . ويتصف



(شكل ٣٣) مجفف النفق ذو النظامين العكسى والموازى

هذا النظام بانخفاض قدرته الإنتاجية . وبكثرة الأيدى العاملةعنه فى مجففات النفق .

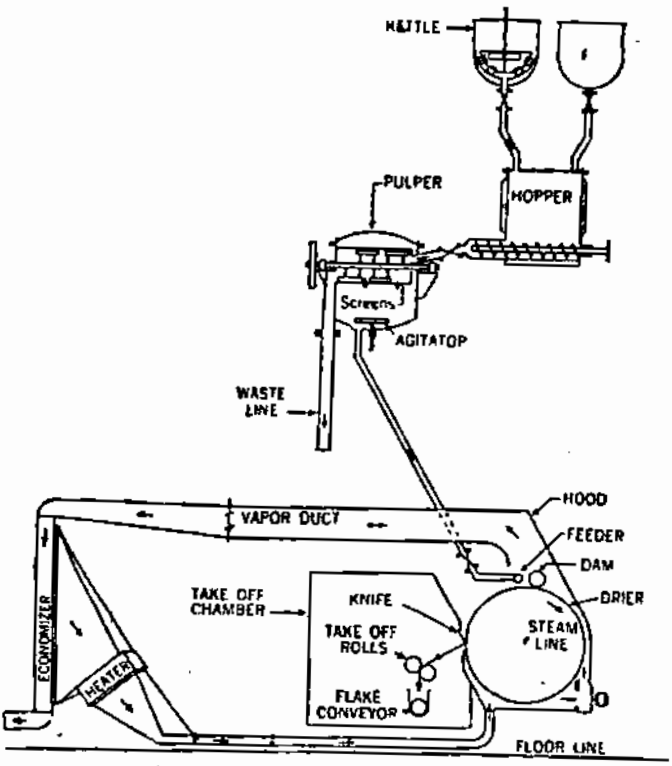
٤ — مجففات الأفران Evaporators or kiln Driers : وهذه المجففات يتكون الواحد منها من حجر للتجفيف ذات أرضية متسعة تقع فوق الفرن مباشرة وهى تستعمل لتجفيف التفاح وحشيشة الدينار ، فيمرر الهواء الساخن خلال طبقة التفاح المنشورة على أرضية غرف التجفيف بسمك ١٥ سنتيمتراً تقريباً ، ويخرج الهواء من المجفف خلال فتحة طويلة فى قمته تحتوى أحياناً على مروحة تساعد على سحب الهواء وسرعة مروره خلال المواد الغذائية . ولهذه المجففات عيوب أهمها بطء سير التجفيف وانخفاض القدرة الإنتاجية وعدم انتظام ظروف التجفيف .



(شكل ٣٤) رسم تخطيطى لنموذج مجففات الأفران

٥ — المجففات الأسطوانية Drum Driers : وهى شائعة الاستخدام فى تجفيف السوائل والعجائن والمنتجات اللزجة القوام . وهى قد تكون وحيدة أو ثنائية الأسطوانة ، كما أنها قد تعمل تحت الضغط الجوى العادى أو تحت ضغط منخفض حيث تحاط الأسطوانة بحيز مقفل تتحمل جدرانه التفريغ الشديد.

ولتشغيل المجفف تسخن الأسطوانة داخلياً بالبخار وتصب على سطحها الخارجى المواد الغذائية المراد تجفيفها، وتضبط سرعة دوران الأسطوانة حول محورها بحيث تصل المادة الغذائية إلى درجة الجفاف المطلوبة عندما تتم الأسطوانة دورتها



(شكل ٣٥) رسم تخطيطى يوضح طريقة تحضير مسحوق الطماطم أو شرائح التفاح باستخدام المجففات الأسطوانية

وتصل المادة الغذائية المجففة إلى موضع كشطها من فوق الأسطوانة . وعادة تكون قدرة الاسطوانة فى حدود تبخير ٢ إلى ٨ أرطال من الماء فى الساعة من القدم المربع من سطح الأسطوانة تبعاً لضغط البخار على الأسطوانة .

٦ — مجففات الضغط المنخفض Vacuum Driers وفيها يتم التجفيف على درجة حرارة منخفضة وتحت ضغط منخفض وبدون تيار الهواء . وفى بعض الأحيان تزود هذه المجففات بمعدات التقليب agitators . وتستخدم

هذه المجمدات فى الطريقة الحديثة للتجفيف بالتطاير drying by sublimation حيث تجمد المادة الغذائية ثم تجمف فى جو مفرغ بشدة على درجة حرارة منخفضة . وفى المجففات المستمرة continuous vacuum driers توضع المادة الغذائية على سير من الصلب غير القابل للصدأ يتحرك داخل حيز مفرغ يتراوح الضغط فيه بين ١ ؛ ١,٥ ملليمتر زئبق .

٧ — مجففات التقليب Rotary Driers : وهى تستخدم فى تجفيف اللحوم . والغرض من تحريك المادة الغذائية أثناء التجفيف هو منع تراكمها عند جدران المجفف ومنع التصاقها ببعضها .

٨ — مجففات الرذاذ Spray Drires : وهى مفضلة فى تجفيف السوائل كاللبن والبيض والقهوة فى خطوة واحدة وبسرعة حيث يدفع السائل فى المجفف على هيئة رذاذ دقيق بتأثير انطلاقه من صمام ضيق تحت ضغط مرتفع فيتقابل الهواء الساخن مع السائل وتجف قطرات السائل مباشرة أثناء تساقطها فى مجمع المادة المجففة .

وتقسم مجففات الرذاذ تبعاً لاتجاه الرذاذ واتجاه هواء التجفيف إلى :

Simple vertical - downward co - current, horizontal co - current, verticalupward co - current, complex vertical - downward co - current. verticalcounter - current

ويبين الجدول التالى بعض ظروف التجفيف فى مجففات الرذاذ .

نوع المادة	المادة الصلبة	الرطوبة فى المادة المجففة	درجة حرارة الهواء	الحرارة اللازمة لكل رطل ماء يتبخر
	٪	٪	٥ ف	وحدة حرارة بريطانية
عضوية	١٠	٢	٣٠٠	٢٢٥٠
»	٣٥	٣	٣٢٥	٣٨٠٠
»	٣٣	٢	٣٥٠	٣٣٠٠
»	١٠	٢	٤٥٠	٢٧٠٠
»	٦٥	١٥	٣٧٥	٣٠٠٠
»	٥٥	٤	٧٥٠	٢٢٥٠
غير عضوية	٦٠	٤	٧٥٠	٢٥٠٠

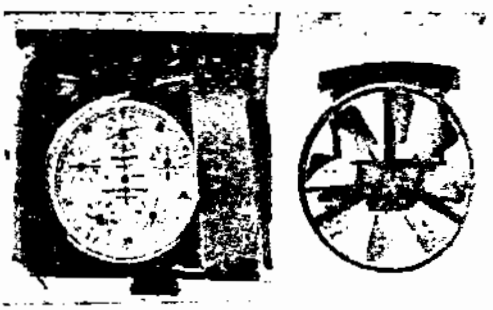
٩ ــ مجففات الخابية Bin Driers : وفيها يمرر الهواء الساخن على المواد الغذائية داخل صناديق معدنية . وتفيد هذه المجففات فى استكمال تجفيف البصل وبعض الخضروات المجففة مبدئيًا فى مجففات النفق أو المقصورة وذلك بقصد تقليل تكاليف طرد البقية الباقية من الرطوبة فى نهاية مرحلة التجفيف إذ أن خروج الرطوبة فى هذه المرحلة يكون بطيئاً وبالتالى مكلفاً .

١٠ ــ المجففات الأخرى : وفيها اقترحت بعض تعديلات منها استخدام الطاقة radio-frequency energy أو الأشعة فوق الحمراء infra red للتجفيف .

خطوات عملية التجفيف :

تتلخص الخطوات المتبعة فى تجفيف الخضروات والفواكه فيما يلى :

١ ــ الحصاد Harvesting



(شكل ٣٦) جهاز قياس سرعة الهواء داخل المجفف

ينصح بجنى المحصول عندما يصل إلى درجة مناسبة من النضج و بتجهيز وتجفيف الفاكهة والخضر بأسرع وقت ممكن منعاً لبدء فسادها . خصوصاً الخضروات الورقية . ويمكن تبريد هذه المواد مبدئياً حتى يحين وقت تجفيفها . وتعتبر الكمثرى حالة خاصة حيث يلزم قطفها وهى خضراء ثم تخزن حتى يتم استواؤها وبعد ذلك تجفف .

٢ — الغسيل Washing :

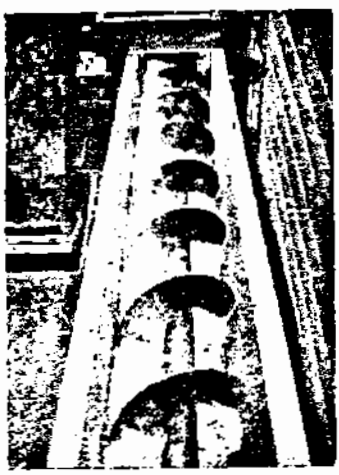
تغسل الفاكهة والخضر جيداً للتخلص من القاذورات والبكتريا الملوثة لها ، خصوصاً الجذرية منها . باستثناء بعض الفواكه. ويراعى التخلص من بقايا مواد الرش أى المبيدات الحشرية ؛ ولذا قد يقتضى الأمر استعمال آلات غسيل خاصة تضمن تحقيق هذا الغرض . وقد يتحتم إضافة بعض مواد البالل إلى ماء الغسيل للتخلص من المبيدات مثل DDT . ومن آلات الغسيل المفضلة فى الصناعة الآلات الحلزونية وآلات الغسيل بالرذاذ .

٣ — التقشير والتجزىء Peeling and subdivision :

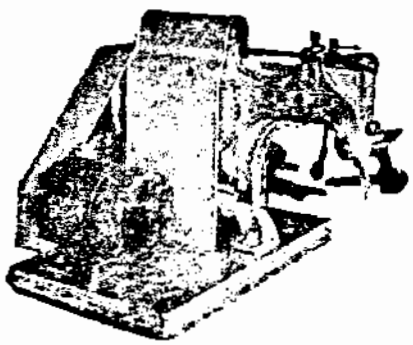
كثير من الخضروات والفاكهة يلزم تقشيرها قبل تجفيفها : مثل الخضروات الجذرية والتفاح . ويجرى التقشير يدوياً أو بالاحتكاك بسطح خشن مثل الكربوراندم أو بالمحاليل القلوية الساخنة أو بالبخار تحت ضغط مرتفع أو بالأسلحة الحادة الميكانيكية . وتقطع الخضروات إلى مكعبات أو شرائح طويلة أو قصيرة

أو حلقات . أما الفواكه فقد تجفف كاملة كما فى حالة العنب والكريز أو قد تقطع الثمرة نصفين كما فى الخوخ أو تقطع إلى شرائح كما فى التفاح. وأما اللحوم فعادة تقطع إلى قطع أو مكعبات صغيرة . ويجفف السمك كاملاً أو مملحوناً أو على هيئة شرائح . ويجفف اللبن والبيض السائلان للحصول عليهما فى صورة مسحوق دون حاجة إلى تسخين البيض قبل تجفيفه، أما اللبن فينصح بتسخينه أولاً فيساعد ذلك على طول مدة حفظه . ويجفف الحساء الكثيف القوام لإنتاج المسحوق .

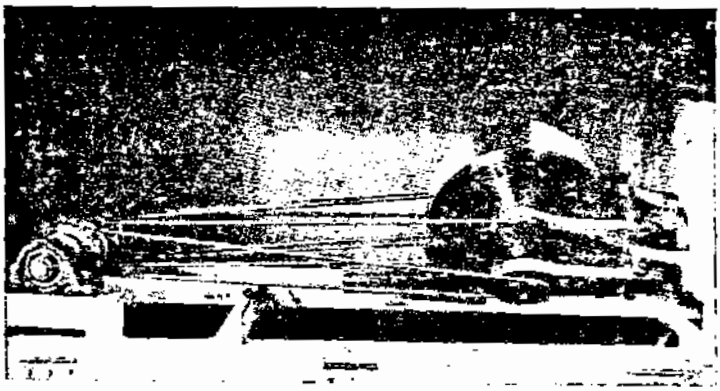
ومما ينصح به فى تجفيف اللحوم أن تقطع إلى مكعبات حجمها بوصتان وتسلق قليلاً فى أقل قدر ممكن من الماء على درجة ١٦٥ إلى ١٧٥° فهرنهيت مع استمرار التقليب لمدة نصف ساعة فتنخفض نسبة الرطوبة فى اللحم من ٧٢ فى المائة إلى ٥٠ فى المائة ، ويتجمع العصير فى اللحم وينخفض عدد البكتريا الملوثة للحم وهذا يؤدى إلى سرعة التجفيف .



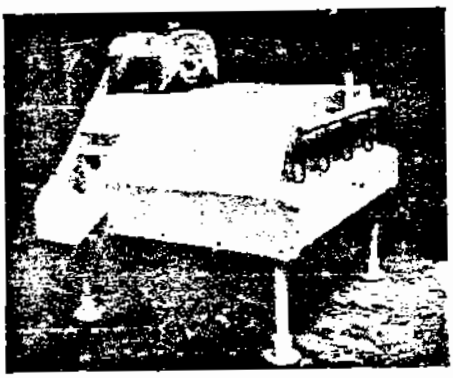
(شكل ٣٧) بريمة لنقل الثمار المجهزة



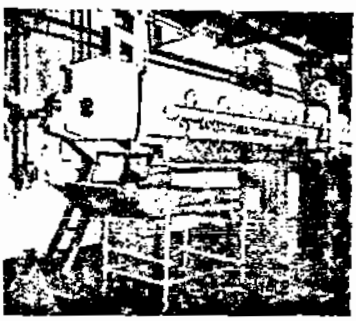
(شكل ٣٨) تقشير التفاح وإزالة المحور بالسكاكين الآلية



(شكل ٣٩) ماكينة لتجزئة الخوخ



(شكل ٤٠) ماكينة ذات سطح خشن من الكربوراندم
للتقشير بالاحتكاك



(شكل ٤١) جهاز التقشير
بالبخار : وسلق الفاكهة

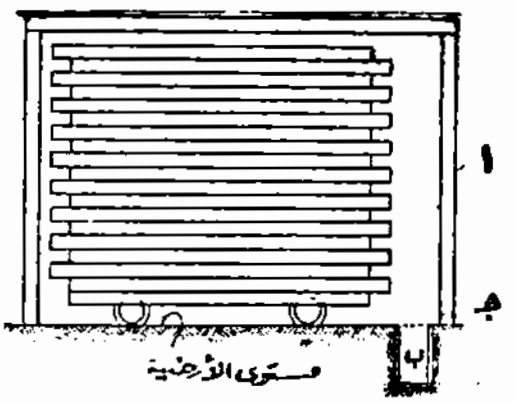
٤ ــ الغمس فى المحاليل القلوية Dipping :

لتسهيل خروج الرطوبة من ثمار الفواكه المغطاة بطبقة شمعية كالعنب ، تغمس هذه الثمار فى محلول كربونات صوديوم أو إيدروكسيد صوديوم تركيزه نصف فى المائة أو أقل على درجة حرارة ٢٠٠° إلى ٢١٢° فهرنهيت فتزول الطبقة الشمعية وتتشقق القشرة قليلاً . ويختلف تركيز المحلول القلوى ومدة

الغمس ودرجة الحرارة وتركيب المحلول تبعاً لنوع الثمار . وقد تغمس الثمار فى مستحلب زيت زيتون ومحلول كربونات أو صودا كاوية أو كليهما بقصد المحافظة على لون ثمار العنب نتيجة لإيقاف نشاط إنزيم البيروكسيديز . ويجب عدم إطالة فترة غمس الثمار فى المحلول القلوى لأن هذا يسبب خروج جزء من عصير الثمار أثناء التجفيف .

٥ ــ الكبرتة Sulfuring :

تكبرت بعض ثمار الفاكهة الكاملة كالعنب أو المجزأة بتعريضها لغاز ثانى أكسيد الكبريت أو تغمس الثمار فى محلول بيكبريتيت الصوديوم أو ثانى أكسيد الكبريت فتمتص الثمار كمية من ثانى أكسيد الكبريت تعمل على إكسابها لوناً جذاباً واحتفاظها بقيمتها الغذائية ومنع فسادها . وتجرى الكبرتة بوضع ثمار الفاكهة فى حجرة بها كبريت مشتعل . أما الخضروات فتغمس فى محلول الكبريتيت أو ترش برذاذ من المحلول . ويتوقف مقدار ثانى أكسيد الكبريت الممتص على درجة الحرارة ومدة الغمس أو التعريض وتركيز ثانى أكسيد الكبريت وصنف وطبيعة وحالة المادة المراد كبرتتها . فالثمار غير تامة النضج تمتص كمية أكبر من الغاز وتحتفظ بكمية منه أقل مما يحدث فى حالة الثمار التامة النضج . ويساعد ارتفاع درجة الحرارة على احتفاظ المواد الغذائية



(شكل ٤٢) غرفة الكبرتة

(ا) باب (ب) مكان الكبريت (ﺟ) ثقوب الغاز

يقدر أكبر من الغاز إلا أنه يقلل من مقدار الغاز الممتص . وتفقد المواد الغذائية قدراً من الغاز أكبر فى حالة التجفيف الشمسى عنه فى حالة التجفيف الصناعى . وعادة يراعى احتفاظ الفواكه بقدر من ثانى أكسيد الكبريت يبلغ ٣٠٠٠ جزء فى المليون فى المشمش أو ٢٥٠٠ جزء فى الخوخ أو ٢٠٠٠ جزء فى الكمثرى أو ١٥٠٠ جزء فى التفاح أو ١٠٠٠ جزء فى الزبيب الفاتح اللون.

وتكبرت الخضروات أيضاً أحياناً . وتفضل طريقة الغمس فى محلول الكبريتيت على طريقة التعريض للغاز . والملاحظ أن الخضروات ذات التأثير المتعادل تحتفظ بغاز ثانى أكسيد الكبريت الممتص بشدة مقارنة بالفواكه الحمضية . والخضروات الشائع كبرتتها هى الكرنب والبطاطس والجزر ، وتتراوح نسبة الغاز المرغوبة فى هذه الخضروات كأجزاء فى المليون بين ٧٥٠ إلى ١٥٠٠ فى الكرنب ، ٢٠٠ إلى ٥٠٠ فى البطاطس والجزر . وعموماً يمكن أن يقال إنه ليس من الضرورى كبرتة الخضروات .

٦ — السلق Blanching :

تسلق معظم الخضروات فى البخار أو فى ماء ساخن قبل تجفيفها لإطالة فترة حفظها . ويستثنى من ذلك البصل فلا يسلق منعاً لفقده جزءاً من المادة الحريفة . وتحقق عملية السلق الأغراض الآتية :

(ا) تقليل المدة اللازمة للتجفيف .

(ب) طرد الهواء من الفراغات البينية فى أنسجة المادة الغذائية .

(حـ) تأخير تغير رائحة ونكهة المواد الغذائية ؛ خصوصاً الكرنب والجزر .

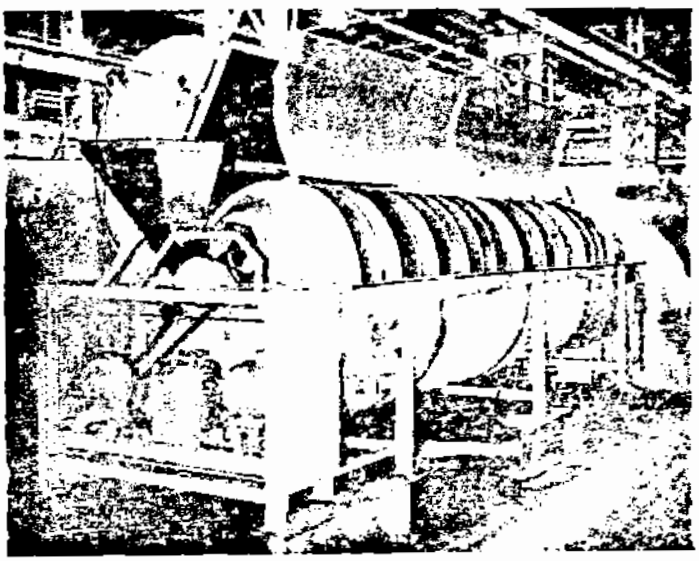
(د) تقليل الفقد فى فيتامين جـ والكاروتين أثناء التخزين .

(هـ) تحسين قوام المادة الغذائية المجففة عند إعادتها إلى حالتها الأصلية .

إلا أن عملية السلق تكتنفها بعض الصعوبات التى أهمها فقد الخرافية من البصل وفقد جزء من المواد الصلبة القابلة للذوبان . ويمكن التحقق من أداء عملية السلق على الوجه الأكمل بالكشف عن وجود إنزيم الكتاليز فى الكرنب أو

البيروكسيديز فى الخضروات الأخرى. وتستغرق فترة السلق من دقيقتين إلى عشر دقائق فى البخار . ويراعى أحياناً إجراء عملية السلق فى محلول ملحى بدلاً من الماء تحاشياً لتسرب جزء من المواد الصلبة فى ماء السلق . ولا تغنى عملية الكبرتة عن عملية السلق ، إلا أنه فى حالة عدم سلق المادة الغذائية تعود فقاعات الهواء إلى التكون فى الأنسجة بعد عملية الكبرتة .

٧ – التجفيف باستخدام المجفف المناسب للمدة المناسبة على درجة الحرارة المناسبة . ويبين الجدول التالى فى الصفحة التالية حمولة الصوانى المناسبة ودرجة الحرارة القصوى للتجفيف ونسبة الناتج بعد التجفيف لبعض الفواكه .



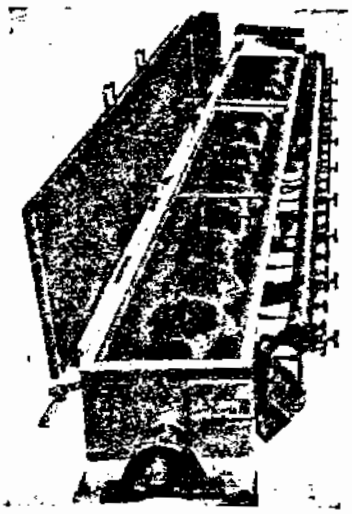
(شكل ٤٣) جهاز سلق يناسب جميع أنواع الخضروات

تجفيف ثمار الفاكهة الكاملة :

من أمثلة الفواكه التى تجفف ثمارها كاملة البرقوق والعنب والتين والكريز فلتجفيف البرقوق تغسل الثمار جيداً بالماء البارد أو الساخن ، وتغمس فى محلول القلوى إذا كانت ستجفف شمسياً أو لا تغمس إذا أريد تجفيفها صناعياً

الفاكهة	حالة التجزىء	حمولة الصينية رطل / قدم مربع	درجة الحرارة القصوى °ف	نسبة الرطوبة فى الناتج ٪	نسبة الناتج إلى الفاكهة الطازجة
تفاح	شرائح ، حلقات	١,٥ — ٢,٠	١٥٥	١٥ — ٢٠	١٠ — ١٥
مشمش	أنصاف	٢,٠	١٥٠	١٥ — ٢٦	١٥ — ٢٠
موز	مسحوق	مجفف أسطوانى	٢٠٠	٢ — ٥	١٣
تين	كامل	٣,٠	١٦٠	١٥ — ٢٤	٢٤ — ٢٧
عنب	كامل	٣ ½ — ٤	١٦٠	١٠ — ١٦	٢١ — ٢٧
عصير عنب	—	٠,٩	١٦٠	١ ½ — ٢ ½	—
عصير برتقال	—	طبقة $\frac{1}{16}$ بوصة	١٣٠	٠,٥	٤,٥ — ٤,٧
خوخ	أنصاف	٢,٥ — ٣,٠	١٥٥	٢٠	١٥ — ٢٠
كمثرى	أنصاف	٣,٠	١٥٠	١٥ — ٢٦	١٢ — ١٧
قراصيا	كامل	٣,٠	١٤٠ — ١٦٥	١٢ — ١٩	٣٥ — ٩٠

وترص على صوانى التجفيف وتجفف فى مجفف النفق على درجة حرارة لا تتجاوز ١٦٥° فهرنهيت لمدة تتراوح بين ١٨ ، ٢٤ ساعة . وتخزن الثمار المجففة فى حجرات لتتجانس رطوبتها .



(شكل ٤٤) جهاز سلق الفاكهة أو الخضر بالبخار أو بالماء الساخن

ولتجفيف العنب تتبع عدة طرق . فصنفا الموسكات والبناتى تجفف ثمارهما على الصوانى تجفيفاً شمسياً دون أى معاملة سابقة ، مع مراعاة تقليب الثمار عندما تبلغ منتصف مرحلة التجفيف . وتستغرق عملية التجفيف ثلاثة أسابيع بعدها ترص صوانى التجفيف فوق بعضها وتترك فى مكان مظلل حتى تتجانس رطوبتها ويتم استواؤها . ويلى ذلك غربلة الثمار المجففة لفصل المواد الغريبة ، ثم التخزين . أما العنب البناتى فيغمس فى محلول قلوى مخفف ساخن تركيزه نصف فى المائة لمدة بضع ثوان ثم تغسل الثمار برذاذ الماء البارد وترص على صوانى التجفيف وتكبرت لمدة ساعتين وتعرض للشمس ثلاث ساعات تأخذ خلالها لوناً فاتحاً مرغوباً ، ثم يستكمل تجفيفها فى مكان مظلل . وقد تجفف الثمار بعد الكبرتة مباشرة فى مجفف صناعى ذى النفق على درجة ١٥٥ إلى ١٦٥° فهرنهيت لمدة ١٦ إلى ٢٠ ساعة دون تعريضها إلى الشمس إطلاقاً .

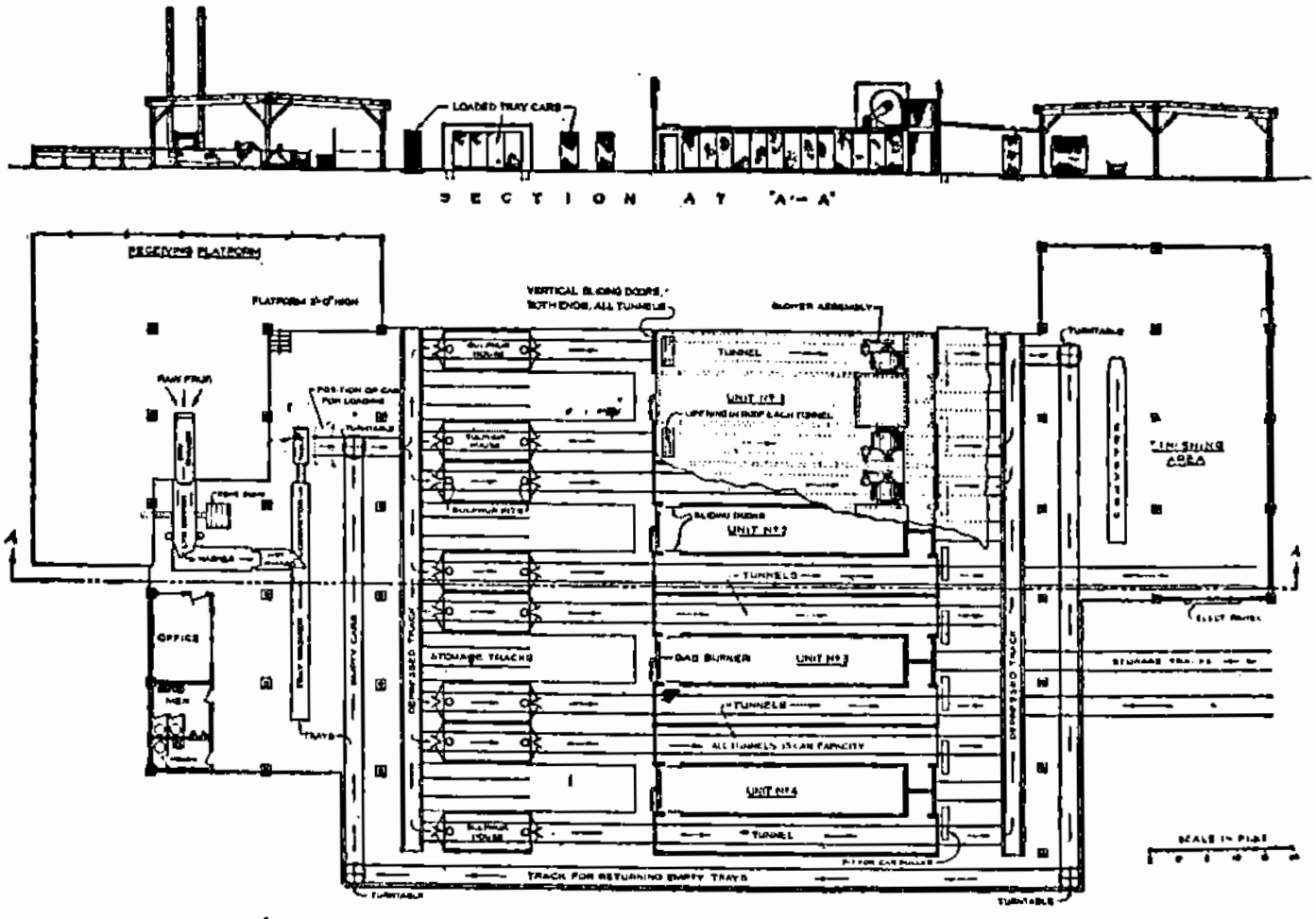
ولتجفيف التين تجنى الثمار بعد أن تجف نسبياً ثم ترص على الصوانى وتترك فى الشمس أو قد تغسل الثمار وتجفف صناعياً . ويجب تخزين التين المجفف بعض الوقت وفرز الثمار التى تظهر عليها عيوب من أثر الحشرات أو الأحياء الدقيقة أو التلف الميكانيكى . وقد تدخن ثمار التين المجففة أكثر من مرة أثناء التخزين . ويفضل التخزين فى صناديق sweat boxes بدلاً من الحجرات .

وأحياناً تجمع ثمار التين نفاية مصانع التعليب وتكبرت وتنشر فى الشمس مدة يومين أو ثلاثة حتى يختفى لونها الأخضر ثم تجفف فى مجفف ذى نفق على درجة ١٥٠° فهرنهيت .

ولتجفيف الكريز الحلو تغمس الثمار فى محلول كربونات صوديوم تركيزه ¼ فى المائة لمدة خمس أو عشر ثوان فتتشقق القشور قليلا . وقد تكبرت الثمار للمحافظة على لونها ونكهتها .

تجفيف الفاكهة المجزأة :

لتجفيف التفاح تغسل الثمار جيداً بماء محمض للتخلص من مواد الرش الزرنيخية والرصاصية أو بماء مضاف إليه عوامل بلل لإزالة بقايا المبيدات DDT ، وتقشر الثمار ويزال الجزء الصلب من محورها يدوياً أو ميكانيكياً ، وتكبرت كاملة أو بعد تجزئتها . وينصح بوضع قطع التفاح فى حمام مائى يحتوى على ثانى أكسيد الكبريت بنسبة $\frac{1}{10}$ فى المائة لمنع تغير لون السطح الداخلى للقطع إلى البنى أثناء التعرض للجو بفعل نشاط الأنزيمات ، ثم تنقل القطع على سير متحرك إلى غرفة الكبرتة وهى عبارة عن نفق تنبعث فيه أبخرة ثانى أكسيد الكبريت ، وتستغرق عملية الكبرتة حوالى ١٠ إلى ٢٠ دقيقة عندما يكون تركيز الغاز حوالى واحد فى المائة من حجم الفراغ فى نفق الكبرتة . وقد تجرى الكبرتة بالغمس فى محلول الكبريتيت أو بتعريض قطع التفاح فى غرفة الكبرتة العادية أو بالغمس فى محلول حامض كبريتوز تركيز ثانى أكسيد الكبريت به يتراوح بين $\frac{1}{4}$ ، ٢ فى المائة لمدة تتراوح بين دقيقة وخمس دقائق . وقد يضاف قليل من سترات الصوديوم إلى محلول الكبرتة فيساعد ذلك على احتفاظ التفاح بغاز ثانى أكسيد الكبريت الممتص . وفى بعض الأحيان تكبرت ثمار التفاح الكاملة ثم تقطع آلياً إلى شرائح أو أنصاف أو إرباع أو أثمان . ويلى ذلك رص قطع التفاح على أرضية مقصورات المجفف فى طبقة بسمك عشر بوصات وتجفف لمدة تسع أو ثمانى عشرة ساعة مع مواعاة تقليب التفاح مرة على الأقل أثناء فترة التجفيف . أما فى حالة استخدام صوانى التجفيف فتحمل قطع التفاح عليها بسمك ثلاث أو أربع بوصات وبذلك تقصر مدة التجفيف .



(شكل ٤٥) رسم تخطيطى يوضح عمليات غسل وغسيل وكبرتة وتجفيف ثمار العنب صناعيًا

وتبلغ درجة حرارة التجفيف ١٧٠° فهرنهيت على الأكثر فى المجففات ذات النظام العكسى أو ١٨٠° فهرنهيت فى المجففات ذات فتحة العادم الوسطية على أن تخفض درجة الحرارة الأخيرة هذه بمايقرب من ٢٠ إلى ٣٠ درجة فى المرحلة الثانوية للتجفيف . ولا يستلزم تجفيف التفاح إعادة إمرار جزء من هواء العادم . ويجب أن يخزن التفاح المجفف وأن يدخن أثناء التخزين لمنع إصابته بالحشرات وأن تعاد كبرتته لمنع تغير لونه بطول التخزين . وفى الجدول التالى تركيب بعض منتجات التفاح المجففة :

المكونات	مسحوق التفاح	تفاح مجفف به أكثر من ٢٤٠ ٪ رطوبة	تفاح مجفف به ٣ ٪ رطوبة
رطوبة	٢,٠	٢٣,٠	٣,٠
مواد صلبة كلية	٩٨,٠	٧٧,٠	٩٧,٠
رماد	١,٨	١,٤	١,٨
دهن	٢,٥	١,٠	٢,٤
بروتين	١,٥	١,٤	١,٨
ألياف خام	٦,٧	٣,٩	٤,٩
سكريات مختزلة	٥٢,٠	—	—
سكروز	١٧,١	—	—
بكتين	٥,٢	—	—
أحماض يورونيك	٩,٢	—	—
كربوايدرات	٨٤,١	٧٣,٢	٩١,٠

ولتجفيف الورق والخوخ قد تغسل أو لا تغسل الثمار ثم تقطع وتزال البذور ميكانيكيًا وترص القطع على صوانى التجفيف على أن تكون الأجزاء اللحمية المجروحة متجهة لأعلى ، وتكبرت القطع بالتعريض لبخار ثانى أكسيد الكبريت لمدة ثلاث أو أربع ساعات للبرقوق أو أربع إلى ست ساعات للخوخ . وتجفف

قطع الثمار شمسيًّا أو صناعيًّا ، وتمتاز الثمار المجففة شمسيًّا بجاذبية لونها وصفائها على نظيرتها المجففة صناعيًّا . لذلك ينصح فى التجفيف الصناعى أن تسلق قطع البرقوق والخوخ فى البخار قبل كبرتتها . وتستغرق عملية السلق حوالى دقيقة إلى ثلاث دقائق فى البرقوق أو خمس إلى عشر دقائق فى الخوخ . وفى حالة السلق يجب تجفيف قطع الثمار مبدئيًّا فى مجفف ذى نظام مواز بعد سلقها مباشرة ثم تكبرت ويستكمل تجفيفها فى مجفف ذى نظام عكسى . وتستغرق مدة التجفيف من ست إلى ثمانى ساعات للبرقوق أو عشر إلى ثمانى عشرة للخوخ . ويجب ألا تتجاوز درجة حرارة التجفيف عند استخدام المجفف ذى النظام العكسى درجة ١٥٠° فهرنهيت .

ولتجفيف المشمش تنتخب الأصناف المناسبة وتغسل الثمار وتقطع إلى أصناف وتزال النواة الممثلة لحوالى ٦ إلى عشرة فى المائة من وزن الثمار ، وتسلق الثمار فى البخار لمدة ٢ إلى ٤ دقيقة ليساعد ذلك على احتفاظ الثمار بغاز ثانى أكسيد الكبريت الممتص وتقليل الوقت اللازم للتجفيف واللازم للتشرب ، وتكبرت الثمار المجهزة عقب التقطيع مباشرة للمحافظة على لونها ومحتوياتها من فيتامين ح وذلك بوضع الصوانى المحملة بالثمار فى غرفة الكبرتة لمدة ساعة ، ويلى ذلك تجفيف المشمش فى مجففات النفق على درجة حرارة ١٥٠° فهرنهيت ودرجة رطوبة نسبية ٥٠ إلى ٥٥ فى المائة لمدة ١٥ إلى ٢٠ ساعة حتى تنخفض نسبة الرطوبة فى المشمش إلى ١٥ أو ٢٠ فى المائة . ويتركب المشمش المجفف المكبرت من النسب المئوية التالية : ٢٤ رطوبة ، ٥.٢ بروتين ، ٠.٤ دهن ، ٣.٥ رماد ، ٦٦.٩ كربوايدرات كلية ، ٣.٢ ألياف كلية ، كما يحتوى على المكونات التالية محسوبة كالميجرامات فى كل مائة جرام : ٨٦ كالسيوم ، ١١٩ فوسفور ، ٤.٩ حديد ، ١٢ حمض أسكوربيك ، ٠.٠١ ثيامين ، ٠.١٦ ريبوفلافين ، ٣.٣ نياسين ، كذلك يحتوى على ٧٤٣٠ وحدة دولية فيتامين أ . وعادة يجمع النوى ويجفف بدون كبرتة ويكسر لاستخراج الإندوسبرم الذى يفصل عن القشور بواسطة محلول ملحى حيث تطفو البذور فتجمع وتغسل بالماء لإزالة آثار الملوحة ويستخرج منها زيت بطريقة الكبس الإيدروليكى أو المكابس البريمية

يعرف بزيت اللوز المر وهو يشبه الزيت المستخرج من بذور اللوز المر Prunus communus var. amara . وقد يتقى هذا الزيت بمعاملته بالقلوى والفحم الحيوانى لإنتاج زيت سلاطة . ويلاحظ أن الأقراص المتخلفة عن الكبس تحتوى على أميجدالين وإملسين ؛ والأخير عبارة عن إنزيم يحول الأميجدالين إلى بنزالدهيد وجلوكوز وحمض إيدروسيانيك عند تسخين الأقراص على درجة ١٢٢° فهرنهيت لمدة ساعة مع ماء يوازى حجمها إثنتى عشرة مرة . ويجب التخلص من حمض الإيدروسيانيك الموجود فى الزيت قبل استعماله فى التغذية وذلك بالمعاملة بكبريتيت الصوديوم أو بالجير وملح حديد ثم التقطير .

ولتجفيف الكمثرى تغسل الثمار جيداً ولا تزال أعناقها وتقطع إلى أنصاف ويزال المحور وترص على صوانى التجفيف وتغسل برذاذ من المادة وتكبرت لمدة ٢٤ إلى ٤٨ ساعة وتجفف شمسياً بضعة أيام ثم يستكمل التجفيف فى الظل . أما فى تجفيف الكمثرى صناعياً فتسلق الثمار لمدة ١٥ إلى ٢٥ دقيقة قبل كبرتتها وتجفف فى مجفف ذى نظام عكسى على درجة ١٤٠° إلى ١٥٠° فهرنهيت لمدة ٢٤ إلى ٣٠ ساعة وتسحب الكمثرى من المجفف قبل تمام جفافها حيث تترك ليتم الجفاف على درجة حرارة الغرفة العادية . وتخزن الكمثرى المجففة فى صناديق ويحافظ عليها من الإصابة بالحشرات .

ويجفف الموز تجفيفاً شمسياً أو فى مجففات الرذاذ أو المجففات الأسطوانية للحصول على مسحوق الموز ، بينما يحضر دقيق اللوز من الثمار الخضراء غير تامة النضج . وتتلخص طريقة التجفيف فى تقشير الثمار وفرمها وإعادة هرسها وغمسها فى محلول بيكبريتيت صوديوم تركيزه ١ أو ٢ فى المائة، ثم تصب العجينة من قمة مجفف الرذاذ فتقابل هواء درجة حرارته ٨٥ إلى ٩٠° فهرنهيت ورطوبته النسبية ٣٠ فى المائة . وتفضل المجففات الأسطوانية فى تحضير مسحوق الموز ؛ وفى هذه الطريقة تصب عجينة الموز بين الأسطوانتين المسخنتين لدرجة ٣٣٨° إلى ٣٤٥° فهرنهيت والمضبوطة المسافة بينهما بما يتفق مع درجة نضج الموز . وعادة تكون سرعة دوران الأسطوانة متراوحة بين ٣ ؛ ١٢ دورة فى الدقيقة . وقد يستكمل تجفيف الموز فى مجفف النفق أو المتصورة على درجة ١٦٠° فهرنهيت لمدة ٢

إلى ٣ ساعات. وفيما يلى تركيب منتجات الموز المجففة :

المكونات	دقيق موز	مسحوق موز	مسحوق موز
النسب المئوية لكل من :			
رطوبة	٥,٩٩	٣,٨٠	٢,٥٩
بروتين	٣,٨٧	٤,١٨	٤,٠٩
دهن	١,٠٦	٢,٠١	١,٩١
نشا	٦٥,٦١	٢٩,٨٧	٢٩,٨٧
سكريات مختزلة	٨,٣٠	١٧,٧٢	١٥,٦٢
سكروز	٠,٦٤	٢٦,٨٣	٣٣,٢٥
رماد	٣,٠٦	٣,٠٧	٣,٠٥
ألياف وغيرها	١١,٤٧	١٢,٥٢	٩,٦٢

أما فى تجفيف الموز شمسيًا فتقشر الثمار وتقطع إلى قطع أو نصفين وتنشر فى الشمس لمدة يوم أو يومين حتى تنخفض نسبة الرطوبة إلى ١٥ فى المائة بعدها تطحن القطع فى هاون وتنخل. وفى طريقة المقصورات تقشر الثمار وتقطع طوليًا إلى أنصاف وتكبرت بالغمس فى محلول حامض كبريتوز تركيزه ثلاثة فى المائة أو بالتعريض لبخار ثانى أكسيد الكبريت ، وترص القطع على الصوانى وتجفف على درجة ١٥٠ إلى ١٨٠° فهرنهيت لمدة ٧ إلى ١٠ ساعات حتى تنخفض نسبة الرطوبة فى الموز إلى ٨ أو ١٥ فى المائة .

تجفيف عصير البرتقال :

يجفف عصير الموالح فى مجففات الرذاذ بعد إضافة مواد خاصة Spreader إليه لمنع تحول العصير إلى كتلة لزجة ، ومن أمثلة هذه المواد الشرش والجوامد اللبنية وعسل الذرة والبكتين والصوديوم كربوكسى ميثايل سلياوز . وأفضل

أنواع عسل الذرة المستخلصة فى هذا الغرض هو المحتوى على ٢٨ فى المائة سكريات مع ٧٢ فى المائة دكسترينات . والكمية اللازمة من هذا العسل قدرها ٢٠٠ رطل لكل مائة رطل عصير ليمون ، وبذلك يكون الناتج به ٨٢ فى المائة جوامد عسل الذرة مع ١٨ فى المائة جوامد عصير ليمون ، وهاتان النسبتان فى عصير البرتقال تكونان ٧٥ ، ٢٥ فى المائة على التوالى .

وتتلخص إحدى الطرق المفضلة لتجفيف عصير البرتقال فى تركيز العصير إلى ٦٠ أو ٦٥ فى المائة جوامد كلية وضبط نسبة اللب فيه عند ٩ إلى ١٣ فى المائة ونسبة السكر إلى الحامض عند ١٢ : ١ إلى ١٥ : ١ ونسبة زيت القشر عند ٠,٠٠٢ إلى ٠,٠٠٣ فى المائة ، ويجفف العصير تحت ضغط منخفض يصل إلى ثلاثة ملليمترات زئبق مع مراعاة ألا ترتفع درجة حرارة العصير عن ١٣٠° فهرنهيت . وتستغرق مدة التجفيف حوالى ٩٠ إلى ١٠٠ دقيقة تنخفض خلالها نسبة الرطوبة فى العصير إلى ثلاثة فى المائة . ونظراً لتطاير معظم مكونات النكهة أثناء التجفيف يفضل تعويض ذلك بإضافة زيت قشر البرتقال مذاباً فى سوربيتول ، ويحضر هذا بتسخين السوربيتول إلى درجة ٣٩٢° فهرنهيت لطرد الرطوبة ثم يبرد لدرجة ١٩٤° فهرنهيت ويضاف إليه عشرة فى المائة من وزنه زيت ويترك المستحلب للتبلور وبعدها يكسر ويضاف لمسحوق عصير البرتقال المطحون قبل التعبئة مباشرة . وينصح بإضافة غاز ثانى أكسيد الكبريت للعصير قبل تجفيفه . وتخزن عبوات العصير المجفف على درجة ٧٠ فهرنهيت لمدة شهرين مع وضع مواد تمتص الرطوبة داخل العبوات لتؤدى إلى خفض نسبة الرطوبة فى الناتج إلى نصف فى المائة فقط وبذلك يمكن تخزينه على درجة الحرارة العادية . وعند الاستعمال يمكن إضافة هذا الناتج بنسبة جزء لكل ثمانية أجزاء ماء فينتج عصير نسبة المواد الصلبة الكلية به ١٢ فى المائة .

تجفيف الخضروات :

تجهز الخضروات بالطرق المناسبة فيقطع الكرنب إلى شرائح بعرض $\frac{3}{16}$ من البوصة ، والجزر والبطاطس إلى شرائح رقيقة ، والفاصوليا الخضراء إلى قطع

متوسطة ، والبصل إلى شرائح ، وتنقع الفاصوليا الجافة فى الماء لمدة ١٠ إلى ١٥ ساعة وتسلق ، وتفرط أو لا تفرط كيزان الذرة . وتهرس الطماطم ويرفع تركيزها إلى ٢٠ فى المائة ، وتقطع براعم القنبيط إلى أنصاف . وتحتاج بعض الخضروات كالبطاطس والبنجر والجزر إلى تقشير فتقشر بإحدى الطرق المعروفة بالقلوى أو بالاحتكاك أو باللهب أو بالبخار أو بالسكاكين الآلية .

وتتراوح مدة سلق الخضروات بين ثلاث إلى ست دقائق فى الخضروات الورقية ، وعشر إلى عشرين دقيقة فى البسلة والذرة والفاصوليا . وخمس إلى عشر دقائق فى البطاطس والجزر ، وذلك على درجة حرارة ٢١٢° فهرنهيت .

وتحمل الخضروات على الصوانى بنسبة رطل إلى رطل ونصف للقدم المربع ، فتكون الكمية أقل فى حالة الكرنب وما شابهه .

ويجب التحكم تماماً فى درجة حرارة التجفيف خلال المرحلة الأخيرة من التجفيف منعاً لاحتراق الخضروات ؛ وهذه الدرجة تكون عادة محصورة بين ١٤٠° ، ١٤٥° فهرنهيت لمعظم الخضروات ، وهى ١٥٥° للجزر و ١٦٠° للذرة و ١٣٥° للبصل والكوسة و ١٦٠° للفاصوليا الجافة المسلوقة .

ويستمر تجفيف الخضروات عادة حتى تنخفض نسبة رطوبتها إلى خمس فى المائة ، وتنخفض النسبة إلى ٢ أو ٣ فى المائة فى حالة مسحوق الخضر أو الكرنب وما شابهه فيجفف إلى نسبة رطوبة قدرها أربعة فى المائة ، والبطاطس المجففة يسمح أحياناً باحتوائها على سبعة فى المائة رطوبة .

وتعبأ الخضروات المجففة فى علب من الصفيح محكمة القفل فى حيز من غاز خامل مثل ثانى أكسيد الكربون . ويستخدم فى ذلك ماكينات تحدث تفريغاً فى العلب قدره ٢٩ بوصة تقريباً ثم يدفع ثانى اكسيد الكربون فى العلب .

وعند إنشاء مصنع لتجفيف الخضروات يجب اختيار موقعه على أساس توفر الشروط التالية : توفر المواد الخام ؛ توفر الأيدى العاملة ، توفر مصادر الطاقة ، وجود التيار الكهربائى ؛ توفر المياه الصالحة للشرب ؛ سهولة المواصلات ، إمكان التخلص من المخلفات ؛ كذلك يجب وجود إدارة فنية حازمة ورأس مال كاف .

ويجب العناية باختيار الأصناف الصالحة للتجفيف إذ، كما هو الحال فى التجميد والتعليب ، بعض الأصناف لا تصلح للتجفيف . مثال ذلك الأصناف التى تفقد لونها أو نكهتها أو تكتسب مرارة عند التجفيف . وكذلك الأصناف التى لاتتشرب جيداً . ويلزم تحديد درجة النضج المناسبة للخضروات المراد تجفيفها ، وتخزن الخامات تحت الظروف المناسبة حتى يحين وقت تصنيعها . والجدول التالى يبين الظروف الملائمة لتخزين بعض الخضروات :

الخضروات	درجة الحرارة °ف	الرطوبة النسبية ٪	مدة التخزين القصوى
فاصوليا خضراء	٣٢ — ٤٠	٨٥ — ٩٠	١ — ٤ أسبوعاً
» ليما	٣٢ — ٤٠	٨٥ — ٩٠	١ — ٤ »
بنجر	٣٢	٩٥ — ٩٨	١ — ٣ شهراً
كرنب	٣٢	٩٠ — ٩٥	٣ — ٦ أسبوعاً
جزر	٣٢	٩٥ — ٩٨	٤ — ٥ شهراً
كرفس	٣١ — ٣٢	٩٠ — ٩٥	٢ — ٤ »
ذره خضراء	٣١ — ٣٢	٨٥ — ٩٠	٤ — ٨ يوماً
ثوم	٣٢	٧٠ — ٧٥	٦ — ٨ شهراً
عيش الغراب	٣٢ — ٣٥	٨٠ — ٨٥	٢ — ٣ يوماً
بصل	٣٢	٧٠ — ٧٥	٦ — ٨ شهراً
بسلة خضراء	٣٢	٨٥ — ٩٠	١ — ٢ أسبوعاً
فلفل أخضر	٣٢	٨٥ — ٩٠	٤ — ٦ أسبوعاً
بطاطس	٣٨ — ٥٠	٨٥ — ٩٠	
بطاطا	٥٠ — ٥٥	٨٠ — ٨٥	٤ — ٦ شهراً

تجفيف البصل :

يجفف البصل على هيئة شرائح أو مسحوق . وتتلخص طريقة الصناعة فى انتخاب الأصناف القوية الرائحة والنكهة . والغسيل ، وإزالة الجذور والقمة والقشور ، والتقطيع إلى شرائح بسمك $\frac{1}{8}$ إلى $\frac{1}{4}$ بوصة . والرص على الصوانى بمعدل رطل

وربع للقدم المربع ، والتجفيف على مرحلتين فى الأولى تكون درجة حرارة الهواء ١٦٠° فهرنهيت وفى الثانية ١٣٥° فهرنهيت ، ثم استكمال التجفيف فى كوارة على درجة ١١٠° فهرنهيت لخفض نسبة الرطوبة من سبعة فى المائة إلى أربعة فى المائة . وتصل نسبة الناتج إلى حوالى ١١ فى المائة . ويمكن طحن هذه الشرائح المجففة لتحويلها إلى مسحوق .

تجفيف الثوم :

تقشر فصوص الثوم وترص على الصوانى بمعدل رطل الى رطل وربع على القدم المربع وتجفف على درجة حرارة لا تتجاوز ١٤٠° فهرنهيت حتى قرب إنتهاء التجفيف ثم يستكمل التجفيف فى كوارة على درجة حرارة ١٠٠° فهرنهيت لخفض نسبة الرطوبة إلى خمسة فى المائة . وتقدر نسبة الناتج بحوالى ٢٠ إلى ٢٣ فى المائة .

تجفيف الطماطم :

تجفف الطماطم بإحدى طريقتين ، فى الأولى تعصر الثمار وتفصل الأجزاء الصلبة من العصير بالطرد المركزى ويركز العصير إلى ٦٠ أو ٧٠ بركس ويجفف كل من العصير والأجزاء الصلبة على حدة تحت ضغط منخفض وتطحن النواتج المجففة وتمزج معاً . وفى الطريقة الثانية يجفف العصير الكثيف مباشرة .

تجفيف البطاطا :

تجفف البطاطا فى هيئة شرائح أو مكعبات . وتبدأ طريقة الصناعة بعملية التسوية بوضع الدرنات فى غرفة درجة حرارتها ٨٥° فهرنهيت ودرجة الرطوبة النسبية بها ٨٥ إلى ٩٠ فى المائة لمدة ثمانية أيام بعدها تخفض درجة الحرارة تدريجياً إلى ٥٥ أو ٦٠° فهرنهيت والرطوبة النسبية إلى ٧٥ أو ٨٥ فى المائة وتترك الدرنات حتى يحين وقت التجفيف . يلى ذلك غسل الدرنات وسلقها فى الماء على درجة ١٣٠ إلى ١٣٥° فهرنهيت لمدة نصف ساعة لتقليل مدى التغير فى اللون ونسبة الفاقد بالتقشير . ثم تقشر الدرنات بمحلول قاوى أو بالبخار تحت ضغط قدره ٧٠ إلى ١٢٠ رطل لمدة ٢٥ إلى ٣٠ دقيقة وتغسل الدرنات لإزالة القشور وبعدها

تسلق فى البخار لمدة خمسة إلى سبعة دقائق على درجة ٢٠٠ إلى ٢١٠° فهرنهيت وتكبرت بالغمس فى محلول كبريتيت تركيزه ٠٫٢ إلى ١ فى المائة . ويلى ذلك تقطيع الدرنات بالسمك المطلوب وتجفيف القطع فى مجفف النفق أو مجفف السيور المستمر . وتقدر نسبة الناتج بحوالى ١٤ إلى ٢٠ فى المائة . وغالباً تجفف البطاطا على مرحلتين ويستكمل التجفيف فى الكوارة .

تجفيف البسلة :

تنتخب أصناف البسلة المناسبة وتفرط الحبوب وتدرج حجمياً وتسلق فى ماء يغلى لمدة دقيقة أو دقيقتين مع تحاشى انفجار قشرة الحبة ، وترص الحبوب على صوانى التجفيف بمعدل رطل على القدم المربع ، وتجفف فى النفق بهواء درجة حرارته عند الدخول ١٨٠° فهرنهيت وعند الخروج ١٦٠° فهرنهيت ، وتكون درجة حرارة الترمومتر المبتل ١١٠° فهرنهيت ، ويكون اتجاه الهواء موازياً لاتجاه الصوانى . أما فى النظام العكسى فتكون درجة الحرارة الجافة عند مدخل النفق ١٥٠° فهرنهيت ودرجة حرارة الترمومتر المبتل عند مخرج الصوانى ١٠٠° فهرنهيت . وتجفف البسلة عادة إلى درجة رطوبة قدرها خمسة فى المائة .

تجفيف اللحوم :

تجفف أجزاء معينة من لحم البقر والخنازير المحتوى على نسبة من الدهون تبلغ عشرة إلى عشرين فى المائة ، ولا تصلح بعض اللحوم للتجفيف مثل اللحم العجالى Veal بسبب ليونته ورداءة صفات الناتج . وعادة تقطع اللحوم إلى مكعبات بأبعاد بوصتين وتسلق فى أوانى مسخنة بالبخار دون إضافة ماء إلى اللحم ويستمر السلق لمدة نصف ساعة تحت ضغط يتراوح بين ثلاثة وخمسة أرطال ، أو يراعى وصول درجة حرارة اللحم إلى ١٦٥° فهرنهيت وتبقى كذلك لمدة نصف ساعة . وبترك اللحوم لتبرد تعود فتمتص السائل الذى خرج منها ، فيما عدا لحم الخنزير الذى لا يتم فيه ذلك ولذا يلزم تجميع العصارة المنفصلة وتبريدها ونزع دهنها وتركيزها إلى خمس حجمها تحت ضغط منخفض خلال نصف ساعة تقريباً فيتحصل على عصير مركز كثيف يضاف فيما بعد إلى لحم الخنزير المجفف .

وعقب السلق تمرر مكعبات اللحم خلال مفرمة عند مدخل المجفف الدائر rotary drier فيتساقط اللحم فى المجفف ويتعرض للهواء الساخن على درجة حرارة ٣٠٠ إلى ٣١٥° فهرنهيت فترتفع درجة حرارة الطبقة السطحية من اللحم إلى درجة ١٠٠° . ويستغرق التجفيف حوالى ساعتين ونصف بعدها تنخفض نسبة الرطوبة من خمسين فى المائة فى اللحم الطازج إلى حوالى عشرة فى المائة فى اللحم الجاف .

وعادة تسلق اللحوم Precooked قبل تجفيفها إذ يساعد السلق على إيقاف نشاط الإنزيمات وقتل بعض الأحياء الدقيقة وإزالة جزء من الرطوبة وتجميع البروتين وتقصير مدة التجفيف . ويجرى السلق فى أوانى مسخنة بالبخار أو على أسطوانات مسخنة بالبخار . وتستغرق الطريقة الأولى حوالى نصف ساعة على درجة ١٦٥° فهرنهيت تحت الضغط الجوى العادى أو ٤٥ دقيقة تحت ضغط مرتفع . أما الطريقة الثانية فتتلخص فى صب اللحوم بين اسطوانتين متباعدتين بمقدار عشر بوصة تدوران حول محورهما . وفى هذه الطريقة تساعد الحرارة والضغط على إزالة ٢٠ إلى ٣٠ فى المائة من الرطوبة الموجودة فى اللحم .

وتجفف اللحوم المسلوقة فى مجففات النفق برصها على صوان بمعدل رطل ونصف للقدم المربع وتعريضها للهواء على درجة ١٦٠° فهرنهيت للترمومتر الجاف و ١٢٠° فهرنهيت للترمومتر الرطب . وقد تستعمل مجففات Roto-Louvre dryers باستخدام هواء سرعته ٨٠٠ قدماً فى الدقيقة ودرجة حرارته ٣٠٠° فهرنهيت ، فيستغرق التجفيف ساعتان وتنخفض نسبة الرطوبة فى اللحم إلى عشرة فى المائة وهذا النوع الأخير من المجففات غير مرغوب لارتفاع درجة حرارة الهواء وصعوبة تنظيف المجفف وتحول جزء من اللحم إلى مسحوق .

وتعبأ اللحوم المجففة فى علب وتضغط بشدة ثم تقفل العلب تحت تفريغ يبلغ عشرين بوصة . ومن التعديلات التى أدخلت على عملية التحضير إضافة أرز أو ذرة مطحونة إلى اللحم المطحون بنسبة ٣٠ فى المائة تقريباً قبل السلق فيساعد ذلك على طول مدة حفظ اللحوم المجففة .

تجفيف الأسماك :

يجفف السمك شمسيًا فى كثير من المناطق ؛ وقد يملح أو يدخن قبل تجفيفه . وتتلخص خطوات تجفيف السمك فى تنظيفه وإزالة عظام ظهر الأسماك الكبيرة وتزال الرأس والقناة الهضمية nobbed أو تزال الخياشيم والقناة الهضمية gibbed . ويلى ذلك تمليح الأسماك باستعمال محلول ملحى brine أو بالملح الجاف ، فى الحالة الأخيرة تعبأ الأسماك مع الملح فى براميل خشبية محكمة غير منفذة للماء وتترك كذلك حتى يتكون سائل ملحى بعد ساعات ويكتمل التمليح بعد مدة . وفى طريقة أخرى تكوم الأسماك مرصوصة على ظهورها على أن تكون الرؤوس والذيول متبادلة ، ويضاف إليها الملح بنسبة عشرين رطل لكل مائة رطل من السمك فيمتص الملح الرطوبة من الأسماك ويتساقط السائل لأسفل . إلا أن هذه الطريقة الأخيرة تعرض الأسماك للفساد أحياناً بسبب عدم تجانس تخلل الملح لها . وعقب التمليح تكون الأسماك معدة للتجفيف .

وفى حالة التدخين يراعى تمليح الأسماك أولاً بعض الشيء ثم تدخن على البارد أو على الساخن . فى الحالة الأولى لا تتجاوز درجة حرارة التدخين ٨٠° فهرنهيت وتستغرق العملية فترة تتراوح بين بضعة ساعات وبضعة أسابيع . أما التدخين على الساخن فيستغرق بضع ساعات فقط .

وفى طريقة التدخين على البارد تملح الأسماك وتجفف وتعلق قريباً من لهب ضعيف ينبعث من خشب محترق ، وتكون درجة الحرارة فى حدود ٨٠° فهرنهيت ، ويشترط ألا ترتفع عن ١٠٠° فهرنهيت . وتترك الأسماك كذلك بضعة أيام قد تمتد إلى ثلاث أسابيع . أما فى الطريقة الساخنة hot smoking فتكون الأسماك قريبة من اللهب وتكون درجة الحرارة ١٥٠ إلى ٢٥٠° فهرنهيت ولذلك فالتدخين يستغرق ساعتين إلى أربعة .

ولتجفيف الأسماك المملحة ترص هذه على صوانى وتترك فى الشمس لمدة تتراوح بين يوم وسبعة أيام حسب حالة الجو . أما الأسماك المدخنة فترص على عصى

رفيعة محمولة على حوامل مرتفعة وتترك فى غرفة التدخين الوقت المناسب ثم تجفف شمسياً . وحالياً تجفف نسبة كبيرة من الأسماك تجفيفاً صناعياً . فى مجففات النفق تجفف الأسماك المملحة بهواء سرعته ٢٠٠ إلى ٣٠٠ قدم فى الدقيقة ودرجة حرارته ٧٥° فهرنهيت ورطوبته النسبية ٤٠ إلى ٥٠ فى المائة ؛ إلى أن تنخفض نسبة الرطوبة فى السمك وتصبح ٣٥ إلى ٥٣ فى المائة .

وفى طريقة أخرى لتجفيف الأسماك تقطع هذه الأسماك إلى قطع أبعادها $\frac{3}{8}$ بوصة وتسلق فى البخار تحت ضغط قدره رطلين لمدة نصف ساعة . ويعاد فرم القطع وإمرارها خلال ثقوب أبعادها $\frac{5}{16}$ إلى $\frac{1}{2}$ بوصة . ويرص السمك على صوان بمعدل رطلين على القدم المربع ، ويجفف السمك باستعمال هواء سرعته ٦٠٠ قدم فى الثانية تحت الظروف التالية حتى تنخفض نسبة الرطوبة فى السمك إلى عشرة فى المائة :

المرحلة	مدة التجفيف	درجة حرارة الترمومتر الجاف	درجة حرارة الترمومتر المبتل
١	٢ ساعة	١٨٥°ف	١٣٣°ف
٢	١ $\frac{1}{2}$ »	١٦٧°ف	١١٤–١٢٢°ف
٣	١ $\frac{1}{2}$ »	١٤٩–١٥٨°ف	٩٥–١٠٠°ف

ولتجفيف الجمبرى يغلى أولاً فى محلول ملحى مخفف لمدة ربع إلى ثلاثة أرباع ساعة ويصفى ويرص فى طبقة بسمك بوصتين إلى ثلاثة معرضاً للشمس حتى يجف مع مراعاة تقليب الجمبرى فى البداية كل ثلث ساعة وتكويمه وتظليله مساء . وعقب إنتهاء التجفيف الذى يستغرق مدة تتراوح بين ثلاث وعشر أيام تزال الرؤوس والقشور عن الجزء اللحمى الذى يعبأ فى براميل . ويعطى الطن من الجمبرى ٢٣٠ إلى ٢٧٠ رطل من اللحم المجفف وكمية مماثلة تقريباً من القشور المجففة المسماه bran المستخدمة فى التسميد أو فى تغذية المواشى والطيور .

وفيما يلى تركيب السمك المجفف والمدخن :

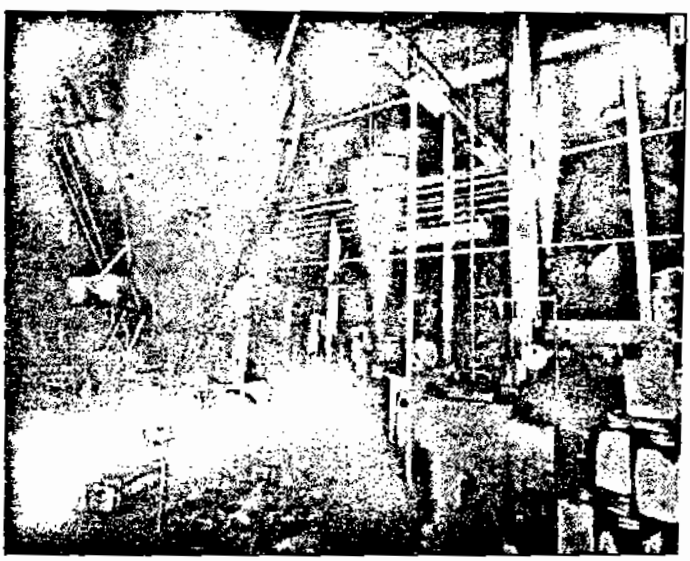
	رطوبة	مواد صلبة كلية	بروتين	دهن	رماد
	٪	٪	٪	٪	٪
سمك مدخن	٦١	٣٩	٢٢	١٣	٤
» مجفف	١٢	٨٨	٨٢	٣	٧

تجفيف اللبن :

يجفف اللبن كاملاً أو بعد نزع دهنه . ويستعمل اللبن المجفف فى صناعة منتجات المخابز ومنتجات الألبان والحلوى . وتحدد التشريعات الحكومية فى كثير من الدول مواصفات مسحوق اللبن المجفف . مثال ذلك أمريكا حيث يشترط فى مسحوق اللبن الكامل ألا تقل فيه نسبة دهن الزبد عن ٢٦ فى المائة وألا تزيد فيه نسبة الرطوبة عن ٢,٢٥ فى المائة ونسبة الحموضة محسوبة فى صورة حامض لكتيك فى اللبن المعاد لطبيعته عن ٢,٢٥ فى المائة ونسبة الأوكسجين بعد مضى سبعة أيام على تعبئة اللبن وحفظه تحت الضغط الجوى العادى عن ٣ فى المائة ونسبة النحاس عن ١,٥٠ جزء فى المليون ونسبة الحديد عن ١٠ جزء فى المليون وألا يزيد عدد البكتريا عن ٦٠٠٠ فى الملليلتر الواحد من اللبن بعد إعادته إلى الحالة السائلة . ويلزم إختبار اللبن الطازج قبل تجفيفه فتعرف حموضته ودرجة حرارته ورائحته وطعمه .

ويجفف اللبن باستخدام المجففات الأسطوانية أو مجففات الرذاذ . وتفضل مجففات الرذاذ ، إذ أن المجففات الأسطوانية التى تعمل تحت الضغط الجوى العادى لتجفيف اللبن الفرز قد تسبب تكرمل جزء من سكر اللبن وهذا يسبب صعوبة إعادة اللبن المجفف إلى حالته الطبيعية . وأفضل أنواع اللبن المجفف هو المحضر تحت ضغط منخفض ، غير أن هذه الطريقة باهظة التكاليف وتجعل مسحوق اللبن يمتص الرطوبة من الجو . وقد يجفف اللبن تحت تفريغ باستخدام حرارة الإشعاع على درجة حرارة منخفضة فى صوانى بالنظام المستمر أو غير المستمر . وتتلخص خطوات الصناعة فى التسخين الابتدائى Preheating والترويق Clarification والتكثيف condensing وضبط نسبة الدهن standardizing والتجفيف drying فيسخن اللبن أولاً لقتل الأحياء الدقيقة الموجودة به ولتكوين مانعات الأكسدة التى تحول دون تغير النكهة نتيجة للأكسدة ؛ ولزيادة كفاءة حلل التفريغ . ويستغرق التسخين الإبتدائى فترة تتراوح بين نصف ساعة على ١٤٥° فهرنهيت إلى بضع ثوان على درجة ٢٢٥° فهرنهيت . ويعتقد أن ارتفاع درجة

الحرارة إلى هذا الحد يؤدى إلى تكوين مجموعات كبريتية Sulfhydryl groups فى مسحوق اللبن . ويلى التسخين الإبتدائى ترويقه لإزالة الشوائب بقوة الطرد المركزى . وقد تتضمن عملية الترويق انفصال القشدة وهذه تعاد إلى اللبن قبل التكثيف . ويجرى تكثيف اللبن فى حالى التفريغ حتى ترتفع نسبة المواد الصلبة فيه إلى ٤٠ فى المائة بالنسبة للبن الكامل المراد تجفيفه فى مجفف الرذاذ أو ٣٥ فى المائة بالنسبة للبن الفرز المراد تجفيفه فى مجففات الرذاذ أو ١٨ فى المائة إذا أريد تجفيفه فى مجففات اسطوانية . ويلى التكثيف ضبط نسبة الدهن فى اللبن بإضافة القشدة إليه بالقدر المناسب لتتطابق صفات الناتج مع المواصفات المحددة . ففى القانون الأمريكى يجب ألا تقل نسبة الدهن عن ٢٦ فى المائة وهذه تعنى أن نسبة المواد الصلبة إلى الدهن تكون ٢,٥٣ . والعملية التالية هى تجفيف اللبن فى مجففات الرذاذ . وعادة تكون درجة حرارة الهواء الداخل لغرفة الرذاذ ٢٦٥° إلى ٣٢٠° فهرنهيت . ويجب ألا تزيد سرعة الهواء فى المجفف على ١٢٠٠ قدم فى الدقيقة . ويمكن تجفيف اللبن فى مجففات اسطوانية مسخنة بالبخار تدور بسرعة ١٢ إلى ٢٠ دورة فى الدقيقة . وفى هذه الحالة يجب تركيز اللبن قبل تجفيفه .



(شكل ٤٦) معدات مجفف الرذاذ

ويتعرض اللبن المجفف للفساد أثناء تخزينه فيتغير طعمه ويزداد عدد البيروكسيد ويزداد الأكسيجين الممتص ويظهر اللون البنى browning reaction فى مسحوق اللبن الكامل بدرجة تتوقف على نسبة الرطوبة ودرجة حرارة التخزين ووجود الأكسيجين . ويصحب هذا التفاعل تولد ثانى أكسيد الكربون وامتصاص أكسيجين وانخفاض درجة الذوبان ووضوح التكرمل فى النكهة . وقد أمكن إطالة مدة الحفظ بإضافة مانعات الأكسدة مثل Avenex No. 7 أو حمض الأسكوربيك أو حالات الإيثايل . ويبدو أن تفاعل المجموعات الأمينية فى الأحماض الأمينية ، خصوصاً الليسين ، مع مجموعة الألدهيد فى سكر اللكتوز يكون ركناً أساسياً فى فساد اللبن المجفف ، وهذا التفاعل ينشط بارتفاع نسبة الرطوبة فى اللبن المجفف .

وتتعرض مكونات اللبن أثناء التجفيف لبعض التغيرات ، منها تجمع البروتينات بتأثير حرارة اسطوانات التجفيف ، كما تتجمع كازينات الكالسيوم فى المجففات الأسطوانية ويتكرمل جزء من سكر اللكتوز ويتغير تركيز الفوسفات . وهذه التغيرات لا تحدث فى مجففات الرذاذ . أما الإنزيمات فلا تتعرض لتلف ملحوظ إلا فى حالة تسخين اللبن لدرجة أعلى من ١٦٥° فهرنهيت قبل التجفيف ، وتزداد نسبة التلف فى المجففات الاسطوانية عنها فى مجففات الرذاذ .

وفيما يلى تركيب منتجات اللبن المجففة :

المكونات		لبن كامل	لبن فرز	شرش		قشدة
رطوبة ٪		٣ر٥	٣ر٥	٦ر٢	٥٦ر٠	— ٨ر٠
بروتين ٪		٢٥ر٨	٣٥ر٦	١٢ر٥	١١ر١٢	— ١٩ر١
دهن ٪		٢٦ر٧	١ر٠	١ر٢	٥٠ر٤٠	— ٧١ر١
كربوهيدرات ٪		٣٨ر٠	٥٢ر٠	٧٢ر٤	١٤ر٧٤	— ٢٥ر٤
رماد ٪		٦ر٠	٧ر٩	٧ر٧	٢ر٤٣	— ٤ر١
كالسيوم	ملليجرام	٩٤٩	١٣٠٠	٦٧٩		
فوسفور	فى	٧٢٨	١٠٥٠	٥٧٦		
حديد	١٠٠	٦ر٠	٦ر٠			
ثيامين	جرام	٣٠ر٠	٣٥ر٠	٤٩ر٠		
ريبوفلافين		٤٦ر١	١ر٩٦	٢ر٥		
نياسين		٧ر٠	١ر١	٨ر٠		
فيتامين حـ		٦ر٠	٧			
فيتامين ا بالوحدة الدولية فى المائة جرام		١٤٠٠				

تجفيف القشدة :

تجفف القشدة بعد إضافة مواد استحلاب أو مواد مثبتة أو مواد مانعة للأكسدة أو السكر إليها . والطريقة الشائعة لتجفيف القشدة هى بتسخينها على درجة ١٢٠° فهرنهيت لمدة ثلث ساعة ثم دفعها فى مجفف الرذاذ تحت ضغط يقرب من ٢٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ رطل حيث تجفف بأقل حرارة ممكنة إلى أن تنخفض نسبة رطوبتها إلى واحد فى المائة .

تجفيف اللبن الخض :

يمكن تجفيف اللبن الخض فى مجففات الرذاذ أو المجففات الأسطوانية . والشائع هو استعمال الناتج فى الحالة الأولى لتغذية الإنسان وفى الحالة الثانية لتغذية الحيوان .

تجفيف الشرش :

تجفف الشرش فى مجففات النفق بعد تركيزها تحت ضغط منخفض إلى تركيز ٨٠ فى المائة مواد صلبة وإضافة البذرة إليها ، أى كمية بسيطة من شرش مجفف سابق وتركها ٢٤ ساعة ليتبلور اللكتوز ، ثم تجفف العجينة الناتجة على صوان من السلك بهواء درجة حرارته ١٦٠ إلى ١٨٠° فهرنهيت .

ويمكن استعمال المجففات الأسطوانية فتركز الشرش إلى خمسين فى المائة ويصب السائل اللزج على أسطوانات تدور بسرعة ١٣ دورة فى الدقيقة ومسخنة لدرجة ٣٠٠° فهرنهيت . كذلك يمكن استعمال مجففات الرذاذ فتركز الشرش إلى ٥٠ أو ٥٥ فى المائة ويبلور اللكتوز ويدفع من قمة مجفف الرذاذ المحتوى على هواء ساخن درجة حرارته ٣٠٠ إلى ٣٢٠° فهرنهيت ، ثم تنقل الأجزاء الجافة بواسطة هواء درجة حرارته ١٨٠° فهرنهيت إلى مجفف التقليب حيث تتم عملية التجفيف .

تجفيف الجبن :

تجفف الجبن بعدة طرق فى إحداها تمزج الجبن بمحلول ستراتت الصوديوم وتجفف فى مجفف الرذاذ أو بالمجففات الأسطوانية . وفى طريقة أخرى تجمد الجبن الرخوة على درجة أقل من ٢٠° فهرنهيت وتبخر الرطوبة بالتفريغ الشديد دون رفع درجة الحرارة حتى تقترب الجبن من حالة الجفاف فترفع درجة الحرارة فوق الصفر الفهرنهيتى لإنهاء التجفيف وخفض درجة الرطوبة إلى اثنين فى المائة . وفى طريقة ثالثة تبشر الجبن الجافة وتجفف على درجة الحرارة العادية ثم فى المجفف على درجة حرارة ٧٢ إلى ٨٢ فهرنهيت ودرجة رطوبة نسبية قدرها

٢٥ إلى ٣٥ فى المائة حتى تنخفض نسبة الرطوبة فى الجبن إلى ٨ أو ١٢ فى المائة خلال ساعة إلى ساعة ونصف . وفى المرحلة الثانية للتجفيف ترفع درجة الحرارة إلى ١٤٥° فهرنهيت فتنخفض نسبة الرطوبة فى الجبن إلى ٢٫٥ أو ٣ فى المائة خلال ساعة ونصف إلى ساعتين . ويبرد الجبن المجفف إلى درجة ٥٠ إلى ٦٠° فهرنهيت ليتجمد الدهن .

وتحتوى جبن الشدر المجففة على النسب المئوية التالية : ٢٫٨ رطوبة ، ٥٠ دهن ، ٣٨ بروتين ، ٢٫٦ ملح طعام ، ٣٫٤ أملاح ، ٣٫٢ كربوإيدرات .

تجفيف الخميرة :

تتكاثر الخميرة فتبلغ أربعة أمثال عددها الأصلى فى صناعة البيرة . وهذه الخميرة يعاد استعمال ربعها فى عملية تخمير جديدة أما الثلاثة أرباع الباقية فتحفظ على درجة ٣٣° فهرنهيت منعاً لتحللها ذاتياً حتى يحين وقت تجفيفها . وتبدأ عملية التجفيف بمعاملة معلق الخميرة بالطرد المركزى لفصل أكبر قدر ممكن من البيرة ولتركيز المعلق ، ويلى ذلك إزالة المرارة من الخميرة بدفع المعلق فى تانك مبرد مع ماء مثلج يحتوى على كربونات أو بيكربونات الصوديوم والأمونيوم بتركيز واحد إلى إثنين فى المائة ، ويمزج المحلول بمعلق الخميرة جيداً . وعقب ذلك يعامل المحلول والخميرة بالطرد المركزى ويعاد دفعه مع الماء المثلج فى تانك مبرد آخر ، ثم يضبط رقم $_pH$ فى معلق الخميرة عند خمسة بإضافة القدر المناسب من حامض الكلوردريك النقى . ويلى ذلك إعادة المعلق إلى ماكينات الطرد المركزى ثم يعاد الغسيل بالمحلول القلوى . وأهم ما يراعى فى هذه العمليات هو عدم تجاوز درجة حرارة معلق الخميرة ٣٣ إلى ٣٥° فهرنهيت . والخطوة الأخيرة هى تسخين معلق الخميرة المحتوى على حوالى عشرين فى المائة مواد صلبة تسخيناً إبتدائياً ثم تجفيف المعلق فى مجففات أسطوانية حتى تنخفض نسبة الرطوبة فى الخميرة إلى أربعة أو ثمانية فى المائة .

وقد يجرى تكاثر الخميرة فى الصناعة بتنميتها على محلول سكرى ، والسلالة المستخدمة هى عادة Saccharomyces cerevisiae أو Torula utilis . وقد تنمى

الخميرة على مولاس فى مراحل متتالية ، ويراعى فى بداية المراحل عدم التهوية منعاً للتلوث بهواء مضغوط مرشح بارد . ويجب أن يضاف للخميرة أثناء تكاثرها بعض الأملاح المغذية النتروجينية مثل أملاح الأمونيوم أو إيدروكسيد الأمونيوم أو النتروجين العضوى المنفصل فى ماء نقع الذرة فى مصانع النشا . كذلك يجب أن يضاف قليل من الفوسفور والبوتاسيوم والمغنسيوم والأحماض الأمينيـــة الضرورية . والنسب الشائع إضافتها للمولاس هى ١,٦ إلى ١,٨ فى المائة نتروجين ، ٠,٦ إلى ٠,٨ فى المائة فوسفور ، ٠,١ إلى ٠,١٥ فى المائة أكسيد مغنسيوم . ويجب أن يكون المولاس مخففاً بحيث لا تتجاوز نسبة السكر به واحد فى المائة ، وتضاف المحاليل المغذية بالنسب المتمشية مع التكاثر أثناء تهوية المعلق بشدة . وكذلك يلزم ضبط $_pH$ المعلق عند أربعة أو خمسة ، وتضاف الأمونيا أثناء التكاثر لمعادلة الزيادة فى الحموضة التى تطرأ تدريجياً . ولابد من تبريد المعلق بحيث لا تتجاوز درجة حرارته ٨٠° فهرنهيت إذ أن تكاثر الخميرة ينتج كمية كبيرة من الحرارة تصل إلى ٧٣٠ وحدة حرارة بريطانية لكل رطل واحد من الخميرة يتكون .

وتستغرق عملية تكاثر الخميرة حوالى ١١ ساعة بعدها تفصل الخميرة وتغسل وتركز بالطرد المركزى فينتج معلق تركيز المواد الصلبة به حوالى ١٥ فى المائة ويمكن تسخينه مبدئياً وتجفيفه فى مجففات أسطوانية حتى تنخفض نسبة الرطوبة فى الخميرة إلى خمسة فى المائة .

ويجفف مستخلص الخميرة yeast extracts أيضاً ، وهذا المستخلص يحضر من خميرة البيرة المزال منها المرارة بإحدى الطرق الثلاث : التحلل الذاتى autolysis أو الإنتشار الأسموزى plasmolysis أو التحلل المائى hydrolysis . ويستعمل هذا المستخلص كبديل لمستخلص اللحوم فهو يتميز بطعم ملحى شبيه بطعم اللحم . ولتحضير المستخلص بطريقة التحلل الذاتى تعلق الخميرة فى كمية كافية من الماء بحيث يصبح التركيز حوالى ١٥ فى المائة مواد صلبة ، ويسخن المعلق إلى درجة ١٤٠ أو ٢٣٠° فهرنهيت لمدة تتراوح بين عشر دقائق وثلاث ساعات فيتم التحلل الذاتى . وبعد ذلك تبرد المادة وتركز بالطرد المركزى

ثم تركز تحت ضغط منخفض . وفى طريقة الإنتشار الأسموزى تمزج خميرة البيرة الرطبة المزال مرارتها بحوالى خمس إلى ربع وزنها ملح طعام ويسخن المزيج ليحدث الإنتشار الأسموزى لمكونات خلايا الخميرة . ثم تسخن المادة للغليان وترشح لفصل بقايا الخلايا ويركز الراشح تحت ضغط منخفض أو يغلى تحت الضغط الجوى العادى حتى يظهر تكون طبقة من الملح على السطح يمكن كشطها وترك المعلق للترسيب . ويلى ذلك تركيز السائل الرائق بعد سحبه من أعلى تحت ضغط منخفض . وفى طريقة التحلل المائى تسخن خميرة البيرة مع حامض كلوردريك نق تحت ضغط مرتفع ، وترشح المادة الناتجة ويغسل الراسب بالماء المحمض قليلاً بحامض كلوردريك ، ثم يجمع الراشح وماء الغسيل ويعادل بكربونات صوديوم . يلى ذلك تركيز المخلوط تحت ضغط منخفض . وقد تستبدل هذه الطريقة بأخرى فيها تحلل الخميرة مائياً باستعمال محلول حامض كلوردريك تركيزه خمسة فى المائة على درجة ٩٥ إلى ١٧٠° فهرنهيت لمدة أربعة أيام . ويحول المستخلص المتحصل عليه بأى من الطرق الثلاث السابقة إلى عجينة أو إلى مسحوق يكون تركيبه كما يلى : ٧ إلى ٣٢ فى المائة رطوبة ، ٤ إلى ٧ فى المائة نتروجين ، ٨ إلى ٤٠ فى المائة رماد . ٦ إلى ٢٢ فى المائة ملح طعام ، ٤ إلى ٢٠ فى المائة رماد خالى من كلوريد الصوديوم . ٠,٠٣ إلى ٠,٨ فى المائة دهن ، ٢٩٠٠ إلى ٢٠٠٠٠ جاما فيتامين ثيامين فى الجرام ، ورقم pH ٤,٤ إلى ٦,٠ .

وتحضر مخاليط خميرة جافة حية تستعمل فى عمليات التخمير . وهذه المنتجات تتكون من خلايا خميرة حية وحبوب غذائية مطحونة وكبريتات أمونيوم وكبريتات كالسيوم وفوسفات كالسيوم ومولت وحوالى ١٤ فى المائة رطوبة . ويراعى فى تجفيف الخميرة المحافظة على حيويتها ، لذلك تجفف عادة فى مجففات السيور الناقلة على مرحلتين فى الأولى منهما تكون درجة حرارة الترمومتر الجاف ٩٥° فهرنهيت ، أما فى المرحلة الثانية فتكون درجتا الحرارة ٨٥ ، ٦٠° فهرنهيت على التوالى . ويقدر الإنتاج بحوالى ٢,٦ رطل من الخميرة الجافة المحتوية على ثمانية فى المائة رطوبة لكل جالون مولاس به ٧٠ إلى ٧٥ فى المائة سكر . وعند استعمال الخميرة المجففة

فى صناعة الخبيز يلزم تعليقها فى ماء دافىء درجة حرارته ١٠٥° فهرنهيت . ويعتبر الرطل الواحد من الخميرة الجافة النشطة مكافئاً لرطلين من الخميرة المضغوطة.

تجفيف دهون الخبيز :

تحضر بعض دهون الخبيز Shortenings بهدرجة زيت بذرة القطن المضاف إليه لبن فرز لخفض نسبة الدهن به إلى حوالى خمسين فى المائة ، كما قد يضاف للدهن بعض عوامل الاستحلاب كالليسيثين أو الألجينات . ولتجفيف هذا الدهن يسخن أولاً تسخيناً إبتدائياً لدرجة ١٦٠° فهرنهيت ثم يجنس ويجفف فى مجففات الرذاذ أو المجففات الأسطوانية . وتستعمل مثل هذه الدهون المجففة فى صناعة مخاليط المستحضرات الجافة للبسكوت والكيك .

مساحيق المشروبات المحلاة :

تحضر مساحيق تحتوى على حامض عضوى وسكر ومواد مكسبة للنكهة وأخرى ملونة . مثال ذلك المخلوط التالى :

سكر قصب	٤٥ رطلاً	حامض ستريك	٢ رطلاً
دكستروز لامائى	٦٥ رطلاً	زيت ليمون مقطر	$\frac{1}{2}$ أوقية

زيت ليمون مستخرج بالكبس على البارد $\frac{1}{2}$ أوقية .

تخلط المواد الجافة معاً ويضاف إليها الزيت وتمزج جميع المكونات جيداً وتعبأ فى عبوات مانعة للرطوبة . وعند الإستعمال يمزج أربعة أوقيات بلتر ماء .

مسحوق البودنج :

تحضر مساحيق تجارية لصناعة البودنج . ينحصر استخدامها فى إضافة القدر المناسب من الماء والتقليب على البارد فتتكون البودنج ؛ أو قد يسخن المخلوط قليلاً مثال ذلك مسحوق بودنج الفانيليا التالى :

سكر بودرة	٢٥ رطلاً	نشا درنات	$\frac{1}{2}$ رطلا
دكستروز لامائى	٥٣ رطلاً	ملح طعام	$1\frac{1}{4}$ أوقية

نشا ذرة	١٥ رطلا	فانيليا	قليل
مادة ملونة	قليل		

تذاب المادة الملوّنة FD & C No. 5 and 6 فى أقل كمية من الماء وتضاف للمكونات الجافة ويمزج الجميع جيداً فى الخلاط وينخل المسحوق

ولعمل مسحوق بودنج شيكولاتة تستعمل النسب التالية :

كاكاو (١٥ إلى ١٨ ٪ دهن)	١٨ رطلاً	صفار بيض مجفف	٥ رطلاً
ملح طعام	١ ½ رطلاً	نشا ذرة	٨ رطلاً
نشا درنات	٥ رطلاً	لبن فرز مجفف	١٦ رطلاً
مسلى نباتى	١ رطلاً	سكر بودرة	٤١ ½ رطلاً
فانيليا	١ أوقية		

الحساء المجفف :

يمكن الحصول على مخاليط جافة يضاف إليها الماء بالقدر المناسب فتنتج الشوربة . مثال ذلك شوربة الدجاج المحضرة بالنسب التالية :

دهن دجاج	٩ رطلاً	جزر مجفف	١٥ رطلاً
مسلى نباتى	١٢ رطلاً	بقدونس مجفف	٣ رطلاً
قطع لحم دجاج مجففة	١٥ رطلاً	بصل مجفف	٣٠ رطلاً
جلوتامات أحادى الصوديوم	٢ رطلاً	فلفل حلو	٣ أوقية
ملح طعام	٦ ½ رطلاً	مكرونة شرائط بالبيض	٢١٠ رطلاً

تمزج جميع المكونات معاً عدا الدهن ، ويسيح الدهن ويمزج بالمخلوط الجاف ، ويضاف المخلوط للمكرونة ويمزج معها . ويعبأ الناتج فى عبوات مانعة للرطوبة .

تجفيف البيض :

يجفف البيض الكامل أو صفار البيض باستخدام مجففات الرذاذ، أما بياض البيض فيمكن تجفيفه بطريقة الصوانى . وتصمم مجففات الرذاذ المستخدمة فى تجفيف

البيض بطريقتين ، فى إحداهما يدفع سائل البيض على هيئة رذاذ من فتحة علوية مجاورة لفتحة خروج هواء العادم فيتجمع البيض المجفف ويخرج من فتحة سفلية قريبة من فتحة دخول الهواء وبذلك يعتبر نظام مرور الهواء فى المجفف عكسياً . وفى الطريقة الثانية يدخل رذاذ البيض من فتحة فى منتصف تيار الهواء الداخل للمجفف ، وعادة يوجد بمثل هذا المجفف عدة فتحات لدخول الهواء وعدة فتحات لدخول الرذاذ .

وتتلخص طريقة تجفيف البيض عموماً فى غسيل البيض وتكسيره يدوياً أو آلياً وفحص السائل جيداً للتخلص من التالف ومزج البيض السائل ببعضه جيداً حتى يتجانس ويرشح البيض للتخلص من أجزاء القشرة الدقيقة ومن الشرائب والأغشية ، ويلى ذلك التجفيف حتى تنخفض نسبة الرطوبة إلى ١,٥ أو ٢ فى المائة . ويعبأ مسحوق البيض فى العلب فى جو من غازى ثانى أكسيد الكربون والنتروجين بنسبة ٢٠٪ من الأول مع ٨٠ فى المائة من الثانى فيساعد الأول على ثبات النكهة أثناء التخزين . وفى طريقة أخرى تثبت فائدتها فى المحافظة على مسحوق البيض أثناء التخزين ، يحمض البيض السائل قبل التجفيف ويجفف لخفض رطوبته عن ٢ فى المائة ثم يضاف إليه بيكربونات صوديوم بالقدر اللازم لمعادلة الحموضة الزائدة ، ويعبأ المسحوق فى جو من غازى ثانى أكسيد الكربون والنتروجين .

قبل تجفيف بياض البيض قد يزال الجلوكوز منه بالتخمير باستعمال خميرة أو بكتريا أو إنزيمات فيساعد ذلك على تحسين لون المسحوق ونسبة ذوبانه . وقد يستغنى عن هذه العملية بالتخزين على درجة حرارة منخفضة تتراوح بين ٣٧ ، ٤١° فهرنهيت . ويجب أن يتوفر فى مسحوق بياض البيض صفات خاصة هى ارتفاع نسبة ذوبانه واعتدال رائحته وقلة محتوياته من البكتريا .

وتوجد فى المصانع الآن ماكينات لتكسير البيض تصل قدرة الواحدة منها إلى ٥٠٠٠ بيضة فى الساعة ، كما توجد آلات لفصل الصفار عن البياض . وتبلغ نسبة تصافى البيض بعد إزالة القشور حوالى ٨٥ فى المائة . ولا بد من تهشيم غلاف الصفار ومزج مكونات البيض Churning وفصل بقايا القشور بالتصفية والترسيب . ولا يمكن إجراء عملية الخلط هذه على

بياض البيض بمفرده بسبب تكون الرغاوى بوفرة ، لذلك يكتفى بالتصفية خلال مناخل دقيقة المسام تحت ضغط .

ولإزالة الجلوكوز من بيـــاض البيض باستعمال الخميرة المجففة النشطة Saccharomyces cerevisiae يعمل معلق الخميرة بإضافتها إلى الماء بنسبة جزء لكل ثلاثة أجزاء من الماء ، ويضاف المعلق للبيض بنسبة نصف فى المائة، وتضاف أغذية الخميرة لإسراع التخمير ، وتضبط الحموضة عند pH سبعة ، ويستمر التخمير مدة ٢ إلى $\frac{1}{2}$ ٢ ساعة . أما فى حالة استعمال البكتريا فيضاف Streptococcus lactis إلى بياض البيض بنسبة واحد فى المائة ويترك على درجة ٩٨ إلى ٩٩° فهرنهيت ليتم التخمير خلال ثلاث إلى أربع ساعات . ويفضل استبدال الطريقتين السابقتين بطريقة أكسيديز الجلوكوز التى تعتمد على تحويل الجلوكوز إلى حمض جليكونيك بتأثير الإنزيم والأكسيجين الجزيئى . وينحلل فوق أكسيد الإيدروجين الناتج بفعل إنزيم الكتاليز منتجاً زيادة من الأكسجين الجزيئى التى تستعمل فى أكسدة مزيد من الجلوكوز . وفى هذه الطريقة الأخيرة تضبط حموضة بياض البيض عند pH ٧,٤ بإضافة حامض كلوردريك مخفف نقى ثم يضاف الإنزيم بالكمية المناسبة وبعدها يضاف فوق أكسيد الإيدروجين بنسبة نصف فى الألف تدريجياً خلال خمس إلى عشر دقائق بعدها تضاف بقية فوق أكسيد الإيدروجين حتى تصل نسبته إلى ثلاثة أو خمسة فى الألف . وتستغرق عملية إزالة الجلوكوز حوالى تسع ساعات بعدها لا يتبقى فى بياض البيض سوى حوالى ستة فى المائة من السكريات المختزلة القابلة للتخمير الموجودة أصلاً وتكون البقية هذه معظمها مانوزوجلكتوز . والمعروف أن هذه الطرق الثلاث السابقة تعطى ناتجاً أفضل مما تعطيه طريقة التخمير الذاتى القديمة التى فيها يوضع البيض السائل فى صهاريج التخمير ويترك على درجة حرارة ٨٦° فهرنهيت لمدة ٧٢ ساعة تقريباً يتم خلالها التخمر . وبطول المدة فى الطريقة الأخيرة تقل الحموضة وتتغير الرائحة . وعموماً تتغير الحموضة أثناء التخمير فيصل pH إلى ٧,٥ أو ٩,١ ثم ينخفض فى نهاية ٧٢ ساعة إلى ٦,٢٥ . وفى نهاية المدة يسحب البياض السائل من الصهاريج مع

تترك طبقة فى القاع بسمك ثلاث بوصات يعاد تخميرها بعد إضافة أوقيتين من الماء وثلاث أوقيات من كحول الإيثايل لكل مائة رطل من السائل . أما البياض السائل المسحوب فيجفف فى مجفف النفق أو المقصورة حيث ينشر على صوان من الألومنيوم أو الصلب غير القابل للصدأ ويترك على درجة حرارة ١٢٠° فهرنهيت لمدة ١٨ ساعة ثم على درجة ١٤٠° فهرنهيت لمدة ٤٠ إلى ٤٥ ساعة . ويلى ذلك تبريد المادة المجففة لمدة ٢٤ ساعة على مناضد أو غرابيل فى الجو العادى أو لمدة ٢ إلى ٣ ساعة فى حجرة على درجة ١٠٠° إلى ١١٠° فهرنهيت . وكثيراً ما تستعمل مجففات الرذاذ فى تجفيف بياض البيض . ويقدر الإنتاج بحوالى ١٣,٧ رطلاً من الألبومين المجفف لكل مائة رطل من البيض السائل . ونسبة الرطوبة فى الألبومين المجفف تتراوح بين ١٤,٥ فى المائة حسب طريقة التجفيف .

ويعتبر البيض الكامل المجفف dry egg solids عرضة للفساد السريع أثناء التخزين إذ تتغير نكهته ولونه نتيجة لتفاعل الجلوكوز مع السيفالين . ويمكن التخلص من الجلوكوز بالتخمر باستعمال ثلاثة أرطال من خميرة الخباز لكل ١٢٠٠ رطل من البيض . ويستغرق التخمر ثلاث ساعات على درجة ٨٦° فهرنهيت . ويساعد التحميض على طول مدة حفظ البيض المجفف . لذلك يضاف ٤,٥ رطل حامض كلوردريك نقى مذابة فى ٦٠ رطل من الماء لكل ألف رطل من البيض الكامل المضروب المعدنى . وينصح بإضافة بيكربونات الصوديوم لمسحوق البيض الكامل بنسبة ١,٥ فى المائة . ويجرى تجفيف البيض الكامل فى مجففات الرذاذ على مرحلتين ، فى الأولى تنخفض نسبة الرطوبة إلى خمسة فى المائة وفى الثانية تنخفض إلى ١,٥ فى المائة . وتكون سرعة هواء التجفيف فى المرحلة الثانية ألف قدم فى الدقيقة ودرجة حرارته ٢٠٠ إلى ٢٢٠° فهرنهيت عند دخوله و ١٨٠° فهرنهيت عند خروجه .

وفيما يلى تركيب منتجات البيض المجففة :

المكونات		البياض	الصفار	البيض الكامل
رطوبة		٣,٠	٣,٠	٥,٠
بروتين		٨٥,٩	٣١,٢	٣٦,٨
دهن	النسبة	صفر	٦١,٢	٤٢,٠
رماد	المئوية	٤,٨	٣,٣	٣,٦
كربوايدرات		٦,٣	١,٣	٢,٥
كالسيوم		٤٨	٢٨٢	١٩٠
فوسفور		١٣٥	١١٢٣	٧٦٧
حديد		١,٦	١٣,٨	٨,٨
ثيامين	ملليجرام	صفر	٠,٥٠	٠,٣٤
ريبوفلافين	فى كل	٢,٠٥	٠,٦٦	١,٠٦
نياسين	١٠٠ جرام	٠,٧	٠,١	٠,٢
فيتامين ا بالوحدة الدولية فى ١٠٠ جرام		صفر	٥٥٤٠	٣٧٤٠

وفيما يلى تركيب البيض الكامل :

القشرة والغشاء الداخلى « ١٠ ٪ » :

رطوبة	١,٤٦ فى المائة	رماد	٥٥,٣ فى المائة
كالسيوم	٣٧,٨ « «	فوسفور	٠,٢ « «
مغنسيوم	٠,٤ « «	مواد عضوية	٤,٢ « «
مواد أخرى	٣٩,٠ « «	صبغات : oocyan ,oorhodein	

البياض (٥٨ ٪) :

رطوبة	٥٦	فى المائة	جلوكوز	٠,٤	فى المائة
دهن	٢	» »	رماد	٠,٨	» »
بروتين	١١,٦	» »	بوتاسيوم	٠,١٥	» »
صوديوم	٠,١٦	» »	مغنسيوم	٠,٠١١	» »
كالسيوم	٠,٠٠٦	» »	حديد	٠,٠٠٢	» »
كبريت	٠,٠٢	» »	فسفور	٠,٠٢	» »
صبغات	d-riboflavin		فيتامين ب٢	٠,٣	ملليجرام فى ١٠٠ جرام
عناصر نادرة	لو ؛ من ، نح ، ص ، فل ، ى ، س ، خ		نياسين	٠,١	

والبروتين عبارة عن أوفالبومين ٥٠ — ٦٠ ٪ ، كونالبومين ١٠ — ١٢ ٪ أوفوميوكويد ١٠ — ١٢ ٪ ، أوفوميوسين ٢,٥ ٪ ، ليسوزيم ٢,٥ ٪ ، أفيدين ٠,١ ٪ .

الصفار (٣٢ ٪)

رطوبة	٤٩	فى المائة	بروتين	٦,٧	فى المائة
دهن	٣١,٦	» »	جلوكوز	٠,٢١	» »
رماد	١,٥	» »	بوتاسيوم	٠,١١٣	» »
صوديوم	٠,٠٤٩	» »	مغنسيوم	٠,٠١٧	» »
كالسيوم	٠,١٤٧	» »	حديد	٠,٠٠٧٢	» »
فوسفور	٠,٥٩	» »	كلور	٠,١,٧	» »
كبريت	٠,٢	» »	عناصر نادرة	لو ، من ، خ ، نح ، ص ، س ، ى ، فل	

ليسيثين

فيتامين ب٢ ٠,٣٥ ملليجرام فى ١٠٠ جرام

» ب١ ٠,٢٧ صبغات : زانثوفيل ، كربتوزانثين

» K ، E ، D ونياسين زيوزانثين ؛ كاروتين ،

والبروتين عبارة عن فيتالين ٧٨٪ ، ليفتين ٢١ ٪ كابسانثين

تجفيف الفاكهة :

الفاكهة	حمولة الصينية بالرطل على القدم المربع	درجة الحرارة القصوى فى الطرف الجاف °ف	الرطوبة النهائية ٪	مدة التجفيف بالساعة	نسبة التجفيف
تفاح شرائح مقشور (مكبرت $\frac{1}{2}$ ساعة)	٢	١٦٥	٥ — ١٠	٨	١ : ٨
مشمش أنصاف (مكبرت $\frac{1}{2}$ ساعة)	٢	١٦٠	١٠	١٢	١ : ٦
كريز (مغموس فى القلوى ومكبرت $\frac{1}{4}$ — ١ ساعة)	٢ . ٣	١٦٠ — ١٧٠	١٠ — ٢٥	٨ — ١٢	—
تين مقطع (مكبرت ١ ساعة)	٢ — ٣	١٦٠	٥	١٠	١ : ٤
عنب (مغموس بالقلوى ومكبرت $\frac{1}{2}$ — ٣ ساعات)	٣ $\frac{1}{2}$ — ٤	١٦٠	٥	١٦ — ٢٤	١ : ٥ : ٣
خوخ أنصاف (مكبرت ٣ ساعات)	٣	١٥٠	٢٠ — ٣٠	٢٤	١ : ٥
كمثرى أنصاف (مكبرتة ٢٤ ساعة)	٣	١٤٥	٣٠ — ٤٠	٤٨	١ : ٥
برقوق (مغموس بالقلوى)	٢ $\frac{1}{2}$ — ٤	١٦٥ — ١٧٠	٢٠ — ٣٠	٢٤ — ٣٦	١ : ٥

تجفيف الخضروات فى نفق التجفيف : (رطوبة نسبية ٤٠ — ٤٥ ٪ عند الطرف البارد ، ٢٠ — ٢٥ ٪ عند الطرف الساخن) .

الخضروات	حمولة الصينية بالرطل على القدم المربع	درجة حرارة التجفيف °ف عند الطرف البارد	الساخن	مدة التجفيف بالساعات	نسبة التجفيف لغير المجهز	للمجهز
كرنب (١)	١,٥ — ٢,٠	١٤٠	١٥٠	١٢ — ١٤	١ : ١٨	١ : ١٥
جزر (٢)	١,٠ — ١,٥	١٥٥	١٦٥	١٤ — ١٦	١ : ١٨	١ : ١٦
قنبيط (٣)	١,٠ — ١,٥	١٤٠	١٥٠	١٠ — ١٢	١ : ٣٥	١ : ١٨
بصل (٤)	٠,٧٥ — ١,٥	١٤٠	١٥٠	١١ — ١٣	١ : ١٠	١ : ٨
بطاطس (٥)	١,٠ — ١,٥	١٤٠	١٥٠	٧ — ٨	١ : ٧	١ : ٥
سبانخ (٦)	٠,٧٥ — ١,٠	١٤٥	١٥٥	٧ — ٨	١ : ٢٢	١ : ١٦
طماطم (٧)	١,٠ — ١,٠	١٤٠	١٥٠	٩ — ١٠	١ : ٢٧	١ : ٢٥
لفت (٨)	١,٠ ١,٥	١٢٥	١٣٥	١١ — ١٣	١ : ٢٨	١ : ١٩

(١) تقطع الأوراق الداخلية طولياً بسمك $\frac{٣}{١٦}$ بوصة ، وتعامل بالبخار ٥ — ١٠ دقائق ، وتسلق ٢ — ٣ دقائق فى ماء به ١ ٪ بيكربونات صوديوم .

(٢) يقشر الجزر ويقطع شرائح بسمك $\frac{٣}{١٦}$ بوصة ، ويسلق ٢ — ٤ دقيقة فى ماء به ٢ ٪ ملح طعام .

(٣) تفصص أزهار القنبيط وتجزأ وتسلق فى الماء لمدة ٤ — ٥ دقائق وتنقع فى محلول $\frac{١}{٢}$ ٪ كب١ لمدة $\frac{٣}{٤}$ — ١ ساعة .

(٤) يقطع البصل بسمك $\frac{١}{١٠}$ بوصة ، وتغمس القطع فى محلول ملح طعام تركيزه ٥ ٪ لمدة عشر دقائق .

(٥) تقشر البطاطس وتقطع شرائح بسمك $\frac{٣}{١٦}$ — $\frac{١}{٤}$ بوصة وتسلق لمدة ٣ — ٥ دقائق فى ماء يغلى وتبرد بالماء الجارى مباشرة .

(٦) تغسل السبانخ وتعامل بالبخار ٤ — ٥ دقائق .

(٧) تقشر الطماطم بوضعها فى ماء يغلى لمدة $\frac{١}{٢}$ — ١ دقيقة وتقطع شرائح بسمك $\frac{١}{٤}$ — $\frac{٣}{٨}$ بوصة — وقد تقطع بدون تقشير للحصول على مسحوق .

(٨) يقشر اللفت ويقطع شرائح بسمك $\frac{٣}{١٦}$ بوصة ويغمر لمدة ١—٢ ساعة فى محلول كب١ ٥٫٠٪ ثم يغسل ويسلق فى ماء لمدة ٢—٤ دقيقة أو بالبخار ١٠—١٢ دقيقة.

تشرب وطهى الأغذية المجففة :

لإعداد المواد الغذائية المجففة للاستهلاك الآدمى تنقع هذه المواد فى الماء لتتشرب بعضه وتعود إلى حالتها الأصلية . وقد نصح أخيراً بتحاشى النقع ، فيبدأ فى طهى الأغذية المجففة مباشرة على أن يكون الطهى بطيئاً ، وذلك بالنسبة لبعض الأغذية دون الأخرى . وتختلف كمية الماء المضافة تبعاً لنسبة التجفيف وكمية المادة الغذائية فتزداد كمية الماء بارتفاع نسبة التجفيف وبصغر كمية المادة المجففة . كما تختلف مدة الطهى باختلاف الطريقة المتبعة وطبيعة المادة ، فالمدة تقصر فى حالة الأغذية المسلوقة قبل التجفيف وفى حالة نعومة قوام المادة . وتساعد حرارة الطهى على طرد حوالى ٧٠ إلى ٨٠ فى المائة من ثانى أكسيد الكبريت الممتص فى الأغذية المجففة . وتتأثر كمية الماء الممتصة بواسطة المادة الغذائية المجففة أساساً بنسبة البكتين فيها وبعدد مجموعات الميثايل فى البكتين .

ويطلق على عملية تشرب الأغذية المجففة الإصطلاحات التالية : rehydration أو refreshing أو recovery أو restoration أو reconstitution .

ويمكن اختبار تشرب المادة المجففة باتباع الطريقة التالية :-

توزن عينتان كل منهما زنة عشرة جرامات وتوضع العينة فى كأس زجاج بيركس سعة ٦٠٠ ملليلتراً . ويضاف ٨٠ إلى ١٥٠ ملليتر ماء مقطر للعينة ويغطى الكأس بزجاجة ساعة ويسخن على لوح كهربائى بحيث يبدأ الغليان خلال ثلاث دقائق ويستمر فى الغليان لمدة خمس دقائق ، بعدها تصب محتويات الكأس فى قمع بوخنر به ورقة ترشيح متسعة المسام . ويستمر فى الترشيح باستعمال المضخة بسرعة بطيئة ومع دوام التقليب باحتراس لمدة نصف دقيقة أو دقيقة أو حتى ينتهى تساقط السائل من القمع . ويجفف الراسب على ورقة الترشيح ويوزن . ويكرر العمل على عينتين أخريتين مع الغليان لمدة عشر دقائق ، ثم مرة أخرى مع الغليان ٢٠ دقيقة ثم مرة أخيرة مع الغليان لمدة نصف ساعة . وفى حالة طول مدة الغليان يلزم زيادة حجم الماء بمقدار ٢٠ إلى ٣٠ ملليلتراً .

ويجرى حساب نسبة التشرب rehydration ratio أو معامل التشرب

coefficient of rehydration أو نسبة الرطوبة فى المادة بعد التشرب بالطرق التالية

١ — نسبة التشرب .

وزن العينة المجففة = ١٠ جرام

» » المتشربة = ٦٠ جرام

∴ نسبة التشرب = $\frac{٦٠}{١٠} = \frac{٦}{١}$ أى ٦ إلى ١

٢ — معامل التشرب :

نسبة الرطوبة فى العينة المجففة = ٥ ٪

» » » » الطازجة = ٨٧ ٪

∴ معامل التشرب = $\frac{(٨٧ - ١٠٠) \times ٦٠}{(٠٥, \times ١٠) - ١٠}$

$$= \frac{٧٨٠}{٩,٥} = ٨٢,١$$

٣ — النسبة المئوية للرطوبة فى المادة المتشربة =

$$\frac{٩,٥ - ٦٠}{٦٠} \times ١٠٠ = \frac{٥٠٥٠}{٦٠} = ٨٤,١ ٪$$

ويجب أن تقترن النتائج السابقة بتقرير عن مظهر المادة المتشربة وطعمها ورائحتها . كذلك يجب ملاحظة تأثير الرطوبة على لون المادة المتشربة إذ أن الأنثوسيانينات والفلافونولات flavonois قابلة للذوبان فى الماء فتفقد فى ماء الرشح. كذلك تؤثر الحموضة فى لون الصبغات ولذا فالأنثوسيانينات تكسب المادة لوناً فاتحاً فى الوسط الحامضى ولوناً معتماً أو مخضراً فى الوسط القلوى. وتعطى الفلافونولات لوناً مصفراً فى الوسط القلوى . ولا تتأثر الكاروتينويدات بالحموضة أو القلوية أو كمية الماء . أما الكلوروفيل فيعطى لوناً أخضراً واضحاً فى الوسط القلوى أو لوناً متغيراً dull فى الوسط الحمضى بسبب تكون phaeophytin . ويؤثر عسر الماء على قوام أنسجة بعض الأغذية كالبسلة ، كما أن الغمس فى محلول الكبريتيت يجعل الأنسجة لينة .

القيمة الغذائية للأغذية المجففة :

تسبب عملية التجفيف فقداً ملموساً فى بعض مكونات الأغذية ، ويختلف مقدار الفقد باختلاف طرق التجفيف . وحالياً عرفت طريقة لتحضير مسحوق عصير البرتقال فى غياب الأكسجين دون أن يفقد منه أى كمية من حامض الاسكوربيك . ويعتقد أن الفقد فى المكونات الغذائية نتيجة للتجفيف يكون منصباً على المواد الصلبة القابلة للذوبان والمواد القابلة للتأكسد .

فعاملة الأغذية بالسلق يفقدها بعض مكوناتها ، وهذا شبيه بما يحدث فى حالات التجميد والتعليب . وبديهى أن السلق فى البخار يقلل من مقدار الفقد . وتؤثر ظروف التخزين فى كمية الفقد إذ تفقد بعض المكونات بالأكسدة مثل حامض الأسكوربيك والكاروتين أو بالتعرض للضوء مثل فيتامين الريبوفلافين أو بفعل ثانى أكسيد الكبريت مثل الثيامين .

فعملية التجفيف تؤدى إلى تركيز فى البروتينات والدهون والكربوايدرات وإلى انخفاض فى كمية الفيتامينات يتوقف مداه على وسائل تحضير المادة الغذائية قبل التجفيف وعلى الطريقة المتبعة فى التجفيف وعلى ظروف التخزين . ومن أكثر المكونات تعرضاً للفقد هو فيتامين جـ . وقد ثبت أن التجفيف الشمسى يؤدى إلى فقد فيتامين ا كلية من الفاكهة ، بينما التجفيف الصناعى لا يسبب فقداً ملحوظاً . وتسبب عملية الكبرتة فقد جزء كبير من الثيامين ، ويحدث الفقد فى ثمار العنب حتى بدون كبرتها . وقد لوحظ أن الكبرتة تؤدى للمحافظة على فيتامين ا بالرغم من إتلافها للثيامين فى ثمار التين ، أما فيتامين جـ فيفقد فى كلى طريقتى التجفيف ، وأما الريبوفلافين فلا يتأثر بالتجفيف سواء أكان شمسياً أم صناعياً . وتفقد القراصيا كل محتوياتها من فيتامين الثيامين بتأثير الكبرتة وليس بتأثير الغمس فى القلوى ، وهذه العملية الأخيرة تساعد على الإحتفاظ بفيتامين جـ. وعادة لا تكبرت القراصيا فى الإنتاج التجارى . ويعتقد أن تدخين البلح وبسترته لا تؤثران فى محتوياته من فيتامين ا . ويمكن ملاحظة القيمة الغذائية للأغذية المجففة بالرجوع إلى الجدول التالى الذى يبين محتويات المائة جرام من المادة المجففة :

المادة الغذائية	رطوبة ٪	بروتين (جم)	دهن (جم)	ألياف (جم)	كربوأيدرات (جم)	رماد (جم)	كالسيوم (مجم)	فوسفور (مجم)	حديد (مجم)
تفاح مجفف صناعياً	٣٫٠	١٫٨	٢٫٤	٤٫٩	٩١٫٠	١٫٨	٢٤	٦١	١٫٨
» » شمسياً	٢٣٫٠	١٫٤	١٫٠	٣٫٩	٧٣٫٢	١٫٤	١٩	٤٨	١٫٤
برقوق مكبرت	٢٤٫٠	٥٫٢	٠٫٤	٣٫٢	٦٦٫٩	٣٫٥	٨٦	١١٩	٤٫٩
موز ناضج	٢٫٦	٤٫١	١٫٩	—	٧٨٫٧	٣٫١	—	—	—
موز أخضر	٦٫٠	٣٫٩	١٫١	—	٧٣٫٩	٣٫١	—	—	—
توت برى Cranberries	٤٫٩	٢٫٨	٦٫٦	٨٫٧	٨٤٫٣	١٫٤	٨٢	٢٢	٣٫٤
تين	٢٤٫٠	٤٫٠	١٫٢	٥٫٨	٦٨٫٤	٢٫٤	١٨٦	١١١	٣٫٠
خوخ مجفف شمسياً	٢٤٫٠	٣٫٠	٠٫٦	٣٫٥	٦٩٫٤	٣٫٠	٤٤	١٢٦	٦٫٩
قراصيا	٢٤٫٠	٢٫٣	٠٫٦	١٫٦	٧١٫٠	٢٫١	٥٤	٨٥	٣٫٩
زبيب	٢٤٫٠	٢٫٣	٠٫٥	—	٧١٫٢	٢٫٠	٧٨	١٢٩	٣٫٣
كرنب	٤٫٠	١٤٫٤	١٫٩	١١٫١	٧٢٫٥	٧٫٢			
جزر	٤٫٠	٤٫١	١٫٤	٩٫٧	٨٤٫٥	٦٫٠			
بصل	٤٫٠	١٠٫٨	١٫١	٤٫٥	٨٠٫٢	٣٫٩			
بطاطس	٧٫٠	٧٫١	٠٫٧	٢٫٢	٨٢٫٢	٣٫٠			
بطاطا	٧٫٠	٥٫٠	٠٫٩	٣٫١	٨٤٫٥	٢٫٦			

ويسبب تجفيف الخضروات تركيزاً فى المعادن والدهن والبروتين والكربوإيدرات. كما يسبب فقداً فى كمية الكاروتين يصل إلى ٩٠ فى المائة فى السبانخ ، وفقداً فى فيتامين ا يصل إلى ٢٩ فى المائة فى البطاطا . ولا تؤثر عمليات السلق والغسيل فى كمية الكاروتين ، بينما يساعد السلق على تقليل الفقد فى الكاروتين بدرجة كبيرة أثناء التجفيف وأثناء التخزين . وقد يصل الفقد فى الثيامين إلى حد العشرة فى المائة فى الفاصوليا المجففة ، وقد يصل إلى ٢٢ أو ٥٦ فى المائة فى البصل والجزر والكرنب والبطاطس المجففة . ويعتقد أن نسبة الفقد ترتفع عن ذلك فى حالة معاملة الخضروات بالكبرتة . ويبلغ الفقد فى الريبوفلافين حوالى ٩ إلى ١٣ فى المائة . وأكبر الفيتامينات تعرضاً للفقد أثناء التجفيف هو فيتامين جـ الذى يفقد عادة فى الوسط القلوى وفى وجود الأكسجين وبطول فترة التخزين . وعموماً يمكن أن يقال أن الفقد كبير فى وجود الكاروتين وفيتامين جـ ومتوسط فى الثيامين والريبوفلافين .

ولا يسبب التجفيف بمجففات الرذاذ والمجففات الأسطوانية فقداً ملموساً فى محتويات اللبن من فيتامين ا والثيامين والنياسين وحمض البانتوثنيك والبيريدوكسين ، أما فيتامين جـ فيفقد بتأثير الحرارة والأكسدة .

ويعتبر اللبن المجفف فقيراً فى فيتامين د . ولا يخفى أن نسب الفيتامينات فى اللبن المجفف تتوقف على نسبته فى اللبن الطازج التى تتأثر بمصدر اللبن وموسم الحليب وجنس الماشية وغذاء الماشية وطول فترة الإدرار . وللتجفيف تأثير آخر على مكونات اللبن فهو يزيد من قابلية البروتينات للهضم إلا أنه يقلل من القيمة الحيوية للبروتينات حيث يتلف الليسين نتيجة لتفاعل الحمض الأمينى مع السكريات browning reaction . ويبين الجدول التالى نسب الفيتامينات فى منتجات الألبان المجففة .

وتفقد اللحوم بالتجفيف ٣٠ إلى ٤٠ فى المائة من الثيامين ، ٢٠ إلى ٣٠ فى المائة من حمض البانتوثنيك ، ويتفاوت مقدار الفقد تبعاً لطريقة التجفيف . أما النياسين والريبوفلافين فالفقد فيهما ضئيل . وبارتفاع حرارة التخزين يزداد الفقد فى الثيامين دون النياسين والريبوفلافين وحمض البانتوثنيك . وبديهى أن

الفيتامين		لبن كامل مجفف	لبن فرز مجفف	شرش مجفف	لبن خض مجفف
فيتامين ا	وحدة	١٤,٠٠	٤٠	٥٠	
ثيامين	دولية	٠,٢٩ — ٠,٣٢	٠,٣٧	٠,١٦	
ريبوفلافين	فى المائة	١,٥ — ١,٦	٢,٠	٢,٣	٣,٣
فيتامين ج	جرام	٩,٣ — ٩,٧	٦,٣		
نياسين	ملليجرام	٠,٦٧ — ٠,٦٩	٠,٩		
حمض بانتوثنيك	فى المائة	٢,٤	٣,٧		
بيوتين	جرام	٠,٠٤	٠,٠٤		
بيريدوكسين		٣٣,٠			
إينوزيتول		١٤٠			
حمض فوليك		٠,٠٤			
كولين		٥٧ — ١٠٩	٨٠,١		

تركيب اللحم المجفف يختلف تبعاً لمدى سمنة الحيوان والجزء المأخوذ منه اللحم وكمية الدهن المزالة عن اللحم فى التحضير . فلحم الخنزير يحتوى على النسب المئوية التالية : ٨,٥٢ إلى ٩,٤٦ رطوبة ، ٤٢,١٢ إلى ٦٧,٠٠ بروتين ، ٢٠,٣٦ إلى ٤٦,٩٤ دهن ، ٢,٠٢ إلى ٣,٢٢ رماد ، وهذه النسب فى اللحم البقرى تكون ٨,٥٩ إلى ٩,٤٤ ، ٤٧,٦٩ إلى ٧٣,١٤ ، ١٤,٨٥ إلى ٤٠,٨٧ ، ٢,٣٢ إلى ٣,٤٨ على التوالى .

		الخميرة					
		Brewers	S. cerevisiae	T. utilis	T. utilis	Candida arborea	Oidium lactis
بروتين	٪	٤٧ — ٥١	٤٣ — ٥٣	٥٠ — ٥٣	٤٠ — ٥١	٤٩	٣١ — ٤٢
ثيامين	ميكروجرام/جرام	١٠٤—٢٥٠	٢٨ — ٤١	٥,٣	٢٢ — ٣٨	١٣	١٢ — ٢٩
ريبوفلافين	»	٢٥ — ٨٠	٣٩ — ٦٢	٤٢	٥٤ — ٦٢	٤٦ — ٧٠	٤٠ — ٥٥
نياسين	»	٣٠٠—٦٢٧	٢٧٧—٥٦٨	٤١٧	٤٤٠—٣٩٠	٣٠٠—٥٨٠	١٨٦—٢٤٨
حمض بانتوثنيك	»	٧٢ — ٨٦	—	٣٩	—	—	—
بيريدوكسين	»	٢٣ — ٤٠	—	٣٣	—	—	—
حمض فوليك	»	١٩ — ٣٠	١٩ — ٣٦	٢٢	—	١٢ — ١٦	٥,٦—٧,٨
بيوتين	»	١,١	٠,٤٥—٣,٦	٢,٣	—	٠,٢٤—٣,٢	—
حمض بارا أمينوبنزويك	»	١٥ — ٤٠	١١ — ٦٢	—	—	١١ — ٢١	—

ولا يفقد البيض أثناء تجفيفه فيتامينات ا ، ب$_1$ ، ب$_2$ ، غير أن ظروف التخزين تؤثر فى فقد فيتامينى ا ، ب$_1$.

وتعتبر الخميرة المجففة مصدراً جيداً للبروتينات وفيتامينات ب كما هو واضح فى الجدول السابق وبه تركيز الفيتامينات كميكروجرامات فى جرام الخميرة .

تخزين الأغذية المجففة :

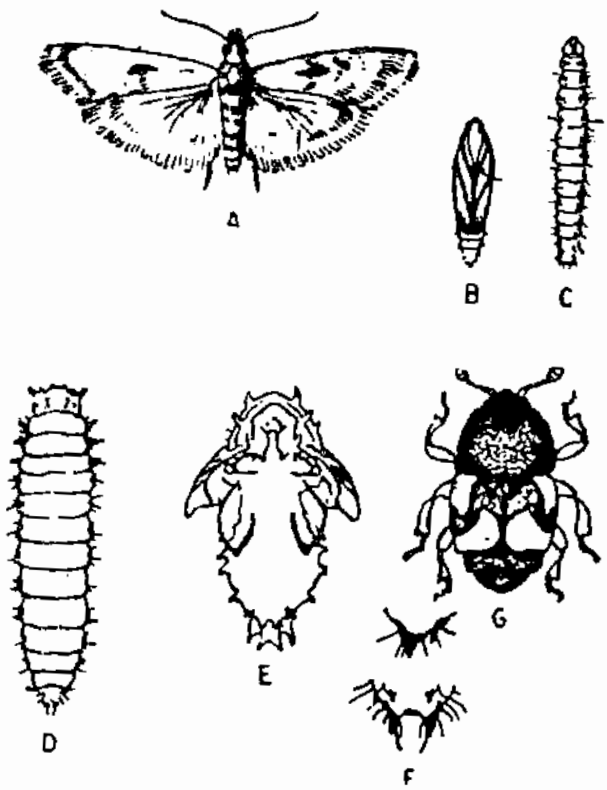
تتعرض المواد الغذائية المجففة للفساد أثناء التخزين بفعل الأحياء الدقيقة والتفاعلات الكيماوية الحيوية والحشرات . وتخزن الخضروات واللبن واللحوم والبيض بعد التجفيف معبأة داخل عبوات . وتخزن الفاكهة المجففة فى صناديق كبيرة أو جوالات أو مخازن كبيرة قد تصل سعتها إلى أربعين طناً . ويخزن اللوز والجوز المجففان داخل جوالات . ويخزن الزبيب فى صناديق سعة مائة رطل .

وأكثر أنواع الفساد الذى تتعرض له الأغذية المجففة هو الإصابة بالحشرات ، ولذلك يراعى العناية بنظافة المخازن وتدخينها بالمواد المناسبة ، مثل بروميد الميثايل ، من وقت لآخر .

وأحياناً يدكن لون الجزء اللحمى فى الفواكه المجففة أثناء التخزين ولذا ينصح بتخزينها على درجة حرارة منخفضة لمنع حدوث هذه الظاهرة . كذلك يخزن الجوز المجفف فى الثلاجات لمنع حدوث التزنخ .

ويسبب نشاط الأحياء الدقيقة أثناء تخزين الأغذية المجففة حدوث تخمر ونمو فطريات وتكون بقع بيضاء على سطح المادة ، كما فى التين والقراصيا ، تعرف باسم Sugaring ، وهى عبـــارة عن مخلوط من الخمائر وبلاورات السكر .

ويجب مراعاة إجراء عملية تعبئة المواد المجففة فى مكان بارد جاف مظلم نظيف جيد التهوية نوافذه مغطاة بالسلك لمنع الأتربة والحشرات . ويجب معرفة نسبة الرطوبة فى المواد المجففة بعد أن تصل إلى حالة الإتزان مع الجو المحددة د حتا رطوبته وحرارته



(شكل ٤٧)

بعض الحشرات التى تصيب الأطعمة المجففة

(A) Mediterranean meal moth (B) chrysalis
(C) Larva (D) larva of dried-fruit beetle
(E) Pupa (F) Posterior, appendage (G) adult beetle

وتتعرض الأغذية المجففة المعبأة للإصابة بالحشرات عندما تكون العبوات غير محكمة فقط .

وأهم الحشرات التى تصيب الأغذية المجففة هى Indian Meal Moth Dried - fruit beetle Raisin moth

ومن الطرق المفيدة فى حفظ الأغذية المجففة التعبئة فى عبوات محكمة القفل تحتوى على مادة تمتص الرطوبة . وهذه المادة تغلف بمادة منفذة لبخار الماء

فتسمح هذه المادة المغلفة بتبادل الرطوبة بين المادة الغذائية والمادة المجففة . وأفضل مواد التجفيف هى أكسيد الكالسيوم الذى يمتص الرطوبة بنسبة تصل إلى خمسة فى المائة من وزنه . ويجب ألا يغفل أن امتصاص ملح الكالسيوم للماء يصحبه إنطلاق حرارة وأن فقده للماء يصحبه تمدد .

ويراعى فى تعبئة اللبن المجفف فى مجففات الرذاذ أن يزال من حبيباته الأكسجين المحبوس فى الفراغات البينية وذلك بالتفريغ الشديد ثم التعبئة فى غاز خامل كالنتروجين .

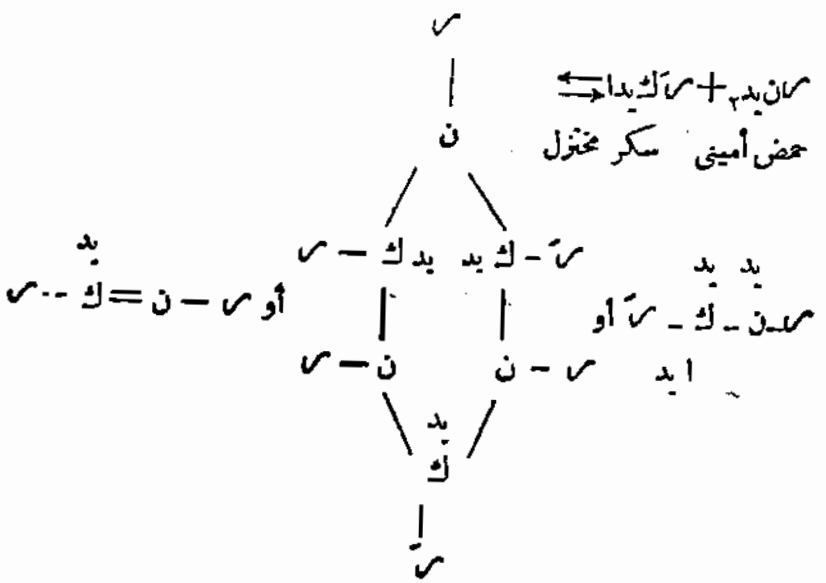
وأنسب ظروف تخزين الفاكهة المجففة تكون عند درجة حرارة تتراوح بين ٤٥ ، ٥٥ ورطوبة نسبية ٦٠ إلى ٧٠ فى المائة . ويبدو أن التفاح والمشمش والخوخ المجفف تتحمل ارتفاع الرطوبة النسبية إلى ٨٠ فى المائة عندما تكون درجة الحرارة ٣٢° فهرنهيت ، بينما الزبيب والتين تحت هذه الظروف يمتصان رطوبة . كذلك وجد أن الأغذية المجففة المخزنة على درجة ٣٢° فهرنهيت لا تتبقع باللون البنى بل وتحتفظ بمحتوياتها من الكاروتين وفيتامين جـ وثانى أكسيد الكبريت بدرجة أفضل مما لو خزنت على درجة ٤٠° فهرنهيت .

وبارتفاع درجة الحرارة إلى ٥٥° فهرنهيت والرطوبة النسبية إلى ٨٠ أو ٨٥ فى المائة يبدأ نمو الفطريات . لذلك يجب مراعاة عدم ارتفاع الرطوبة النسبية فى مخازن الأغذية المجففة عن ٥٠ إلى ٦٠ فى المائة .

ولتخزين الخضروات المجففة يلاحظ أن مدة التخزين تطول بانخفاض درجة الحرارة وبالبعد عن الضوء والأكسجين . وأهم العوامل المؤثرة فى حفظ الخضروات المجففة هى نسبة الرطوبة فيها .

ويعزى تبقع الأغذية المجففة باللون البنى إلى تفاعل السكريات مع المكونات النتروجينية ، أو السكريات مع الأحماض العضوية ، أو المكونات النتروجينية مع الأحماض العضوية . أو قد يحدث التبقع بتأثير الأحماض العضوية وحدها .

ويفسر ظهور اللون البنى أحيانًا بحدوث تفاعل الميلانويدين Millard or melanoidin condensation theory وهو يعنى تكثف الأحماض



الأمينية مع السكريات المختزلة . أما نظرية الألدهيد النشط active-aldehyde theory فتفسر هذه الظاهرة بحدوث تحلل للسكريات والأحماض السكرية وظهور فورفورالدهيدات furfuraldehydes أو مركبات مشابهة تتميز باحتوائها على مجموعة كربونيل نشطة ، وهذه المركبات تتكثف مع المركبات النتروجينية وتتجمع مكونة مواداً ذات لون بنى . ويتصف تفاعل الأحماض الأمينية مع السكريات بظهور لون مصفر أولاً ثم يتحول هذا اللون إلى الأحمر فالبنى مصحوباً بظهور رائحة شبيهة برائحة السكر المحترق وبتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون . وتزداد سرعة تفاعل ميلارد عندما يكون رقم pH ٥ إلى ٨ ، وعند ما تكون نسبة الرطوبة فى المادة المجففة متراوحة بين ١٠ ، ٢٠ فى المائة ، وبارتفاع درجة الحرارة إذ تصبح سرعة التفاعل ثلاثة إلى سبعة أمثال السرعة الأصلية كلما ارتفعت درجة الحرارة ١٨ درجة فهرنهيتية . ويمكن منع حدوث هذا التفاعل فى بعض الأغذية المجففة بمعاملات خاصة منها إزالة السكر من البيض ، وخفض نسبة السكر فى شرائح البطاطس قبل تجفيفها ، وامتصاص الرطوبة من الأغذية المجففة بواسطة مواد مجففة توضع معها داخل العبوات ، وإضافة حامض للبيض ، ومعاملة المواد الغذائية بالكبرتة قبل التجفيف .

ولتخزين البيض المجفف ينصح بأن تكون درجة الحرارة ٨٦° فهرنهيت ونسبة الرطوبة لا تتجاوز ٦٥ فى المائة ، وألا تتجاوز نسبة الرطوبة فى البيض المجفف خمسة فى المائة ، وأن يعبأ البيض المجفف فى جو من غاز خامل .

وعند ما تكون ظروف تخزين اللبن المجفف غير مناسبة تقل قابليته للذوبان وتظهر رائحة ونكهة غير مقبولة Staleness mustiness, rancidity and tallowness بتأثير تفاعلات إنزيمية أو كيمائية تتضمن أكسدة أو تحلل . ويحدث التغيير فى النكهة عندما ترتفع أو تنخفض درجة الحرارة عن الحد المناسب ، وفى اللبن المجفف فى مجففات اسطوانية بدرجة أكبر منها فى اللبن المجفف فى مجففات الرذاذ. ويعزى التزنخ إلى نشاط إنزيم الليبيز الذى يتحمل ارتفاع الحرارة . أما الطعم الشحمى فيعزى ظهوره إلى أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة خصوصاً حمض الأوليبك . وتظهر رائحة السملك عند ما ترتفع نسبة الرطوبة فى اللبن المجفف كثيراً . ويتغير لون ونكهة ونسبة ذوبان اللبن المجفف أثناء التخزين بتفاعل بروتين اللبن مع اللكتوز ، ويتبع ذلك انخفاض فى القيمة الغذائية فى اللبن المجفف.

ولتخزين الخميرة المجففة ينصح بخفض درجة الحرارة بقدر الإمكان فتكون متراوحة بين ٤٠ ، ٧٠° فهرنهيت . وتفقد الخميرة المجففة نشاطها تدريجياً أثناء التخزين بسبب الفقد فى مقدار ما تحتويه من الجلوتاثيون الذى يعزى إليه نشاط الخميرة .

تعبئة الأغذية المجففة :

يعبأ البيض واللبن واللحوم فى علب صفيح عقب التجفيف مباشرة فى جو من غاز خامل ، وهذا أفضل من التعبئة فى صناديق من الورق . وتعبأ الفواكه المجففة فى صناديق خشبية أو فى عبوات من النسيج أو البلاستيك . وتعبأ الفواكه المجففة فى علب محكمة القفل وتعقم لمنع نشاط الأحياء الدقيقة أو يضاف فى العلب مواد التدخين مثل أكسيد البروبيلين أو الإيثلين قبل قفل العلب بالقدر المناسب . مثال ذلك إضافة ٠,٧٥ ملليلتراً أكسيد بروبيلين أو ٠,٢٥ ملليلتراً أكسيد إيثلين للتين المجفف المعبأ فى علب كرتون سعة عشرة أوقيات المغلفة

بالسلوفان . ومما ينصح به دائماً تخزين عبوات الأغذية المجففة على درجة منخفضة .

ضغط الأغذية المجففة :

تكبس الأغذية المجففة لتقليل حجمها ، وتتأثر هذه العملية بعدة عوامل أولها ارتفاع نسبة الكسر فى المادة المجففة وهذه تقلل من جودة بعض المنتجات المجففة كالتفاح واللحم دون الأخرى كالبيض واللبن . ويختلف مقدار نسبة الكسر تبعاً لدرجة الحرارة ونسبتى الرطوبة والسكر . والعامل الثانى هو مدى تماسك المنتجات المجففة المكبوسة إذ أن بعض المواد تتفكك عقب خروجها من المكبس أى تتمدد مما يسبب تشققها أو تهشمها . والعامل الثالث كثافة المواد المكبوسة اذ أنه ليس مفيداً اقتصادياً كبس كميات كبيرة مع بعضها بتعريضها لضغط شديد مدة طويلة فتصبح العملية مكلفة . والعامل الرابع هو المدة اللازمة للتشرب وعودة المادة المجففة لحالتها شبه الطازجة . فهذه المدة يجب ألا تختلف فى المنتجات المكبوسة عن غيرها غير المكبوسة . ويبين الجدول التالى الظروف المناسبة لكبس بعض الأغذية المجففة :

	بصل شرائح	بيض مسحوق	بطاطا شرائح	مشمش أنصاف
نسبة الرطوبة ٪	٤,٠	٥,٠	٤ — ٦,٦	١٣,٢
درجة الحرارة °ف	١٣٠	٦٥ — ٩٠	١٤٠ — ١٦٠	٧٠
مقدار الضغط بالرطل على البوصة المربعة	٧٠٠	٦٠٠—١٥٠٠	١٠٠٠—٥٥٠٠	٣٠٠
مدة الكبس بالثوانى	١	١ — ٣٠	٣ — ٣٠	١٥
الكثافة قبل الكبس بالرطل للقدم المكعب	١١,٩	٢٦	٢٧	٣٥
الكثافة بعد الكبس بالرطل للقدم المكعب	٥٠	٤٧ — ٥٣	٦٠ — ٧٠	٧٥
النسبة المئوية للانخفاض فى الحجم	٨٦	٤٥ — ٥١	٥٥ — ٦١	٥٣

العوامل التى تحدد مدة التجفيف :

تتأثر مدة التجفيف بستة عوامل هى :

١ — نوع المجفف ونظامه :

تزداد سرعة التجفيف وبالتالى تقل مدته بالاتصال المباشر بين المادة الغذائية وهواء التجفيف ، خصوصاً فى حالة ازدياد سرعة الهواء . وهذه الظروف تتوافر فى مجففات الرذاذ بدرجة أكبر منها فى المجففات الأخرى . وفى مجففات النفق تزداد سرعة التجفيف فى حالة إمرار الهواء فى اتجاه عكسى لاتجاه سير المواد الغذائية وكذلك فى حالة إدخال الهواء الساخن من طرفى النفق وإخراج الهواء العادم من فتحة وسطية . كما أن سرعة التجفيف تزداد بدفع الهواء الساخن خلال المواد الغذائية بدلاً من إمراره فوقها . ومما يسرع من التجفيف أيضاً إحكام تصميم المجفف بحيث يمنع فقد الحرارة بالإشعاع وفقد جزء من هواء التجفيف ، ولذا تزود جدران مجففات المقصورات بمادة عازلة عادة . وتساعد سرعة إندفاع الهواء على تقصير مدة التجفيف فى بدء مرحلة التجفيف فقط أى عند ما تكون المادة الغذائية ما زالت رطبة . ومما يسرع من عملية التجفيف استعمال صوان معدنية .

١ — حجم هواء التجفيف :

كلما زاد حجم الهواء المستخدم فى التجفيف كلما قصرت مدة التجفيف . ويلزم ١٦٠٠٠ قدم مكعب من الهواء فى الدقيقة الواحدة لتبخير رطل واحد من الماء لكل انخفاض فى درجة الحرارة قدره خمسة درجات فهرنهيتية .

٣ — درجة الحرارة :

تزداد سرعة التجفيف بارتفاع درجة حرارة الهواء ، إلا أنه يجب عدم تجاوز درجة حرارة معينة منعاً لتعرض المواد الغذائية للتلف . والمعروف أن المادة الغذائية الرطبة تتحمل درجة حرارة مرتفعة نسبيًّا عن المادة المجففة جزئيًّا بسبب برودة المادة فى الحالة الأولى بتأثير استمرار تبخر الرطوبة منها . ففى مجففات النفق تكون درجة حرارة المادة الغذائية عند الطرف الرطب قريبة من درجة حرارة الترمومتر

المبتل ، بينما عند الطرف الجاف تكون درجة حرارة المادة قريبة من درجة حرار الترمومتر الجاف .

٤ — نسبة الهواء العادم المعاد استخدامه :

حيث أن هواء العادم يكون مشبعاً بالرطوبة فإن مزج جزء منه مع هواء جاف طازج وإعادته للمجفف يطيل فترة التجفيف بسبب رفعه نسبة الرطوبة فى الهواء . والمعروف أن كفاءة المجفف تتأثر بحجم هواء التجفيف وبدرجة الحرارة وبنسبة هواء العادم المعاد استخدامه . فى مجففات النفق قد يعاد استخدام حوالى ٥٠ إلى ٧٥ فى المائة من هواء العادم عند تجفيف الخضروات .

٥ — وزن المادة المراد تجفيفها :

كلما صغرت كمية المادة الغذائية فى المجفف كلما زادت سرعة التجفيف لذلك ينصح بتقليل حمولة الصوانى .

٦ — طبيعة المادة المراد تجفيفها :

تطول مدة التجفيف عندما يصعب تبخير الرطوبة كما هو الحال فى المواد الغذائية الغنية بالسكر وبعض المواد ذات الصفات الطبيعية الخاصة . فاللحم الطازج يحتاج لمدة أطول من اللحم المسلوق ، كما أن الجزر الصغير يحتاج لمدة أطول من الجزر الزائد النضج .

الكشف عن الإنزيمات فى المواد المجففة :

للتأكد من كفاءة عملية السلق ومن تمام قتل الإنزيمات يختبر لوجود الإنزيمات المؤكسدة فى المواد الغذائية بعد سلقها . وتجرى الاختبارات كما يلى :

(ا) كشف الكتاليز :

تقطع المادة إلى قطع صغيرة وتوضع فى أنبوبة اختبار ويضاف إليها محلول فوق أكسيد إيدروجين تركيزه ٠,٠١ فى المائة بكمية تكفى لتغطية المادة الغذائية المجزأة فيلاحظ تصاعد فقاعات غاز الأكسجين فى حالة وجود الإنزيم بينما ينعدم تكون هذه الفقاعات فى حالة خلو المادة من الإنزيم .

(ب) كشف الأوكسيديز :

يقطع حوالى خمسة جرامات من المادة الغذائية وتوضع فى أنبوبة اختبار ويضاف إليها حوالى خمسة ملليلترات ماء مقطر ثم ملليلتر واحد من مادة البنزيدين benzidine أو مادة الجوايا كول guaiacol وترج الأنبوبة جيداً فيلاحظ تلون محتويات الأنبوبة فى حالة وجود الإنزيم بلون أزرق مع البنزيدين أو لون بنى مع الجوايا كول . والتركيز المناسب لمحاليل الاختبار هو ٠,٢ إلى ١ فى المائة للبنزيدين مذاباً فى كحول تركيزه خمسين فى المائة أو ٠,٥ إلى ١ فى المائة للجوايا كول مذاباً فى كحول تركيزه خمسين فى المائة .

(ح) كشف البيروكسيديز :

يقطع حوالى خمسة جرامات من المادة الغذائية وتوضع فى أنبوبة اختبار وتغطى المادة بالماء المقطر ويضاف إليها ملليلتر من محلول فوق أكسيد إيدروجين ثم ملليلتر من مادة البنزيدين فيلاحظ ظهور لون أزرق يتحول إلى لون قرمزى واضح فى حالة وجود الإنزيم بكمية كبيرة ، أو ظهور لون باهت يدل على ضآلة كمية المحلول ، أو على شكل بقع محمرة على سطح المادة الغذائية ،

تقدير الرطوبة فى المواد المجففة :

تتبع إحدى الطريقتين التاليتين فى تقدير الرطوبة فى الأغذية المجففة :

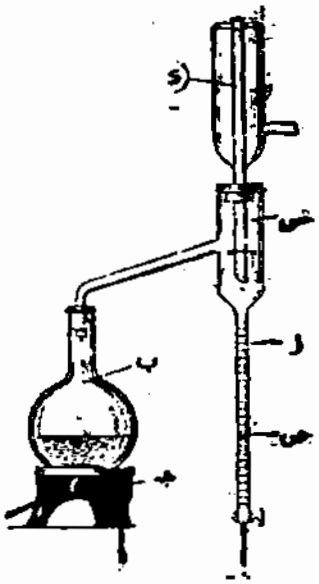
١ — يطحن حوالى مائة جرام من العينة المجففة فى طاحونة معملية مزودة بمنخل رقم ١٠ قياسى أمريكى ، ثم تقسم العينة ميكانيكياً إلى أربعة أقسام ويعاد طحن أحد هذه الأقسام فى نفس الطاحونة بعد تغيير المنخل بآخر رقم ٤٠ قياسى . ويؤخذ من هذه العينة الصغيرة أوزان محددة فى حدود ٢ إلى ٥ جرامات وتوضع فى زجاجات رطوبة مثبتة الوزن وتجفف فى الفرن تحت ضغط منخفض لا يتجاوز خمسة ملليمترات زئبق لمدة أربعين ساعة على درجة ٧٠° فهرنهيت للدرنات أو ثلاثين ساعة على درجة ٦٠° فهرنهيت فى حالة الخضروات الورقية . وتحسب نسبة الرطوبة المفقودة بالتبخير .

٢ ــ تحضر العينة وتفرم ويؤخذ منها حوالى ٢٥ جراماً توزن بالضبط وتفرد على ورقة ترشيح وتغطى بورقة أخرى وتاف العينة فى الورقتين على شكل أسطوانة وتقطع الأسطوانة إلى أجزاء بطول سنتيمتر واحد ، وتوضع القطع فى دورق وتغطى بالتلوين أو الزيلول ويوصل الدورق بالمكثف وقابلة استقبال السائل والماء المتقطر المحتوية على بعض التلوين ، ويسخن الدورق على لوح كهربائى حتى الغليان ويستمر فى الغليان لمدة نصف ساعة بعدها يوقف التسخين ويترك الجهاز ليبرد ثم تقرأ كمية الماء المتكثفة فى أنبوبة الاستقبال وتضرب فى أربعة للحصول على النسبة المئوية للرطوبة فى العينة المجففة . وهذه الطريقة سريعة وقليلة التكاليف لكنها ليست دقيقة .

(شكل ٤٨) تقدير الرطوبة سريعاً فى المادة المجففة

حساب كمية الحرارة وكمية وسرعة الهواء :

لحساب كمية الحرارة المطلوبة فى المجفف لإتمام عملية تجفيف المادة الغذائية وكذلك سرعة وكمية هواء التجفيف يجرى الحساب كما يلى :



(شكل ٤٩)
جهاز تقدير الرطوبة بالتقطير فى المواد المجففة
(ا) سحاحة مدرجة إلى ٠,١ ملليلتر
(ب) دورق الغليان وبه العينة والسائل العضوى
(جـ) مسخن كهربائى
(د) مكثف
(س) ثقوب ضيقة تسمح لأبخرة الماء والتلوين بالصعود المكثف
(ص) سطح الانفصال بين سطح الماء لأسفل وسطح التلوين لأعلى .

المادة المراد تجفيفها : جزر

نسبة الرطوبة فى المادة الغذائية : ٨٨ فى المائة :

نسبة الرطوبة المطلوبة فى المادة المجففة : ٤ فى المائة .

قدرة مجفف النفق : ١٥ طن طازج فى ٢٤ ساعة .

درجة حرارة الهواء الخارجى : ٧٠° فهرنهيت .

رطوبة الهواء : مشبع بالرطوبة عند درجة ٧٠° فهرنهيت .

درجة حرارة هواء التجفيف : ١٦٠° فهرنهيت .

درجة حرارة هواء العادم : ١٢٠° فهرنهيت .

تحت هذه الظروف يحتوى الرطل الواحد من الهواء الجاف على ٠,٠١ رطلاً من بخار الماء ، وعند خروج الهواء تزداد كمية الرطوبة فيه بمقدار ٠,٠٠٩ رطلاً نتيجة لتبخر رطوبة المادة الغذائية .

كمية الرطوبة المطلوب تبخيرها : حوالى ٢٠٠٠٠ رطلاً من ١٥ طن جزر بعد التجهيز . أى ١٤ رطلاً فى الدقيقة .

∴ كمية الهواء المطلوبة فى الدقيقة : $\frac{١٤}{٠,٠٠٩}$ = ١٥٥٠ رطلاً

= ٢٥٠٠٠ قدماً مكعباً

مساحة القطاع العرضى فى النفق من المدخل = ٣٠ قدماً مكعباً

∴ سرعة الهواء = $\frac{٢٥٠٠٠}{٣٠}$ = ٨٠٠ قدماً فى الدقيقة

مقدار الارتفاع فى درجة حرارة الهواء = ١٦٠ ــ ٧٠ = ٩٠ درجة فهرنهيت

كمية الحرارة اللازمة لكل رطل من الهواء = ٢٢ وحدة حرارة بريطانية

∴ كمية الحرارة اللازمة لتبخير رطل من الماء بانخفاض درجة حرارة الهواء من ١٦٠° إلى ١٢٠° فهرنهيت مقابل تبخير ٠,٠٠٩ رطل من الماء

= $\frac{٢٢}{٠,٠٠٩}$ = ٢٣٠٠ وحدة حرارة بريطانية

الحرارة الكامنة لتبخير الماء بما فى ذلك الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الماء إلى درجة حرارة الترمومتر المبتل = ١٠٨٠ وحدة حرارة بريطانية للرطل

∴ الفقد فى الحرارة مقابل تبخير كل رطل من الماء = ٢٣٠٠ ــ ١٠٨٠ = ١٢٢٠ وحدة حرارة بريطانية

تصميم المجفف ذى النفق :

تحسب الأبعاد المناسبة لتصميم مجفف النفق على أساس مراعاة طبيعة وكمية المواد الغذائية المراد تجفيفها . فعلى سبيل المثال إذا أريد بناء مجفف نفق ذى نظام عكسى قدرته ١٠ طن بطاطس مجهزة كل ٢٤ ساعة يجرى الحساب كما يلى :

(أولا) عدد الصوانى والعربات

درجة حرارة الهواء الخارجى ٦٠° فهرنهيت

« « « الداخل للتجفيف ١٥٠° «

الانخفاض فى درجة حرارة الهواء بعد خروجه ٣٥ درجة

مدة التجفيف ٦ ساعات

وزن البطاطس المجففة الناتجة من مائة رطل طازجة مجهزة ٢٣ رطلا

حمولة الصوانى على القدم المربع ١ رطل

مساحة الصوانى المطلوبة للعشرة أطنان = ٢٠٠٠٠ قدم مربع

عدد وجبات التجفيف $\frac{\text{٢٤ ساعة}}{\text{٦ ساعة}}$ = ٤ وجبات .

∴ مساحة الصوانى المطلوبة للوجبة الواحدة = $\frac{٢٠٠٠٠}{٤}$

= ٥٠٠٠ قدم مربع

أبعاد الصوانى = ٣ × ٣ أقدام

ارتفاع الصوانى على كل عربة = ٢٥ صينية

عدد الصوانى على كل عربة = ٥٠ صينية

∴ المساحة المطلوبة لكل عربة = ٤٥٠ قدماً مربعاً

∴ عـــدد العربات المطلوبة = ١١ عربة

(ثانياً) مساحة قطاع المجفف :

ارتفاع كل صينية = ٣ بوصة

(١ بوصة سمك الصينية + ٢ بوصة فراغ بين كل صينيتين)

مساحة الفراغ بين الصوانى فى القطاع العرضى = ٢٤ قدماً مربعاً

مساحة الفراغ أعلى وأسفل العربة = ١ ١/٢ » » -

مساحة الفراغ بين العربة وجدار المجفف = ١ ١/٩ » »

∴ مساحة الفراغ بين العربة وجدار المجفف = ٢٦ ١/٩ » »

(ثالثاً) حساب كمية الوقود اللازم :

وزن الرطوبة اللازم تبخيرها خلال ست ساعات = ٥٠٠٠ × ٠,٧٧ = ٣٨٥٠ رطلاً

أى بمعدل ١١ رطل فى الدقيقة .

كمية الحرارة اللازمة عند تبخير رطل من الماء لكل ارتفاع درجة حرارة واحدة = ١ وحدة حرارة بريطانية .

درجة حرارة البطاطس عند دخولها المجفف = ٦٠° فهرنهيت

» » » » خروجها من المجفف = ١٥٠° فهرنهيت

∴ كمية الحرارة اللازمة = ١٥٠ — ٦٠ = ٩٠

وحدة حرارة بريطانية

الحرارة الكامنة لتبخير رطل من الماء = ١٠٠٠ وحدة حرارة بريطانية

∴ كمية الحرارة اللازمة لتبخير رطل من المـاء = ١٠٠٠ + ١٩٠

وحدة حرارة بريطانية فى الدقيقة

∴ كمية الحرارة اللازمة لتبخير ١١ رطل ماء فى الدقيقة = ١٠٩٠ × ١١ = ١١٩٩٠ وحدة حرارة بريطانية

باعتبار الكفاءة الحرارية للمجفف ٣٢ فى المائة فقط

∴ كمية الحرارة اللازمة لتبخير ١١ رطل ماء فى الدقيقة = $\frac{١١٩٠٠}{٠,٣٢}$ =

٣٧٤٦٧ وحدة حرارة بريطانية

كمية الوقود اللازمة فى الساعة باعتبار نوع الوقود يعطى الجالون منه ١٤٨٠٠٠

وحدة حرارة بريطانية = $\frac{٦٠ \times ٣٧٤٦٧}{١٤٨٠٠٠}$ = ١٥ جالوناً

الكفاءة الحرارية للمجفف = ٨٠ فى المائة

∴ كمية الحرارة التى يحملها الهواء = ٣٦٤٦٧ × ٠,٨٠ = ٢٩٩٧٤

وحدة حرارة بريطانية

كمية الحرارة المفقودة بالإشعاع فى الدقيقة = ١٠٪ = $\frac{٢٩٩٧٤ \times ١٠}{١٠٠}$ = ٢٩٩٧

وحدة حرارة بريطانية

∴ كمية الحرارة التى يحملها الهواء فى الدقيقة = ٢٩٩٧٤ + ٢٩٩٧

= ١٤٩٨٧ وحدة حرارة بريطانية

(رابعاً) حساب كمية الهواء وسرعته ،

الحرارة النوعية للهواء الجاف = ٠,٢٤

الحرارة النوعية لبخار الماء = ٠,٤٦٦

حجم الهواء اللازم فى الدقيقة = $\frac{١٤٩٨٧}{\text{ب (جـ} \times ٠,٢٤) + (\text{د} \times ٠,٤٦٦)}$

$= \frac{١٤٩٨٧}{(٠,٦٦ \times ٠,٠٠٢١) + (٠,٢٤ \times ٠,٠٦١٨) ^{\circ}٣٥}$

= ٢٨٨١٩ قدماً مكعباً

باعتبار ا عدد وحدات الحرارة البريطانية المطلوبة أى ١٤٩٨٧ .

ب مقدار الهبوط فى درجة الحرارة داخل النفق أى ٣٥° .

جـ عدد أرطال الهواء الجاف لكل قدم مكعب — أى عندما تكون الرطوبة النسبية ٢٠ ٪ ودرجة حرارة الترمومتر الجاف ١٥٠°ف .

د عدد أرطال بخار الماء للقدم المكعب — أى عند درجة ١٥٠°ف ورطوبة نسبة ٢٠ ٪ .

∴ مساحة الفراغ فى القطاع العرضى للمجفف $\frac{1}{9}$ ٢٦ قدم مربع .

∴ سرعة الهواء = $\frac{٢٨٨١٩}{٢٦\frac{1}{9}}$ = ١١٠٣ أقدام فى الدقيقة .

حساب نسبة التجفيف :

تعبر نسبة التجفيف عن مقدار الناتج بعد تجفيف المادة الغذائية ، وتحسب هذه النسبة من المعادلة :

$$\text{نسبة التجفيف} = \frac{\text{وزن المادة الداخلة للمجفف}}{\text{وزن المادة الخارجة من المجفف}}$$

$$= \frac{\text{١٠٠ — النسبة المئوية للرطوبة فى المادة عند خروجها من المجفف}}{\text{١٠٠ — النسبة المئوية للرطوبة فى المادة عند دخولها المجفف}}$$

$$= \frac{\text{عدد أرطال الماء لكل رطل مادة جافة عند دخولها المجفف + ١}}{\text{عدد أرطال الماء لكل رطل مادة جافة عند خروجها من المجفف + ١}}$$

فعلى سبيل المثال عند تجفيف بطاطس بها ٧٨ فى المائة رطوبة إلى أن تنخفض رطوبتها إلى سبعة فى المائة تكون :

$$\text{نسبة التجفيف} = \frac{١٠٠ - ٧}{١٠٠ - ٧٨} = \frac{١ + ٣,٥٥}{١ + ٠,٠٧٥} = ٤,٢٣$$

$$\text{ناتج التجفيف} = \frac{١٠٠ - ٧٨}{١٠٠ - ٧} = \frac{١ + ٠,٠٧٥}{١ + ٣,٥٥} = ٠,٢٣٦$$

= ٢٣,٦ فى المائة

تجفيف عصير الفاكهة المركز بطريقة الرغوة

زاد الاهتمام حديثاً بطريقة تجفيف عصير الفاكهة المركز بطريقة الرغوة Foam - mat drying process بسبب الاستغناء فى هذه الطريقة عن التفريغ Vacuum ولسرعة إنجاز عملية التجفيف وجودة صفات quality الأطعمة المجففة بطريقة الرغوة . وقد استخدمت هذه الطريقة بنجاح فى تجفيف اللبن ومشروب القهوة وعصائر البرتقال والطماطم والأناناس والمشمش والقراصيا والشليك ومهروس التفاح والبطاطس وبعض أطعمة الأطفال وبوريه الجوافة والموز والباباز والمانجو والقشدة ولبن جوز الهند .

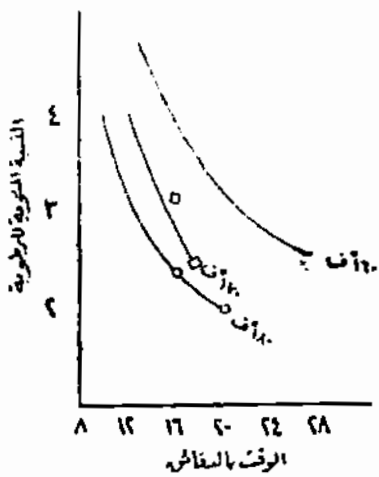
وفى هذه الطريقة يمزج بالمادة السائلة أو شبه السائلة : أى العصير أو المركز أو البيوريه puree ، كمية صغيرة من مادة مثبتة للرغوة foam stabilizer مسموح باستخدامها فى أطعمة الإنسان ، مثل الجلسريد الأحادى monoglyceride أو بروتين الصويا المعدل بالميثايل سليلوز methylcellulose ، وتضرب المادة فى الخلاط بمضرب سلك حتى تتكون رغوة كثيفة Stiff foam ، ثم تنشر المادة الغذائية ذات الرغوة فى هيئة طبقة رقيقة أو شرائح على سير وتجفف بالهواء الساخن إلى أن يصبح الناتج المجفف سهل الانفصال عن السير عندما يبرد . ويلاحظ أن الناتج يكون مسامى القوام porous مما يسهل خروج الرطوبة من المادة الغذائية . وهذا الناتج يطحن وينخل للحصول على المسحوق .

وأول من ابتكر التجفيف بطريقة الرغوة هو Arthur Morgan ومساعدوه .

وتتلخص طريقة تجفيف عصير البرتقال بطريقة الرغوة فيما يلى :

يعصر البرتقال ويصفى العصير ويركز بالطرق الشائع استخدامها فى الحصول على عصير الفاكهة المركز Concentrate . ويوضع فى وعاء الخلاط سعة العشرة أرباع quarts كمية من العصير المركز تزن ٢٣٨٦ جراماً وستون جراماً من محلول

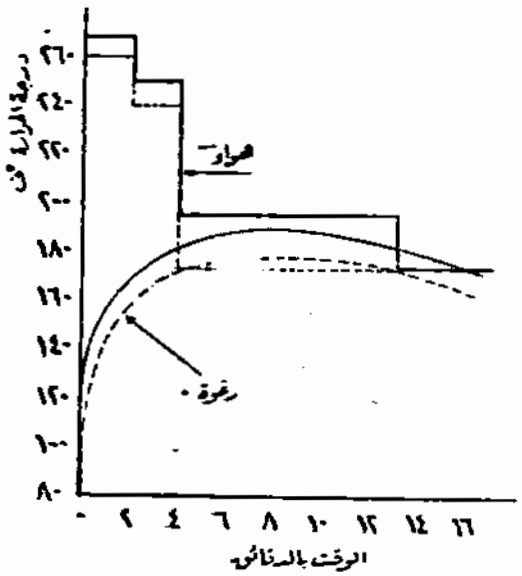
بروتين الصويا المعدل تركيز ١٦,٧ ٪ وستون جراماً من معلق الميثايل سليلوز ١٠ cps تركيز ٤,٨ ٪ . وهذه المادة المثبتة للرغوة يمثل وزنها الجاف ٠,٩٪ من المادة الصلبة الكلية فى هذا المخلوط ؛ كما أن درجة البركس Brix النهائية لهذا المخلوط تكون ٥٦,٧° . وتمزج المكونات ببطء لمدة دقيقة واحدة . بعدها تضرب بالمضرب السلك لمدة ثلاثة دقائق ونصف فتتكون رغوة وزنها النوعى ٠,٣٩—٠,٤٥ ثم تصب المادة ذات الرغوة على سير المجفف Teflon-coated fibreglass belt أو على صوانى التجفيف المثقبة بنسبة ١,١ أوقية (± ٥٪) لكل قدم مربع من سطح السير ، وتسخن إلى درجة حرارة التجفيف المناسبة . وتترك فى المجفف المدة المناسبة مع المحافظة على درجة حرارتها عند الحد المطلوب عن طريق ضبط درجة حرارة الهواء المار فى قطاع المجفف . وبديهى أن سرعة مرور السير فى المجفف ترتبط بدرجة حرارة الهواء . وتتراوح مدة التجفيف بين ١١,٧—٢٦,٢ دقيقة على درجة ١٦٠° فهرنهيت ، أو ١٠,٥—١٧,٥ دقيقة على درجة ١٧٠° فهرنهيت ، أو ٨,٨ — ١٧,٥ دقيقة على درجة ١٨٠° فهرنهيت . وتؤثر درجة الحرارة المستخدمة فى نكهة flavor عصير البرتقال المجفف كما هو واضح فى الشكل المجاور وبه العلامة المفتوحة تمثل حدوث تغيير فى النكهة .



(شكل ٥٠) تأثير درجة الحرارة على مدة التجفيف

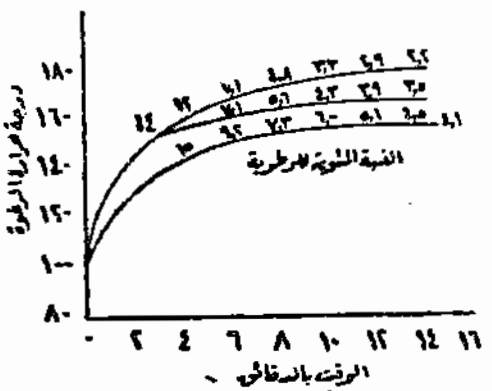
ويلاحظ أن المادة الغذائية ذات الرغوة تصل درجة حرارتها أثناء التجفيف إلى حدها الأقصى بعد فترة تقرب من سبع دقائق ، بعدها تثبت درجة الحرارة تقريباً حتى يتم التجفيف . كما أن طرد الرطوبة من المادة الغذائية يكون سريعاً فى المرحلة الأولى من التجفيف ثم تبطؤ السرعة . وبديهى أن ارتفاع درجة الحرارة يزيد من فقد الرطوبة ؛ فالرطوبة النهائية المطلوبة فى عصير البرتقال المجفف . وهى ٣ ٪ ، تتحقق بعد عشر دقائق على درجة ١٨٠° فهرنهيت أو ١٤ دقيقة على درجة ١٧٠° فهرنهيت أو ٢٠

دقيقة على درجة ١٦٠° فهرنهيت . وهذه العلاقات يمكن توضيحها بالشكلين التاليين .



(شكل ٥١) تأثير درجة الحرارة على مقدار الفقد فى الرطوبة

ومن أمثلة المجففات المستخدمة فى تجفيف الأطعمة بطريقة الرغوة نموذج مجفف النفق الذى تعده شركة FMC Corp. ويتكون من سبع حجرات طول كل منها حوالى ٣٠ بوصة يمر خلالها سير يحمل المادة الغذائية ذات الرغوة بسرعة تتراوح بين قدم وقدمين فى الدقيقة وتتعرض المادة للهواء الساخن المندفع متقاطعاً

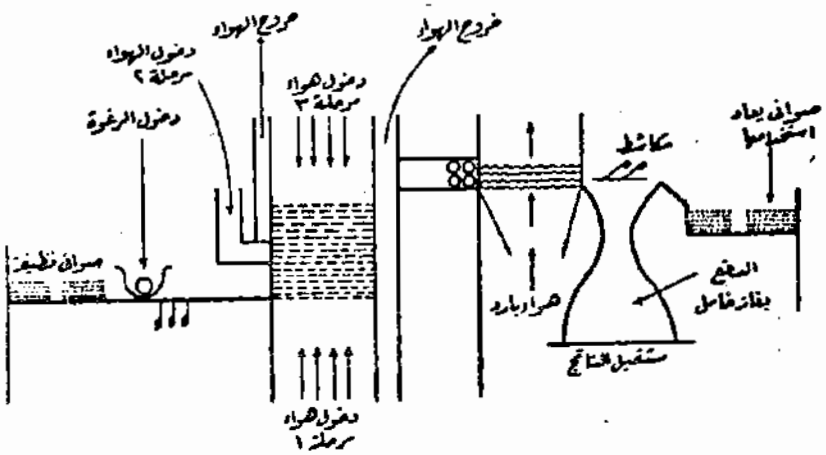


(شكل ٥٢) فقد الرطوبة أثناء مرحلة التجفيف

مع سطح السير . وعادة تكون درجة الحرارة أكثر ارتفاعاً فى الحجرات الأولى بسبب ارتفاع نسبة الرطوبة فى المادة عند بداية مرحلة التجفيف وبسبب سرعة تبخير الرطوبة فى بداية المرحلة . ودرجة الحرارة الشائع استخدامها تتراوح بين ١٦٠° و ١٨٠° فهرنهيت . وينتهى النفق فى غرفة منخفضة الرطوبة بها تيار هواء جاف يساعد على انفصال شرائح المادة المجففة من سطح السير . وبرغم انخفاض نسبة الرطوبة فى الناتج إلى ٣ ٪ إلا أنه ينصح بوضع مادة ماصة للرطوبة desicant فى عبوات الطعام المجفف لتساعد فى خفض نسبة الرطوبة وبالتالى إطالة مدة حفظ الناتج .

وتشير بعض البحوث إلى أن أنسب ظروف لتجفيف عصير البرتقال المركز بطريقة الرغوة هى أن يكون المركز ذو الرغوة كثافته ٠,٣١ جرام/ ملليلتر وازوجته Plastic viscosity ٥ بويز عند درجة ٢٥° مئوية وسرعة انسيابه drainage rate ٦ ٪ فى الساعة عند درجة ٧٠° مئوية وقطر الفقاعة bubble ٨٥ ميكرون فى المتوسط ومعامل ثباته Stability coefficient ٣٥ . كما أن بعض الباحثين يرى أن أفضل مثبتات الرغوة هى بروتين الصويا الذائب والألبومين وأحادى استيارات الجليسرين واسترات سكروز حامض دهنى Sucrose fatty acid esters .

وأهم العوامل المؤثرة فى تكوين وثبات الرغوة هى التركيب الكيميائى للفاكهة ونسبة المواد الصلبة الذائبة ونسبة اللب Pulp فى الفاكهة وطبيعة المادة المضافة



(شكل ٥٣) تصميم جهاز تجفيف الأطعمة بطريقة الرغوة

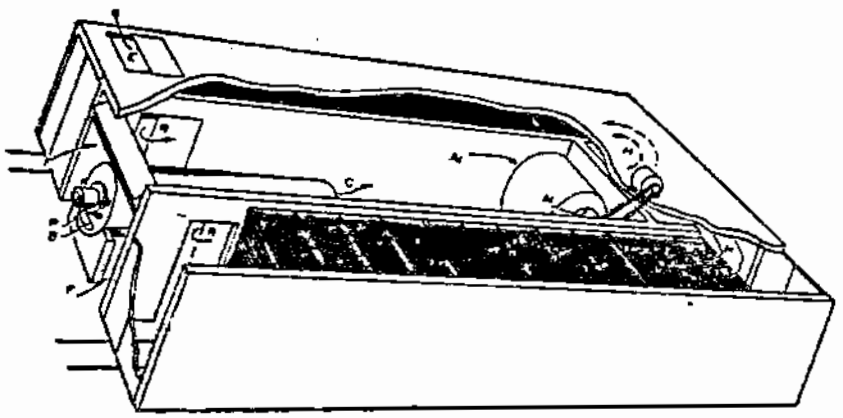
لتكوين الرغوة ونوع وتركيز المـادة المثبتة للرغوة ومدة الخلط ودرجة الحرارة أثناء الخلط .

مركز صناعة التجفيف فى جمهورية مصر العربية :

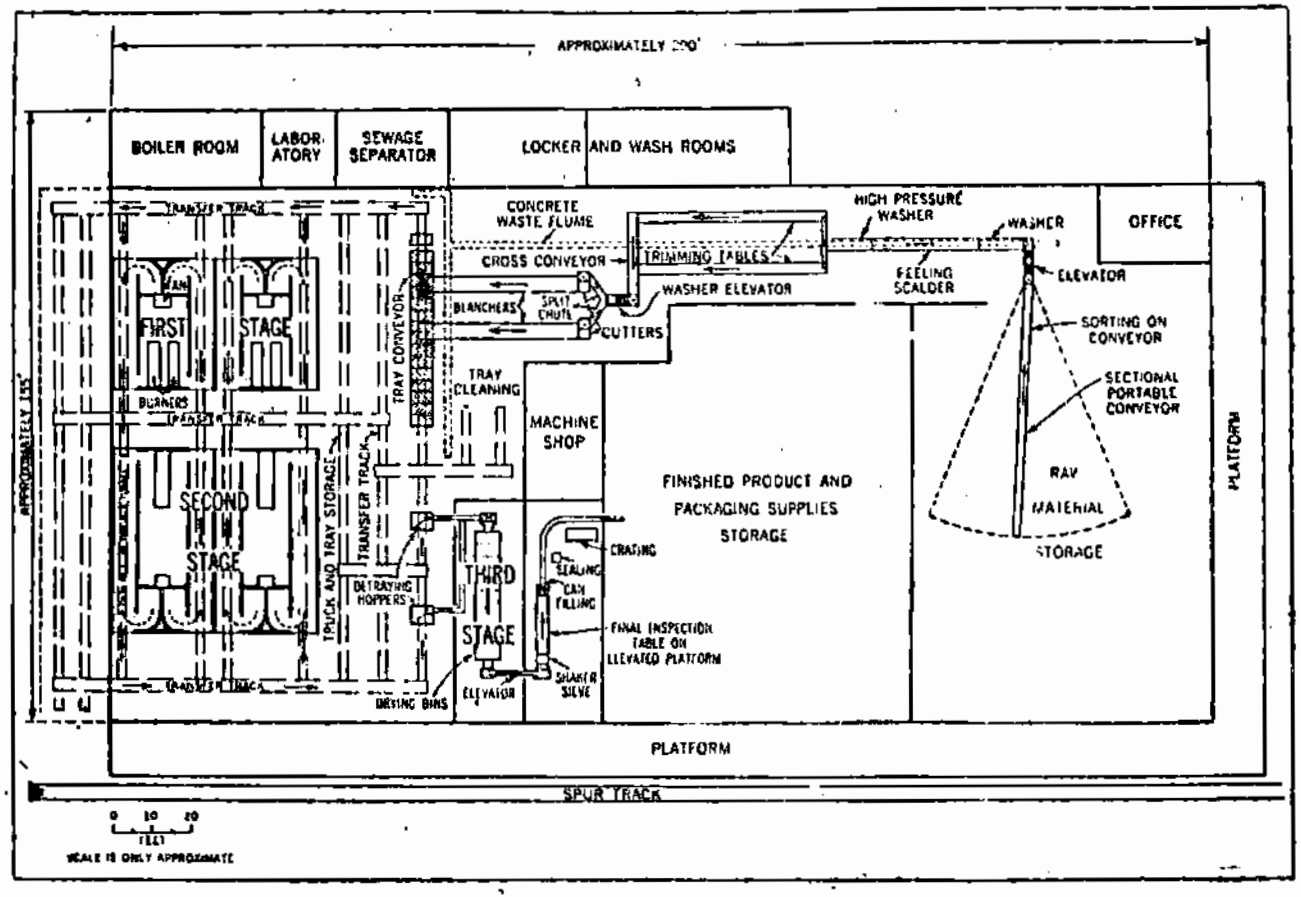
تصدر الجمهورية حوالى أربعين فى المائة من محصول البصل ، وهذه الكمية تمثل حوالى ٢٤ فى المائة من البصل المتداول فى العالم . ويقدر محصول البصل المصرى الناتج من العروات الثلاث ، الشتوية والصيفية والنيلية ، بحوالى ٤٧٠٠٠٠ طنًا ، معظمها ناتج من محافظات الوجه القبلى والفيوم . وحاليًا يجفف جزء كبير من هذا البصل بقصد تصديره للدول الأجنبية خصوصاً بريطانيا وألمانيا وهولندة والنمسا وفرنسا وسنغافورة والملايو وسويسرا وبلجيكا وسيلان والحجاز والسويد . وقد بلغت الكمية المصدرة من البصل المجفف عام ١٩٥٩ حوالى ٧٢٠٠ طن .

وعدد مصانع تجفيف البصل المصرية بلغ عام ١٩٦٤ تسعة مصانع ، منها ستة بالإسكندرية ومصنع واحد فى كل من سوهاج ومغاغة وبورسعيد . وتبلغ القدرة الإنتاجية لهذه المصانع حوالى ٩٠٠٠ طن من البصل المجفف تنتج من ٩٠٠٠ طن من البصل الطازج .

وتجفف كميات صغيرة من الطماطم والفاصوليا الخضراء والثوم والكرفس بقصد تصديرها للخارج .



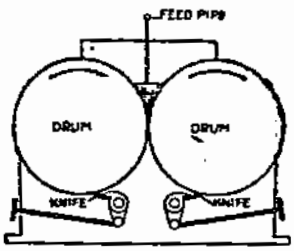
(شكل ٥٤) قطاع فى مجفف النفق ذى النظام العكسى يوضح موقع وحدة التسخين بين الأنفاق بدلاً من أعلى أو أسفل



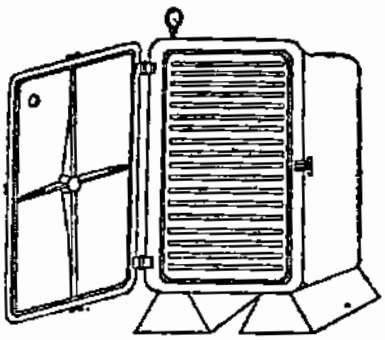
(شكل ٥٥) رسم تخطيطى لمجفف خضروات سعة مائة طن و به الأسهم توضح خط سير المواد الغذائية .

قطاعات المجففات :

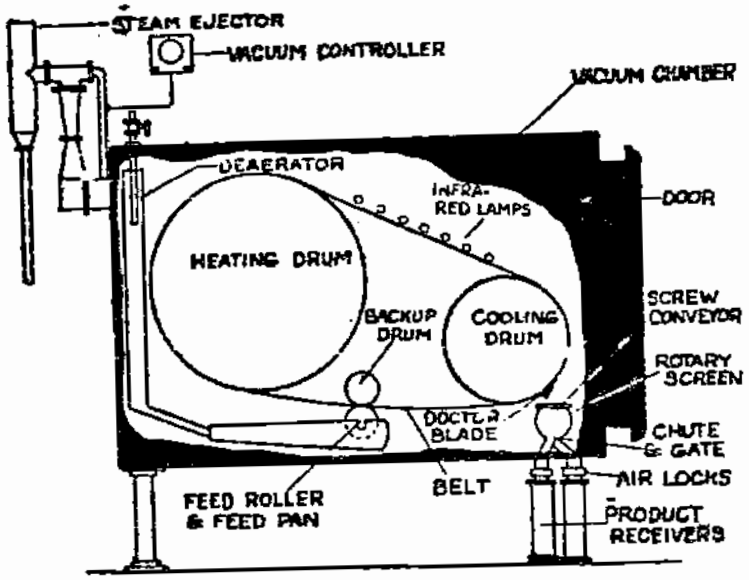
تستعرض القطاعات التالية بالإضافة للسابقة فى المجففات المختلفة لتفهم النظم التى تعمل بموجبها هذه المجففات وكيفية دوران الهواء وتسخينه .



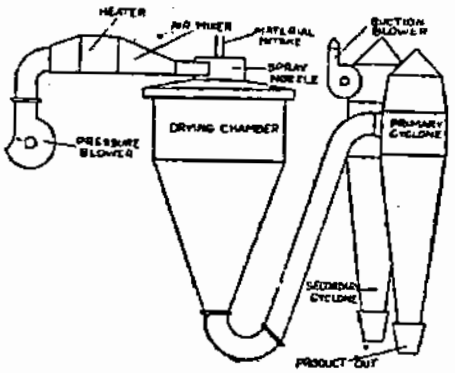
(شكل ٥٦)
قطاع فى مجفف أسطوانى
ذى أسطوانتين تغذيان من نقطة وسطية



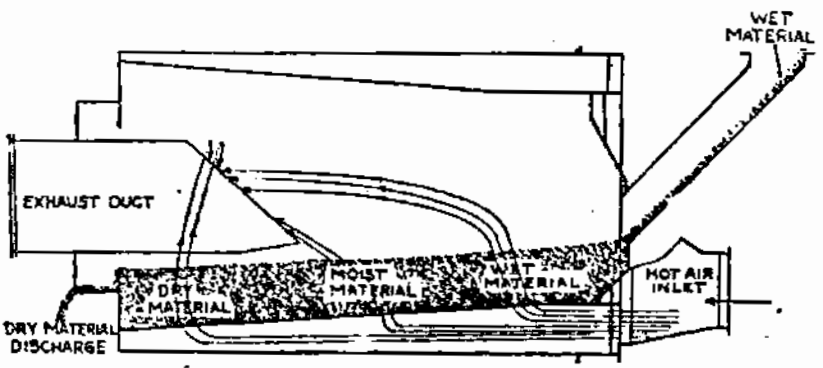
(شكل ٥٧)
الأرفف فى مجفف يعمل تحت تفريغ ،
وفيه الرفوف مسخنة بالبخار
أو الماء الساخن أو الزيت الساخن



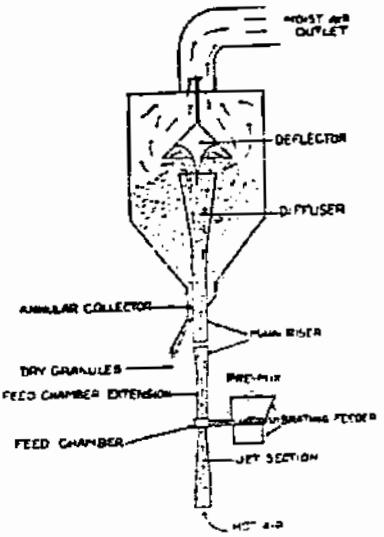
(شكل ٥٨) مجفف السير المستمر المفرغ



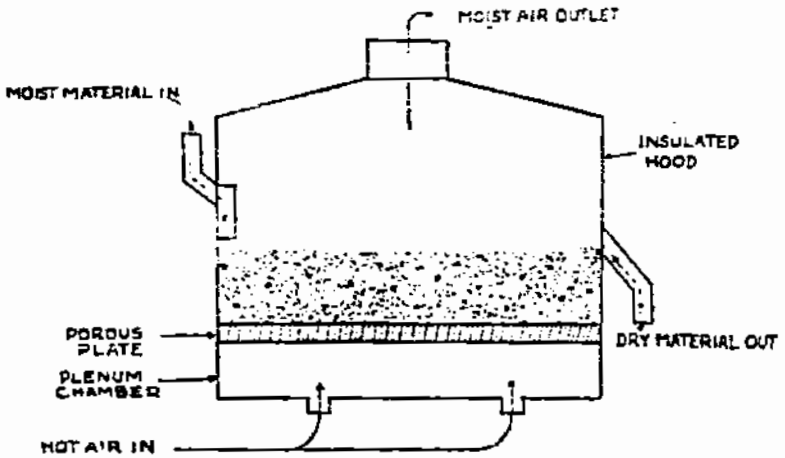
(شكل ٥٩) رسم تخطيطى لمجفف الرذاذ



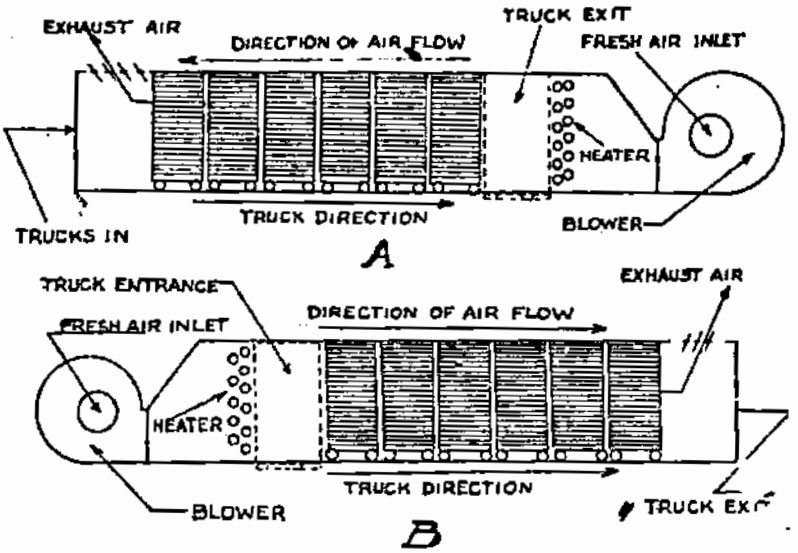
(شكل ٦٠) قطاع طولى فى مجفف ذى سير وبه الأسهم توضح اتجاهى
المادة الغذائية والهواء



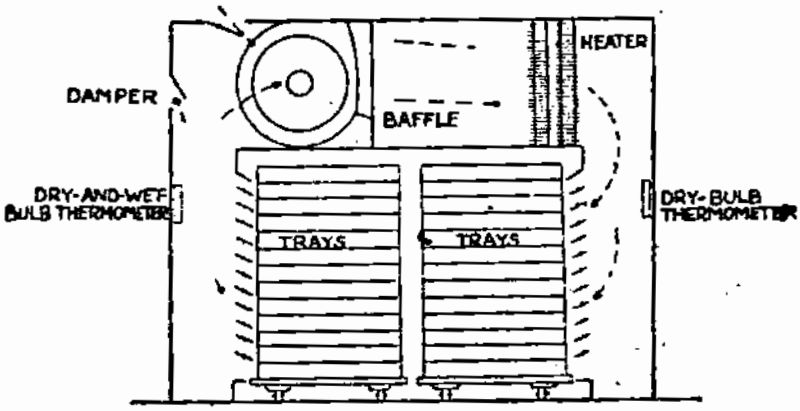
(شكل ٦١) قطاع فى مجفف يوضح سحب الهواء لأعلى



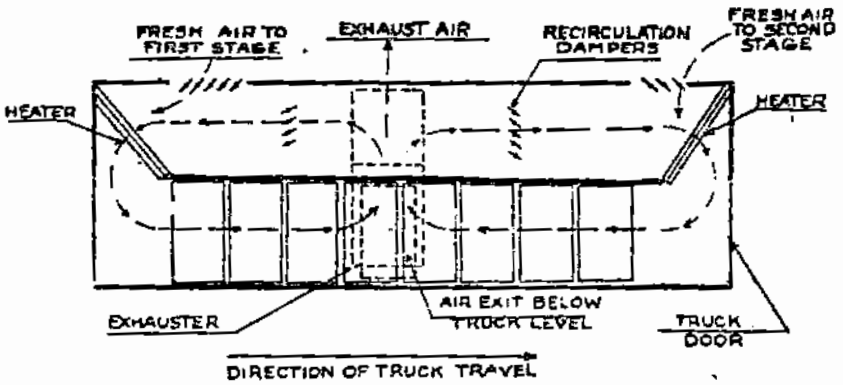
(شكل ٦٢) قطاع فى مجفف fluid bed dryer



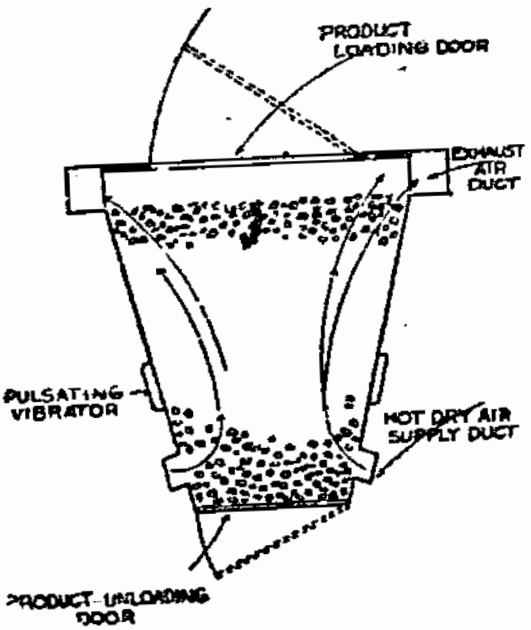
(شكل ٦٣) قطاعان فى مجفف النفق ، العلوى ذو نظام مضاد والسفلى ذو نظام مواز



(شكل ٦٤) مجفف المقصورة المجهز بالمراوح وأنابيب التسخين بالبخار



(شكل ٦٥) مجفف النفق ذى فتحة العادم الوسطية



(شكل ٦٦) كوارة لاستكمال تجفيف الأغذية المجففة فى مجففات النفق

الفصل الخامس عشر

الأغذية المعلبة

التاريخ . العبوات . صناعة العلب الصفيح . ماكينات التعليب . صلاحية الأغذية للتعليب . المياه المستخدمة فى مصانع التعليب . خطوات التعليب : تحضير الخامات . السلق . التعبئة . إضافة المحلول الملحى أو السكرى . التسخين الابتدائى . قفل العلب . التعقيم . تعبئة العلب فى الصناديق وتخزينها . اختبار جودة الأغذية المعلبة . تحضير المحاليل السكرية فى مصانع الحفظ . نظافة مصانع التعليب . اختيار موقع مصنع التعليب وتجهيزه . إدارة مصانع التعليب . اختيار موقع مصنع التعليب وتجهيزه . إدارة مصانع التعليب . إعداد الأغذية المعلبة للمائدة . مقاسات العلب الشائعة . فساد الأغذية المعلبة . الفساد بالبكتريا المسببة للحموضة : الفساد بالبكتريا المنتجة للغازات المحبة للحرارة : الفساد الكبريتى . الفساد التعفنى . الفساد غير العادى . الأوانى المرشحة . مصادر البكتريا المسببة لفساد المعلبات . مواصفات الأغذية المعلبة . الانتفاخ الإيدروجينى . صلاحية الأغذية المعلبة . القيمة الغذائية للأغذية المعلبة . التسمم بفعل الأغذية المعلبة . التعليب المنزلى : تعليب بعض المنتجات الشائعة . الفاصوليا الخضراء . البسلة الخضراء . مخلوط الفواكه . مركز صناعة التعليب فى جمهورية مصر العربية .

الغرض من تعليب الأغذية ، أى حفظها فى أوان محكمة القفل ، هو منع فساد الأغذية بفعل الأحياء الدقيقة حيث تقتل هذه الأحياء بفعل الحرارة أثناء التعقيم ويمتنع إعادة التلوث بها بفضل إحكام قفل العبوات . وبديهى أن هذه الطريقة للحفظ لا تستلزم استخدام مواد حافظة كيماوية أوتحديد ظروف التخزين والتداول . وتعرف طريقة الحفظ هذه باسم طريقة الحفظ فى العلب الصفيح canning نسبة إلى العبوات المستخدمة فى هذه الطريقة ؛ إلا أنه يجب ألا يغفل أن الأوانى الزجاجية تستخدم الآن بكثرة فى حفظ الأغذية بالتعقيم . وعندما تعلب الأغذية بقصد حفظها يستبعد من هذا المجال تعبئة بعض المنتجات فى أوان محكمة القفل بدون إجراء تعقيم لهذه الأوانى والأغذية كما هو الحال فى تعبئة بعض المنتجات لمجرد وقايتها من الحشرات والغبار أو لمنع فقد الرطوبة منها أو للمحافظة على درجة جودتها أو للإغراء فى عرضها .

وقد بدأ عهد معرفة الإنسان بطريقة حفظ الأغذية فى أوان محكمة القفل بالتعقيم منذ أعلن Spallanzani عام ١٧٦٥ أن الأغذية يمكن حفظها بعض الوقت بتسخينها مدة طويلة وهى معبأة داخل أوان محكمة القفل . وقد حازت الفكرة اهتماماً خاصًّا عندما طبقها الخباز الفرنسى Nicolas Appert عمليًّا فى عام ١٨٠٤ وحصل على جائزة القوات المحاربة فى عهد نابليون عام ١٨٠٩ وهى جائزة مالية قدرها ١٢٠٠٠ فرنك . وقد ساهم فى هذه البداية أيضاً الإنجليزى Thomas Saddington عام ١٨٠٧ حين أعلن أنه وفق فى حفظ المواد الغذائية بوضعها فى أوان زجاجية غير محكمة القفل وتسخينها فى حمام مائى مدة طويلة ثم قفلها مباشرة بإحكام .

وفيما يلى تواريخ أهم التطورات التى أدخلت على صناعة التعليب منذ بدء اكتشافها :

١٨١٩ — ١٨٢٠ بداية التعليب على نطاق تجارى فى أمريكا .

١٨٤٠ انتشار العلب الصفيح .

١٨٦١ إضافة كلوريد الكالسيوم فى حمام مائى لرفع درجة حرارة الغليان

١٨٦١ — ١٨٦٥ التوسع فى صناعة التعليب بأمريكا بسبب الحرب الأهلية .

١٨٧٤ ظهور الأوتوكلاف المسخن بالبخار .
١٨٩٥ ــ ١٩٠٠ بداية الأبحاث البكتريولوجية على المواد المعلبة .
١٩٠٠ ظهور العلبة الصفيح الصحية المطلية بالإيناميل ذات الغطاء .
١٩١٨ انتشار العلب الصحية فى العالم .
١٩٢١ ظهور العلبة المطلاة بالإيناميل المناسبة للأغذية قليلة الحموضة .
١٩٢٣ ــ ١٩٢٨ ظهور طريقة حساب مدة وحرارة تعقيم المعلبات باستخدام بعض البيانات الطبيعية والبكتريولوجية .

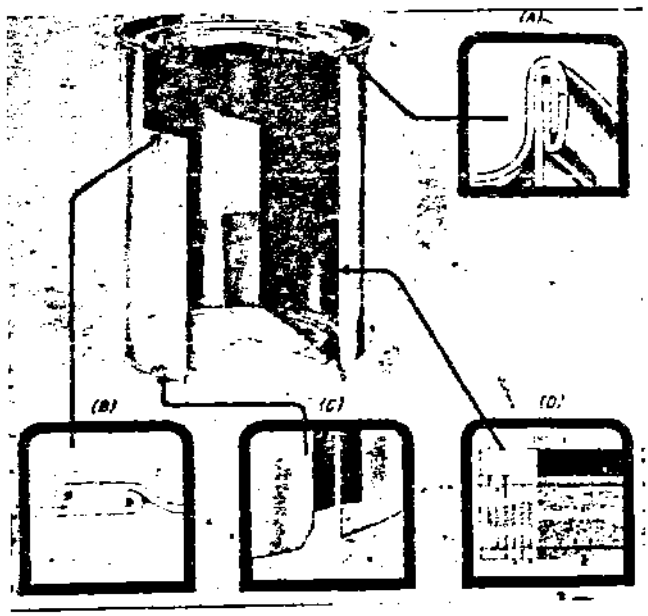
العبوات :

تستعمل علب الصفيح أو الأوانى الزجاجية فى تعبئة وحفظ المواد الغذائية بالتعقيم . وعموماً يشترط فى هذه العبوات أن يتوفر فيها الشروط التالية :

١ ــ أن تتحمل عمليات التداول والشحن .
٢ ــ أن يتيسر صنعها بأشكال مختلفة حسب الرغبة .
٣ ــ أن تكون خفيفة الوزن لتقليل نفقات الشحن .
٤ ــ أن يسهل فتحها عند التفريغ والاستعمال .
٥ ــ أن تكون مانعة لتسرب الرطوبة والهواء .
٦ ــ أن تكون نظيفة وذات مظهر جذاب .
٧ ــ ألا تكون سامة أو ضارة بصحة الإنسان .
٨ ــ أن تتحمل حرارة التعقيم .
٩ ــ أن تكون رخيصة الثمن .
١٠ ــ أن يسهل قفلها بإحكام وبسرعة .

والعبوات المستخدمة حالياً قد تكون علب صفيح أو أوانى زجاجية . فالعبوات السائدة هى علب الصفيح tin cans التى يسميها الإنجليز tin ويسمون محتوياتها tinned food ، وقد كانت هذه العلب تسمى فى قديم الزمن tin cannisters . وقد استبدلت صناعة العلب الصفيح يدوياً بالصناعة الآلية حيث تستخدم ماكينات صناعة العلب المعروفة باسم can line ذات القدرة البالغة ٣٠٠

علبة فى الدقيقة . وقد ترتب على التصنيع الآلى زيادة نظافة العلب الصفيح فأطلق عليها الاسم Sanitary can عام ١٩٠٠ . وتصنع هذه العلب من ألواح الصلب Steel base plate المطلية بطبقة من القصدير tin . وما زالت الطريقة القديمة المتبعة فى طلاء ألواح الصلب بغمسها فى قصدير منصهر مستخدمة على نطاق ضيق . وفيها تحتجز الألواح طبقة من القصدير وزنها $\frac{1}{4}$ ١ رطل لكل صندوق قياسى base box الذى هو عبارة عن مجموعة من ألواح الصلب مساحة سطحها ٢١٧,٧٨ قدماً مربعاً أى ٣١٣٦٠ بوصة مربعة ، وهذا المسطح يعادل ١١٢ لوحاً أبعادها ١٤ × ٢٠ بوصة . وتبلغ زنة الصندوق العيارى بعد طلاء الألواح حوالى

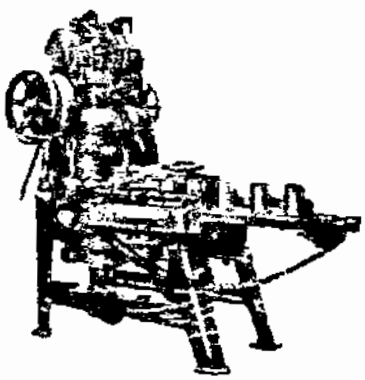


(شكل ٦٧) قطاعات فى علبة صفيح مطلاة بالإيناميل

« ا » القفل المزدوج يشى حافة الغطاء Curl المحتوية على مطاط مع شفة جسم العلبة flange حتى تتكون خمس طبقات من المعدن متلاصقة . « ب » التحام الجانبى Side Seam يبين اشتباك حافتى جسم العلبة اللذين يضغطان بالدق عليهما ثم يلحمان معاً بالقصدير . « جـ » تقطيع الأركان notching لجعل عدد طبقات الصفيح فى منطقة الالتحام الجانبى اثنتين بدلا من أربع فيصبح القفل أكثر إحكاماً . « د » طبقات جسم العلبة وهى الصلب ثم سبيكة القصدير ثم الإيناميل .

بالإينامل "C" يفيد فى تعبئة الأغذية المحتوية على كبريت القليلة الحموضةلمنع تغير لون الأغذية ؛ والطلاء بالإناءل الصحى Sanitary يمنع فقد الصبغات القابلة للذوبان فى الماء من الأغذية الملونة مثل البنجر والشليك، وهذا ليس ضروريًا فى حالة تعبئة الأغذية المحتوية على صبغات غير قابلة للذوبان فى الماء مثل الجزر والطماطم .

وتوجد علب الصفيح بأحجام متفاوتة ، لذلك اصطلح على تحديد حجم العلبة بثلاثة أرقام تعبر عن قطر وارتفاع العلبة على أساس كون الرقم الأول عبارة عن عدد الوصات والرقمان التاليان أجزاء البوصة . فالعلبة رقم ٢ ذات القطر ٣ $\frac{٧}{١٦}$ والارتفاع ٤ $\frac{٩}{١٦}$ بوصة تعرف باسم علبة ٣٠٧ × ٤٠٩ .



(شكل ٦٩) ماكينة القفل المزدوج للعلب الصفيح

أما الأوانى الزجاجية المستخدمة فى تعبئة المواد الغذائية فتتميز بعدم تفاعل الزجاج مع مكونات المادة الغذائية المعبأة وكذلك بوضوح المادة المعبأة خلال الزجاج . وقد أمكن الحصول على زجاج مقاوم للكسر ويتحمل الحرارة العالية ، إلا أن عبوات الزجاج ثقيلة الوزن فهى تزيد من تكاليف الشحن . ويحكم قفل الأوانى الزجاجية باستعمال غطاء مقلوظ بحافته مطاط Rubber gasket .

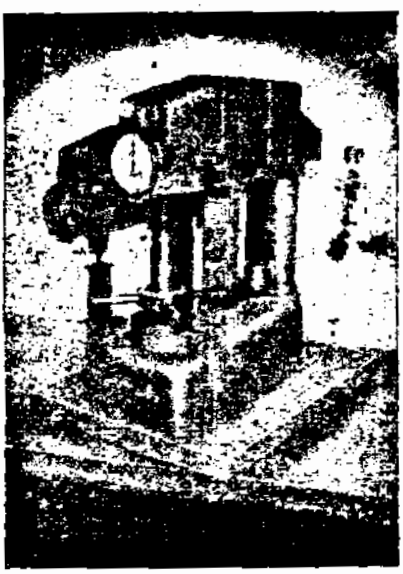
صناعة العلب الصفيح :

يعتقد أن طلاء الصلب بالقصدير قد بدأ فى بوهيميا Bohemia خلال القرن الثالث عشر . وأول من استخدم علب الحديد المطلاة بالقصدير للتعليب هو Durand عام ١٨١٠ فى بريطانيا .

تبدأ صناعة معدن العلب باستخراج أكسيد الحديد من المناجم واختزاله إلى

حديد وتنقيته . ثم تسخن قطع الحديد وتبسط فى هيئة شرائح بسمك أربع أو خمس بوصات وبطول عشر أوخمس عشرقدماً . وقد استبدلت طريقة فرد شرائح الحديد الساخنة بطريقة بسطها على البارد . وباستمرار ضغط الشرائح ينخفض سمكها حتى يصل إلى ٠,٠٦٥ إلى ٠,٠٨٠ بوصة . ويمكن فى النهاية ضغطها إلى سمك ٠,٠١٠٠ بوصة . ويجب التخلص من الشوائب الدهنية عقب بسط الشرائح على البارد . وتحتاج شرائط الصلب إلى معاملة annealed and tempered لإكسابها مرونة وتقليل صلابتها ؛ ويجرى ذلك بإمرار الشرائط بين السلندرين على البارد .

(شكل ٧٠)
جهاز اختبار قابلية ألواح الصلب للسحب

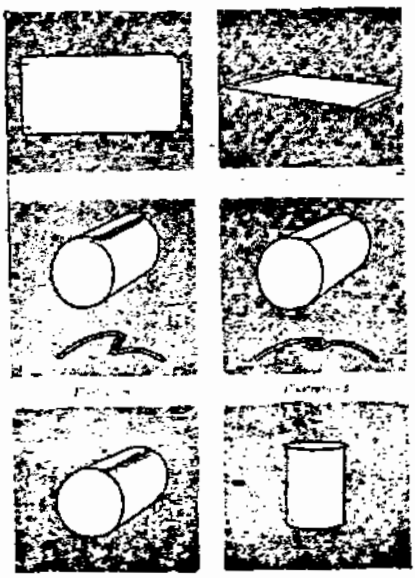


(شكل ٧١)
جهاز تقدير صلابة ألواح الصفيح

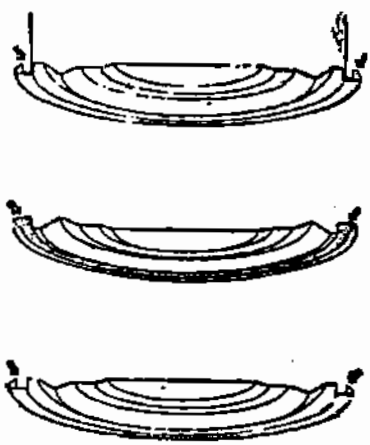
وتغطى ألواح الصلب بالقصدير باستخدام طريقة الغمس فى المعدن المنصهر hot dip tinning أو طريقة التيار الكهربائى electrolytic tinning . ففى الطريقة الأولى القديمة تمرر الألواح فى حوض القصدير المنصهر ومنه إلى حوض به زيت نخيل توجد به سلندرات تعمل على سحب الألواح للخارج وتحديد سمك طبقة القصدير ، ثم تزال الزيادة من الزيت فيما بعد . أما

الطريقة الأخيرة المستخدمة تجاريًا منذ عام ١٩٣٧ فتتميز بزيادة الإنتاج وتقليل كمية القصدير .

وتبدأ صناعة العلب بتقطيع ألواح الصفيح بأبعاد جسم العلبة bodyblanks فى ماكينة التقطيع slitter ، ثم يكون هيكل العلبة المستدير فى ماكينات bodymaker حيث تقطع الأركان notches وتثنى الحافتان المتقابلتان على شكل خطاف ويشبكان معاً بإحكام hooked ويلحمان soldered وتزال الزيادة من مادة اللحام ، ثم تبرد



(شكل ٧٢) تقطيع الأركان ، وعمل الخطاف الجانبى ، ولف جسم العلبة ، وضغط الاتصال الجانبى ، واللحام الجانبى ، وعمل الشفتين



(شكل ٧٣) ثنى حافة الغطاء وملؤها بالمطاط ووضع الغطاء على فوهة جسم العلبة

العلب ويعمل بكل منها شفتان إحداهما علوية والأخرى سفلية باستخدام الماكينة flanger ، وتجهز قطع الغطاء والقاع بتقطيع ألواح العلب بالحجم المناسب فى ماكينة scroll shears وفصل القطع بماكينة punch—press وعمل دوائر فى سطح كل من الغطاء والقاع وثنى حافتهما للداخل curled حيث توضع طبقة مطاط rubbergasket أثناء إمرار الغطاء والقاع فى ماكينة Compound liner ويجفف المطاط فى ماكينة خاصة . ويلى ذلك تركيب القاع فى جسم العلبة باستعمال

ماكينة القفل المزدوج double seamer واختبار إحكام القفل أو التنفيس باستخدام ماكينة سحب الهواء .

وفى حالة التغطية بالإيناميل يلزم تسخين الألواح بعد التغطية فى الأفران ، قبل صناعة جسم العلبة وقاعها وغطائها .

ولتغطية العلب بالورنيش ، سواء أكان مقاوماً للحموضة Acid resisting lacquer أوللكبريت Sulphur-resisting lacquer ، تمرر ألواح الصفيح قبل صناعة العلب فى المادة الورنيشية السائلة ؛ على أن تمرر خلال اسطوانتى ماكينة تضبط لتحديد سمك طبقة الورنيش ، ثم تسخن الألواح فى الفرن ويعاد طلاؤها مرة أخرى . وحاليًا أصبح ممكناً طلاء العلب بعد صنعها بالورنيش حيث يرش على سطحها من الداخل فى هيئة رذاذ وتسخن العلب على درجة حرارة منخفضة منعاً لإتلاف اللحام الجانبى للعلبة .

ولا يجوز تعبئة المواد الغذائية القلوية أو التى تتغير أثناء التخزين فى اتجاه القلوية فى علب مطلاة بالورنيش لأن القلوية تسبب ليونة وتقشير المادة الورنيشية .

وحالياً تستعمل العلب المطبوعة lithographed لتغنى عن وضع البطاقات عليها .

ماكينات التعليب :

معظم العمليات الجارية الآن فى مصانع حفظ الأغذية داخل أوان محكمة القفل تجرى ميكانيكيًا . مثال ذلك تقشير الخضراوات والفاكهة وتقطيعها . وهذه الماكينات الحديثة لا تتآكل بسهولة فلا تلوث الخامات بالحديد أثناء التصنيع . كما أنها سهلة التنظيف ، وفى بعضها لا يستعمل النحاس تحاشياً لفقد فيتامين « جـ » من المادة الغذائية أثناء مرورها فى الماكينة .

وتتلخص خطوات حفظ الأغذية فى الأوانى المحكمة القفل فى الحصاد harvesting واستلام الخامات receiving raw products والنقع والغسيل Soaking and washing والفرز والتدريج sorting and grading والسلق

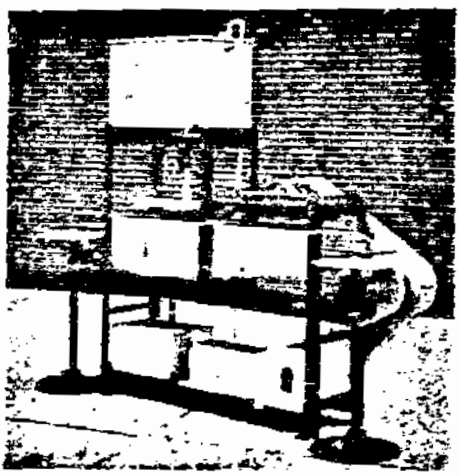
blanching والتقشير وإزالة المحور peeling and coring والتعبئة filling والتفريغ exhausting والقفل المزدوج sealing والتعقيم processing والتبريد cooling ولصق البطاقات labelling والتعبئة فى الصناديق والتخزين casing and warehousing .

صلاحية الأغذية للتعليب :

بعض أصناف المادة الغذائية تكون صالحة للحفظ فى الأوانى المحكمة القفل دون الأخرى . فعادة عند التصنيع تنتخب الأصناف التى تتحمل معاملات التصنيع وبالتالى تحتفظ بقوام أنسجتها ، وكذلك التى تحتفظ بنكهتها ولونها ومظهرها والتى لا تكسب محلول التعبئة عكارة .

المياه المستخدمة فى مصانع التعليب :

تستهلك مصانع تعليب الأغذية كميات هائلة من المياه ، وهذه المياه يجب أن تكون صالحة كيميائيًا وبكتريولوجيًا . ويستنفد الماء فى الغلاية لإنتاج البخار وفى عمليات الغسيل والتبخير وتحضير المحاليل الملحية أو السكرية وتبريد المنتجات وتنظيف الآلات والأدوات والمصنع . ويقدر ما يستهلكه المصنع بحوالى ثلاثة إلى خمسة جالونات ماء لكل علبة رقم ٢ ينتجها . فاستعمال الماء فى الغلاية يجب ألا يسبب تآكلها أى يجب خلو الماء من عناصر التآكل كالكبريتات والكلوريدات ، وينطبق هذا أيضاً على تبريد العلب بالماء فيجب مراعاة عدم تآكل السطح الخارجى للعلب . ويلاحظ أن عنصر الماء المستخدم



(شكل ٧٤)
ماكينة لتعبئة العلب بالمحلول السكرى أو الملحى

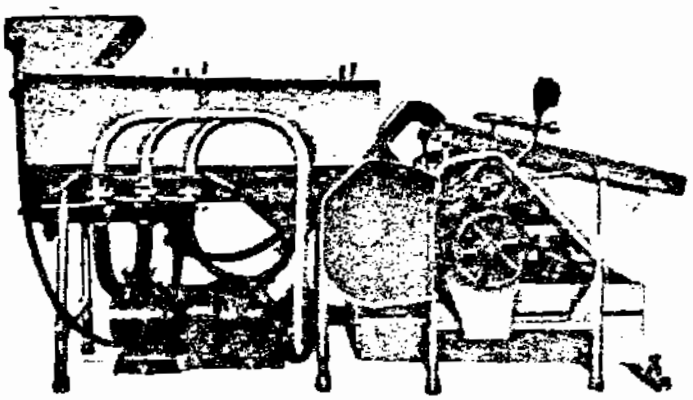
فى نقع وسلق وتعبئة البسلة أو الفاصوليا الخضراء يسبب خشونة قوام الخضر بعكس الماء الزائد اليسر فيسبب ليونة قوام الخضر بدرجة غير مقبولة . وليس هناك اعتراض على ارتفاع نسبة الكالسيوم فى الماء فى كثير من الحالات إذ أنها تؤدى إلى تقوية أنسجة بعض الأغذية كالطماطم والجميرى والبطاطس والأسبرجس . وبديهى أن المياه المستخدمة فى تحضير المحاليل الملحية brine أو السكرية وفى الغسيل ونظافة الآلات يجب أن تكون نقية بكتريولوجيًا وصالحة للشرب potable .

وعندما يزداد عسر المياه من ١٠ إلى ١٢ جزءاً فى المليون وجب معاملتها لخفض مدى العسر . فالعسر المؤقت يزال بالغليان بعض الوقت ، وهذه طريقة مكلفة .

خطوات التعليب :

١ — تحضير الخامات :

تختلف طرق التحضير باختلاف الخامات . فالبسلة مثلاً تفرط وتغسل وتدرج وتفرز . والطماطم تنقع وتغسل وتسلق وتقشر . والفواكه تغسل وقد تقشر ويزال منها النواة . والأسماك تنظف وتزال منها الأطراف الزائدة .



(شكل ٧٥) جهاز التعويم لإزالة الخضى من البسلة

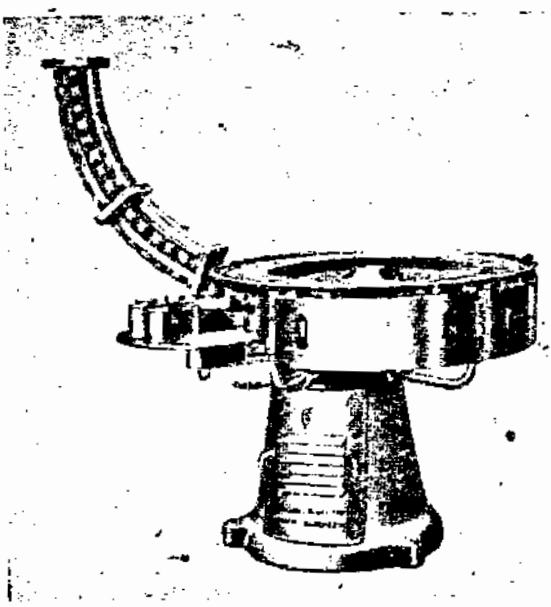
٢ ــ السلق :

تسلق المواد الغذائية فى ماء ساخن أو فى البخار قبل تعبئتها فى العلب وذلك لقتل الإنزيمات التى قد تسبب تغييراً فى صفات المادة الغذائية المعبأة ، ولإزالة الغاز المحصور فى المسافات البينية . وللتخلص مما يوجد على سطوح المواد الغذائية . ولتقليل الحجم بحيث يتيسر تعبئة أكبر قدر ممكن من المادة الغذائية ، وفى بعض الأحيان يتحسن لون المادة نتيجة للسلق .

(شكل ٧٦) ماكينة غسيل ثمار الطماطم وتسخينها

٣ ــ التعبئة :

تعبأ المواد الغذائية فى العلب يدوياً أو ميكانيكياً ، والطريقة الأخيرة تفضل الأولى حيث يمكن تحديد الوزن المعبأ بجانب ضمان النظافة . وهناك بعض مواد ليس من السهل تعبئتها ميكانيكياً فتعبأ يدوياً ، ومثال ذلك الأسبرجس والسردين .



(شكل ٧٧) ماكينة تعبئة العلب بالفاكهة أو الخضر

٤ ــ إضافة المحلول الملحى أو السكرى

تعبأ بعض المواد الغذائية فى الماء ، إلا أن الشائع هو تعبئة الخضراوات فى محلول ملحى مخفف ، والفاكهة فى محلول سكرى ، ويضاف المحلول فى العلب بعد ملئها بالمادة الغذائية مباشرة .

تعقيم المواد غير الحمضية

المادة المعبأة	درجة حرارة القفل °ف	مدة التعقيم بالدقيقة على ٢٤٠°ف (عند ضغط ١٠,٣ رطل على البوصة المربعة عند مستوى سطح البحر)			مدة التعقيم بالدقيقة على ٢٥٠°ف (عند ضغط ١٥,١ رطل على البوصة المربعة عند مستوى سطح البحر)		
		علبة رقم ٢	٢½	١٠	علبة رقم ٢	٢½	١٠
فاصوليا مطهية	١٥٠	٩٥	١١٥	١٢٠	٧٥	٩٥	١٢٠
فاصولياخضراء ليما	١٤٠	٣٥	٥٠	٥٥	١٨	٢٥	٣٠
كرنب	١٥٠	٤٠	٤٠	٦٠	٣٥	٢٥	٣٠
جزر	١٥٠	٣٠	٣٠	٣٠	٢٠	٢٠	٢٧
قنبيط	١٥٠	٢٠	٢٠	٥٠	٢٠	٢٠	٣٠
بسلة	١٦٠	٤٥	٥٠	٧٠	٢٠	٢٥	٦٠
بطاطس فى سائل	١٧٠	٥٥	٦٠	٧٥	٤٠	٤٥	٦٠
بطاطا جافة	١٥٥	٩٥	١١٥	٢١٠	٦٠	٧٠	١٨٠
بطاطس بيضاء	١٦٠	٣٠	٣٥	٥٠	٢٠	٢٥	٣٢
مخلوط خضروات	١٥٠	٣٥	٤٥	٨٠	٢٠	٢٥	١٠٠

تعقيم المواد الحمضية

المادة المعلبة	درجة حرارة القفل °ف	مدة التعقيم فى ماء يغلى على ٢١٢°ف بالدقيقة		
		علبة رقم ٢	٢½	١٠
تفاح	١٩٠	١٠	١٥	٢٠
مشمش	١٦٠	٢٥	٣٥	٤٠
عنبيات	١٧٠	١٥	٢٠	٢٥
جريب فروت	—	أقل من	١٨٠°	—
عنب	١٧٠	١٢	١٥	٢٠
جوافه	١٩٠	١٦	٢٠	٢٥
مانجو	١٧٠	١٥	٢٠	٣٠
برتقال	—	أقل من	١٨٥	
باباز	١٧٠	١٥	٢٠	٣٠
كمثرى	١٦٠	٢٠	٣٠	٤٠
أناناس	١٦٠	٢٠	٣٠	٤٠
برقوق	١٨٠	١٥	٢٠	٣٥
سوركروت	١٦٠	١٥	٢٠	٣٠
شليك	١٧٠	٨	٨	١٠
طماطم خام باردة	١٤٠	٤٥	٥٥	٩٠
طماطم خام ساخنة	—	١٠	١٠	١٥
صاص Sauce	٢٠٠	١٠	١٠	٢٠

تعقيم العصائر

العصير المعبأ	درجة حرارة القفل °ف	درجة حرارة حمام الماء °ف	مدة التعقيم بالدقائق		
			علبة رقم ٢	٢½	١٠
عصير تفاح	١٧٠	٢١٢	٥	١٠	٣٠
عصير عنب	١٦٠	١٦٠	٢٠	٣٠	٦٠
عصيرجريب فروت	١٧٠	١٧٠ — ١٨٥	١٥	٣٠	٦٠
عصير أناناس	١٧٠	١٧٠	١٥	٢٠	٦٠
عصير طماطم	١٨٠	٢١٢	٣٠	٣٥	٧٥

تعقيم اللحـــوم

المادة المعلبة	درجة حرارة القفل °ف	مدة التعقيم بالدقائق على ٢٤٠°ف (ضغط ١٠ أرطال على البوصة المربعة عند مستوى سطح البحر)			مدة التعقيم على ٢٥٠°ف بالدقائق (١٥ رطل على البوصة المربعة)		
		علبة رقم ٢	٢ ½	١٠	علبة رقم ٢	٢ ½	١٠
شرائح أو قطع لحم (بقرى ، ضأن ، بتلو ، كندوز)	١٧٠	٧٥	١٠٠	١٥٠	٥٥	٨٠	١٢٠
لحم مفروم ساخن	١٧٠	٧٥	١٠٠	١٨٠	٥٥	٨٠	١٣٠
لحم مفروم وخام	١٧٠	١٠٠	١٣٥	١٨٠	٦٠	٨٥	١٣٠
« كورن بيف corned beef	١٧٠	٦٥	٩٠	١٢٠	٥٠	٦٠	٩٠
دجاج صغير بدون عظام	١٧٠	٧٥	١٠٠	١٢٠	٥٥	٨٠	١٠٠
دجاج صغير بعظامه	١٧٠	٧٠	٨٥	١٢٠	٥٠	٧٠	٩٠
سمك كبير	١٧٠	٩٠	١٠٠	١٢٠	٦٠	٨٠	١٠٠
سمك سلمون	١٧٠	١٠٠	١٠٠	١٨٠	٦٠	٨٠	١٠٠
جمبرى	١٧٠	٣٠	٤٠	١٢٠	٢٠	٣٠	١٢٠

٥ ــ التسخين الابتدائى :

تسخن العلب عقب التعبئة لطرد محتوياتها من الهواء والغازات وبذلك يصبح الضغط بداخل العلب بعد إحكام قفلها وتعقيمها وتبريدها أقل من الضغط الجوى العادى . وهذا التفريغ بداخل العلب يحقق الأغراض التالية :

(ا) يعتبر دليلاً على جودة التعبئة .

(ب) يساعد على خفض الضغط على جدران العلبة خلال عملية التعقيم فيمنع تغير شكل العلبة .

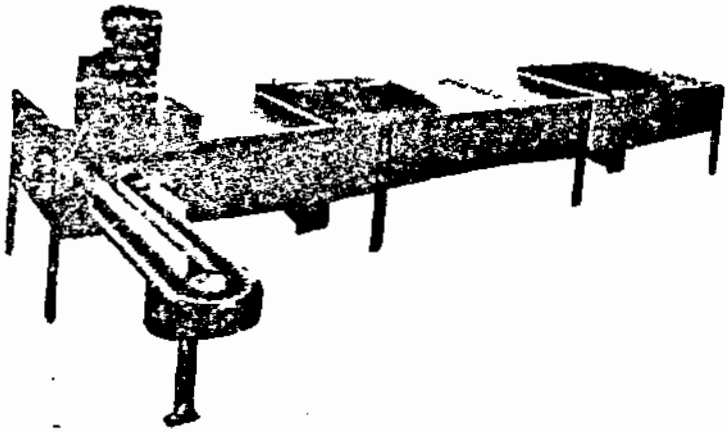
(حـ) يقلل من حدوث الأكسدة وتغيير اللون فى المنتجات .

(د) يمنع انبعاج طرفى العلبة للخارج بارتفاع درجة الحرارة الخارجية أو بانخفاض الضغط الجوى .

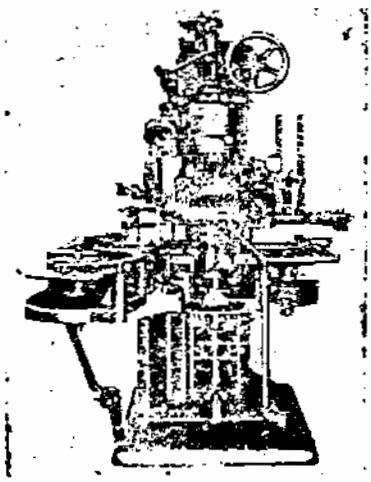
وتفرغ العلب المعبأة إما ميكانيكيًا بسحب الهواء أو بفعل الحرارة . وتكتسب العلب حرارتها إما بفعل التسخين أو بالتعريض للبخار قبل قفل العلب مباشرة ، كما قد يستغنى عن هذه العملية بإضافة المحلول الملحى ساخناً والقفل مباشرة . وفى بعض الأحيان يستبدل الهواء فى الجزء العلوى من العلبة Head space بالبخار . ويسمى أن التفريغ يظهر مقداره بعد قفل وتبريد العلب . وفى الطريقة الميكانيكية يزال الهواء والغاز وتقفل العلب تحت ضغط منخفض . ويختلف مقدار الضغط باختلاف حجم وشكل العلب ونوع المادة المعبأة . ولا يجوز المبالغة فى تفريغ العلب إذ قد يؤدى هذا إلى تقعر جدران العلبة Paneling . ويتراوح مقدار التفريغ الشائع استخدامه بين ٧ : ١٥ بوصة .

٦ ــ قفل العلب :

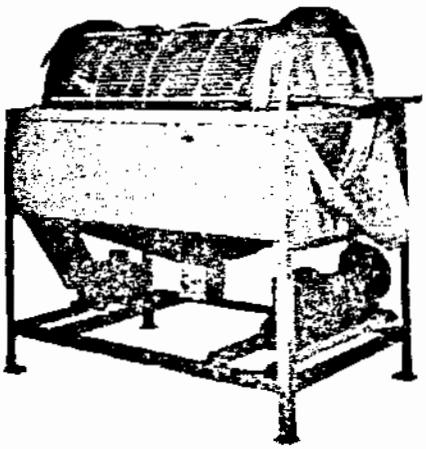
تقفل العلب المعبأة قفلاً مزدوجاً بنفس الطريقة التى اتبعت فى تركيب قاع العلبة وذلك باستخدام ماكينة القفل المزدوج double Seamer ، مع مراعاة وجود الكاوتشوك عند نقطة اتصال حافة الغطاء بشفة جسم العلبة وذلك



(شكل ٧٨) جهاز التسخين الابتدائى للعلب



(شكل ٧٩)
ماكينة التفريغ والقفل المزدوج تحت ضغط منخفض



(شكل ٨٠)
ماكينة غسيل الخضروات

لضمان إحكام القفل . أما الأوانى الزجاجية فتقفل بضغط الغطاء المحتوى على طبقة الكاوتشوك فرق الفوهة .

وتوجد علب ذات فتحة صغيرة عاوية فقط تناسب تعبئة بعض المواد كاللبن . وتقفل هذه الفتحة إما باللحام وإما بغطاء صغير يقفل قفلاً مزدوجاً .

وتتعرض محتويات العلب للتلف أحياناً بسبب وجود أخطاء فى العلبة أثناء قفلها .. وبعض هذه الأخطاء يمكن إصلاحها . وأشهر هذه الأخطاء هى :

(شكل ٨١)
قياس مدى التفريغ داخل العلب المقفل

Deep Countersink, Lips, Fals Seam, Cut Over, Long Cover Hook, Short Cover Hook, Shallow countersink, Wrinkled First Seam, Wrinkled second Seam, Long can Hook, Wide Second Seam, Loose First Seam, Fractured or Polished Seam, cut Seam, Lined, Seam, Narrow Second Seam, Partial False Seams or Kockdowns.

وتقاس أبعاد منطقة القفل المزدوج باستعمال الميكرومتر micrometer للتأكد من مطابقتها للأرقام القياسية . ومثل هذه الأرقام القياسية لبعض العلب كما يلى :

قطر العلبة	السمك	الطول	الخطاف hooks
٢١١	٥٥ — ٥٧	١١٧ — ١٢٥	٧٥ — ٨٥
٣٠٠، ٣٠١	٥٦ — ٥٨	١١٧ — ١٢٥	٧٥ — ٨٥
٣٠٧	٥٨ — ٦٠	١١٧ — ١٢٥	٧٥ — ٨٥
٣١٣، ٤٠١	٦٠ — ٦٢	١١٧ — ١٢٥	٧٥ — ٨٥
٤٠١، ٥٠٢	٦٣ — ٦٥	١١٧ — ١٢٥	٧٥ — ٨٥
٦٠٣	٦٥ — ٦٧	١٢٢ — ١٣٠	٨٠ — ٩٠

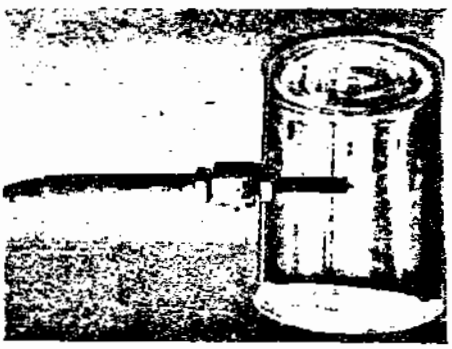
٧ — التعقيم :

الهدف فى تعقيم الأغذية المعلبة هوقتل جميع الأحياء الدقيقة المقاومة للحرارة الضارة بصحة الإنسان ، وكذلك قتل الأحياء الدقيقة غير الضارة بالصحة ولكنها قد تسبب فساد الأغذية ، وهذا يعنى التعقيم الكامل للمواد الغذائية المعلبة . وليس ممكناً أوضروريًّا أن تعقم الأغذية المعلبة تعقيماً بكتريولوجيًّا كاملاً Bacteriological sterility ولذلك تعقم هذه المعلبات تعقيماً تجاريًّا commercial sterility ، ويقصد بذلك إبادة جميع الأحياء الدقيقة التى تتكاثر تحت الظروف العادية أثناء تخزين المنتجات . ويراعى فى التعقيم تحديد كل من درجة الحرارة ومدة التسخين . لذلك وجب معرفة سرعة انتقال الحرارة فى محتويات العلبة ومدى مقاومة الأحياء الدقيقة المطلوب إبادتها للحرارة وبالتالى طول فترة بقاء المادة الغذائية عند درجة الحرارة القصوى وطول فترة التبريد . وتقاس درجة الحرارة داخل العلب باستخدام المزدوجة الحرارية thermocouple طبقاً لما ذكره Bigelow، كما تستخدم طريقة Williams , Esty لتقدير مقاومة الجراثيم البكتيرية للحرارة ، وكذلك يستفاد من تجارب Ball فى تحديد العلاقة حسابيًّا بين سرعة التسخين ومقاومة البكتريا للحرارة .

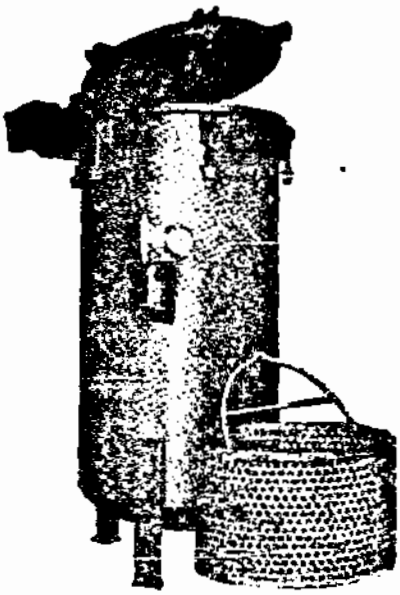
وتتأثر مدة التسخين ودرجة الحرارة بعدة عوامل منها :

١ — لزوجة المادة الغذائية ، فهذه تؤثر فى سرعة انتقال الحرارة داخل العلبة تجاه المركز .

٢ — حجم العلبة ومعدنها ، فمدة التسخين حتى وصول مركز العلبة إلى الدرجة المطلوبة تقصر بصغر حجم العلبة كما أنها تكون أقصر فى حالة العبوات المعدنية عنها فى حالة عبوات الزجاج :



(شكل ٨٢) قياس مدى انتقال الحرارة داخل العلبة



(شكل ٨٣) المعقم الرأسى

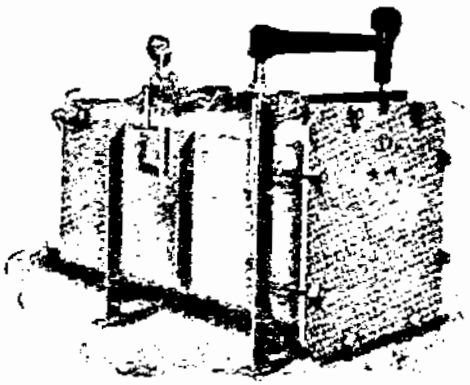
٣ — كمية المادة الغذائية فى العلبة .

٤ — حجم أجزاء المادة الغذائية ، فهو يؤثر فى سرعة انتقال الحرارة .

٥ — طريقة التسخين ، فالبخار الذى تكون درجة حرارته أعلى من البخار الممتزج بالهواء عند تساوى الضغط .

٦ — تقنيب العلب فى الأوتوكلاف ، فهذا يساعد على سرعة انتقال الحرارة .

٧ — وضع العلبة فى الأوتوكلاف إن كان رأسيًا على قاعها أو كانت العلبة على جانبها يؤثر فى انتقال الحرارة بداخلها .



(شكل ٨٤) المعقم الأفقى

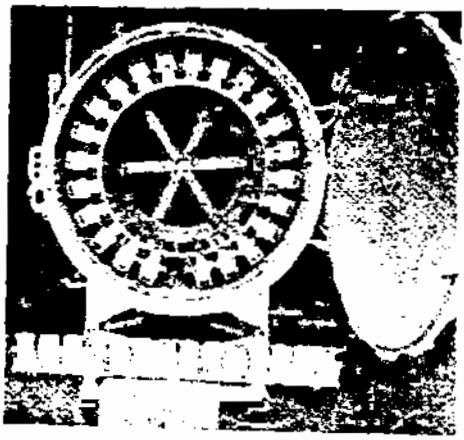
وتبلغ مقاومة البكتريا للحرارة حدها الأقصى عند نقطة التعادل ، بينما يقل النشاط كثيراً فى الأغذية الحمضية أو شبه الحمضية عنه فى الأغذية القليلة الحموضة . مثال ذلك الفاصوليا الخضراء المقطعة إلى أجزاء تحتاج إلى عشرين دقيقة على درجة ٢٤٠° فهرنهيت فى علبة رقم ٢ لأن رقم pH فيها ٥ر٢ . بينما البسلة تحتاج إلى ٣٥ دقيقة لأن رقم pH بها ٦ر٢ .

وتعتبر الأغذية حمضية عندما يكون pH بها ٤ر٥ أو أقل ، وهذه الدرجة من الحموضة منخفضة ولا تناسب نشاط الأحياء الدقيقة المسببة لفساد الأغذية . فمثل هذه الأغذية يكفيها درجة حرارة ١٩٠° إلى ٢٠٠° فهرنهيت . ولذلك فقد يكتفى فى بعض حالات تعبئة الأغذية الحمضية بتسخين المحلول المضاف وملء العلب بالمواد وهى ساخنة وقفلها مباشرة ثم تبريدها دون حاجة إلى تعقيمها .

وفى اختيار تحديد الوقت اللازم لإبادة الأحياء الدقيقة فى المادة الغذائية على درجة حرارة معينة يجب أن تكون القيمة المحسوبة على أساس إبادة البكتريا فى أقل مناطق العلبة توصيلاً للحرارة . وللأمان تزاد هذه القيمة المحسوبة قليلاً لتخطى وجود جراثيم مقاومة للحرارة وكذلك ازدياد مدى التلوث بالبكتريا .

وتعقم الأغذية قليلة الحموضة المعلبة عادة عند درجة ٢٤٠° إلى ٢٥٠° فهرنهيت تحت ضغط مرتفع للمدة المناسبة . وتعقم هذه الأغذية المعبأة فى أوانى زجاجية عند نفس الدرجة وهى مغمورة فى الماء مع إمرار تيار من الهواء المضغوط يمنع انفصال الغطاء عن الزجاجة بتأثير ارتفاع الضغط داخل الزجاجة أثناء التسخين ، إلا أن المدة اللازمة لتعقيم الأوانى الزجاجية المعبأة

(شكل ٨٥) أوتوكلاف دائرى



(شكل ٨٦) العلبة الصفيح تدور داخل المعقم

تكون أطول من المدة اللازمة للعلب الصفيح عند تساوى الحجم . ويجب مراعاة عدم إطالة فترة التعقيم عن المناسب لأن هذا يسبب تأثيراً فى نكهة وصفات المواد الغذائية المعلبة .

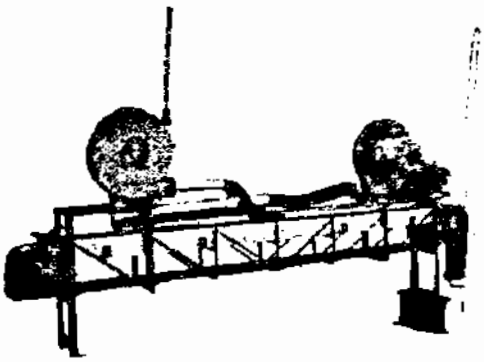
ويمكن خفض مدة التعقيم باستخدام طرق أخرى غير البخار ، مثال ذلك التعقيم خلال دقائق باستخدام الطاقة Radio frequency energy or electronic heating .

٨ — تبريد العلب :

تبرد العلب عقب التعقيم مباشرة بتعريضها لتيار من الهواء أو بغمرها بالماء سواء فى ماء جار أو بدفع الماء فى الأوتوكلاف بعد انتهاء التعقيم وإيقاف البخار ورفع غطاء الأوتوكلاف أو برش العلب برذاذ من الماء . ويستمر التبريد حتى تنخفض درجة حرارة العلبة إلى ١٠٠° فهرنهيت . وهذه الحرارة تكفى لتبخير الرطوبة المتبقية على سطح العلبة فيمتنع الصدأ . ويراعى نقاء ماء التبريد بكتريولوجياً منعاً لتلوث المواد المعبأة ، إذ أن العلب أثناء التبريد تكون عرضة للتنفيس خصوصاً فى حالة تداولها بخشونة .

٩ – تعبئة العلب فى الصناديق وتخزينها :

بعد أن تبرد العلب تماماً ترص فى الصناديق وتخزن بعيداً عن مواسير البخار . ويتحاشى ارتفاع درجة الحرارة إذ أن هذا يساعد على نشاط الأحياء الدقيقة المحبة للحرارة التى لم تقتل أثناء التعقيم . ويمكن حفظ العلب عند درجات حرارة تجمد المواد الغذائية فتطول مدة حفظها ، غير أن التجميد يؤثر فى مظهر المادة . ويراعى جودة التهوية فى المخازن منعاً لتكثف الرطوبة على سطح العلب Sweating مما يدعو إلى التآكل .



(شكل ٨٧) ماكينة تنشيف العلب الصفيح المبتلة

وتتلخص النصائح بشأن تخزين الأغذية المعلبة فى تحاشى ازدياد الحرارة أو البرودة أو الرطوبة . لذلك يجب عدم تخزين المعلبات تحت سقف معدنى أو بجوار الأفران والمواسير الساخنة . ومن المؤكد أن ارتفاع درجة الحرارة أثناء التخزين يؤثر فى لون وقوام ونكهة الأغذية المعلبة وفى قيمتها الغذائية . أما التجميد فيؤثر فى قوام الأغذية المعلبة دون لونها أو نكهتها .

اختبار جودة الأغذية المعلبة :

يجب أن تكون المواد الغذائية المعلبة على جانب كبير من الجودة ، وأن تكون صفاتها ثابتة محافظة على سمعة المنتج . وللمحافظة على جودة الإنتاج تراعى النقاط التالية :

١ — الاستفادة من البحوث العلمية فى هذا المجال .

٢ — شراء الخامات الجيدة فقط دون تأثر برخص ثمن الخامات الرديئة.

٣ — عدم تعبئة الفواكه التى تجاوزت مرحلة النضج المناسبة ، وفى حالة استلام المصنع خامات زائدة النضج فيمكن تصنيعها مربى أو عجينة فاكهة ثم تعبئتها فى العلب .

٤ — عدم تعبئة الخضروات التى تجاوزت مرحلة النضج المناسبة .

٥ — العناية بنظافة الخامات والمنتجات والآلات والأدوات والمصنع .

٦ — عدم الاعتماد على موظفين غير فنيين غير مدربين عديمى الخبرة فى الوظائف الرئيسية .

٧ — الاحتفاظ بمجموعة من العينات الجيدة كنموذج للاسترشاد به فى الإنتاج .

٨ — عدم المضاربة بخفض أسعار المنتجات إلى الحد الذى يصبح عنده الإنتاج غير اقتصادى ، خصوصاً وأنه من الصعب إعادة رفع الأسعار بعد إعلان خفضها .

تحضير المحاليل السكرية فى مصانع الحفظ :

يستعمل السكر السترفيش فى المحاليل السكرية اللازمة لتعبئة الفواكه فى العلب . وعادة تحضر المحاليل فى صهاريج من الصلب غير القابل للصدأ ذات قاع منحدر ومجهز بمقلبات أوتوماتيكية . وقد يستغنى عن المقلبات باستعمال ماء يغلى وإضافة السكر على دفعات صغيرة بحيث تذوب كل دفعة قبل أن تصل إلى القاع . ويقاس تركيز المحلول السكرى باستخدام إيدرومتر البالنج أو البركس مع تصحيح القراءة تبعاً لاختلاف درجة الحرارة . ويجب أن يقوم بالتقدير شخص متدرب لأن الخطأ البسيط فى قراءة الإيدرومتر يسبب خسائر فادحة للمصنع فى الإنتاج الكبير . وتدل قراءة الإيدرومتر على نسبة السكر بالوزن فى المحلول . ويجرى التقدير بصب جزء من المحلول السكرى فى مخبار

زجاجى قطره لا يقل عن ضعف قطر الإيدرومتر ويكون السائل بارتفاع يزيد على طول الأيدرومتر بحوالى أربع بوصات . ويترك الأيدرومتر ليهبط فى المحلول ببطء وتؤخذ قراءته بعد أن يسكن تماماً . وتؤخذ درجة حرارة المحلول لاستخدامها فى تصحيح قراءة الإيدرومتر تبعاً للجدول المبين فيما بعد . وينصح بعدم قياس تركيز المحلول داخل الصهريج لأن هذا يعطى نتيجة غير دقيقة كما أن كسر الأيدرومتر إذا حدث سوف يترتب عليه إهمال المحلول بأسره . ويمكن تقدير تركيز المحاليل السكرى بطريقة أخرى وهى باستخدام الرفراكتومتر . ويجب أن يعاد التقدير قبيل استعمال المحلول السكرى فى حالة تخزينه بعض الوقت إذ أن احتمال تبخر الرطوبة من المحلول يسبب تغييراً فى التركيز . ويجب أن ينخفض سطح المحلول السكرى فى العلبة عن فوهتها بمقدار ربع بوصة .

وفيما يلى جدول يبين تركيز محاليل سكرية مختلفة :

درجات البركس	أرطال السكر المضافة إلى جالون ماء	حجم الشراب الناتج من جالون ماء	وزن السكر فى جالون شراب
١٠	١,١١	١,٠٦٧	١,٠٤
١١	١,٢٣	١,٠٧٦	١,١٤
١٢	١,٣٦	١,٠٨٥	١,٢٥
١٣	١,٤٩	١,٠٩٣	١,٣٦
١٤	١,٦٢	١,١٠١	١,٤٧
١٥	١,٧٦	١,١١١	١,٥٣
١٦	١,٩٠	١,١١٩	١,٧٠
١٧	٢,٠٤	١,١٢٧	١,٨١
١٨	٢,١٩	١,١٣٧	١,٩٣
١٩	٢,٣٤	١,١٤٦	٢,٠٤
٢٠	٢,٥٠	١,١٥٧	٢,١٦
٢١	٢,٦٦	١,١٦٧	٢,٢٨
٢٢	٢,٨٢	١,١٧٦	٢,٤٠
٢٣	٣,٠٠	١,١٨٧	٢,٥٢
٢٤	٣,١٧	١,١٩٨	٢,٦٤
٢٥	٢,٣٤	١,٢٠٨	٢,٧٦
٢٦	٣,٥٢	١,٢٢٠	٢,٨٩
٢٧	٣,٧٠	١,٢٣١	٣,٠١

٢٨	٣٫٨٩	١٫٢٤٣	٣٫١٣
٢٩	٤٫٠٩	١٫٢٥٦	٣٫٢٦
٣٠	٤٫٣٠	١٫٢٦٩	٣٫٣٨
٣١	٤٫٥٠	١٫٢٨١	٣٫٥١
٣٢	٤٫٧٢	١٫٢٩٤	٣٫٦٤
٣٣	٤٫٩٤	١٫٣٠٩	٣٫٧٧
٣٤	٥٫١٧	١٫٣٢٣	٣٫٩٠
٣٥	٥٫٤٠	١٫٣٣٨	٤٫٠٣
٣٦	٥٫٦٤	١٫٣٥٣	٤٫١٧
٣٧	٥٫٨٩	١٫٣٦٩	٤٫٣٠
٣٨	٦٫١٤	١٫٣٨٤	٤٫٤٤
٣٩	٦٫٤١	١٫٤٠١	٤٫٥٨
٤٠	٦٫٦٩	١٫٤١٩	٤٫٧١
٤١	٦٫٩٧	١٫٤٣٧	٤٫٨٥
٤٢	٧٫٢٦	١٫٤٥٤	٤٫٩٩
٤٣	٧٫٥٦	١٫٤٧٤	٥٫١٣
٤٤	٧٫٨٨	١٫٤٩٤	٥٫٢٧
٤٥	٨٫٢٠	١٫٥١٤	٥٫٤٢
٤٦	٨٫٥٥	١٫٥٣٦	٥٫٥٧
٤٧	٨٫٩٠	١٫٥٥٨	٥٫٧١
٤٨	٩٫٢٦	١٫٥٨٠	٥٫٨٦

٤٩	٩٫٦٤	١٫٦٠٤	٦٫٠١
٥٠	١٠٫٠٣	١٫٦٢٨	٦٫١٦
٥١	١٠٫٤٤	١٫٦٥٤	٦٫٣١
٥٢	١٠٫٨٦	١٫٦٨١	٤٫٤٥
٥٣	١١٫٣١	١٫١٧٠	٦٫٦١
٥٤	١١٫٧٧	١٫٧٣٩	٧٫٧٧
٥٥	١٢٫٢٦	١٫٧٧٠	٦٫٩٣
٥٦	١٢٫٧٧	١٫٨٠٣	٧٫٠٨
٥٧	١٣٫٢٩	١٫٨٣٧	٧٫٢٣
٥٨	١٣٫٨٥	١٫٨٧١	٧٫٤٠
٥٩	١٤٫٤٣	١٫٩٠٧	٧٫٥٧
٦٠	١٥٫٠٥	١٫٩٤٨	٧٫٧٣
٦١	١٥٫٦٩	١٫٩٨٨	٧٫٨٩
٦٢	١٦٫٣٧	٢٫٠٣٢	٨٫٠٥
٦٣	١٧٫٠٨	٢٫٠٧٧	٨٫٢١
٦٤	١٧٫٨٤	٢٫١٢٤	٨٫٣٩
٦٥	١٨٫٦٢	٢٫١٧٤	٨٫٥٧
٦٦	١١٩٫٤٧	٢٫٢٢٩	٨٫٧٥
٦٧	٢٠٫٣٩	٢٫٢٨٧	٨٫٩٢
٦٨	٢١٫٣٢	٢٫٣٤٤	٩٫١٠
٦٩	٢٢٫٣٣	٢٫٤١١	٩٫٢٧
٧٠	٢٣٫٤٠	٢٫٤٨٠	٩٫٤٤

وفيما يلى جدول يبين أرقام تصحيح قراءة إيدرومتر البركس تبعاً لاختلاف درجات الحرارة ، وهذه الأرقام تفيد فى حالة المحاليل ذات درجة التركيز المتراوحة بين ٤٠ و٦٠° بركس وباستعمال إيدرومتر مدرج على درجة ٦٨° ف. ويلاحظ أن أرقام التصحيح هذه تطرح من قراءة الإيدرومتر عندما تكون درجة حرارة المحلول أقل من ٦٨° فهرنهيت بينما هى تضاف عندما تكون درجة الحرارة أعلى من ٦٨° فهرنهيت .

°ف	١٠	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	٥٥	٦٠ بركس
٤٠	٠,٥	٠,٦	٠,٧	٠,٨	٠,٨	٠,٩	٠,٩	٠,٩	٠,٩	١,٠
٥٠	٠,٥	٠,٥	٠,٥	٠,٥	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٦
٦٠	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢
٧٠	٠,١	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢
٨٠	٠,٥	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٦	٠,٦
٩٠	٠,٩	١,٠	١,٠	١,٠	١,١	١,١	١,١	١,١	١,١	١,٠
١٠٠	١,٣	١,٤	١,٥	١,٥	١,٥	١,٥	١,٥	١,٥	١,٥	١,٥
١٢٠	٢,٥	٢,٦	٢,٦	٢,٦	٢,٦	٢,٦	٢,٦	٢,٦	٢,٥	٢,٥
١٤٠	٣,٨	٣,٨	٣,٨	٣,٨	٣,٨	٣,٨	٣,٧	٣,٧	٣,٦	٣,٦
١٦٠	٤,١	٥,١	٥,١	٥,١	٥,١	٥,٠	٥,٠	٤,٩	٤,٨	٤,٨
١٨٠	٦,٧	٦,٥	٦,٤	٦,٣	٦,٣	٦,٣	٦,٢	٦,١	٦,٠	٥,٩
٢١٢	١٠,٠	٩,٦	٩,٤	٩,١	٩,٩	٨,٩	٨,٠	٨,٤	٨,٢	٨,١

نظافة مصانع التعليب :

ينخلف عن عمليات تحضير وتعبئة المواد الغذائية فى العلب فضلات وسوائل يجب التخلص منها سريعاً لتعفنها وإكسابها رائحة كريهة للمصنع ، ويراعى المداومة على تنظيف المصنع باستعمال الماء البارد أو الساخن أو البخار ، وكذلك غسل الأدوات والماكينات وتنشيفها . ويمكن استخدام المواد المطهرة. إلا أنه يكتفى فى معظم الحالات بالماء والبخار تحت ضغط يقرب من ٥٠ إلى ٦٠ رطل ، كما قد يزداد الضغط إلى ٤٠٠ أو ٨٠٠ رطل . وفى حالة استعمال المطهرات يجب التخلص من بقاياها تماماً بالغسيل بالماء العادى .

ويفضل استخدام مخلفات الأغذية فى صناعة منتجات أخرى أو فى تغذية الحيوان بدلاً من إعدامها .

اختيار موقع مصنع التعليب وتجهيزه :

عند تحديد أنسب المواقع لإقامة مصانع حفظ الأغذية فى الأوانى المحكمة القفل تؤخذ النقاط التالية فى الاعتبار :

١ — قرب المصنع من حقول إنتاج المواد الخام .

٢ — توفر الأيدى العاملة فى المنطقة المقام بها المصنع .

٣ — توفر المياه الصالحة للشرب الممكن وصولها للمصنع .

٤ — سهولة تصريف مخلفات المصنع ووجود المجارى فى المنطقة .

٥ — سهولة المواصلات لنقل المنتجات للجهات المختلفة .

٦ — اتساع مساحة الأرض المجاورة مما يسمح بالتوسع فى المصنع مستقبلاً عند اللزوم .

٧ — فى حالة عدم توفر كل من الفاكهة والخضر معاً فى المنطقة الزراعية الواحدة يحدد مكان المصنع قريباً من المنتجات التى يلزم تصنيعها بسرعة أى التى لا تتحمل طول مدة الشحن أو التخزين .

٨ ـ تؤخذ ظروف المناخ فى الاعتبار.

ويراعى فى إقامة مبانى المصنع أن يسمح تصميمها بدخول أكبر قدر ممكن من الضوء العادى وأن يسهل تنظيف المبانى . ويفضل أن تتم عمليات التصنيع فى الدور السفلى على مستوى سطح الأرض ، أما الدور العلوى فيستخدم فى تخزين العلب وغيرها . ويجب تغطية الأرضية بالأسمنت لتتحمل عمليات الغسيل المتكررة . ويفضل ارتفاع سقف المبانى لتحسين التهوية والإضاءة . وتوضع الغلاية فى مبنى منفصل قريباً من غرفة التعقيم ، أما غرف التبريد فتكون قريبة من غرف استلام الخامات .

وينصح باحتواء المصنع على غلاية أخرى على سبيل الاحتياط ، إذ يمكن استخدامها عندما تحتاج الأخرى لإصلاح أثناء سير العمل . كذلك يلزم تجهيز المصنع بالإضاءة الصناعية الكافية ، حيث أن معظم هذه المصانع يحتاج إلى استمرار العمل ليلاً فى بعض المواسم .

ويراعى الدقة فى اختيار ماكينات وآلات المصنع لتحقيق الناحية الاقتصادية فى الشراء ولتوفير مساحة الأرض التى توضع عليها الآلات . ومن المهم جداً العناية بصيانة هذه الماكينات . وعادة تطلى الماكينات بقصد المحافظة عليها .

إدارة مصانع التعليب :

يجب أن يدير مصنع التعليب شخص فنى واسع الخبرة ، وأن يستعين المدير بمساعدين فنيين للمعاونة فى أوقات ازدياد ضغط العمل خلال الموسم . ويقوم باستلام الخامات فنى متدرب يجيد تمييز الأصناف ومتابعة تقلبات أسعار الخامات والتعرف على الفساد وفحص العبوات أى العلب الفارغة . ويتولى الإشراف على العمال رؤساء عمال بقصد الرقابة والتوجيه . ويقوم بتحضير المحاليل الملحية والسكرية فنيون مدربون يجيدون الحساب والوزن . أما عملية تعقيم العلب فهى تكاد تكون أهم العمليات الجارية بمصنع التعليب ولذا يجب أن تسند إلى شخص مدرب تدريباً كافياً . ويشترط فى أمين المخزن أن يكون ملماً بالقراءة والكتابة وأن يكون على دراية برسائل الشحن .

إعداد الأغذية المعلبة للمائدة :

لإعداد الخضروات المعلبة كالبسلة مثلاً : يصب المحلول الملحى فى وعاء ويركز بالحرارة إلى ربع حجمه ويضاف إليه البسلة ويستمر فى التسخين حتى الاستواء . وتمتاز هذه الطريقة بالاستفادة من المواد الصابة الذائبة فى المحلول الملحى ؛ وهى كمية لا يستهان بها كما هو واضح من البيانات التالية المحددة لنسب المواد الغذائية فى محلول العلبة منسوبة إلى المواد الغذائية الكلية فى محتويات العلبة الصلبة والسائلة معاً :

المادة المعلبة	بروتين	دهن	ألياف	رماد	كربوايدرات	كالسيوم	فوسفور	حديد
فاصولياخضراء	١٥,٤	—	٤,٤	٣٧,٢	٢٢,٧	١٦,٦	٢٦,٧	٢٤,٥
جزر	١٦,٨	—	٢,٦	٢٦,٩	٢٨,٩	١٧,٢	٢٣,٥	٣٣,٤
بسلة	١٤,٣	٤,٦	٠,٩	٣٨,١	١٧,٤	١٧,٥	٢٥,٨	٢٧,٨
سبانخ	٦,٣	—	١,٣	٢٣,٨	٢٢,١	٠,٧	٢٧,٦	١١,٥

وبالنسبة للفيتامينات تكون النسب فى المحاول الملحى أو السكرى كما يلى :

المادة المعلبة	فيتامين		
	حـ	ب١	ب٢
فاصوليا خضراء	٣٨	٣٣	٢٥
جزر	٣٣	٣١	٢٤
بسلة	٣٨	٣٣	٢٩
سبانخ	٤٦	٣٩	٣٢
مشمش	٤٧	٥٠	٤٥
خوخ	٣٣	٣٠	٣٩
كمثرى	٣٢	٤٣	٣١
أناناس شرائح	٤١	٤٠	٣٤

مقاسات العلب الشائعة :

تستعمل العلب بأحجام متفاوتة لتوفى باحتياجات لأفراد والعائلات والجماعات والمؤسسات . ويتحدد شكل العلبة أحياناً تبعاً للشكل الطبيعى للمواد الغذائية المراد تعبئتها كما فى حالة السردين مثلاً . وأشهر مقاسات العلب مدونة فى الجدول التالى بالصفحات التالية :

فساد الأغذية المعلبة :

تفسد المواد الغذائية المحفوظة فى أوانٍ محكمة القفل بسبب عدم كفاية

اسم العلبة	أبعاد العلبة بالبوصة		اسم العلبة بالأرقام	الوزن الصافي بالأوقية	الوزن الصافي للسائل بالأوقية	عدد الكوبات	عدد العلب بالصندوق	المواد المعبأة
	القطر	الارتفاع						
2Z	٢ ١/٨	٢ ١/٤	٢٠٢×٢٠٤	٣ ١/٤	٣ ١/٤	١/٣	٢٤ ، ٤٨	عيش الغراب
	٢ ١/٨	٢ ٧/٨	٢٠٢×٢١٤	٤ ٣/٤	٤ ١/٤	١/٢	١٢، ٢٤، ٤٨	غذاء أطفال
6Z	٢ ١/٨	٣ ١/٢	٢٠٢×٣٠٨	٦	٥ ١/٤	٢	٢٤، ٤٨، ١٠٠	عجينة طماطم
	٢ ١/٢	١ ٩/١٦	٢٠٨×١٠٩	٣	٢ ٣/٤	١/٣	٢٤، ٤٨، ٩٦	لحم
5Z	٢ ١١/١٦	٢	٢١١×٢٠٠	٤ ٣/٤	٤	١/٢	٢٤، ٤٨، ٩٦	عصير ليمون ، زيتون
Smallcranberry	٢ ١١/١٦	٢ ٣/٨	٢١١×٢٠٦	٧	٥ ١/٤	٢/٣	٢٤ ، ٤٨	عصير توت برى
4Z	٢ ١١/١٦	٢ ٣/٤	٢١١×٢١٢	٦ ٣/٤	٦ ١/٢	٣/٤	٢١ ، ٢٤	عيش الغراب
	٢ ١١/١٦	٢ ٧/٨	٢١١×٢١٤	٨ ١/٢	٦ ٣/٤	٣/٤	١٢ ، ٢٤	غذاء أطفال
8Z short	٢ ١١/١٦	٣	٢١١×٣٠٠	٧ ٣/٤	٧	٣/٤	٢٤، ٣٦، ٤٨ ٧٢ ، ٩٦	صلصلة طماطم
8Z tall	٢ ١١/١٦	٣ ١/٤	٢١١×٣٠٤	٨ ١/٢	٧ ٣/٤	١	٢٤، ٣٦، ٤٨ ٧٢ .	خضروات . لحوم . أسماك . فواكه
No. 1. Picnic	٢ ١١/١٦	٤	٢١١×٤٠٠	١٠ ١/٢	٩ ١/٢	١ ١/٢	٢٤ . ٤٨	خضروات لحوم أسماك فواكه

اسم العلبة	أبعاد العلبة بالبوصة		اسم العلبة بالأرقام	الوزن الصافي		عدد الكوبات	عدد العلب	المواد المعبأة
No. 211 Cylinder	$2\frac{11}{16}$	$4\frac{7}{8}$	٤١٤×٢١١	١٢	١٣	$1\frac{1}{2}$	٢٤، ٣٦، ٤٨	عصير فاكهة أو طماطم
Pint dive	$2\frac{11}{16}$	٦	٦٠٠×٢١١	١٥	٩	٢	١٢، ٢٤	زيتون
4Z Pimientos	٣	$1\frac{1}{2}$	١٠٨×٣٠٠	$3\frac{3}{4}$	٤	$\frac{1}{2}$	٤٨، ٩٦	بهار
7Z Pimientos	٣	$2\frac{3}{8}$	٢٠٦×٣٠٠	$6\frac{3}{4}$	٧	$\frac{3}{4}$	٢٤، ٤٨، ٩٦	بهار
8Z. Mushroom	٣	٤	٤٠٠×٣٠٠	١٢	$12\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	١٢ : ٢٤، ٤٨	عيش غراب
No. 300	٣	$4\frac{7}{16}$	٤٠٨×٣٠٠	$13\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	٢٤، ٣٦، ٤٨	خضروات ؛ فاكهة ؛ عصير ، لحوم ، أسماك
	٣	$4\frac{9}{16}$	٤٠٩×٣٠٠	١٤	١٦	$1\frac{3}{4}$	٢٤، ٤٨	لحوم
	٣	$4\frac{11}{16}$	٤١١×٣٠٠	$14\frac{1}{2}$	١٥	$1\frac{3}{4}$	٢٤، ٤٨	بهار
No. 300 cylinder	٣	$5\frac{9}{16}$	٥٠٩×٣٠٠	ثمن+١ جالون	١٩	٢	٢٤	شوربة
No. 1 pineapple	$3\frac{1}{16}$	٤	٤٠٠×٣٠١	$12\frac{1}{2}$	$13\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	٤٨	أناناس
No. 1 Tall	$3\frac{1}{16}$	$4\frac{11}{16}$	٤١١×٣٠١	١٥	١٦	٢	٢٤، ٤٨	فاكهة ، عصير ، خضر ، أسماك
No. 303	$3\frac{3}{16}$	$4\frac{3}{8}$	٤٠٦×٣٠٣	١٥	١٦	٢	١٢، ٢٤، ٣٦	خضر ، فاكهة ، عصير ، شوربة

اسم العلبة	أبعاد العلبة بالبوصة		اسم العلبة بالأرقام	الوزن الصافى	عدد الكوبات	عدد العلب	المواد المعبأة
No. 303 cylinder	٣ ٣/١٦	٥ ٩/١٦	٣٠٣ × ٥٠٩	٢١	ثمن + ٣	٢ ١/٢	١٢ ، ٢٤	شوربة، عصير فاكهة أوطماطم
No. 1 Flat	٣ ٧/١٦	٢ ٣/١٦	٣٠٧ × ٢٠٣	٩	٨	١	٤٨	أناناس
Kitchenette	٣ ٧/١٦	٢ ٧/٨	٣٠٧ × ٢١٤	٢	١١	١ ١/٢	٢٤ ، ٣٦	خضار باللحم
No. 2 Vacuum	٣ ٧/١٦	٣ ٣/٨	٣٠٧ × ٣٠٦	١٧	١٣	١ ٣/٤	٢٤	خضروات (تحت تفريغ)
No. 95	٣ ٧/١٦	٤	٣٠٧ × ٤٠٠	١٢	ثمن	٢	٢٤	خضروات »
No. 2	٣ ٧/١٦	٤ ٩/١٦	٣٠٧ × ٤٠٩	٢٠	ثمن + ٢	٢ ١/٤	١٢ ، ٢٤	فاكهة، خضر، عصير، شوربة
No. 2 XT	٣ ٧/١٦	٥ ٣/٨	٣٠٧ × ٥٠٦	٢٥	ثمن + ٦	٢ ٣/٤	٢٤	أناناس
Jumbo	٣ ٧/١٦	٥ ٥/٨	٣٠٧ × ٥١٠	٢٥	ثمن + ٧	٣	١٢ ، ٢٤	خضار باللحم
No. 2 Cylinder	٣ ٧/١٦	٥ ٣/٤	٣٠٧ × ٥١٢	٢٦	ثمن + ٧	٣	٢٤	شوربة، عصير فاكهة أوطماطم
No. 2 Tall	٣ ٧/١٦	٦ ١/٤	٣٠٧ × ٦٠٤	٢٦	ثمن + ١٠	٣ ١/٤	١٢ ، ٢٤	أسبرجس
Quart Olive	٣ ٧/١٦	٧ ١/٤	٣٠٧ × ٧٠٤	١٨	ثمن + ١٤	٣ ٣/٤	١٢ ، ٢٤	زيتون
No. 1 1/4	٤ ١/١٦	٢ ١٥/٣٢	٤٠١ × ٢٠٧,٥	١٤,٥	١٢ ١/٢	١ ١/٢	٣٦ ، ٤٨	أناناس
No. 2 1/2	٤ ١/١٦	٤ ١١/١٦	٤٠١ × ٤١١	٢٩	ثمن + ١٠	٣ ١/٤	١٢ ، ٢٤	فاكهة، خضر، لحوم، عصير

اسم العلبة	أبعاد العلبة بالبوصة		اسم العلبة بالأرقام	الوزن الصافى	عدد الكوبات	عدد العلب	المواد المعبأة
No. 3 Vacuum	٤ ١/٤	٣ ٧/١٦	٤٠٤×٣٠٧	٢٣	٢ ٣/٤	٢٤	خضر ، لحوم
No. 3 Cylinder	٤ ١/٤	٧	٤٠٤×٧٠٠	٥٠	٥ ٣/٤	١٢	عصير فاكهة أو طماطم ، خضر
No. 10	٦ ٣/١٦	٧	٦٠٣×٧٠٠	١٠٦	١٢	٦	خضر ، فاكهة ، عصير ، لحوم ، شوربة ، أسماك
No. 1 Square	٣ عرض ٣ ١/٢ طول	٣ ١/٢	٣٠٠×٣٠٨×٣٠٨	١٦	٢	٢٤ ، ٤٨	أسبرجس
No, 2 1/2	٣ عرض ٣ ١/٢ طول	٦ ١/٤	٣٠٠×٣٠٨×٦٠٤	٣١	٣ ٣/٤	٢٤	أسبرجس
12 Z Oblo	٢ ١/٨ عرض ٣ ٧/٨ طول	٣ ٣/١٦	٣١٤×٢٠٢×٣٠٣	١٢	—	٢٤	لحوم

التعقيم مما يؤدى إلى عدم إتلاف بعض الجراثيم البكتيرية وبالتالى نمو هذه الجراثيم فيما بعد ، أو قد يكون سبب الفساد وجود تنفيس فى الأوانى يؤدى إلى إعادة التلوث . وفى قليل من الحالات تحتفظ بعض البكتيريا بحيويتها نتيجة لقدرتها على تحمل الحموضة ولانخفاض درجة حرارة أو مدة تعقيم الأغذية الحمضية أو لعدم تعقيم هذه الأغذية والاكتفاء بالتعبئة وهى ساخنة . مثال ذلك بكتريا حامض اللكتيك . وغالبية الفساد تنشأ من الجراثيم المقاومة للحرارة فى الأغذية قليلة الحموضة ذات pH يزيد على ٤.٥ . والبكتريا المسببة للفساد تقع ضمن ثلاث مجموعات محبة للحرارة ومجموعة تنمو على درجة الحرارة العادية . فالثلاث مجموعات الأولى تشمل :

(ا) Aerobic Flat Sour group ومنها :

Bacillus Stearothermophilus

(ب) Aerogenic Anaerobe بكتريا لاهوائية حتماً لا تكون غاز كبريتور إيدروجين ومنها :

Clostridium Thermosaccharolyticum

(حـ) Nonaerogenic anaerobe بكتريا لاهوائية حتماً منتجة لغاز كبريتور الإيدروجين . ومنها : Clostridium nigrificans

الفساد بالبكتريا المسببة للحموضة :

يتميز حدوث هذا الفساد بفعل بكتريا Flat Sour بارتفاع فى الحموضة دون تكون غازات . وهذه البكتريا غير هوائية اختياراً كما أن بعضها محبة للحرارة وبعضها ينمو على درجات حرارة متباينة . والمعروف عن جراثيم هذه البكتريا أنها شديدة المقاومة للحرارة . ولهذه البكتريا أهمية خاصة فى الأغذية منخفضة الحموضة مثل البسلة والذرة . ويديهى أن الفساد بفعل هذه البكتريا

لا يصحبه انتفاخ العلب بسبب عدم تكون غازات ، كما أن المادة الغذائية لا يعترى مظهرها تغيير واضح سوى تغير الرائحة . وتصل حموضة المادة الغذائية إثر نشاط هذه البكتريا إلى pH ٤,٢ إلى ٥ . ويمكن كشف الفساد بالاختبار الميكروسكوبى حيث يشاهد وجود خلايا بكتيرية عصوية ، أما الجراثيم فلا تظهر لأنها لا تتكون فى وجود الحموضة .

الفساد بالبكتريا المنتجة للغازات المحبة للحرارة :

عند فساد المسواد الغذائية بفعل البكتريا المحبة للحرارة اللاهوائية Thermophilic gaseous spoilage تنتفخ العلب بدرجة كبيرة . وتحتوى الغازات المتولدة على نسبة كبيرة من الإيدروجين القابل للاشتعال . وعادة تتغير رائحة المواد الغذائية فتصبح الرائحة شبيهة برائحة حمض البيوتريك . وتتكاثر البكتريا المسببة لهذا النوع من الفساد فى الأغذية قليلة ومتوسطة الحموضة . ويمكن مشاهدة هذه البكتريا ميكروسكوبيًا فهى تظهر فى شكل خلايا عصوية .

الفساد الكبريتى :

هذا النوع من الفساد sulfide spoilage قليل الحدوث ، وهو يظهر فى الأغذية قليلة الحموضة بفعل بكتريا لا هوائية حتماً محبة للحرارة منتجة لغاز كبريتور الإيدروجين ، ويكون مصحوباً بظهور رائحة الغاز وأحياناً باسوداد فى اللون .

الفساد التعفنى :

هذا الفساد Putrefactive spoilage يظهر فى الأغذية قليلة الحموضة وأحياناً فى المتوسطة الحموضة أيضاً مثل الاسبرجس . ويصحب هذا الفساد إنتفاخ العلب وتعفن محتوياتها . وبالفحص الميكروسكوبى للأغذية الفاسدة يمكن مشاهدة الجراثيم والخلايا العصوية .

الفساد غير العادى :

من أمثلة الفساد غير العادى حدوث الفساد فى عصير الطماطم الحمضى بفعل البكتريا المنتجة للغازات Flat Sour . ويصحب هـذا الفساد فقد فى التفريغ وانخفاض فى قيمة pH . ويمكن مشاهدة الخلايا البكتيرية بالميكروسكوب ، كما يمكن الوقوف على التغير فى الحموضة وفى النكهة . ولا تشاهد جراثيم عادة . ومن أمثلة الأحياء الدقيقة المسببة لهـذا الفساد Bacillus coagulans المعروف أحياناً باسم B. thermoacidurans . ومن أنواع الفساد غير العادى أيضاً ظهور اللون الأسود فى البنجر بفعل بكتريا هوائية محبة للحرارة مكونة للجراثيم تعرف باسم Bacillus betanigrificans . ولا يظهر اللون الأسود إلا فى حالة وجود الحديد .

الأوانى المرشحة :

تتعرض الأغذية المعلبة للفساد عندما تكون العلب غير محكمة القفل أو غير جيدة اللحام الجانبى ، بفعل الأحياء الدقيقة التى تدخل العلب من مناطق التنفيس . ويصحب هذا التلوث ظهور انتفاخ فى العلب وتغير فى رائحة ومظهر المواد وفى رقم pH وتكون غازات معظمها ثانى أكسيد كربون .

مصادر البكتريا المسببة لفساد المعلبات :

توجد البكتريا المسببة لفساد الأغذية المعلبة منتشرة فى الطبيعة خصوصاً فى الأراضى الزراعية ، ولهذا فهى تلوث الخامات المراد تصنيعها وبالتالى تدخل المصنع عن طريق الخامات . كما توجد جراثيم هذه البكتريا أحياناً فى السكر والنشا بأعداد كبيرة . وقد تتلوث الأغذية أثناء تصنيعها بالميكروبات التى توجد فى الآلات والأوانى والصهاريج خصوصاً الخشبية منها . ومن هنا تظهر أهمية النظافة فى مصانع التعليب .

مواصفات الأغذية المعلبة :

وضعت معظم الدول مواصفات لمعظم الأغذية المعلبة ، وما زال العمل جارياً لوضع مواصفات لمزيد من المنتجات . ويلتزم الصانع فى أمريكا بتحديد مكونات العلبة على بطاقاتها فى حالة عدم وجود مواصفات لهذا الناتج . وللحوم وضع خاص فى تحديد المواصفات .

الانتفاخ الإيدروجينى :

يؤدى تكون غاز الإيدروجين فى العلب إلى انتفاخها وتصبح العلب معروفة باسم Springers أو Swells . وإن كان تكون هذا الإيدروجين لا يكسب المواد الغذائية صفة السمية إلا أن هذه العلب المنتفخة لا تباع . ويعزى تكون غاز الإيدروجين إلى تفاعل أحماض المادة الغذائية مع معدن العلب الصفيح ، إذ أن الطلاء بالقصدير لا يكون كاملاً عادة حيث يترك فى عملية الطلاء بعض البقع الصغيرة العارية . ولتحاشى حدوث الانتفاخ الإيدروجينى ينصح باتباع طريقة الرذاذ فى تغطية سطح العلب الداخلى بالمادة الورنيشية ، وبقفل العلب على درجة حرارة مرتفعة نسبياً ، وملء العلب إلى بعد ربع بوصة فقط من فوهتها حيث يستنفذ الغطاء ثمن بوصة ويتبقى فراغ ارتفاعه ثمن بوصة .

ويطلق على الانتفاخ الشديد الذى يعترى العلب الاصطلاح « الانتفاخ الصلب Hard swell » . ويتميز هذا الإنتفاخ ببروز أحد طرفى العلبة أو كل من الغطاء والقاع للخارج بصفة مستديمة إذ يتعذر دفعهما للداخل بالضغط عليهما بالأصابع . أما المراحل الأولى من الإنتفاخ . والتى تؤدى فى النهاية إلى حدوث الانتفاخ الصلب ، فيطلق عليها أسماء متنوعة منها « الانتفاخ اللين soft swell » الذى يتميز على سابقه بإمكان دفع الغطاء أو القاع البارز إلى الداخل بالضغط عليه بأصابع اليد ، « والانتفاخ اللولبى Springer » ، ويتميز ببروز أحد طرفى العلبة فقط للخارج دون الطرف الآخر ويمكن أن يرتد هذا الطرف للداخل بالضغط عليه بالأصابع إلا أنه فى هذه الحالة يبرز الطرف المقابل من العلبة للخارج ، « والانتفاخ المستتر Flipper » وهو كما يستدل عليه من اسمه لا يكون ظاهراً

Saccharomyces ellipsoideus

(شكل ٨٨)

خلايا الخميرة المسببة لفساد الفواكه وبعض الأغذية الحمضية الأخرى

Clostridium sporogenes

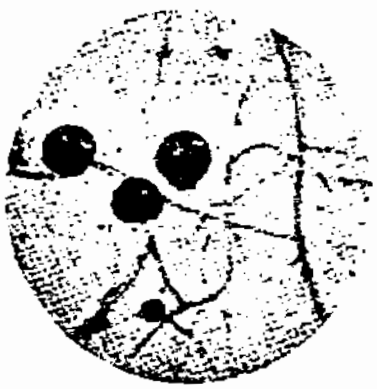
(شكل ٨٩)

البكتريا المقاومة للحرارة المسببة لفساد الأغذية قليلة الحموضة المعلبة

بل يظهر فى حالة طرق العلبة على جسم صلب حيث يسبب ذلك بروز أحد طرفى العلبة للخارج ويمكن أن يرتد هذا الطرف للداخل بالضغط عليه بالأصابع .

صلاحية الأغذية المعلبة :

تبقى المواد الغذائية المحفوظة فى أوانى محكمة القفل صالحة للاستعمال على مر السنين طالما كانت العبوة نفسها فى حالة سليمة أى لم تتآكل من الداخل بتأثير تفاعل المعدن مع مكونات المادة الغذائية أو من الخارج بفعل العوامل الجوية وظروف التخزين والتداول . وأهم العوامل التى تحدد مدى بقاء الأغذية المعلبة فى حالة صالحة للاستهلاك هى درجة



(شكل ٩٠)

بعض فطريات من جنس Mucor

الحرارة وقت إحكام قفل العبوات وبالتالى كمية الأكسجين المتبقية بداخل العبوات ، والفراغ العلوى بداخل العلبة ، وكمية ونوع مادة الطلاء على السطح الداخلى للعبوات ، ودرجة حرارة التخزين .

ولما كانت معظم الأغذية المعلبة ذات تأثير حمضى فمن المتوقع تفاعل مكونات الأغذية الحمضية مع معدن العلب مما يؤدى إلى إذابة جزء من القصدير والحديد وتصاعد غاز الأيدروجين الذى يحدث ضغطاً على جدران العلبةالداخلية. ومما ينصح به أحياناً نقل المادة الغذائية إلى آنية زجاجية أخرى بعد فتح العلبة تحاشياً لاستمرار تفاعل المكونات الحمضية للمادة مع معدن العلبة فى وجود الأكسجين مما يسبب إذابة جزء من المعدن . وينفذ ذلك فى حالة الأغذية التى تحتوى على أحماض تدخل التفاعل فى وجود الأكسجين . فيما عدا ذلك فالمعتقد أن العلبة هى أفضل إناء يمكن أن تحفظ به بقية المادة الغذائية بعد فتح العلبة واستهلاك جزء من مكوناتها .

القيمة الغذائية للأغذية المعلبة :

أجريت الأبحاث العديدة لتحديد القيمة الغذائية لكثير من المواد الغذائية المعلبة وكذلك لتحديد تأثير عمليات التصنيع المختلفة على القيمة الغذائية للمنتجات المعلبة .

فبالنسبة للكربوايدرات ، أى أغذية الطاقة ، تزداد القيمة الحرارية لبعض المنتجات المعلبة عن نظيرتها الطازجة المطهية بسبب تعبئة هذه المنتجات فى محاليل سكرية تزيد من مقدار السعرات المستمدة من الغذاء المعلب . وفيما عدا ذلك تكون القيمة الحرارية للأغذية المعلبة متساوية مع نظيرتها للجزء الصالح للأكل من نفس الأغذية .

وبالنسبة للبروتينات يبدو أن عمليات الحفظ ' الأوانى المحكمة القفل لا تؤثر فى القيمة الحيوية للبروتينات .

أما المعادن فيفقد جزء منها فى ماء السلق أثناء تحضير المواد الغذائية للحفظ فى العلب .

وتتفاوت الفيتامينات فيما بينها فى مدى تأثرها بعمليات التعليب . ففيتامين (ا) والكاروتين لا يذوبان فى الماء ولا يتلفان بالحرارة فى غياب الأوكسجين ، لكن الفيتامين يتلف بالأكسدة ويفقد جزء من الكاروتين أثناء التخزين خصوصاً فى حالة ارتفاع درجة الحرارة . ويفقد فيتامين ج بالأكسدة تحت تأثير الأوكسجين أو الإنزيمات ، وتساعد حرارة السلق والتعرض للأكسجين على زيادة الفقد فى الفيتامين ، كما يؤدى التقشير والتقطيع والفرم إلى تجريح بعض الخلايا وخروج الإنزيم مما يساعد على زيادة الأكسدة والفقد فى الفيتامين. أما عملية السلق فلها تأثير آخر على الفيتامين حيث تقتل الأنزيمات وتطرد الهواء من الفراغات البينية مما يؤدى إلى المحافظة على الفيتامين . وهناك بعض المنتجات المعلبة الغنية بفيتامين ج ، مثل عصير الطماطم والموالح والأناناس ، لا تسلق عادة فهى تعتبر من المعلبات الغنية بالفيتامين . وينصح بتخزين المعلبات على درجة حرارة لا تتجاوز ٧٠ فهرنهيت للمحافظة على فيتامين ج . أما فيتامين د فلا يتأثر بحرارة ومعاملات التعليب . إلا أن الثيامين يفقد جزء كبير منه أثناء التعليب بسبب قابليته للذوبان فى الماء وتأثره بالحرارة فى الوسطين المتعادل والقلوى . لذلك ينصح بسلق المواد الغذائية فى البخار بدلاً من الماء . ويعتبر الريبوفلافين ثابتاً لا يتأثر بالحرارة فى الوسطين المتعادل والحمضى ، لكنه يفقد بتأثير الحرارة فى الوسط القلوى ، كما أنه يتأثر بالضوء ويذوب جزء منه فى ماء السلق . ولا تفقد نسبة ملحوظة من الريبو فلافين أثناء التخزين حتى عندما ترتفع الحرارة . وبالنسبة للنياسين فقد لوحظ ثباته فى الوسطين الحمضى والقلوى وكذلك أثناء التخزين ، إلا أن جزءاً منه يفقد فى ماء السلق . ويتأثر حمض البانتوثنيك بالحرارة كما يذوب جزء منه فى ماء السلق .

وفيما يلى القيمة الغذائية لبعض المواد المعلبة :

الغذاء	مواد صلبة	رماد	دهن	بروتين	ألياف	كربوايدرات	السعرات	
	النسب المئوية						فى ١٠٠ جم	فى رطل
تفاح	٣٢,٩	٠,٣	٠,٤	٠,٧	٠,٧	٣٠,٨	١٣٠	٥٩٠
عصير تفاح	١١,٥	٠,٢	٠,١	٠,١	آثار	١١,٢	٤٥	٢٠٠
عصير مهروس	١١,٩	٠,٢	٠,٢	٠,٣	٠,٦	١٠,٢	٤٣	٢٠٠
مشمش	٨,٦	٠,٤	٠,١	٠,٥	٠,٣	٦,٩	٣٠	١٤٠
عصير مشمش	١١,٦	٠,٥	٠,٤	٠,٥	آثار	١٠,٢	٤٧	٢١٠
أسبرجس	٦,١	١,٣	٠,٣	١,٦	٠,٥	٢,٤	١٩	٩٠
موز	٢٥,٥	٠,٦	٠,٧	١,٣	٠,٤	٢٢,٢	١٠٠	٤٥٠
فاصوليا خضراء	٦,٣	١,٤	٠,٢	٠,٩	٠,٥	٣,٣	١٩	٩٠
فاصوليا ليما	١٨,٥	٠,٧	٠,٣	٤,٣	١,٣	١٣,٤	٧٤	٣٤٠
فاصوليا فى عصير طماطم	٣١,٥	١,٨	٢,٢	٥,٩	١,٩	١٩,٧	١٢٢	٥٥٠
لحم بقرى مفروم	٤٠,٧	٣,٤	١٢,٠	٢٥,٣	—	آثار	٢٠٩	٩٥٠
بنجر	١٣,٤	٠,٧	٠,١	١,٢	٠,٧	١٠,٨	٤٩	٢٢٠
عصير جزر	٦,٨	٠,٣	٠,٢	٠,٣	آثار	٦,٠	٢٧	١٢٠
جزر	٩,٠	٠,٦	٠,٣	٠,٨	٠,٩	٦,٦٠	٣٢	١٥٠
قنبيط	٤,٩	٠,٥	٠,٤	١,١	٠,٧	٢,٢	١٧	٨٠

الغذاء	النسب المئوية						التمرات	
كرفس	٤,٢	١,٠	٠,١	٠,٦	٠,٦	١,٩	١١	٥٠
جبن	٣٣,٧	—	١٤,٦	—	١٠,٢	٦,٤	١٩٨	٩٠٠
كريز	١٣,٢	٠,٤	٠,٣	٠,١	٠,٨	١١,٥	٥٠	٢٣٠
عصير كريز	١٢,٣	٠,٣	٠,٦	آثار	٠,٥	١٠,٩	٥١	٢٣٠
لحم دجاج	٣٨,١	٢,٤	٨,٠	—	٢٩,٨	—	١٩٢	٨٧٠
كاكاو	٩٦,٥	٤,٧	٢٣,٥	٤,٨	١٨,٦	٤٣,٠	٤٦٢	٢١٠٠
جوز هند	٨٤,٠	٠,٣	٤١,٤	٤,٢	٤,٤	٣٣,٧	٥٢٣	٢٣٨٠
حبوب ذرة	١٨,٢	٠,٨	٠,٦	٠,٦	١,٩	١٤,٣	٦٨	٣١٠
حبوب ذرة صفراء	١٩,٦	١,٠	٠,٦	٠,٥	١,٩	١٥,٦	٧٦	٣٤٠
كريمة مخفوقة	٤٢,٠	٠,٥	٣٦,٠	—	٢,٨	٢,٥	٣٤٦	١٥٧٠
بيض مجفف	٩٨,٠	—	٤٣,٣	—	٤٨,٢	٢,٦	٥٩٣	٢٦٩٠
تين	١٢,٦	٠,٤	٠,١	٠,٨	٠,٥	١٠,٨	٤٦	٢١٠
مخلوط فواكه	٨,٨	٠,٢	٠,٨	٠,٤	٠,٣	٧,٠	٣٦	١٦٠
عصير جريب فروت	١٢,٢	٠,٤	٠,١	٠,١	٠,٥	٨,٧	٣٨	١٧٠
عنب بناتى	١١,٥	٠,٢	٠,٧	٠,٢	٠,٤	١٠,٠	٤٨	٢٢٠
خضر باللحم	٣٠,٦	—	٦,١	—	١٥,١	٧,٠	١٤٣	٦٥٠
قلب عجانى	٢٣,٧	١,٤	٣,٤	—	١٨,٢	—	١٠٣	٤٧٠
لحم ضأن	٢٥,٧	١,٤	٦,٣	—	١٨,٢	—	١٣١	٥٩٠
عصير ليمون	٩,٦	٠,٣	٠,٢	آثار	٠,٥	٢,٣	١٣	٦٠

الغذاء	النشب المئوية				السعرات			
كبد عجالى	٢٩,٨	١,٧	٤,٣	٢١,٦	—	—	١٢٥	٥٧٠
لبن مركز	٢٦,٢	١,٥	٧,٩	٧,٢	—	٩,٩	١٣٨	٦٣٠
لبن ماعز مركز	٢٤,٢	١,٦	٧,٢	٨,٠	—	٨,٤	١٣١	٥٩٠
لبن فرز	٩,١	٠,٧	٠,١	٣,٢	—	٤,٩	٣٣	١٥٠
لبن فرز مركز	٢٠,٠	٢,٠	٠,٣	٧,٣	—	١٠,٤	٧٤	٣٤٠
لبن فرز مجفف	٩٦,٥	٧,٩	١,٠	٣٥,٦	—	٥٢,٠	٣٥٩	١٦٣٠
لبن كامل	١٢,٤	٠,٧	٣,٥	٣,٣	—	٤,٧	٦٤	٢٩٠
لبن كامل مجفف	٩٨,٠	٥,٦	٢٨,٠	٢٦,٧	—	٣٧,٧	٥١٢	٢٣٢٠
لبن بالمولت مجفف	٩٧,٤	٣,٦	٨,٥	١٤,٦	٠,٣	٧٠,٤	٤١٨	١٩٠٠
زيتون	٢٢,٠	٢,٢	١٣,٩	١,٣	٢,٢	٢,٥	١٤١	٦٤٠
برتقال	١٦,٨	٠,٥	٠,٢	٠,٩	٠,٥	١٤,٧	٦٤	٢٩٠
عصير برتقال	١٢,٤	٠,٥	٠,٢	٠,٩	٠,٠٣	١٠,٧	٤٨	٢٢٠
عصير برتقال مركز	٧١,٠	٢,٤	—	٤,٥	—	٥٦,٤	٢٤٧	١١٢٠
خوخ	٧,١	٥,٢	٠,١	٠,٣	٠,٢	٦,٠	٢٦	١٢٠
عصير خوخ	١١,٣	٠,٤	٠,٤	٠,٤	آثار	١٠,١	٤٦	٢١٠
عصير كمثرى	١٢,٤	٠,٣	٠,٥	٠,٣	آثار	١١,٣	٥١	٢٣٠
كمثرى	٨,٨	,٢	٠,٢	٠,٣	٠,٩	٧,٣	٣٢	١٥٠
بسلة	١١,٩	٠,٤	٠,٣	٣,٤	١,٠	٦,٨	٤٣	٢٠٠

الغذاء	النسب المئوية					السعرات		
بسلة وجزر	١١,٣	١,٣	٠,١	٢,٢	١,٢	٦,٤	٣٦	١٦٠
فلفل	٩,٠	١,١	٠,٤	٠,٩	٠,٦	٦,١	٣١	١٤٠
أناناس مهروس	١٥,٩	٠,٤	آثار	٠,٦	٠,٥	١٤,٢	٦٠	٢٧٠
عصير أناناس	١٥,١	٠,٤	٠,١	٠,٤	٠,١	١٣,٩	٥٨	٢٦٠
برقوق	١٠,٦	٠,٣	٠,١	٠,٥	٠,٢	٩,٥	٤١	١٩٠
عصير برقوق	١٤,٢	٠,٣	٠,٥	٠,٣	٠,١	١٣,٠	٥٨	٢٦٠
قراصيا	٣٨,٤	١,١	٠,١	١,٣	٠,٧	٣٥,٢	١٤٧	٦٧٠
سلمون	٣٢,٥	١,٧	٨,٩	٢٠,٧	—	—	١٦٢	٧٤٠
سردين فى الزيت	٤٤,٨	٣,٨	٢٢,١	١٩,٥	٠,١	٠,٥	٢٨٠	١٢٧٠
جمبرى	٢١,٩	٤,٧	٠,٧	١٥,٦	٠,١	٠,٤	٧٢	٣٣٠
سبانخ	٧,٩	٠,٩	٠,٤	٢,٩	٠,٩	٢,٩	٢٦	١٢٠
شليك	٨,٩	٠,٥	٠,٦	٠,٩	١,٣	٥,٦	٣٢	١٥٠
كوسه	٩,٨	٠,٦	٠,٣	١,٠	١,٢	٦,٧	٣٩	١٨٠
بطاطا	٢٩,١	٠,٩	٠,١	١,٥	١,٠	٢٥,٧	١٠٩	٤٩٠
عسل ذرة	٧٥,٠	٠,٦	—	—	—	٧٤,٠	٢٩٧	١٣٥٠
طماطم	٦,٥	٠,١	٠,١	١,١	٠,٣	٤,٩	٢١	١٠٠
عصير طماطم	٦,٢	٠,٥	٠,٢	١,١	٠,٢	٤,٠	٢٢	١٠٠
عجينة طماطم	٢٨,٣	٣,٣	١,٤	٤,٧	٠,٩	١٧,٨	١١٠	٤٨٠
بوريه طماطم	١٠,٨	١,٣	٠,٥	١,٨	٠,٤	٦,٨	٤٠	١٨٥
سمك تونة	٤٥,٠	١,٨	١٧.٧	٢٤,٤	—	—	٢٦١	١١٨٠
لحم بتلو	٢٣.٣	١,٥	٢,١	٢٠,٥	—	—	١٠٠	٤٥٠
شوربة خضار	١٤,٥	١,٤	٠,١	٢,٧	٠,٤	٩,٩	٥١	٢٣٠

وفيما يلى نسب الفيتامينات فى بعض الأغذية :

المادة الغذائية	فيتامين ا و د وحدة دولية فى ١٠٠ جم ا	د	المادة الغذائية	فيتامين جـ كاروتين ملجم فى ١٠٠ جم	
زبد	٣٣٠٠	٢٠٠	مشمش معلب	٣	١,٥
مسلى	٣٠٠٠	—	مشمش طازج	٤	١,٦
جبن روكفور	٤٠١٠	—	كريز معلب	٧	٠,٥
جبن سويسرى	٢٢٠٠	—	كريز طازج	٨	٠,٤
قشدة	١٦٤٠	٥٠	عصيرجريب فروت معلب	٣٦	٠,٠١
بيض مجفف	—	٢٢٠	عصيرجريب فروت طازج	٢٠	—
بيض طازج	١٠٠٠	—	عصير ليمون معلب	٤٥٠	٠,٠١
صفار بيض	٢٥٠٠	٣٥٠	عصير ليمون طازج	٣٨	—
لبن مكثف محلى	٧٠٠	—	عصير برتقال معلب	٤٥	٠,١
لبن فرز مجفف	١٤٠	—	عصير برتقال طازج	٥٦	٠,١١
لبن كامل مجفف	١٥٠٠	—	خوخ معلب	٤	٠,٣٤
لبن مركز	—	٣	خوخ طازج	٨	٠,٥٢
لبن مبستر	٢٥٠	٥	كمثرى معلبة	١٠٠	آثار
سمك معلب	—	١٦٠٠	كمثرى طازجة	٤	٠,١٠
سمك مدخن	٨٤	١٩١٠	عصير أناناس معلب	٩	٠,٠٢
سلمون معلب	٨٠٠	٣٠٠	عصير أناناس طازج	١٢	٠,٠٧
سردين معلب فى زيت	٢٠٠	٩٠٠	برقوق معلب	١ —	٠,٢
جمبرى	٦٠	١٥٠	برقوق طازج	٥	٠,٢١

المادة الغذائية	فيتامين ا و د وحدة دولية فى ١٠٠ جم ا	د	المادة الغذائية	فيتامين حـ كاروتين ملجم فى ١٠٠جم
تونة	٢٥	—	جوافة	١.٣ —
كبدة بقرى	٢٠٠٠٠	٤٧	مانجو	١.٣ ٠.٥١
كبدة بقرى مجففة	٦٠٠٠٠٠	—	عصير طماطم معلب	١٦.٠ ٠.٦
لحم دجاج	٤٠٠٠٠	—	عصير طماطم طازج	٢٥ ٠.٦٦
كبدة دجاج	٢٤٠٠٠	—	فاصوليا خضراء معلبة	٠.٦٥ ٠.٢٠
			فاصوليا خضراء طازجة	٣٩ ٠.١٨
			جزر معلب	٢.٥ ٧.٥
			جزر طازج	٢.٧ ٥.٠
			ذرة صفراء معلبة	٥.٠ ٠.٢
			ذرة صفراء طازجة	٨.٨ ٠.٢٣
			بسلة معلبة	٨.٥ ٠.٣
			بسلة طازجة	٢٥ ٠.٥
			سبانخ معلبة	١٤ ٣.٠
			سبانخ طازجة	٦٠ ٧.٠

ويبين الجدول التالى نسب فيتامينات ب فى بعض الأغذية :

المادة الغذائية	ثيامين	ريبوفلافين	نياسين	حمض باتوثنيك	بيريدوكسين	بيوتين	كولين
	مليجرامات فى مائة جرام						
مشمش معلب	٠,٠١	٠,٠٢	٠,٣	٠,١٢			
مشمش طازج	٠,٠٣	٠,٠٤	٠,٤	—			
كريز معلب	٠,٠٢	٠,١٥	٠,١٨	٠,١٢			
كريز طازج	٠,٠٥	—	٠,١٣	—			
عصير جريب فروت معلب	٠,٠٣	٠,٠٢	٠,١	٠,٠٣	٠,٠١٥	٠,٣٥	
عصير جريب فروت طازج	٠,٠٤	٠,٠٣	٠,١٤	٠,٢٩			
عصير ليمون معلب	٠,٠٣	٠,٠٥	٠,٠٨	—			
عصير ليمون طازج	٠,٠٤	٠,٠٣	٠,١٧	—			
عصير برتقال معلب	٠,٠٦	٠,٠٢	٠,٢١	٠,١٣			
عصير برتقال طازج	٠,٠٦	٠,٠٣	٠,٢١	٠,٣٤			
خوخ معلب	٠,٠٠٨	٠,٠٢	٠,٣٥	٠,٠٤	٠,٠٢	٠,١٥	
خوخ طازج	٠,٠١	٠,٠١	٠,٣	٠,١			
كمثرى معلبة	٠,٠٠٨	٠,٠٢	٠,٣٠	٠,٢٥			
كمثرى طازجة	٠,٠٢	٠,٠٤	٠,٠٩	—			
عصير أناناس معلب	٠,٠٥	٠,٠١٧	٠,١٢	٠,١٢			
عصير أناناس طازج	٠,٠٨	٠,٠٤٠	٠,١٣	—			
زبيب	٠,١٠	٠,٠٣	٠,٣	٠,٠٩			

المادة الغذائية	مليجرامات فى مائة جرام					
شليك طازج	٠,٠٢	٠,٠٣	٠,٢٣	٠,٢٦		
بطيخ	٠,٠٢	٠,٠٧	٠,٢٤	٠,٣١		
مانجو	٠,٠٦	٠,٠٤	—	—		
فاصوليا خضراء معلبة	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٣٥	٠,٠٨	٠,٠٣	١,٤
فاصوليا خضراء طازجة	٠,٢٥	٠,١٤	٠,٩	—		
بنجر معلب	٠,١٢	٠,٠٣	٠,٢٥	٠,١١		
بنجر طازج	٠,٠٢	٠,٠٥	٠,١٧	—		
جزر معلب	٠,٠٢	٠,٠٢	٠,٣٠	٠,١٢		
جزر طازج	٠,٠٤	٠,٠٦	٠,٣٤	٠,٢٤	٠,٠٢	١,٥
ذرة صفراء معلبة	٠,٠٢	٠,٠٤	١,٠	٠,٢٠		
ذرة صفراء طازجة	٠,١٨	٠,١٤	١,٦	٠,٨٠	٠,٠٧	٢,
بسلة معلبة	٠,١١	٠,٠٦	١,٥	٠,١٧		
بسلة خضراء	٠,٢٥	٠,٩٠	١,٥	٠,٥٨	٠,٠٥	٢,٥
بطاطا معلبة	٠,٠٥	٠,٠٤	٠,٥٠	٠,٤٠		
سبانخ معلبة	٠,٠٢	٠,١٣	٠,٤٠	٠,١٢		
سبانخ طازجة	٠,٠٨	٠,٢٠	٠,٦٠	٠,١٧	٠,٠٦	٢,١
عصير طماطم معلب	٠,٠٥	٠,٢٠	٠,٦٠	٠,٢٢		
طماطم طازجة	٠,٠٤	٠,٠٣	٠,٣٠	٠,٣٧	٠,٠٧	١,٥
لوز	٠,٢٤	٠,٨	٣,٠	٠,٤٠		
بسلة مجففة	٠,٧	٠,٢٥	٣,٠	—		

المادة الغذائية	ملليجرامات فى مائة جرام							
عدس	٠,٧	٠,٢٥	٢,٣	—				
فول سودانى	٠,٨	٠,١٧	١٤	—				
بكان	٠,٧٢	٠,١١	٠,٩	—				
جوز	٠,٣٤	٠,٢٨	—	—				
زبد	٠,٠٥	٠,٠٤	—	—				
قشدة	—	٠,١٣	—	—				
جبن سويسرى	—	٠,٤٠	٠,٠٧	—			١,١	
بياض بيض	٠,٠٣	—	—	—				
صفار بيض	٠,٨	—	—	—				
لبن فرز مجفف	٠,٣٥	١,٨	٠,١	٠,٣١	٠,٦٨	٣,٤		
لبن كامل مجفف	٠,٢	١,٥	٠,٠٨	٠,٣١	٠,٥٠	٤,٣	١٠,٧	
لبن طازج	٠,٠٣	٠,١٥	—	—	٠,٠٧	٤,٨	١٥,٦	
شرش مجفف	—	٢,٠	—	—			١٥,٠	
سلمون	—	٠,١٤	٦,٤	٠,٦٦	٠,١٥	١٠١,٠		
سردين معلب فى زيت	٠,٠٣	٠,١٢	٥,٠	٠,٥				
تونة معلبة	٠,٠٥	٠,١٤	١٠,٠	٠,١٦				
كبد بقرى	٠,١٩	٢,٦	١٦.٩	٧,٥	٠,٧٥	١٠٠,٠		
كبد ضأن	—	٣,٥	١٣	—		١٢٧.٠	٥٢٠,٠	
كبد أرنب	—	—	٢٢	—				
لحم بتلو	٠,١٦	٠,٣١	٦,٨	—	٠,٣٣	٥,٧		
لحم دجاج معلب	٠,٠١	٠,١٥	٣,٧	—		١١.٣	٨٣,٠	
كبد فراخ	٠,٠٩	٠,٠٦	٦,١	٠,٦				
خبز قمح كامل	٠,٣٠	٠.١٥	٢.٣	٠.٨٠				
دقيق فاخر	٠,٠٧	٠,٠٣	٠.٨	—				
مكرونة	٠,١٣	٠,٠٨	٢,١	—				
أرز أبيض	٠,٠٥	٠,٠٣	١,٤	—				

التسمم بفعل الأغذية المعلبة :

قد يتعرض الإنسان للتسمم إثر تناول مادة غذائية معلبة نتيجة لاحتواء الغذاء على مواد كيميائية سامة أو ميكروبات سامة . ومن المؤكد أن مصانع التعليب قد تقدمت الآن كثيراً إلى الحد الذى يوحى بالاعتقاد أن حدوث مثل هذا التسمم أصبح مستحيلاً .

فالأملاح المعدنية التى توجد فى الأغذية المعلبة مرجعها إلى احتكاك الخامات بالماكينات والأدوات . وهى أساساً أملاح حديدأو قصدير أوكليهما . ويعتقد أنه لا يوجد خطورة على الإنسان من تلوث الغذاء بالرصاص عن طريق اللحام الجانبى للعلبة أو عن طريق بعض الآلات ، فقد حقق تقدم الصناعة الوقاية من هذا التلوث ، ومن المهم جداً إزالة بقايا المواد المبيدة للحشرات من الخامات قبل حفظها فى الأوانى المحكمة القفل ، وكذلك يجب تحاشى رش النباتات المراد تصنيعها بالإيدروكربونات الكلورية لأنها تتلف نكهة الأغذية . ومن هنا تظهر أهمية العناية بغسيل الخامات .

ومن الأحياء الدقيقة السامة التى يخشى من وجودها فى الأغذية المعلبة الميكروب Clostridium botulinum الشديد المقاومة للحرارة . أما مجموعة السالمونيلا Salmonella والميكروبات السامة Staphylococci ، Streptococci فتهلك بالحرارة سريعاً وإذا فهى لا تثير القلق فى تعليب الأغذية. لكنه لا يخفى أن تلوث الغذاء بعد خروجه من العلب بالأحياء الدقيقة السامة سوف يؤدى إلى التسمم ، حتى لو كان التلوث بالأحياء السريعة التأثر بالحرارة مثل Micrococcus pyogenes var. aureus .

التعليب المنزلى :

يمكن اتباع الطريقة المنزلية لتعليب الأغذية فتحقق الغرض من الحفظ .

تعليب بعض المنتجات الشائعة :

١ — الفاصوليا الخضراء :

تقطف ثمار الفاصوليا الخضراء عند تمام نضجها ، ولا يجوز تركها حتى تتجاوز مرحلة النضج ، وتخزن إلى حين التشغيل فى غرف مبردة على درجة ٣٠° فهرنهيت مع مراعاة جودة التهوية . وتدرج الفاصوليا حجماً قبل أو بعد إزالة الحبل الجانبي Snipping ، والشائع هو التدريج إلى خمس درجات تبعاً للسمك الموضح كما يلى كأجزاء من البوصة : رقم (١) $\frac{١١}{٦٤}$ ، رقم (٢) $\frac{١٤}{٦٤}$. رقم (٣) $\frac{١٧}{٦٤}$ ، رقم (٤) $\frac{٢٠}{٦٤}$ رقم (٥) ما يتبقى . وتقطع الفاصوليا إلى أجزاء Cutting بطول يتراوح بين البوصة وثلاثة أرباع البوصة .

(شكل ٩١) تدريج الفاصوليا الخضراء

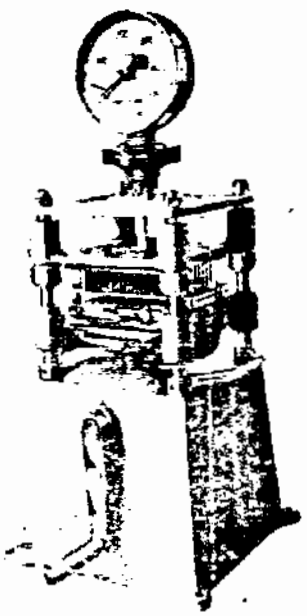
وتسلق الفاصوليا blanched فى جهاز السلق الأسطوانى المثقب أو فى الجهاز ذى التانك والسلة ، لمدة تتراوح بين دقيقة ونصف وثلاث دقائق إذا كانت الفاصوليا صغيرة. أو خمس دقائق إلى ستة بالنسبة للفاصوليا الكبيرة . أما الفاصوليا المقطعة فتسلق لمدة ثلاث دقائق على درجة ٢٠٥° فهرنهيت . ويلى عملية السلق غسيل الفاصوليا جيداً ثم تعبئتها فى العلب آليًّا أو يدويًّا . ويضاف المحلول الملحى فى العلب brining وهو ساخن على درجة ٢٠٠°فهرنهيت بتركيز اثنين فى المائة ، ويفضل إضافة قليل من السكر ، كما يراعى تغطية الفاصوليا بالمحلول تمامًا . ويلى ذلك عملية التسخين الابتدائى exhausting لمدة ثلاث دقائق على الأقل وبشرط ألا تقل درجة الحرارة فى مركز العلبة عن ١٧٥° فهرنهيت . ويجب قفل العلب مباشرة عقب التسخين الابتدائى وتعقيمها مباشرة لمدة ثلث ساعة على درجة ٢٤٠° فهرنهيت فى حالة العلب

رقم A2 أو لمدة ٢٥ دقيقة للعلب رقم $A2\frac{1}{2}$. والخطوة الأخيرة هى تبريد العلب تبريداً مفاجئاً ثم غسلها . ويلاحظ أن بعض الصناع يلونون المحلول الملحى .

٢ ــ البسلة الخضراء :

يحتاج تعليب البسلة إلى بعض الماكينات الخاصة التى لا تصلح للاستخدام مع الخامات الأخرى . وتحصد البسلة عندما تبلغ درجة مناسبة من النضج يمكن اختبارها باستخدام أحد الجهازين المعروفين باسم maturometer ، Tenderometer

وتفصل حبوب البسلة من قرونها بطريقة Vining أو بطريقة Poding ، ففى الأولى تصب قرون البسلة بالعرش فى الماكينة Viner حيث تقشر البذور وتبقى القرون متصلة بالعرش ، بينما فى الطريقة الأخرى تنزع القرون من عروشها يدوياً وتعبأ هذه القرون فى ماكينة التقشير Podder . وتنظف البسلة بالماكينة Winnower لإزالة بقايا القرون والأوراق والمواد الغريبة . ثم توزن البسلة لمعرفة نسبة التصافى وتغسل وتدرج تبعاً لقطر البذور . كأن تدرج إلى خمس درجات بقطر $\frac{١٨}{٦٤}$ ، $\frac{٢٠}{٦٤}$ ، $\frac{٢٢}{٦٤}$ ، $\frac{٢٤}{٦٤}$ ، $\frac{٢٦}{٦٤}$ من البوصة . ويلى ذلك سلق البسلة فى ماكينة سلق دائرية Rotary blancher على درجة حرارة لا تتجاوز ٢١٠° فهرنهيت لمده ٢ إلى ٣ دقيقة ، أو على درجة ١٨٠° فهرنهيت لمدة لا تتجاوز خمس دقائق . ويلزم غسيل البسلة بعد السلق ثم فرزها وإعادة تدريجها تبعاً لمدى نضج البسلة . وتعبأ البسلة فى العلب ويضاف إليها المحلول الملحى الساخن الذى يفضل أن يحتوى على سكر بالقدر المتمشى مع نسبة السكر فى البسلة . ويمكن أن يضاف

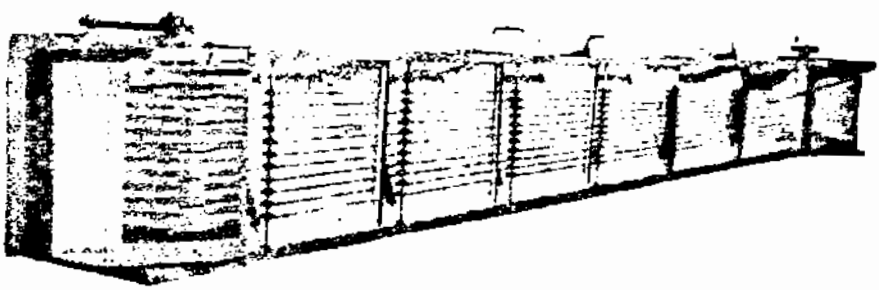


(شكل ٩٢) جهاز تقدير ليونة البسلة

للمحلول مادة ملونة اوكذلك قليل من النعناع لإكساب البسلة نكهة مرغوبة . ويلى ذلك عملية التسخين الابتدائى لرفع درجة حراره محتويات العلبة بحيث لا تقل درجة حرارة مركز العلبة عن ١٧٠° فهرنهيت عند قفلها . ثم تعقم العلب على درجة ٢٤٠ إلى ٢٦٠° فهرنهيت لمدة تختلف تبعاً لحجم ودرجة نضج البسلة وحجم العلب . فمثلاً تعقم العلب أرقام A2. El ؛ A2 1/2 على درجة ٢٤٠° فهرنهيت لمدة ٣٥ ، ٤٠ ، ٤٥ دقيقة. وتبرد العلب عقب التعقيم مباشرة تبريداً مفاجئاً .

٣ ـ مخلوط الفواكه :

يعبأ مخلوط الفواكه فى العلب بترتيب يتناسب مع أنواع الفواكه . مثال ذلك، المشمش ثم الكمثرى ثم الأناناس ثم الخوخ ثم الكريز . ويضاف المحلول السكرى بتركيز ٢٥ بركس . وتسخن العلب رقم A 1 Tall , A 2 1/2 على درجة ٢١٢° فهرنهيت لمدة ١٢ ، ١٤ دقيقة على التوالى .



(شكل ٩٣) ماكينة تدريج الفاكهة أو الخضر إلى عدة أحجام

تركيزات المحلول السكرى المضاف فى تعليب الفاكهة :

٥٥° بركس للدرجة الفاخرة	Fancy grade
٤٠ بركس للدرجة الجيدة	Choice grade
٢٥ بركس للدرجة العادية	Standard grade
١٠ بركس للدرجة الثانية	Second grade
ماء فقط للدرجة المنخفضة	Pie grade

مركز صناعة التعليب فى جمهورية مصر العربية

إتسع نطاق صناعة تعليب الفاكهة والخضروات أثناء الحرب العالمية الثانية ، وترتب على ذلك ارتفاع قيمة الصادرات من المنتجات المعلبة فى عام ١٩٦١ إلى ما يقرب من خمس وخمسين مرة مثل ما كانت عليه عام ١٩٥١ ، وانخفضت قيمة المستورد من المعلبات حتى كادت تنعدم . وقد احتفظت هذه الصناعة بمركزها عقب انتهاء الحرب العالمية لأنها تميزت بتوفيرها الأغذية للمستهلكين طول شهور السنة . وأكثر المنتجات المعلبة انتشاراً هى عصير الطماطم والسردين .

تتلخص عوامل فساد الأغذية فى نمو الأحياء الدقيقة من بكتريا وفطريات وخمائر ، ونشاط بعض الإنزيمات مسببة بعض التغيرات ، وحدوث بعض التفاعلات الكيميائية كتفاعلات الأكسدة والاختزال والتحلل . وجميع عوامل الفساد هذه يمكن تخفيف حدتها بخفض درجة الحرارة . فالأحياء الدقيقة يقل نموها كثيراً بخفض درجة الحرارة إلى الصفر المئوى ، والإنزيمات يضعف نشاطها كثيراً على درجة ٣٢° فهرنهيت مقارناً بالنشاط على درجة ٧٠ فهرنهيت ، وتفاعلات الأكسدة والتحلل تبطؤ كثيراً بتأثير التبريد ، وتبخر الرطوبة من المواد الغذائية يقل مداه كثيراً بخفض درجة الحرارة . كما أن خفض درجة الحرارة إلى ما دون درجة التجمد ذو أثر أكبر فى إيقاف فعل عوامل الفساد ، غير أنه فى هذه الحالة يخشى من تلف بعض المواد كالفواكه والخضروات . ويبدو أن تبريد المواد الغذائية إلى درجة تقل عن ١٠° فهرنهيت يسبب إيقاف نمو الفطريات والخمائر تماماً وتقليل تكاثر البكتريا إلى الحد الذى تصبح عنده البكتريا ليست عامل فساد يذكر ، إلا أن هذه الدرجة لا تكفى لإيقاف التغيرات الإنزيمية والكيمائية وتبخر الرطوبة . فلإيقاف هذه التفاعلات الإنزيمية والكيميائية والتبخر يلزم خفض درجة الحرارة إلى — ٤٠ فهرنهيت . ولهذا يمكن أن يقال بصفة عامة أن التبريد يقلل من حدة عوامل الفساد إلا أنه لا يوقف الفساد تماماً ، وتقل سرعة حدوث الفساد بانخفاض درجة الحرارة باستثناء بعض المواد الغذائية التى تتلف بتأثير انخفاض درجة الحرارة إلى حد كبير .

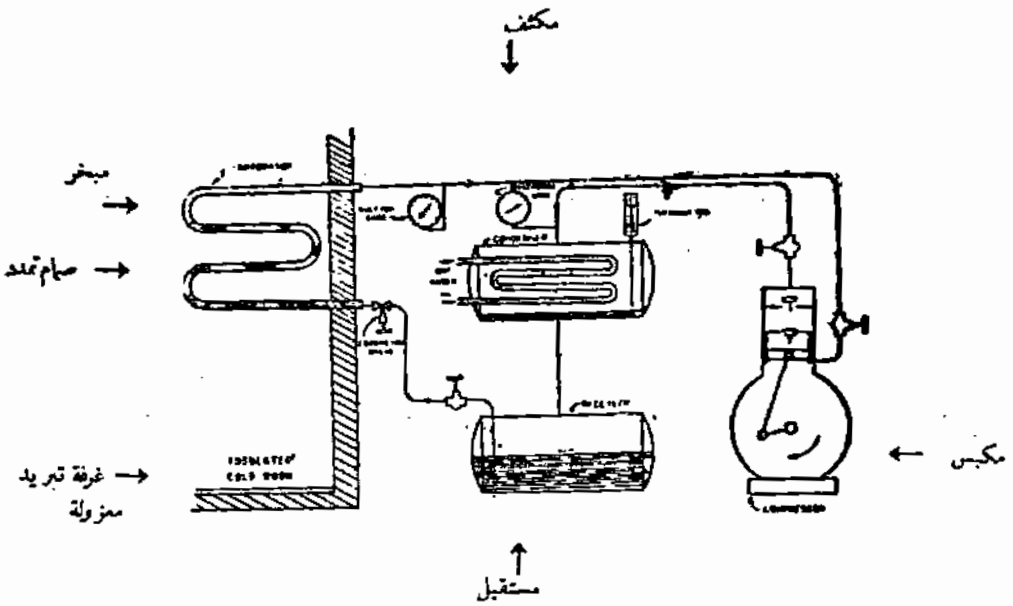
وتعتبر الفطريات أكثر الأحياء الدقيقة مقاومة للحرارة المنخفضة بينما بعض الأحياء الدقيقة تتلف جزئيًا بالتجميد لبضعة أسابيع . أما السلالات شديدة المقاومة فتبقى حية ولكن تبقى فى حالة سكون لمدة أشهر أو عدة سنين . فبعض أنواع الخميرة مثل Torulopsis يمكنها أن تعيش على درجة — ١٥° مئوية لمدة ١٦٠ ساعة ، وبعض البكتريا مثل Pseudomonas تعيش على درجة — ١٨° مئوية لمدة ٤ سنوات .

ومن ذلك يتضح أن المواد الغذائية المبردة أو المجمدة تتعرض للفساد عند رفع درجة حرارتها. وعموماً تزداد مدة حفظ الأغذية كلما انخفضت درجةالحرارة. فمثلاً على درجة — ١٠° مئوية يقل نشاط معظم الأحياء الدقيقة بينما يتطلب وقف عمل الإنزيمات والتفاعلات الكيمائية التخزين على درجة—٤٠ إلى—٥٠°مئوية. وذلك مع مراعاة حالة ونوع ودرجة ونضج المادة الغذائية المخزنة ؛ حيث قد يتسبب انخفاض درجة الحرارة إلى الحد الذى يوقف عوامل الفساد فى حدوث تلف للمادة الغذائية وهو ما يسمى بالتلف التبريدى Cold injury

أسس نظام التبريد :

١ — نظام الضغط :

الأساس فى التبريد الميكانيكى بنظام الكبس The compression system هو ترك سائل التبريد للتبخر فيمتص حرارة من الوسط المحيط به ، ويمكن إعادة ضغط الغاز الناتج وتحويله إلى سائل لتستمر الدورة ، إلا أن تحول الغاز إلى سائل يؤدى إلى ارتفاع درجة الحرارة ولذلك يمرر الغاز المضغوط فى مكثف للتبريد بفعل ماء بارد أو بهواء مندفع من مروحة ، وهذا التبريد يؤدى إلى تحول الغاز المضغوط إلى سائل . وتعرف الأنابيب أو الصفائح التى يتبخر فيها سائل التبريد باسم أجهزة التبخير evaporators ، ويعرف الصمام الذى يسمح بمرور سائل التبريد وتبخره باسم صمام التمدد expansion valve ، وتعرف قابلة استقبال الغاز المضغوط المتحول إلى سائل باسم المستقبل Receiver . وبديهى أن الضغط يكون مرتفعاً عند المكبس Compressor والمكثف Condeaser وكذلك عند المستقبل وصمام التمدد ، لذلك يعرف هذا الجزء من الدورة أو من الجهاز باسم الجانب المرتفع الضغط high side or high - pressure side. أما الجانب الآخر من الدورة ، وهو الممتد من صمام التمدد خلال أنابيب التبخير إلى جهاز الضغط فيعرف بالجانب المنخفض الضغط low side or low - pressure side



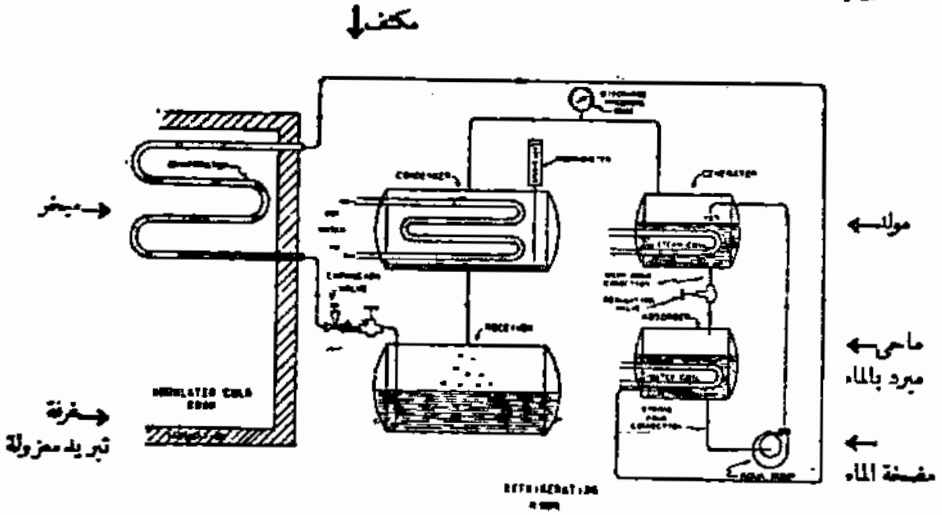
(شكل ٩٤) رسم توضيحى لنظام الضغط

وتغذى أنابيب التبخير بالسائل المبرد Refrigerant بإحدى طريقتين تعرفان باسم نظام صمام التمدد The conventional expansion valve type ونظام التدفق the flooded system. ففى الطريقة الأولى يمكن التحكم فى صمامات التبخير يدويا أو باستخدام ترموستات . وفى الطريقة الثانية تغذى أنابيب التبخير بالسائل المبرد عن طريق أسطوانة أو خزان surge drum يقع أعلى أنابيب التبخير يوضع به السائل المبرد ويحفظ مستواه عند الحد المناسب باستخدام جسم طاف ، أما مدى انتقال السائل المبرد إلى أنابيب التبخير فيتوقف على سرعة تبخر السائل .

٢ — نظام الامتصاص :

فى نظام الامتصاص the absorption system يزداد الضغط بتأثير رفع حرارة الأمونيا السائلة بدلاً من جهاز الضغط المستخدم فى النظام السابق . وتبرد الأمونيا الساخنة وتحول إلى سائل فى مكثف ، ثم تغذى أنابيب التبخير بالأمونيا السائلة خلال صمام التمدد وهذا التمدد يكون مصحوباً بامتصاص حرارة . ويمتص غاز الأمونيا القادم من أنابيب التبخير فى أمونيا سائلة مخففة مبردة بأنابيب المياه الباردة . وهذه الأمونيا السائلة يعاد دفعها فى مولد generator حيث تسخن وتعاود الدورة . وبعد أن يخرج معظم الغاز من الأمونيا السائلة تعاد هذه الأمونيا السائلة إلى

حوض الامتصاص absorber لتبرد وتعاود امتصاص غاز الأمونيا القادم من أنابيب التبخير .



(شكل ٩٥) نظام امتصاص الأمونيا

٣ — سوائل التبريد :

كانت الأمونيا أكثر سوائل التبريد refrigerants استخداماً فى غرف التبريد والتجميد الكبيرة ، أما الفريون ١٢ Freon—12 ، وهو ثانى كلورو ثانى فلورو ميثان ، فيستعمل فى غرف التبريد الصغيرة . وأما غاز ثانى أكسيد الكربون فيستعمل فى ثلاجات البواخر وفى غرف التبريد المطلوب خفض درجة حرارتها إلى حد كبير . ويستعمل الفريون فى الثلاجات المنزلية ، كما يستعمل كلوريد الميثايل وكلوريد الميثلين وكلوريد الإيثايل فى غرف التبريد التجارية الصغيرة وكذلك فى بعض الثلاجات المنزلية .

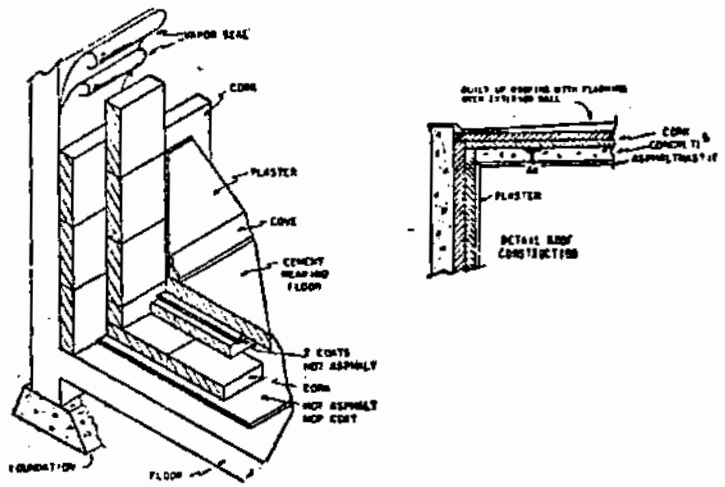
يوضع سائل التبريد فى أنابيب مثبتة على جدران أو سقف غرفة التبريد، ويمرر الهواء حول هذه المواسير فيفقد جزءاً من حرارته . ويعرف هذا النظام بنظام التمدد المباشر direct expansion cooling . وقد تستبدل هذه المواسير بصفائح معدنية يمرر بينها السائل المبرد فيعرف النظام حينئذ باسم plate coolers .

وفى نظام آخر يعرف باسم نظام التبريد بالمحلول الملحى brine cooling ،

يستخدم محلول كلوريد كالسيوم أو كلوريد صوديوم مركز مع أنابيب التمدد المباشر فتنخفض درجة حرارة المحلول الملحى ولذا يمرر فى أنابيب منتشرة فى الفراغ المراد تبريده فيمتص حرارة من الفراغ المراد تبريده وبعدها يعود إلى التانك لتبريده .

وبديهى أن هواء غرف التبريد يثقل وزنه بانخفاض درجة حرارته أى بملامسته لأنابيب التبريد ولذا فهو يهبط لأسفل ، لكنه يعود فترتفع درجة حرارته أثناء مروره فى جو الغرفة وبذا يخف وزنه ويرتفع لأعلى . وتعرف هذه الدورة باسم gravity coil circulation

وهناك نظام يعرف باسم forced air cooling وفيه توضع أنابيب التبريد داخل



(شكل ٩٦) طريقة عزل غرف التبريد

صندوق معدنى ذى فتحات مناسبة ويدفع الهواء بواسطة مروحة إلى أنابيب التبريد ثم خارجها فى اتجاه فراغ الغرفة المبردة .

وتتلخص الشروط الواجب توفرها فى سائل التبريد المستخدم تجاريًا أو فى المنازل فيما يلى :

١ ـ انخفاض نقطة غليان السائل .

٢ — انخفاض نقطة التكثف .

٣ — عدم إحداث تآكل المعادن .

٤ — عدم القابلية للاشتعال .

٥ — عدم إحداث انفجار .

٦ — الخلو من الرائحة غير المرغوبة .

٧ — عدم الإضرار بصحة الإنسان .

٨ — انخفاض الثمن .

٩ — سهولة إدراك تسرب السائل أو الغاز . .

ولا تعتبر الشروط الستة الأخيرة ضرورة حتمية لكنها مفضلة . وأشهر مركبات التبريد استخداماً هى الأمونيا، وكلوريد الميثايل، وثانى كلورو ثانى فلورو الميثان المعروف تجاريًّا باسم فريون ١٢ ، وثانى أكسيد الكربون ، وثانى أكسيد الكبريت . وفيما يلى وصف لكل من هذه المواد .

الأمونيا : تعتبر الأمونيا من بين مواد التبريد اقتصادية وسهلة الاستخدام ويسهل الكشف عنها إذا تسربت خارج جهاز التبريد نظراً لقوة رائحتها المميزة حتى فى حالة التركيزات المنخفضة ولتأثيرها المهيج على العين والأذن والأنف والحنجرة والرئة والجلد الرطب نتيجة لقابليتها للذوبان فى الماء .

وتعتبر الأمونيا ثابتة لا تحترق ولا تساعد على الاحتراق إلا أنه لا يخفى أن الهواء المحتوى على ١٦ إلى ٢٧ فى المائة أمونيا يكون عرضة للانفجار . ولا تؤثر الأمونيا الجافة فى المعادن بصفة عامة لكن محلولها يتفاعل مع النحاس والصلب . ودرجة غليان سائل الأمونيا — ٢٨° فهرنهيت ، أما درجة الحرارة الحرجة لها فهى ٢٧٢° فهرنهيت .

كلوريد الميثايل : يعتبر كلوريد الميثايل كبديل سامًّا للإنسان . ومن عيوبه أيضاً قابليته للاشتعال واحتمال إنفجاره فى ظروف معينة وإذابته لجميع

مواد التشحيم فيما عدا الجلسرين . لكن المركب يتميز بالثبات . ودرجة غليان السائل — ١٠° فهرنهيت .

الفريون ١٢ : اسم الفريون ١٢ هو الاسم التجارى للمركب ثانى كلورو ثانى فلورو ميثان ك كل$_{٢}$ فل$_{٢}$ ، ويباع هذا المركب أيضاً تحت اسم تجارى آخر هو جينترون Genetron . ومن مزايا هذا المركب أنه غير سام وغير قابل للاشتعال أو الانفجار وكفاءته الحرارية عالية ولا يسبب تآكل المعادن. ويغلى هذا السائل عند درجة — ٢٢° فهرنهيت .

الفريون ٢٢° : يدل اسم الفريون ٢٢ التجارى على مركب أحادى الكلورو ثنائى الفلورو ميثان ك يد كل فل$_{٢}$. ويتميز هذا المركب بعدم سميته وعدم قابليته للاشتعال أو الانفجار . ويغلى هذا السائل عند درجة — ٤١° فهرنهيت .

الفريون ١١ : يطلق على مركب ثالث كلورو أحادى فلورو الميثان ك كل$_{٣}$ فل الاسم التجارى فريون ١١ . وهذا السائل يغلى على درجة — ٧٤,٤° فهرنهيت .

الفريون ١٣ : الاسم التجارى لمركب أحادى كلورو ثالث فلورو ميثان ك كل فل$_{٣}$ هو فريون ١٣ الذى درجة غليانه — ١١٤,٥° فهرنهيت .

الفريون ١٤ : هذا المركب عبارة عن رابع فلورو ميثان ك فل$_{٤}$ الذى يغلى على درجة — ١٩٨,٢° فهرنهيت .

الفريون ٢١ : وهو عبارة عن ثانى كلورو أحادى فلورو ميثان ك يد كل$_{٢}$ فل الذى درجة غليانه — ٤٨° فهرنهيت .

الفريون ١١٣ : وهو عبارة عن ثالث كلورو ثالث فلورو إيثان ك كل$_{٢}$ فل — ك كل فل$_{٢}$ الذى درجة غليانه — ١١٧,٦ فهرنهيت .

الفريون ١١٤ : وهو ثانى كلورو رابع فلورو إيثان ك كل فل$_{٢}$ — ك كل فل$_{٢}$ الذى يغلى على درجة — ٣٨,٤° فهرنهيت .

الفريون ١١٥ : وهو المركب ك كل فل$_{٢}$ — ك فل$_{٣}$.

الكارين ٧ : يطلق على مخلوط الجنترون ١٠٠ (ك يد$_{٣}$ ك يد فل$_{٢}$) والفريون ١٢ (ك كل$_{٢}$ فل$_{٢}$) الإسم التجارى Carrene — 7 . وهذا المخلوط متعدد المزايا وهو يغلى على درجة — ٢٨° فهرنهيت .

ثانى أكسيد الكربون : ويتميز هذا المركب ك ا$_{٢}$ بعدم قابليته للانفجار وعدم سميته فى التركيزات المنخفضة وعدم قابليته للاشتعال . والسائل يغلى على درجة — ١١٠° فهرنهيت . ولا يؤثر هذا المركب فى الزيت والشحوم ، لكنه ينصح بأن تكون مادة التشحيم المستخدمة معه عبارة عن جليسرين أو زيت معدنى روسى . وكان استخدام هذا المركب شائعاً فى ثلاجات البواخر ، وقد حل محله الفريون حالياً .

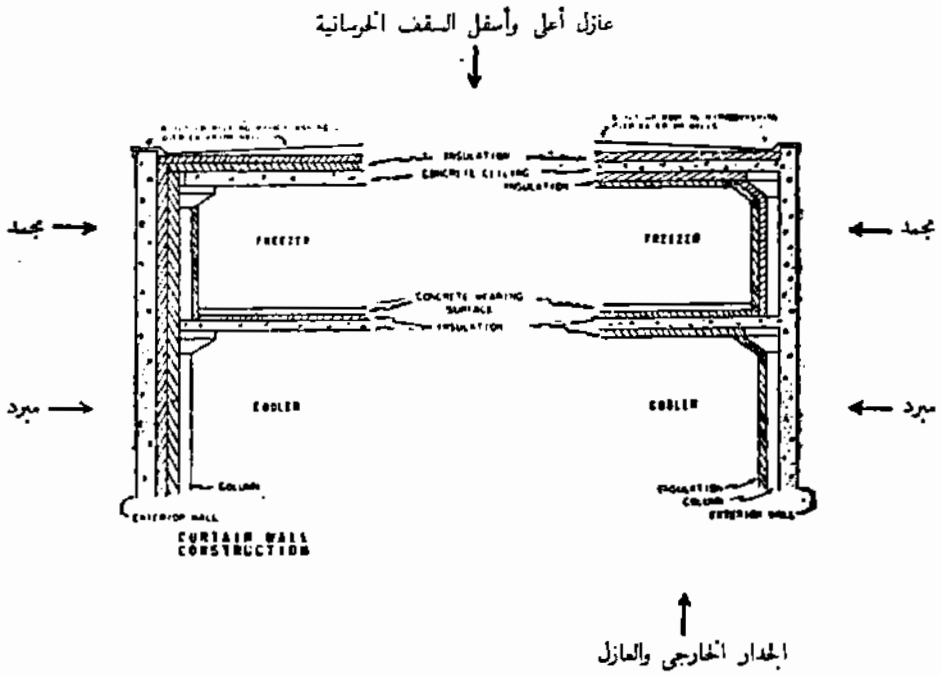
ثانى أكسيد الكبريت : وهذا المركب كب ا$_{٢}$ غير قابل للانفجار لكنه شديد السمية . ويخفف من مدى خطورته أنه يحدث تهيجاً فى الأغشية بمجرد استنشاقه مما يؤدى إلى إكتشافه والإبتعاد عنه . ويغلى هذا السائل عند درجة ١٤° فهرنهيت . ويعتبر هذا المركب من المركبات الثابتة .

التخزين فى جو معدل بالغاز gas storage atmosphere

قد يعدل جو غرف التبريد أحياناً بإضافة نسبة من غاز ثانى أكسيد الكربون فيساعد ذلك على احتفاظ بعض الفواكه كالتفاح والكمثرى بصفاتها الجيدة . فالثمرة كأى كائن حى تقوم بجميع العمليات الفسيولوجية والحيوية مما ينتج عنه هدم فى مكونات الثمرة . وبتعديل هواء الغرفة ، أى بتقليل كمية الأكسجين وزيادة ك ا$_{٢}$ إلى حد معين ، يعمل الغاز كمثبط للعوامل التى تعمل على هدم الثمرة وبذلك لا تستطيع الثمرة أن تقوم بعملية التنفس وبالتالى تتأخر عملية الهدم ويطول عمر الثمرة . ومن فوائد هذه الطريقة أنه يمكن التخزين على درجة حرارة مرتفعة نوعاً إلى الحد الذى لا يتلف الثمرة . فدرجات الحرارة المنخفضة تسبب تلفاً فسيولوجياً لثمار الفاكهة الاستوائية وتحت الاستوائية . وتتراوح النسب المستخدمة من غاز ك ا$_{٢}$ بين ٥ ٪ و ١٠ ٪

من هواء الثلاجة . ولا ينصح بزيادة التركيز عن ذلك لأن الزيادة تؤثر على صفات اللحوم وعلى الخضر والفاكهة ، فإذا وصل تركيز الغاز إلى ٢٠٪ فإن اللحوم تفقد اللمعة التى تتميز بها ويتحول لونها إلى البنى القاتم . وقد ظهر من التجارب أنه إذا رفع تركيز الغاز فى جو غرف التبريد إلى ٤٠٪ من جو الغرفة فإن هذا التركيز يوقف نمو البكتريا تماماً .

وقد يضاف الغاز المعدل إلى غرفة التبريد بطريقة معينة أو قد تعبأ الفاكهة المراد حفظها فى الثلاجات داخل أوانٍ محكمة القفل ذات فتحات صغيرة للغاية وتوضع هذه الأوانى فى الثلاجات فيتكون غاز ثانى أكسيد الكربون داخل الأوانى نتيجة لتنفس الفاكهة .



(شكل ٩٧) قطاعان عرضيان فى مبانى غرفتين للتبريد والتجميد

الخواص الطبيعية لمركبات التبريد

الخواص	ن يد$_3$	ك يد$_3$ كل	ك كل$_2$ فل$_2$	ك يد كل فل$_2$	ك كل$_3$ فل	ك ا$_2$	كب ا$_2$
نقطة الغليان تحت الضغط العادى °ف	— ٢٨	— ١٠,٦	— ٢١,٦	— ٤١,٤	٧٤.٧	—١٠٩,٣	١٤,٠
درجة الحرارة الحرجة °ف	٢٧١,٤	٢٨٩,٦	٢٣٢,٧	٢٠٤.٨	٣٨٨,٤	٨٧,٨	٣١٤,٨
الضغط عند ٥ °ف رطل / بوصة مربعة	٣٤.٣	٢١,٢	٢٦,٥	٤٣,١	٢,٩	٣٣٢,٠	١١,٨٢
الحجم عند ٥ °ف قدم مكعب / رطل	٨,١٥	٤,٤٧	١.٤٩	١,٢٤	١٢.٢٧	٠,٢٧	٦,٤
الضغط عند ٨٦°ف رطل / بوصة مربعة	١٦٩,٢	٩٤,٧	١٠٧.٩	١٧٤,٨	١٨,٣	١٠٤٣,٠	٦٦,٥
درجة حرارة الانطلاق °ف	٢٠٩,٨	١٧٧,٦	١٠٠,٣	١٣٤,٢	١١٢.٦	١٦٣,١	١٩١,٤
الحجم عند الانطلاق discharge قدم مكعب / رطل	٢.٤	١.٣٥	٠,٤١	٠.٣٦	٢,٣٩	٠,١٢	١,٦٣
الشغل عند الكبس وحدة حرارة بريطانية / رطل	٩٩.٦	٣٠,٦	١٠,٨	١٤,٩	١٣.٣	٢٥,٨	٢٩,١
الحرارة المنطلقة عند التكثيف وحدة / رطل	٥٧٤,٠	١٨٠,٨	٦١,٩	٨٤,٢	٨٠,٨	٨١.٣	١٧٠,٥
الحرارة الممتصة عند التبخير وحدة / رطل	٤٧٤,٤	١٥٠,٢	٥١,١	٦٩,٣	٦٧,٥	٥٥,٥	١٤١,٤
النسبة المئوية للسائل المتبخر من صمام التمدد ٪	١٦,٤	١٦,٩	٢٦,٥	٢٦.٠	١٩,٦	٥٢,٨	١٦,٥
عدد أرطال المركب فى الدقيقة للطن المبرد	٠,٤٢	١,٣	٣,٩	٢,٩	٢,٩٦	٣,٦	١,٤
حجم المركب فى الدقيقة للطن المبرد قدم مكعب	٣,٤٤	٦,٩	٥,٨	٣,٦	٣٦,٣	٠,٩٦	٩,١
القوة للطن المبرد حصان	٠,٩٩	٠,٩٦	١.٠٦	١,٠٣	٠.٩٣	٢,٢	٠,٩٧
معامل الكفاءة Doefficient of performance	٤,٧٦	٤,٩١	٤,٧١	٤,٦٣	٥,٠٩	٢,١٥	٤,٨٦

تبريد بعض الأغذية :

١ — اللحوم :

يلزم المبادرة إلى تبريد اللحوم بمجرد ذبحها للتخلص من حرارة جسم الحيوان بأقصى سرعة ممكنة مع تحاشى الفقد فى وزن اللحم ولإيقاف عوامل الفساد خلال فترة حفظ اللحوم قبل تسويقها . وتعتبر درجة ٣٢ إلى ٣٨° فهرنهيت المناسبة لتبريد اللحوم المعدة للتسويق السريع ، بينما تحفظ اللحوم بعض الوقت إلى حين تسويقها على درجة التجمد أى — ١٠° إلى الصفر الفرنهيتى . ويراعى فى غرف تبريد اللحوم الطازجة أن تكون أجهزتها قادرة على امتصاص كمية كبيرة من الحرارة بسرعة ومنع تكثف بخار الماء عندما تزداد كميته . لذلك يستفاد من تأثير الرذاذ الملحى حيث يدفع الهواء الدافىء خلال رذاذ دقيق من محلول ملحى بارد فيبرد الهواء ويمتص جزءاً من رطوبته . ويجب أن تكون سرعة الهواء مناسبة بالدرجة التى تؤدى إلى نقل الحرارة الممتصة والرطوبة إلى أجهزة التبريد ؛ إذ المعروف أن تبخر الرطوبة من اللحوم يؤدى إلى ارتفاع الرطوبة النسبية فى جو غرفة التبريد إلى حوالى ٩٥ فى المائة .

ويؤدى تأخير التخلص من حرارة جسم الحيوان إلى خسائر مادية إذ ينقص وزن اللحم نفسه ويبدأ حدوث الفساد . وعادة تخفض درجة حرارة اللحم نفسه إلى درجة ٤٥ أو ٦٠° فهرنهيت . وعادة يوضع الحيوان عقب الذبح مباشرة فى غرف التبريد المفاجئ Chill cooler للتخلص من حرارة جسم الحيوان ثم ينقل إلى غرف التبريد حيث يبقى بعض الوقت . ومن الممكن استخدام نفس الغرفة المبردة فى التبريد المفاجئ للحم ثم حفظه لحين التسويق ، إلا أن هذا ليس مرغوباً بسبب التغيرات التى تطرأ على درجة الحرارة نتيجة لإدخال الحيوانات الحديثة الذبح الدافئة وكذلك بسبب ارتفاع الرطوبة النسبية إلى الحد المناسب لمنع انكماش اللحوم مما يشجع على نمو الفطريات على اللحوم .

ويفيد تخزين اللحوم فى الغرف المبردة فى تليين قوام اللحم ، ولهذا يفضل أحياناً تخزين اللحم على درجة ٣٢° فهرنهيت بضعة أسابيع لتحسين طعمه ، ولو أن هذا يؤدى إلى نمو الفطريات على سطح اللحوم ويلزم كشطها قبل الاستهلاك . وحالياً تستخدم مصابيح كهربائية تنبعث منها أشعة فوق بنفسجية تتسلط على اللحوم المخزنة فى غرف التبريد فتمنع نمو الفطريات عليها .

٢ ــ اللحوم المحفوظة :

بعض المنتجات المصنعة كالسجق واللحم المملح تكون عرضة للتلف السريع ، ولذلك تخزن على درجة ٣٠ إلى ٣٢° فهرنهيت ، ويفضل التجميد لبعض المنتجات الدسمة لتقليل حدوث تزنخ الدهن .

٣ ــ الأسماك :

تفسد الأسماك بسرعة مقارنة باللحوم ، فالتخزين على درجة تعلو ٣٢° فهرنهيت يسبب ليونة لحم الأسماك وتكتلة لونها وفقد رائحتها المميزة واكتسابها رائحة غير مقبولة .

ويعزى فساد الأسماك إلى نشاط الأنزيمات ونمو الأحياء الدقيقة . وعادة تحفظ الأسماك الطازجة عقب صيدها مباشرة فى ثلج مجروش . وتتفاوت مدة حفظ الأسماك فى الغرف المبردة تبعاً لأنواع الأسماك إذ يتحمل بعضها التخزين لمدة ثلاثة أسابيع على درجة ٣٢° فهرنهيت مثل الحوت. ويفضل حفظ الأسماك على درجات التجمد. كذلك ينصح بغسل الأسماك جيداً لتقليل حمولتها من الأحياء الدقيقة قبل تخزينها فى الثلاجات .

٤ ـ الأسماك المحفوظة :

يؤدى التمليح والتدخين إلى منع الفساد البكتريولوجى فى الأسماك ، غير أن هذا لا يوقف حدوث التزنخ الأكسيدى فى الأسماك ، ولذلك يفضل حفظ هذه الأسماك على درجة ١٠ إلى ١٥° فهرنهيت لمدة قد تصل إلى أسبوعين . ويمكن تجميد هذه الأسماك المحفوظة دون تعرضها للتلف إذ أن رطوبتها منخفضة .

٥ ـ الفاكهة والخضروات :

يراعى تخزين الفاكهة والخضروات فى أماكن مهواة نظراً لأنها حية تتنفس فلا يجوز تخزينها فى عبوات محكمة القفل كما لا يجوز تجميدها . وأنسب درجة لتخزين الفاكهة الطازجة هى ٣٢° فهرنهيت ، وكلما انخفضت درجة الحرارة قل النشاط الفسيولوجى وقل احتمال حدوث التلف البكتريولوجى . ويلاحظ أن بعض الفواكه والخضروات لا يتحمل انخفاض درجة الحرارة إلى قرب درجة التجمد ، مثال ذلك الموز والطماطم والليمون والبطاطس والخيار والأناناس والشمام . وتعتبر درجة ٣٥° فهرنهيت شائعة فى تخزين الفواكه والخضروات . ويلازم رفع الرطوبة النسبية فى جو غرف التبريد منعاً لذبول الفاكهة والخضر ، خصوصاً الورقية منها ، بسبب احتواء هذه الأغذية على نسبة مرتفعة من الرطوبة . لذلك تضبط الرطوبة النسبية عند ٨٥ إلى ٩٥ فى المائة . ويفضل فى حالة ارتفاع الرطوبة النسبية عن ٩٠ فى المائة أن تزاد سرعة الهواء فى الثلاجة إلى ٢٠٠ أو ٣٠٠ قدم فى الدقيقة لتساعد سرعة الهواء على تقليل نمو الفطريات .

ويبين الجدول التالى الظروف المناسبة لتخزين بعض الفاكهة والخضر فى الثلاجات

الفاكهة أو الخضر	درجة الحرارة ف°	الرطوبة النسبية ٪	مدة التخزين بالأيام	نقطة التجمد ف°
تفاح	٣٠ — ٣٢	٨٥ — ٨٨	—	٢٨,٤
مشمش	٣١ — ٣٢	٨٠ — ٨٥	٧ — ١٤	٢٨,١
أسبرجس	٣٢	٨٥ — ٩٠	٢١ — ٢٨	٢٩,٨
موز	٥٦ — ٦٠	٩٠ — ٩٥	٧ — ١٠	—
فاصوليا خضراء	٣٢ — ٤٠	٨٥ — ٩٠	١٤ — ٢٨	٢٩,٧
بنجر	٣٢	٩٥ — ٩٨	٣٠ — ٩٠	٢٦,٩
بروكولى	٣٢ — ٣٥	٩٠ — ٩٥	٧ — ١٠	٢٩,٢
كرنب	٣٢	٩٠ — ٩٥	٩٠ — ١٢٠	٣١,٢
جزر	٣٢	٩٥ — ٩٨	١٢٠ — ١٥٠	٢٩,٦
قنبيط	٣٢	٨٥ — ٩٠	١٤ — ٢١	٣٠,١
كرفس	٣١ — ٣٢	٩٠ — ٩٥	٦٠ — ١٢٠	٢٩,٧
كريز	٣١ — ٣٢	٨٠ — ٨٥	١٠ — ١٤	—
جوز هند	٣٢ — ٣٥	٨٠ — ٨٥	٣٠ — ٦٠	٢٥,٥
خيار	٤٥ — ٥٠	٨٥ — ٩٥	١٠ — ١٤	٣٠,٥
بلح	٠ — ٢٤	—	٣٦٥	٤,١ —
باذنجان	٤٥ — ٥٠	٨٥ — ٩٠	١٠	٣٠,٤
تين	٣١ — ٣٢	٨٥ — ٩٠	١٠	—
ثوم	٣٢	٧٠ — ٧٥	١٨٠ — ٢٤٠	٢٥,٤
ليمون هندى	—	٨٥ — ٩٠	١٨٠ — ٢٤٠	٢٨,٤
عنب	٣٠ — ٣١	٨٥ — ٩٠	٩٠ — ١٨٠	٢٤,٩

الفاكهة أو الخضر	درجة الحرارة	الرطوبة	مدة التخزين	نقطة التجمد
كرات	٣٢	٨٥ — ٩٠	٣٠ — ٩٠	٢٩.٢
ليمون	٥٥ — ٥٨	٨٥ — ٩٠	٣٠ — ١٢٠	٢٨,١
خس	٣٢	٩٠ — ٩٥	١٤ — ٢١	٣١,٢
بطيخ	٣٦ — ٤٠	٧٥ — ٨٥	١٤ — ٢١	٢٩,٢
عيش الغراب	٣٢ — ٣٥	٨٠ — ٨٥	٢ — ٣	٣٠.٢
باميا	٥٠	٨٥ — ٩٥	١٤	٣٠,١
زيتون	٤٥ — ٥٠	٨٥ — ٩٠	٢٨ — ٤٢	٢٨,٥
بصل	٣٢	٧٠ — ٧٥	١٨٠ — ٢٤٠	٣٠,١
برتقال		٨٥ — ٩٠	٥٦ — ٧٠	٢٨,٠
خوخ	٣١ — ٣٢	٨٠ — ٨٥	١٤ — ٢٨	٢٩.٤
كمثرى	٢٩ — ٣١	٨٥ — ٩٠	—	٢٨.٥
بسلة	٣٢	٨٥ — ٩٠	٧ — ١٤	٣٠,٠
فلفل	٣٢	٨٥ — ٩٠	٢٨ — ٤٢	٣٠.١
أناناس	٤٠ — ٤٥	٨٥ — ٩٠	١٤ — ٢٨	٢٩.٩
برقوق	٣١ — ٣٢	٨٠ — ٨٥	٢١ — ٥٦	٢٨.٠
بطاطس	٣٨ — ٥٠	٨٥ — ٩٠	—	٢٨,٩
فجل	٣٢	٩٥ — ٩٨	٦٠ — ١٢٠	—
سبانخ	٣٢	٩٠ — ٩٥	٠ — ١٤	٣٠.٣
شليك	٣١ — ٣٢	٨٠ — ٨٥	٧ — ١٠	٢٩,٩
بطاطا	٥٠ — ٥٥	٨٠ — ٨٥	١٢٠ — ١٨٠	٢٨,٥
طماطم	٤٠ — ٥٠	٨٠ — ٨٥	٧ — ١٠	٣٠,٤
لفت	٣٢	٩٥ — ٩٨	١٢٠ — ١٥٠	٣٠.٥
فاكهة مجففة	—	—	٩ — ١٢	—
نقل	٣٢ — ٤٥	٦٥ — ٧٥	٢٤٠ — ٣٦٥	—

٦ — التفاح :

يخزن التفاح على درجة ٢٠° إلى ٣٢° فهرنهيت ورطوبة نسبية قدرها ٨٥ إلى ٨٨ فى المائة . وينصح برفع نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون فى جو غرفة التبريد .

٧ — الموز :

يقطف الموز وهو ما زال أخضر وينضج صناعيا فى ظروف محددة من درجات الحرارة والرطوبة النسبية . ويحفظ الموز الناضج لمدة تصل إلى عشرة أيام على درجة حرارة تتراوح بين ٥٦ و ٦٠° فهرنهيت . ويلاحظ أنه على درجة حرارة تقل عن ٥٦° فهرنهيت يدكن لون القشور .

٨ — الموالح :

يحفظ الليمون على درجة ٥٠ إلى ٦٠° فهرنهيت ، ويحفظ البرتقال والجريب فروت على درجة ٣٢ إلى ٣٤° فهرنهيت .

٩ — الكمثرى :

تخزن الكمثرى فى الثلاجات على درجة ٢٩ إلى ٣١° فهرنهيت ورطوبة نسبية ٨٥ إلى ٩٠ فى المائة ، وقد ترفع الرطوبة عن ذلك قليلاً بشرط ضمان سرعة دوران الهواء . ويمكن تخزين الكمثرى لمدة تتراوح بين شهر وسبعة شهور تبعاً لصنف الكمثرى وظروف زراعتها . وتحتاج بعض أصناف الكمثرى إلى إنضاج عقب خروجها من غرف التبريد ويتم إنضاجها على درجة ٦٥ إلى ٧٠° فهرنهيت .

١٠ — الخوخ :

لا يتحمل الخوخ التخزين الطويل فى الثلاجات ، ولذا فهو يخزن لمدة تتراوح بين نصف شهر وشهر كامل على درجة ٣١ إلى ٣٢° فهرنهيت ، ويلاحظ أن

ارتفاع درجة الحرارة إلى ٣٦ أو ٤٠° فهرنهيت يسبب فقداناً فى نكهة الخوخ. ويراعى تخزين الخوخ فى الثلاجات عندما يتم نضجه مع تحاشى ازدياد النضج.

١١ — الفاكهة والخضروات المجففة والمعلبة :

من المفضل أن تخزن المعلبات والأغذية المجففة فى غرف مبردة. ويراعى فى تخزين المعلبات أن يكون المكان جافاً منخفض الرطوبة منعاً لحدوث الصدأ وانفصال الملصقات على العلب. ولا يجوز خفض درجة حرارة تخزين علب الخضروات عن ٣٢° فهرنهيت وإلا انفجرت العلب بسبب ازدياد الحجم بتكون الثلج. أما علب الفاكهة فيمكن خفض درجة حرارة تخزينها إلى ٢٥° فهرنهيت نظراً لاحتوائها على نسبة عالية من السكر.

ولما كانت الفاكهة والخضروات المجففة عرضة للفساد على درجة حرارة تعلو ٧٠° فهرنهيت فمن الواضح أن حفظها فى غرف التبريد يطيل مدة بقائها. وتطول مدة الحفظ بانخفاض درجة الحرارة ونسبة الرطوبة، كما أن التجمد لايتلف هذه الأغذية المجففة.

١٢ — الأسبرجس :

يمكن تخزين الأسبرجس لمدة ثلاثة أو أربعة أسابيع على درجة ٣٢°فهرنهيت ورطوبة نسبية قدرها ٩٠ فى المائة.

١٣ — الفاصوليا :

تحفظ الفاصوليا الخضراء لمدة أسبوع على درجة ٤٠° فهرنهيت أو لمدة نصف شهر إلى شهر كامل على درجة ٣٢° فهرنهيت ورطوبة نسبية مرتفعة مع ضمان سرعة مرور الهواء عليها.

١٤ — البصل :

يترك البصل لمدة شهر ونصف إلى شهرين فى الحقل حتى ينضج قبل نقله إلى غرف التبريد. والظروف المناسبة للتخزين هى ٣٢° فهرنهيت ورطوبة

نسبية قدرها ٧٠ إلى ٧٥ فى المائة . ويفضل أن تكون الرطوبة النسبية منخفضة .

١٥ — البطاطس :

تخزن البطاطس على درجة ٥٠ إلى ٧٠ فهرنهيت ورطوبة نسبية قدرها ٨٥ إلى ٩٠ فى المائة ، أو على درجة ٤٠° فهرنهيت ورطوبة نسبية قدرها ٨٥ إلى ٩٠ فى المائة حيث تبقى ساكنة دون تزريع لمدة تتراوح بين خمسة وثمانية شهور . ويلاحظ أن التخزين على درجة ٤٠° فهرنهيت يسبب ارتفاع نسبة السكر فى البطاطس ، ولذلك تنقل هذه الدرنات إلى غرف حيث تبقى على درجة ٧٠ إلى ٨٠° فهرنهيت حتى تنخفض نسبة السكر . والمعروف أن درجة التجمد للبطاطس هى ٢٩° فهرنهيت .

١٦ — الطماطم :

تخزن الطماطم لمدة تتراوح بين أسبوع وعشرة أيام على درجة حرارة لا تقل عن ٤٠° فهرنهيت . وتخزن الطماطم الخضراء لتكتمل نضجها خلال ثلاثة إلى خمسة أسابيع على درجة ٥٥° فهرنهيت . ولا يتم النضج إذا خفضت درجة الحرارة عن ٥٥° فهرنهيت حتى لو رفعت درجة الحرارة بعد ذلك إلى ٧٠ أو ٧٥° فهرنهيت . ولا تتكون الصبغة الحمراء على درجة ٨٠° فهرنهيت .

١٧ — اللبن والقشدة :

يحتوى اللبن الطازج على كمية من الأحياء الدقيقة . ولذا يفضل العمل على عدم تكاثر هذه الميكروبات أثناء التخزين وذلك بخفض درجة الحرارة . فاللبن الطازج يمكن تخزينه لمدة عشرة أيام على درجة ٣٢° فهرنهيت أو لمدة أطول على درجة ٣٠° فهرنهيت . وبخفض درجة الحرارة إلى ٢٨° فهرنهيت تتكون بعض البلورات الثلجية . وفى حالة نزع القشدة من اللبن يبرد كل من القشدة واللبن الفرز إلى درجة ٥٠° فهرنهيت بمجرد فصل القشدة .

وعادة يبستر اللبن بمجرد استلامه وذلك بتسخينه إلى درجة ١٤٢ أو ١٤٥° فهرنهيت واستمرار التسخين على هذه الدرجة لمدة نصف ساعة ، ثم يبرد اللبن إلى درجة ٥٠° فهرنهيت أو أقل . وقد تجرى البسترة بالتسخين على درجة ١٦٠° فهرنهيت لمدة ١٥ إلى ٣٠ ثانية ثم يبرد اللبن إلى درجة ٥٠° فهرنهيت . وتبستر القشدة بنفس الطريقة . ويجرى التسخين بالكهرباء أو بالماء الساخن أو بالبخار .

١٨ — الزبد :

تخزن الزبد بعض الوقت على درجة ٣٢° إلى ٤٠° فهرنهيت ، أو لمدة أطول على درجة الصفر الفهرنهيتى أو أقل .

١٩ — الجبن :

تخزن الجبن الروكفورت والجافة على درجة ٣٨ إلى ٤٠° فهرنهيت . وتحتاج بعض أصناف الجبن لدرجة ٣١ إلى ٣٢° فهرنهيت . وتخزن بعض أنواع الجبن اللينة الدسمة على حالة مجمدة .

٢٠ — النقل والشيكولاته والخميرة :

تخزن النقل الجافة على درجة ٣٢° فهرنهيت لمنع حدوث التزنخ . وتخزن الشيكولاته على درجة ٤٥ إلى ٥٠° فهرنهيت أو على درجة الصفر الفهرنهيتى . وتخزن الخميرة المضغوطة على درجة حرارة تعلو درجة التجمد قليلاً .

٢١ — البيض :

يبرد البيض الطازج مباشرة لدرجة حرارة تقل عن ٦٠° فهرنهيت ويعبأ فى علب من الورق . ويجب أن تكون غرف التبريد نظيفة مهواة . وترفع الرطوبة النسبية إلى ٩٠ فى المائة . ويلاحظ أن انخفاض الرطوبة فى جو غرف التبريد يترتب عليه امتصاص العبوات الورقية أو الخشبية لبعض الرطوبة من البيض بدلاً من امتصاصها من جو الثلاجة ؛ ويمكن مشاهدة أثر ذلك بانكماش الفجوة الهوائية فى البيضة أثناء التخزين . ويكون الفقد فى وزن البيض كبيراً نسبياً خلال الأيام الأولى للتخزين . ويمكن رفع رطوبة جو غرف التبريد برش الأرضية بالماء أو بوضع

قطع من القماش مبللة بالماء أو بوضع أحواض ماء دافئة داخل الغرف . ويمكن دفع رذاذ دقيق من الماء فى جو غرف الثلاجات ، ويكون الرذاذ من الدقة بحيث يبقى الماء فى الجو ولا يصل لأرضية الغرف . وتوجد أجهزة Psychrometers لقياس الرطوبة النسبية فى جو غرف التبريد عند درجة حرارة ٢٩ إلى ٣١° فهرنهيت. وأحياناً يغطى البيض بطبقة من زيت معدنى لتقليل فقد الرطوبة وثانى أكسيد الكربون من البيض ، ويجرى ذلك بغمس البيض فى الزيت المسخن لدرجة ١١٠° فهرنهيت .

ويحفظ البيض المجفف والبياض بالصفار المجففين على درجة ٣٢° فهرنهيت، وتفضل درجة التجمد .

طرق التبريد الميكانيكى المستخدمة فى التخزين :

١ – طريقة التمدد المباشر : Direct expansion cooling

وفيها تمر مواسير التمدد لغاز التبريد داخل حجر التخزين مباشرة وتكون عادة ملاصقة للجدران الداخلية للغرف . ومن مميزات هذه الطريقة :

(ا) تعمل على خفض درجة حرارة المخزن بطريقة سريعة إلى ما تحت الصفر ، ولذلك لا تستعمل فى حالة تخزين الثمار الطازجة كالخضر والفاكهة ، وتستعمل فى تخزين المواد غير الحية مثل اللحوم والأسماك ومنتجات الألبان .

ومن عيوب هذه الطريقة : أن الرطوبة المنبعثة من الثمار الحية نتيجة لعمليات التنفس تتجمد على المواسير مما قد يؤدى إلى انفجار المواسير وتسرب الغاز أو يعمل كمادة عازلة تحول دون وصول الحرارة .

٢ – طريقة التبريد بالمحلول الملحى Brine cooling

وفى هذه الطريقة تمر مواسير تمدد الغاز داخل خزان مستقل يوضع به محلول ملحى . وعادة يوجد هذا الخزان بعيداً عن غرف التخزين فيبرد المحلول الملحى الذى يدفع بعد ذلك بواسطة طلمبات خاصة فى مواسير أخرى تدخل أو تمر مجاورة لجدران حجر التخزين الداخلية فتعمل على تبريدها . ومميزات هذه الطريقة أنها

تبعد خطر تسرب الغاز أو انفجار المواسير كما يمكن خفض درجة الحر ما دون الصفر بزيادة تركيز المحلول الملحى . وهذه الطريقة ليست شائعة الاستعمال الآن .

٣ ــ طريقة التبريد باستعمال الهواء المبرد Forced air cooling

وفيها يمر تيار هوائى من مروحة ميكانيكية على مواسير التمدد مباشرة فى غرفة مستقلة فيبرد ثم يندفع من فتحات خاصة إلى غرف التخزين . ومن عيوب هذه الطريقة أنها بتخفيضها لدرجة الحرارة فقط تعمل على إزالة الرطوبة من جو المخازن وهى حالة غير مرغوبة أى أنها تتحكم فى درجة الحرارة دون النظر إلى درجة الرطوبة المرغوبة . وتستعمل هذه الطريقة بكثرة فى تخزين بعض الثمار الجافة نسبيًا مثل أصناف النقل والبلح النصف جاف .

٤ ــ طريقة تبريد الهواء بتمريره فى رذاذ مبرد

وفى هذه الطريقة يمر الهواء فى محلول ملحى حول مواسير تمدد الغاز ثم يدفع الهواء الناتج من هذه العملية إلى غرف التخزين عن طريق فتحات خاصة مزودة بأجهزة لإزالة الرطوبة الزائدة من الهواء مما يسمح بتبريد جو المخزن مع المحافظة على الرطوبة النسبية . وفى هذه الطريقة يكيف الهواء من ناحية درجة الحرارة والرطوبة . وتنجح هذه الطريقة فى تخزين الثمار الطازجة بكافة أنواعها .

ويجب أن يراعى فى التبريد الصناعى أو الميكانيكى الاعتبارات الآتية :

١ ــ **درجة الحرارة** : يجب أن تبقى درجة الحرارة ثابتة فى غرف التبريد بقدر الإمكان ، فتذبذب درجة الحرارة ارتفاعاً وانخفاضًا يساعد على تكثيف بخار الماء على سطح الخضر والفاكهة مما يشجع على نمو الفطريات والأحياء الدقيقة . ويساعد على ثبات درجة الحرارة فى غرف التبريد العزل الجيد وعدم فتح وقفل أبواب الثلاجة باستمرار واختيار سائل التبريد المناسب . ويجب أن تزود غرف التبريد بترمومترات فى أماكن متفرقة للتأكد من أن الحرارة موزعة توزيعاً متجانساً فى أجزاء الغرفة ، ويكون ذلك بتجهيز الغرفة بمراوح لتقوم

بعملية توزيع الهواء داخل الغرفة وبالتالى درجة الحرارة ، كما يراعى أن تكون الحامات المخزنة موزعة توزيعاً يسمح بانتقال وتبادل الحرارة بين أجزائها .

٢ — **درجة حرارة الأمان** : Safe temperature

هى الدرجة التى إذا ارتفعت عنها درجة حرارة الثلاجة تتحول الأحياء الدقيقة من الحالة الكامنة إلى الحالة النشطة . وتختلف هذه الدرجة باختلاف نوع البكتريا وكذا باختلاف المادة الغذائية . وتعتبر درجة حرارة الأمان بالنسبة لكل مادة غذائية هى أوفق درجات التخزين بالنسبة لها .

٣ — **درجة الرطوبة** : لدرجة الرطوبة النسبية علاقة مباشرة بمدى بقاء الخامات الزراعية دون تلف بالثلاجات . فإذا انخفضت الرطوبة النسبية عن اللازم فى جو الثلاجة تسبب ذلك فى ذبول الخامات الزراعية كنتيجة لتبخر الرطوبة منها وتراكمها على شكل جليد على المواسير الموجودة فى الثلاجة ، وإذا زادت الرطوبة عن اللازم فإنها تشجع نمو وتكاثر الفطريات وبالتالى تلف الخامات .

والرطوبة النسبية : Relative humidity تساوى

$$\frac{\text{وزن بخار الماء الموجود فى حجم معين من الهواء فى درجة حرارة معينة}}{\text{وزن بخار الماء الذى يشبع نفس الحجم على نفس درجة الحرارة}} \times ١٠٠$$

وتقاس الرطوبة النسبية فى الثلاجات بنوعين من الترمومترات ، الأول هو الترمومتر الجاف العادى والثانى هو الترمومتر المبتل .

٤ — **درجة رطوبة الأمان** : Safe relative humidity

وهى درجة الرطوبة النسبية التى عليها أو أقل منها لا ينمو الفطر ، وفى نفس الوقت لا تسبب جفاف المادة الغذائية . ويمكن صناعيًّا التحكم فى الرطوبة النسبية فى الثلاجات بوسائل عديدة منها رش أرضية الثلاجة بالماء أو تعليق منائر مبللة بالماء داخل الغرفة ، كما يمكن خفضها بدفع تيار من الهواء الجاف الساخن داخل الثلاجة . ويلاحظ أن زيادة حركة الهواء فى غرف التبريد تساعد على خفض الرطوبة . وعموماً تتراوح الرطوبة النسبية المناسبة لتخزين الخضر والفاكهة بين ٨٥٪ و ٩٠ ٪ .

٥ — **التهوية** : تساعد التهوية داخل الثلاجات على توزيع الحرارة والرطوبة توزيعاً منتظماً ، كما أن التهوية تساعد على التخلص من الروائح غير المرغوب فيها والتى تنشأ عادة من نمو الفطريات . ويمكن إجراء التهوية فى الثلاجات بما يلى :

١ — بواسطة مراوح لسحب الهواء وتمريره على مواد لامتصاص الرائحة كالفحم النباتى ثم يعاد نفس الهواء إلى الثلاجة .

٢ — إستبدال هواء الثلاجة من وقت لآخر ، إلا أن هذه الطريقة مكلفة اقتصادياً . وقد وجد أن احتواء هواء الثلاجة على ١ — ٢ جزء فى المليون فى غاز الأوزون يمنع نمو الفطريات بالإضافة إلى تأثيره على امتصاص الروائح ، كما أن الأشعة فوق البنفسجية تمنع أو توقف نمو الفطريات .

٦ — **المواد العازلة** : تتوقف عملية التبريد الصناعى على عاملين رئيسيين هما إزالة حرارة أماكن غرف التبريد ثم منع أو تقليل ارتفاع درجة الحرارة ثانية . وتقوم آلات التبريد بالغرض الأول بينما تقوم المواد العازلة بالغرض الثانى .

والشروط الواجب توافرها فى المواد العازلة هى :

١ — عدم ارتفاع ثمنها أو تكاليف إقامتها .

٢ — أن تكون عديمة الرائحة حتى لا تؤثر على المواد المخزنة .

٣ — أن تكون خفيفة الوزن حتى لا تتساقط وتتجمع فرق بعضها تاركة بين الجدارين مسافة غير معزولة .

٤ — ألا تكون قابلة للإصابة بالحشرات أو الحيوانات القارضة .

٥ — ألا تمتص رطوبة فتفقد خاصيتها فى عزل الحرارة .

أنواع المواد العازلة :

١ — **الهواء** : يستخدم فى حالة إقامة جدران غرف التبريد من طبقتين ويوجد بينهما الهواء . ويجب إقامة حواجز عرضية بين الجدران حتى تنخفض حركة الهواء إلى أقل حد ممكن . وأفضل طريقة هى تفريغ الفراغ الموجود بين الجدارين من

الهواء إلا أن هذه الطريقة مرتفعة التكاليف وغير منتشرة تجاريًّا .

٢ — الفلين : ويستخدم فى الثلاجات التجارية الكبيرة، ويستخدم كتراب دقيق لملء الفراغ الهوائى المحصور بين جدارين، أو كألواح مسطحة تلصق بجدران غرف التبريد .

٣ — الخشب : ويستخدم أيضاً كمادة عازلة ، إلا أنه يعاب عليه ارتفاع ثمنه وفقده لخاصية العزل عند امتصاص الرطوبة .

٤ — السلوتكس : وهو ناتج من فصل ألياف القصب وضغطها بعد التخلص من المواد الذائبة ، وهو يستعمل على شكل ألواح .

٧ — التلف التبريدى :

تعرض بعض الفاكهة والخضر إلى التلف عندما تبرد إلى درجات أقل من الدرجة الملائمة لكل منها — هذا بالرغم من أن هذه الدرجات تكون أعلا من درجة تجمد هذه الخامة . ويسمى هذا التلف بالتلف التبريدى Cold inJury . فكل نوع من الفاكهة أو الخضر له درجة حرارة للتخزين ملائمة، كما يوجد درجة حرارة حرجة Critical temperature لكل نوع من الفاكهة أو الخضر ، وهى الدرجة التى إذا انخفضت عنها حرارة التخزين حدث للمادة المخزنة هذا التلف . وفيما يلى بعض الأمثلة للتلف التبريدى :

الصنف	الدرجة الحرجة	نوع التلف التبريدى .
الموز	٤٥ ف	يكتسب لوناً معتماً .
الليمون الأضاليا	٤٨,٥ ف	يحدث له تفجر مع اكتساب اللون البنى .
الليمون البلدى	٤٥ ف	يحدث له تفجر .
البرتقال	٣٥ — ٣٧ ف	يحدث له ضمور وتبقع فى القشرة .
الطماطم الخضراء البالغة	٥٥ ف	عدم انتظام اللون مع سرعة القابلية للتلف .
الطماطم الحمراء	٥٠ ف	سرعة القابلية للتحلل والتلف .

٨ ــ وحدة التبريد أو طن التبريد :

هى كمية الحرارة بالوحدات البريطانية B.T.U. اللازمة لإذابة طن من الثلج على درجة ٣٢ ف . أو بعبارة أخرى أن الثلاجة التى قدرتها طن تبريد يمكن لها أن تمتص ٢٨٨٠٠٠ B.t.u. فى ٢٤ ساعة أى ٢٠٠ B.t.u. فى الدقيقة .

٩ ــ القدرة الإنتاجية للتبريد :

لحساب احتياجات البرودة اللازمة للتبريد فإنه يجب معرفة العوامل الآتية :

١ ــ درجة حرارة المادة الغذائية التى ستخزن .

٢ ــ درجة الحرارة المطلوب التخزين عليها .

٣ ــ نسبة التنفس والحرارة المتولدة فى حالة تخزين الثمار (خضر أو فاكهة).

٤ ــ الحرارة النوعية للمواد الغذائية .

٥ ــ كمية المواد الغذائية المطلوب تخزينها .

ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار عند حساب درجة الحرارة اللازمة للتبريد طول فترة التبريد حتى تصل إلى الدرجة المطلوبة . ففى حالة تخزين الخضر والفاكهة تتولد طاقة أثناء فترة التخزين . وكقاعدة عامة فإنه كلما انخفضت درجة الحرارة ١٨ درجة فهرنهيتية فإن نسبة التنفس سوف تنخفض إلى النصف .

فمثلاً إذا كانت الحرارة النوعية للتفاح ٠,٨٨ وكانت درجة حرارته ٦٢°ف وأن المطلوب تخزين التفاح على درجة ٣٢° ف وأن الغرفة سوف تحترى على طن من الثمار وأن مدة التخزين هى خمسة أيام : فيحسب عدد أطنان التبريد أو احتياجات البرودة اللازمة كما يلى :

١ ــ حساب الحرارة الكامنة فى طن التفاح وهى كمية الحرارة المطلوب خفضها من درجة حرارة التفاح (٦٢° ف) إلى الدرجة المطارب التخزين عليها (٣٢° ف)

= ٦٢ ف ــ ٣٢ ف × ٠,٨٨ × ٢٠٠٠ وحدة حرارة بريطانية

= ٥٢٨٠٠ وحدة حرارة بريطانية

٢ ــ حساب كمية الحرارة المتولدة أثناء فترة التخزين وهى خمسة أيام فيؤخذ

متوسط نسبة التنفس على درجات ٣٢ ف ، ٦٠ ف من جداول خاصة ولنفرض أنها تساوى ١٧١٠ وحدة حرارة بريطانية لكل طن من التفاح خلال ٢٤ ساعة. وعلى ذلك تكون الحرارة الناتجة فى خلال خمسة أيام = ٥ × ١٧١٠ = ٨٥٥٠ وحدة بريطانية

٣ ــ تضاف الحرارة الكامنة إلى الحرارة المتولدة من التنفس أى

٥٢٨٠٠ + ٨٥٥٠ = ٦١٣٥٠ وحدة بريطانية

٤ ــ وبما أن طن التبريد (الحرارة الكامنة للإنصهار) = ٢٨٨٠٠٠ وحدة بريطانية

٥ ــ إذن طن التفاح يحتاج إلى ثلاجة قدرتها = $\frac{٦١٣٥٠}{٢٨٨٠٠٠}$ = ٢٤, طن تبريد

وبالإضافة إلى حساب الحرارة الكامنة والحرارة المتولدة فإنه يجب أن يراعى فى الحساب أيضاً الفقد فى الحرارة من الغرف نفسها .

المقاييس المترية metric والبريطانية British

الطول ١ متر = ٣٩,٣٧ بوصة = ٣,٢٨٠٨ قدم

المساحة ١ متر مربع = ١٠,٧٦٣٨ قدم مربع

الحجم ١ قدم مكعب = ١٧٢٨ بوصة مكعبة = ٢٨,٣٢ لتر

الكثافة ١ جم/م^٣ = ٠,٣٦١٣ رطل/بوصة مكعبة = ٦٢,٤٢٣٨
رطل.lb/قدم^٣ = ٨,٣٤٥٤ رطل/جالون .gal (أمريكى)

الكتلة والوزن ١ كجم = ١٥٤٣٢,٤ حبة grains = ٢,٢٠٤٦ lb/ avoirdupois

الضغط ١ رطل/بوصة مربعة = ٠,٠٧٠٣ كجم/سم^٢ = ٨,٠٧٠٣م عامود ماء
= ٢,٣٠٦٦ قدم عامود ماء

السرعة ١ ميل/ساعة = ١,٤٦٦٦ قدم/ثانية = ٠,٨٦٨٤ عقدة Knots = ١,٦٠٩٤
كيلومتر/ساعة Standard gravity = ٣٢,١٧ (قدم) (ثانية مربعة)
= ٩٨٠,٦٧ (سم) (ثانية مربعة)

الطاقة ١ قوة حصان hp ساعة = ١٩٨٠ ٠٠٠ قدم رطل = ٢٧٣٧٤٥ كجم م
= ٢٥٤٤,٦٥ وحدة حرارة بريطانية أو ٦٤١٢٤٠ kgm cal

الطاقة والحرارة ١ قوة حصان = ٥٥٠ قدم رطل فى الثانية = ٧٦,٠٤٠٤ Kgm
فى الثانية = ٠,٧٤٥٦٥ Kw

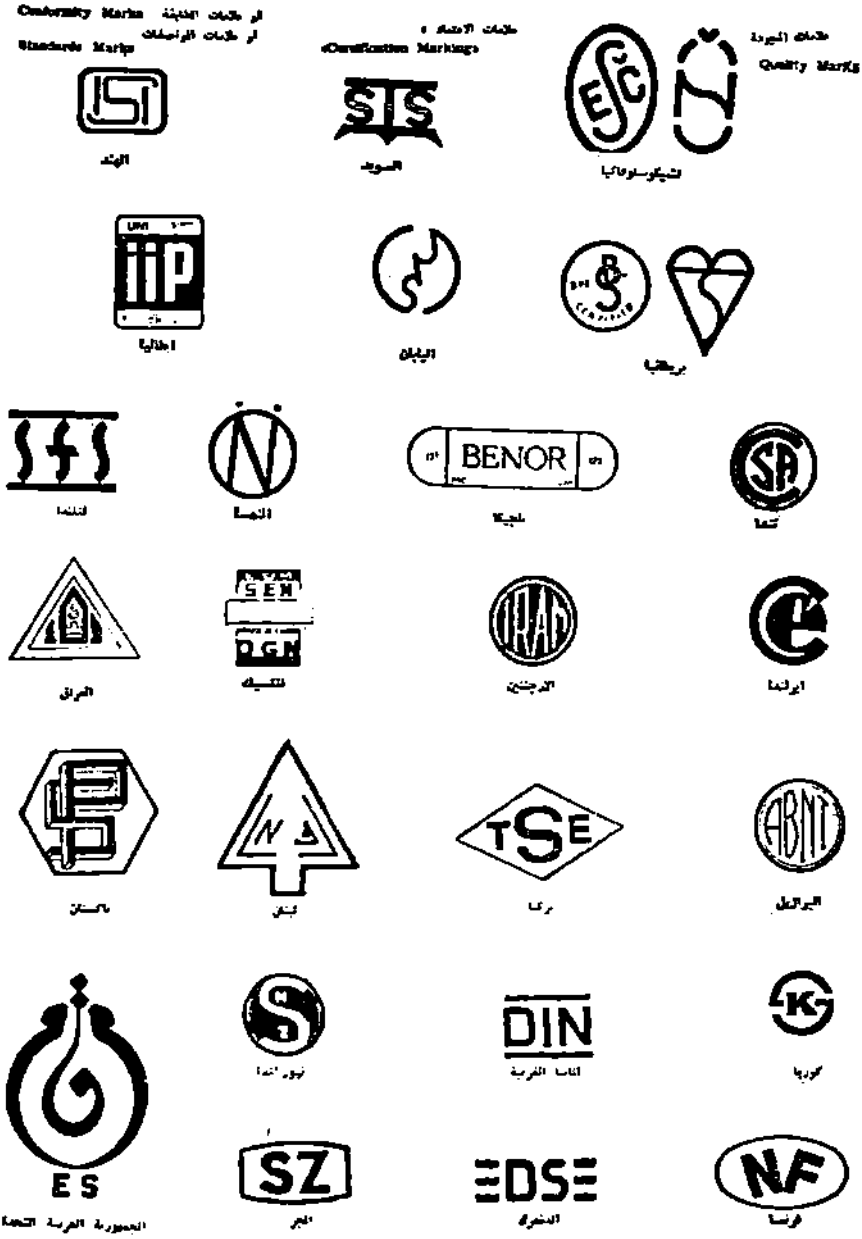
اللزوجة ١ جم/سم ثانية أو داين ثانية / سم مربع بويز = ١٠٠ رطل ثانية / قدم مربع

الطاقة المتاحة (ضابطة التغير) entropy ١ كجم سعر / (كجم) (°م) = ١ وحدة حرارة بريطانية / (رطل) (°ف)

التوصيل الحرارى ١ وحدة حرارة بريطانية (ساعة) (قدم) (°ف) = ١,٤٨٧ كجم سعر فى الساعة (م) (°م)

معامل انتقال الحرارة ١ وحدة حرارة بريطانية / ساعة / قدم مربع °ف = ٤,٨٨ كجم سعر / ساعة / متر مربع / °م = ١ وحدة حرارة مئوية Chu/(ساعة) (قدم مربع) / °م . ووحدة درجة الحرارة المئوية عبارة عن الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل واحد من الماء درجة واحدة مئوية — وهى تساوى ١,٨ وحدة حرارة بريطانية

Enthalpy ١ كجم سعر / كجم = ١,٨ وحدة حرارة بريطانية / رطل
١ وحدة حرارة بريطانية / رطل = ٠,٥٥٥٦ كجم/سعر / كجم



(شكل ٩٨) علامات الجودة

الفصل السابع عشر

حفظ الأغذية بالتجميد

التجميد البطيء . التجميد السريع . تجميد الأسماك . تجميد الجمبرى . تجميد الدواجن . تجميد اللحوم . تجميد الجيلاتى . تجميد القشدة . تجميد اللبن . تجميد الزبد . تجميد البيض . تجميد الفاكهة . تجميد عصير الفاكهة . تجميد الخضروات . القيمة الغذائية للأغذية المجمدة . الفقد فى القيمة الغذائية أثناء التحضير للتجميد . مكونات الأغذية المجمدة . ميكروبيولوجيا الأغذية المجمدة . تركيز العصير بالتجميد . أسس التركيز بالتجميد . الطرق الصناعية للتركيز بالتجميد . تجفيف الأغذية بالتجميد (التجفيد) . أسس التجفيد . تجفيد بعض الأغذية . عصير البرتقال . الجمبرى . اللحوم . معدات التجفيد . تجميد عصير الفاكهة المركز بالتبخير . أسس التركيز بالتفريغ . أنواع أجهزة التبخير . تركيز عصير البرتقال بالتجميد والتفريغ . تركيز عصير الليمون . تركيز عصير التفاح . تركيز عصير الكريز . تركيز عصير الكمثرى . نقل الأغذية المجمدة . نظافة مصانع تجميد الأغذية . مراقبة الجودة فى مصانع تجميد الأغذية . طرق تقدير جودة الأغذية المجمدة . الخضروات . الفاكهة . الأسماك . اللحوم . الطيور . مركز صناعة التجميد بجمهورية مصر العربية .

لما كان تخزين الأغذية فى الغرف المبردة على درجات حرارة تعلو درجات تجمدها يسمح بحفظها لمدة محددة فقط ، أى أسبوعان للأسماك وشهر ونصف للحوم وسنة للتفاح فى الجو المعدل بالغاز ، لذلك يتحتم تجميد هذه الأغذية إذا أريد حفظها لمدد أطول . وكلما انخفضت درجة حرارة التخزين كلما أمكن المحافظة على نكهة وقوام المادة الغذائية المجمدة . لكنه يقال بصفة عامة أن الأغذية المجمدة تكون أقل جودة من الأغذية الطازجة . ويجب عند تجميد الأغذية العناية تماماً بعمليات الانتخاب والفرز والتحضير والتعبئة والتجميد والتخزين منعاً لفساد المنتجات .

ويكتمل تجميد المواد الغذائية خلال ١٢ إلى ٧٢ ساعة فى حالة اتباع طريقة التجميد البطئ Slow or sharp freezing . وهذه الطريقة متبعة بكثرة فى تجميد وحفظ الفاكهة والدواجن المعبأة بكميات كبيرة داخل صناديق والأسماك . ونظراً لطول مدة التجميد فى هذه الطريقة البطيئة فإن معظم الماء فى المواد الغذائية يتجمد متحولاً إلى ثلج ، وهذا الثلج ينصهر عند إعادة المواد الغذائية إلى درجة حرارة الجو مما يترتب عليه سيولة جزء كبير من الماء وخروجه من المادة الغذائية . وكثيراً ما يحتوى السائل المنفصل drip على بعض البروتينات وعوامل النكهة مما يؤدى إلى إضعاف نكهة المواد الغذائية وتقليل جودتها . وكذلك يؤدى انفصال هذا الماء إلى حدوث بعض التغير فى تركيب البروتينات denaturation نتيجة للجفاف وبذلك تصبح هذه البروتينات غير قادرة على إعادة امتصاص العصارة المنفصلة بعد خروج المواد الغذائية من غرف التجميد . أما التجميد السريع للأغذية فيترتب عليه تكون بلورات ثلجية دقيقة تسبب تمزق الأنسجة بدرجة خفيفة فقط . كما أن البروتينات تتعرض لبعض التغيرات الطفيفة . وفى هذه الطريقة السريعة تستطيع البروتينات

إعادة امتصاص العصارة المنفصلة أثناء إنهاء حالة التجمد thawing وهذا يؤدى إلى تحسين نكهة وقوام المادة الغذائية . ومن أبرز مزايا التجميد السريع أيضاً بالإضافة إلى ماسبق ذكره هو سرعة العملية مما يحول دون حدوث التحلل للمواد الغذائية بفعل البكتريا والخميرة والفطريات .

والأطعمة المجمدة بالطريقة السريعة تتشابه مظهرياً بعدصهرها مع الأطعمة الطازجة بسبب احتفاظ بروتيناتها وغروياتها بتكوينها الطبيعى ، كما أنها تكون أفضل طعماً وقواماً ورائحة وشكلاً وقيمة .

التجميد البطىء :

يجرى تجميد الأغذية بالطريقة البطيئة على درجة —١٠° فهرنهيت . وقد تصنع مواسير التبريد فى ثلاجات التجميد البطىء Sharp freezers على هيئة أرفف توضع فوقها المواد الغذائية لتجميدها . كذلك قد تزود هذه الثلاجات بمراوح لدفع الهواء فيؤدى ذلك إلى الإسراع فى عملية التجميد .

التجميد السريع :

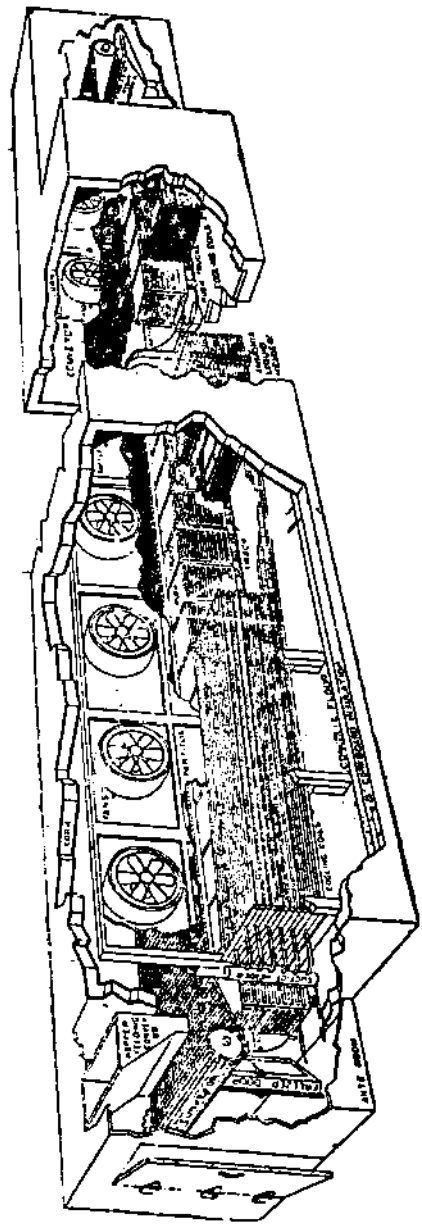
يجرى التجميد السريع للمواد الغذائية باتباع إحدى الطرق الثلاث التالية ، أو باستخدام طريقتين معاً . وتجرى العملية على درجة — ٤٠ إلى — ٥٠° مئوية فتستغرق حوالى نصف ساعة ، وتخزن الأطعمة المجمدة على درجة — ٢٠° مئوية :

١ — الغمس مباشرة Direct immersion فى وسط مبرد كالمحلول الملحى brine freezing .

٢ — التبريد غير المباشر indirect contact باستخدام مادة مبردة كأن تنتقل البرودة إلى المادة الغذائية عن طريق صفائح معدنية .

٣ — التعريض لتيار الهواء البارد convection in a blast of cold air .

وأقدم نظم التجميد السريع هو نظام الغمس المباشر Immersion freezing



(شكل ٩٩) نفق التجميد

air blast tunnel freezer

المعروف قديماً باسم brine freezing . ويستخدم فى هذا النظام محلول ملحى لتجميد الأسماك أو محلول سكر محول لتجميد الفاكهة والخضروات . ويؤدى استخدام المحلول الملحى إلى رفع نسبة الملوحة فى الأسماك . وتتبع طريقة التجميد غير المباشر فى الأسماك حيث تعبأ الأسماك فى العلب الصفيح وتغمس هذه فى المحاول الملحى المبرد حتى تتجمد .

وعموماً يتوقف التجميد وسرعته فى أى من الطرق السابقة على ما يلى :

١ — درجة حرارة غرف التجميد ودرجة الحرارة الابتدائية للمواد الغذائية المراد تجميدها .

٢ — نوع المادة الغذائية ونوع التعبئة وحجم العبوة ، فكلما صغر حجم العبوات كان التجميد أسرع .

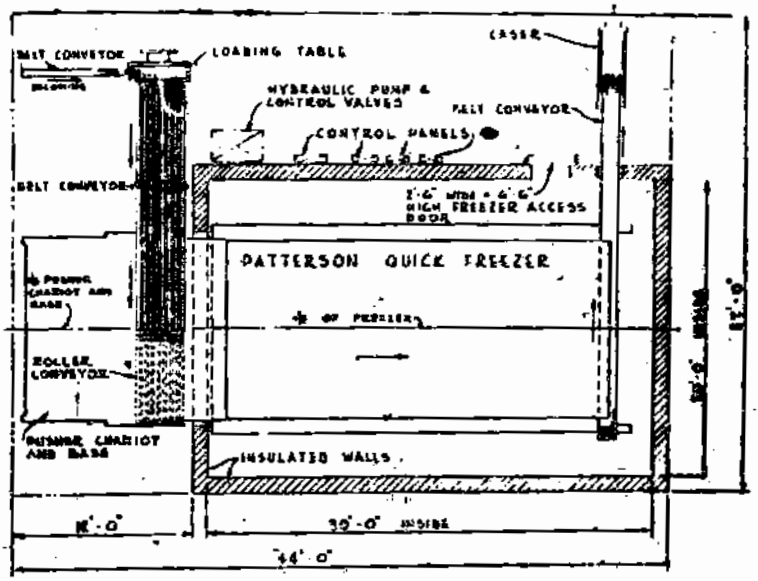
٣ — كفاءة التبريد ، وتتوقف على النظام المستخدم سواء كان النظام المباشر أو الغير مباشر ، وكذلك على السعة التبريدية للثلاجة ومدى فقد الحرارة بالتوصيل أو بالإشعاع أو بهما معاً .

٤ — مدى ملء غرف التبريد ، فكلما كان حجم المادة الغذائية قليل بالنسبة لحجم غرف التجميد كلما كان التجميد أسرع .

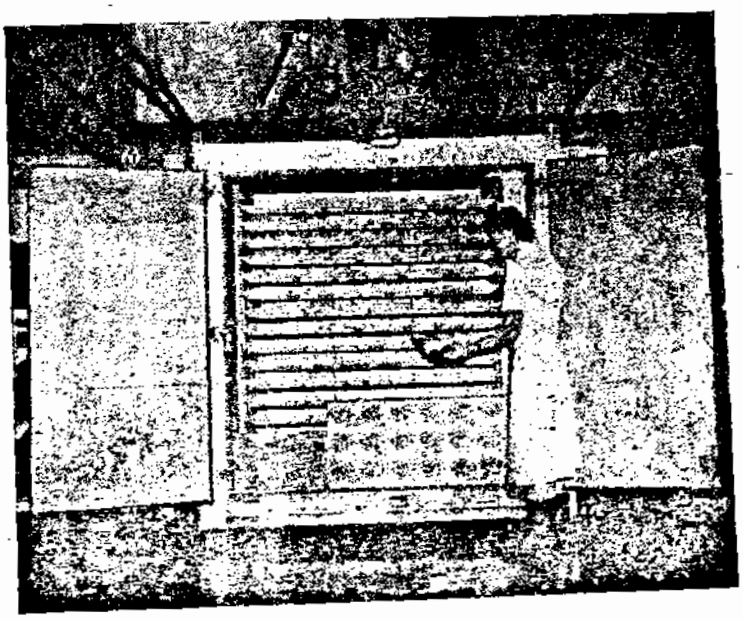
٥ — حركة الهواء ، إذ وجد أن وضع مراوح فى الثلاجة تساعد على سرعة التجميد .

تجميد الأسماك :

تجمد الأسماك الطازجة بمجرد صيدها ، وفى حالة تعذر ذلك تحفظ الأسماك مغطاة بقطع الثلج حتى يحين وقت تجميدها . وتفضل طريقة التجميد السريع على التجميد البطىء . فى التجميد البطىء تعبأ الأسماك فى علب معدنية مستطيلة الشكل تتسع كل منها لحوالى ٢٥ إلى ٣٥ رطلاً ، وترص العلب على مواسير التجميد المهيأة فى شكل أرفف . ويوجد بقاع العلبة بضعة ثقوب بقطر $\frac{3}{8}$ إلى $\frac{1}{2}$ بوصة تسمح بتساقط السائل . وبعد ٢٤ ساعة تكون الأسماك



(شكل ١٠٠) قطاع فى غرفة تجميد بالطريقة المستمرة



(شكل ١٠١) جهاز التجميد بالاتصال المباشر ذو الرفوف المعدنية

(شكل ١٠٢) جهاز التجميد الأسطوانى لتجميد الأغذية
المعبأة فى العلب الصفيح Round Shll Cau Freezer

قد تجمدت فتنزع من الصوانى وتغمس فى الماء البارد ثلاث أو أربع مرات لتغطى بطبقة من الثلج ثم تترك الأسماك فى الجو العادى برهة قصيرة للتخلص من الماء وبعدها تلف فى ورق مانع للرطوبة وترص فى صناديق خشبية وتخزن.

تجميد الجمبرى :

قد يسلق أو لا يسلق الجمبرى قبل تجميده . والطريقة السائدة للتجميد تتلخص فى قطع الرؤوس والغسيل والتعبئة فى علب كرتون مستطيلة الشكل سعة خمسة أو عشرة أرطال ، ووضع العلب على الأرفف فى ثلاجة التجميد البطىء . وبعد تمام التجميد يدهن سطح الجمبرى بالماء البارد وتعبأ العلب فى صناديق وتخزن . وفى حالة اتباع طريقة السلق يقشر الجمبرى أولاً ثم يسلق فى محلول ملحى يغلى تركيزه ٨ إلى ١٠ فى المائة لمدة ست دقائق تقريباً . وبعد أن يبرد الجمبرى المسلوق يعبأ فى العلب الكرتون أو العلب الصفيح ويجمد بالطريقة البطيئة ويخزن على درجة الصفر الفهرنهيتى .

وتخزن الأسماك والجمبرى المجمدان على درجة حرارة تتراوح بين صفر وعشرة تحت الصفر الفهرنهيتى . ويجب تحاشى حدوث أى تغيرات فى درجة الحرارة أثناء التخزين إذ أن هذا يؤدى إلى حدوث تغيرات فى الضغط البخارى مما يزيد من تعرض الأسماك للجفاف وضياع جزء من الثلج المترسب على سطح الأسماك وحدوث تبقع السطح Freezer burn . وينصح بتخصيص ثلاجات محددة لتخزين الأسماك منعاً لامتصاص بعض الأغذية الأخرى لرائحة الأسماك .

تجميد الدواجن :

تذبح الفراخ ويزال عنها الريش وتفتح البطن لفحص الأحشاء الداخلية وتقطع الرأس والرجلان وتزال الأحشاء ثم تغسل الفراخ جيداً ويلف القلوب والكبد والقونصه فى ورق بارشمنت وتوضع فى التجويف البطنى ، وتلف كل دجاجة فى كيس من الورق المانع لتسرب الرطوبة ، وأخيراً تجمد الفراخ بطريقة التجميد السريع وتخزن على درجة الصفر الفهرنهيتى أو على درجة أقل من الصفر . وهذه الاحتياطات بالغة الأهمية لأن الدهن فى الدجاج يعتريه التزنخ أثناء التخزين فى الغرف المبردة . فخفض درجة الحرارة يقلل من حدوث التزنخ ، كذلك تتعرض بعض أجزاء جلد الدواجن للجفاف بدرجة أكبر من الأجزاء الأخرى مما يؤدى إلى تبقع السطح وسوء المظهر Freezer burn ولذلك يلزم لف الدواجن فى ورق مانع للرطوبة عند تجميدها وتخزينها فى الثلاجات .

تجميد اللحوم :

عند تجميد اللحوم يفضل خفض درجة الحرارة إلى أقل حد ممكن فيؤدى ذلك إلى المحافظة على بريق اللحم وكذلك على زيادة قدرة غرف التجميد الإنتاجية وتقليل كمية السائل الذى ينفصل عقب انتهاء البرودة . فتجمد اللحوم خلال ٢٤ ساعة إلى ٣٦ ساعة على درجة — ٢٥° إلى — ٤٠° فهرنهيت ، أو خلال ٧٢ ساعة على درجة صفر إلى — ١٠° فهرنهيت . ويجب أن تكون

اللحوم أثناء تجميدها معلقة فى فراغ غرف التجميد يمر الهواء من حولها ، كما يفضل أن تلف كتل اللحم بالقماش . وتخزن اللحوم المجمدة على درجة الصفر الفهرنهيتى أو تحت الصفر بقليل . وينصح بتحاشى سرعة الهواء الزائدة فى غرف التجميد منعاً لتعرض بعض أجزاء اللحم للجفاف .

ولإعداد اللحوم للاستهلاك توضع هذه فى غرف ذات درجة حرارة متراوحة بين ٤٠° ، ٤٥° فهرنهيت ورطوبة نسبية ٩٥ فى المائة .

تجميد الجيلاتى :

يبستر مخلوط الجيلاتى بالتسخين على درجة ١٥٠° فهرنهيت لمدة نصف ساعة ، ويجنس باستخدام ضغط قدره ٢٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ رطل على البوصة المربعة فى المرحلة الأولى ثم ٨٠٠ إلى ١٥٠٠ رطل فى المرحلة الثانية ، ويبرد المخلوط إلى درجة ٤٠° فهرنهيت ويترك على هذه الدرجة بضع ساعات ، وتجمد الجيلاتى فى أجهزة تبريد مستمرة أو تعمل بطريقة الوجبات . ويلزم تقليب المخلوط بشدة أثناء التجميد لإدخال أكبر قدر ممكن من الهواء فى الجيلاتى فيزداد الحجم overrun ، ولإسراع انتقال الحرارة وبالتالى إسراع التجميد ، ولجعل حجم البللورات صغيراً بقدر الإمكان . وعادة تسحب الجيلاتى من غرف التجميد عندما تبدأ فى التماسك وتعبأ فى علب معدنية أو من الورق وتخزن على درجة — ٢٠° فهرنهيت حتى تتماسك تماماً .

ومن مخاليط الجيلاتى المشهورة ما يلى :

١٢ — ١٤	فى المائة	دهن
١٥	»	سكر
١٠	»	جوامد لبنية خالية من الدسم
٠,٢ — ٠,٥	»	جيلاتين أو مادة مثبتة أخرى

تجميد القشدة :

تعبأ القشدة فى علب صفيح سعة ٣٠ إلى ٥٠ رطل وتجمد بطريقة التجميد السريع ، فتوضع على الأرفف فى غرف التجميد أو توضع فى الأنفاق ويسلط عليها تيار الهواء البارد . ويلاحظ أنه أثناء إعادة القشدة المجمدة إلى درجة حرارة الجو العادية thawing ينفصل جزء من دهنها .

تجميد اللبن :

يمكن حفظ اللبن بضعة أسابيع بتجميده بطريقة التجميد السريع ، فيبستر اللبن ويجنس ويبرد بسرعة ويعبأ فى العبوات المناسبة ويوضع فى نفق التجميد tunnel blast freezer على درجة ٣٠° تحت الصفر الفهرنهيتى حتى يتجمد ثم يخزن على درجة الصفر الفهرنهيتى أو تحت الصفر بقليل . ويمكن تجميد وتخزين اللبن المركز بنفس الطريقة .

تجميد الزبد :

يمكن حفظ الزبد على درجة الصفر الفهرنهيتى أو على درجة — ٢٠° فهرنهيت .

تجميد البيض :

يجمد بياض البيض أو صفار البيض أو مخلوطهما بتعبئته فى علب صفيح سعة ٣٠ إلى ٥٠ رطلا ووضع العلب فى غرف التجميد على درجة عشرة تحت الصفر الفهرنهيتى . وقد تزود غرف التبريد بتيار من الهواء .

ويلاحظ أن قوام ومظهر بياض البيض لا يتأثران بالتجميد ، أما الصفار فيتحول إلى الحالة الجيلية نتيجة للتجميد ولا يعود لطبيعته بعد رفع درجة حرارته . أما مخلوط الصفار والبياض فيكثف قوامه بتأثير التجميد .

تجميد الفاكهة :

تجمد نسبة كبيرة من الفواكه بطريقة التجميد البطيء Cold Pack Or Frozen Pack Fruit ، وتجمد نسبة ضئيلة من الشليك والخوخ بطريقة التجميد السريع . ويفضل تغطية الفاكهة بالشراب السكرى أو مزجها بالسكر عند تجميدها للمحافظة على نكهتها بمنع أكسدة عوامل النكهة وكذلك المحافظة على قوامها . فيمزج الشليك بما يقرب من نصف أو ثلث وزنه سكر . وتوضع عبوات الفاكهة الممتزجة بالسكر فى غرف التجميد على درجة عشرة تحت الصفر الفهرنهيتى المزودة بتيار من الهواء البارد . وبعد ٤٨ ساعة تنقل الفاكهة المجمدة إلى غرف التخزين المبردة لدرجة + ١٠ أو ١٥° فهرنهيت .

وتجمد بعض الفواكه بطريقة التجميد السريع فتغسل هذه الفواكه وتفرز وتجزأ وتمزج بما يوازى ربع أو خمس وزنها سكر وتعبأ فى صناديق من الورق وتقفل الصناديق وتلف بالورق وتوضع فى غرف التجميد السريع وتترك حتى تتجمد ثم تخزن على درجة الصفر الفهرنهيتى .

تجميد عصير الفاكهة :

بعض أنواع العصير لا تتغير صفاتها بالتجميد بينما البعض الآخر ، مثل عصير الطماطم والبرتقال ، تترسب منه نسبة من المكونات الصلبة أثناء التجميد والحفظ فى الثلاجات . ويمكن منع حدوث هذه الظاهرة بتجنيس العصير وتقليبه جيداً . ويجب إزالة جزء من الطرطرات قبل تجميد عصير العنب . كما يجب إزالة الهواء من عصير البرتقال قبل التجميد .

وعادة يبرد العصير إلى درجة ٤٥° فهرنهيت ويعبأ فى عبوات مناسبة بحيث لا يتجاوز تسعة أعشار حجم العبوة منعاً لانفجار العبوات عقب التجميد نتيجة لازدياد الحجم ، ثم يجمد العصير بطريقة التجميد السريع . وفى حالة إزالة الهواء من عصير البرتقال ينصح بتسخينه إلى درجة ١٩٠° فهرنهيت لقتل

الإنزيمات . ومن الطرق المتبعة فى تجميد عصير البرتقال إمرار العصير على أنابيب يجرى بها كحول مبرد بسرعة .

تجميد الخضراوات :

يعتبر التبريد والتجميد أفضل طرق حفظ الخضراوات . ويجب قتل الإنزيمات قبل تجميد الخضراوات وذلك بسلقها فى البخار أو الماء قرب درجة الغليان لمـــدة تكفى لوصول درجة حرارة مركز قطع الخضراوات إلى ٢٠٠° فهرنهيت . وتتلخص طريقة تجميد الخضراوات فى غسيل الخامات وفرزها وتجهيزها وسلقها حتى تمام قتل إنزيم الكتاليز ، وتبريدها إلى درجة ٦٠° فهرنهيت فى ماء بارد ، وإعادة فرزها ، وتعبئتها فى علب كرتون مانعة لتسرب الرطوبة ، وتجميدها بطريقة التجميد السريع ، وتخزينها على درجة الصفر الفهرنهيتى . وقد يضاف للخضراوات قبل تجميدها محلول ملحى تركيزه ٢٪ .

القيمة الغذائية للأطعمة المجمدة :

تعتبر الفواكه المعدة للتجميد غنية فى الكربوإيدرات وفقيرة فى كل من البروتينات والدهون . وهذه الفواكه يضاف إليها السكر أو الشراب السكرى عادة عند تحضيرها للتجميد ، وهذا يؤدى إلى ارتفاع نسبة الكربوإيدرات وخفض نسبتى البروتينات والدهون فى الفواكه المجمدة . وللسكر تأثير آخر على القيمة الغذائية فهو سهل الهضم ومصدر جيد للطاقة التى تنبعث منه بسهولة وبسرعة . وتحتوى الفاكهة على معادن الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والفوسفور والحديد والكلور والكبريت والنحاس وغيرها ، إلا أن نسب هذه المواد غير العضوية تكون أكثر انخفاضاً فى الفاكهة عنها فى الخضراوات . وترتفع نسبة الكالسيوم فى الموالح والتوت والشليك عنها فى الفواكه الأخرى ، وترتفع نسبة الحديد فى المشمش عنها فى الفواكه المجمدة الأخرى ، ويعتبر جميع الحديد فى المشمش والخوخ والكريز قابلاً للامتصاص فى جسم الإنسان بينما ٥٢ فى المائة فقط من حديد الشليك يستفيد منه جسم الإنسان . والأحماض العضوية

فى الفاكهة ، كالستريك والطرطريك والماليك ، تهضم فى الجسم ، بينما حمضا البنزويك والكوينيك لا يهضمان . ويرجع التأثير القلوى للفاكهة على اليوريا إلى وجود المعادن القلوية ومعادن الأراضى القلوية فى الفواكه . ولا يظهر هذا التأثير القلوى عند تناول Cranberry لاحتوائه على حمضى البنزويك والكوينيك اللذين لا يهضمان فى جسم الإنسان . وتحتوى جميع الفواكه على كاروتين بنسب متفاوتة . وعادة يوجد الكاروتين فى الأجزاء الصلبة فى الفاكهة ولذلك فترشيح العصير يؤدى إلى فقد نسبة كبيرة مما تحتويه الفاكهة من الكاروتين . ويوجد الثيامين بنسبة معتدلة فى التفاح والكمثرى والبرقوق والقراصيا والأناناس وعصير البرتقال والجريب فروت المجمدة . ويوجد حمض الأسكوربيك بنسبة كبيرة فى عصير الليمون والبرتقال والشليك المجمد ، وبنسبة متوسطة فى الأناناس المجمد وبنسبة ضئيلة فى العنب والكريز والتفاح المجمدة . وعموماً تعتبر الفاكهة المجمدة فقيرة فى فيتامين د ، بينما يحتوى بعضها على نسبة معتدلة من الريبوفلافين ، مثل الخوخ والكمثرى والتفاح والبرقوق والقراصيا وعصير الجريب فروت . ومن المواد المهمة غذائياً فى الفاكهة البكتين والبروتوبكتين ، فبالرغم من أنهما لا يهضمان فى جسم الإنسان إلا أنهما يساعدان على إسراع مرور الكتلة الغذائية فى الجهاز الهضمى وإسراع خروج الفضلات غير المهضومة أو الممتصة وذلك بفضل الخواص الغروية للبكتين والبروتوبكتين ، وقدرة هذين المركبين على امتصاص الماء .

وتعتبر الخضراوات المعدة للتجميد منقسمة إلى قسمين رئيسيين ، هما الخضراوات الغنية فى الكربوإيدرات كالبسلة والفاصوليا اللما والذرة السكرية والجزر ، والخضراوات المنخفضة الكربوإيدرات مثل عيش الغراب والقنبيط والبروكولى والأسبرجس والسبانخ . ويحتوى القسم الأول على خضراوات فقيرة فى البروتين كالجزر وأخرى بها نسبة معتدلة من البروتين كالبسلة والفاصوليا اللما والذرة السكرية . وكلا القسمين فقيران فى الدهن ، باستثناء فول الصويا الذى يستعمل بقلة كخضار مجمد . وترتفع نسبة الألياف فى الخضراوات جميعاً . وهذه الألياف تسهل مرور الكتلة الغذائية فى الجهاز الهضمى ومرور

الفضلات إلى خارج الجسم . كما تحتوى الخضراوات على أملاح معدنية وأحماض عضوية تترك فى اليوريا أثراً قلوياً . وتتميز بعض الخضراوات دون الأخرى بغناها بالكالسيوم مثل البروكولى والجزر والباميا ، والبعض يتميز بغناه بالفسفور مثل الفاصوليا اللبا والبروكولى والبسلة والذرة السكرية ، والبعض الآخر يحتوى على نسبة ملحوظة من الحديد مثل السبانخ والبسلة والبروكولى .

ويوجد الكاروتين بنسبة مرتفعة فى السبانخ والبروكولى والجزر والقرع العسلى والبسلة والفلفل الحلو ، أما الباميا والأسبرجس فتحتوى على قليل من هذا البروفيتامين . ويوجد الثيامين بوفرة فى البسلة وفاصوليا اللبا والذرة السكرية والسبانخ والقنبيط والبنجر والجزر . وترتفع نسبة فيتامين ج فى الفلفل والسبانخ والبروكولى والقنبيط والأسبرجس والبسلة وفاصوليا اللبا . وتحتوى البسلة والسبانخ وفاصوليا اللبا والبنجر على نسبة مرتفعة من الريبو فلافين . ويوجد النياسين بنسبة معتدلة فى البسلة والسبانخ واللفت . وجميع الخضراوات الخضراء غنية فى فيتامين K .

وتعتبر اللحوم غنية فى البروتين وفقيرة فى الكربوإيدرات والألياف وبها نسبة ملحوظة من الدهن . وتتميز بروتينات اللحوم على بروتينات الخضراوات باحتوائها على الأحماض الأمينية بنسب متمشية مع هذه النسب فى بروتين جسم الإنسان ، ولذا فبروتينات اللحوم تعتبر ذات قيمة حيوية أعلى . وتحتوى اللحوم على كافة الأحماض الأمينية الضرورية للإنسان ، وهى الفالين والليوسين والليوسين المشابه والثريونين والليسين والفينايل ألانين والتربتوفان والمثيونين بنسب مرتفعة فيما عدا المثيونين . وترتفع نسبة الدهن فى لحم الخنزير عنها فى اللحم البقرى والجاموسى . وتعتبر اللحوم غنيـــة فى الفوسفور والحديد ، خصوصاً الكبد . أما العناصر المعدنية فتوجد فى اللحوم بنسب ضئيلة . واللحوم عموماً غنية بالريبوفلافين وحمض النيكوتنياك والثيامين . خصوصاً الكبد والكلى اللذين يحتويان أيضاً على قليل من فيتامينات ج ، ا ، د .

وتعتبر الطيور المنزلية غنية فى البروتين وبها نسبة من الدهن توازى

ما يوجد فى اللحم البتلو ، كما أنها غنية بالفيتامينات .

ويحتوى بياض البيض على ١٢ فى المائة بروتين ، ٠,١٦ فى المائة دهن ، ٠,٠٤ فى المائة جلوكوز ، ٠,٥١ فى المائة رماد ، ٨٦ فى المائة ماء . وغالبية البروتين عبارة عن أوفالبومين وكونالبومين ، أما غالبية الرماد فهى كلوريد الصوديوم والبوتاسيوم . ويحتوى صفار البيض على ٣٠ فى المائة دهن ، ١٦ فى المائة بروتين ، ١,٣ فى المائة حمض جليسرو فوسفوريك ، ٠,٣ فى المائة كوليستيرول ، ١,٠٣ فى المائة رماد ، ٥١,٤ فى المائة رطوبة . ومعظم البروتين عبارة عن فيتالين . وترتفع نسبتا الفوسفور وفيتامين أ فى صفار البيض ، أما نسب فيتامينات ب ، د فمتوسطة .

وتعتبر لحوم الأسماك غنية فى البروتينات وفقيرة فى الكربوإيدرات ومتوسطة أو فقيرة فى الدهن تبعاً لصنف السمك . وتحتوى الأسماك على جميع الأحماض الأمينية ، وتعتبر غنية فى التيروزين والليسين والتربتوفان والأرجينين والهستيدين ، وهذه صفة مرغوبة لأن معظم بروتينات الخضراوات فقيرة فى الليسين والهستيدين والأرجينين . وتعتبر بروتينات الأسماك أسهل وأكمل هضما من بروتين اللحم البقرى . وتكون زيوت الأسماك أسهل هضماً من الدهن الحيوانى الصلب . وتتميز الأسماك البحرية بغناها باليود ، وبعضها غنى بالحديد والنحاس والكالسيوم والمغنسيوم والفوسفور . ومعظم الأسماك غنية بفيتامينى أ ، ب ، وبعضها غنى بفيتامين د ، وبعضها يحتوى على ريبوفلافين .

الفقد فى القيمة الغذائية أثناء التحضير للتجميد :

لا تعترى البروتينات أثناء تجميد المواد الغذائية أى تغيرات ملحوظة فى القيمة الغذائية ؛ إلا أن فساد الأسماك أثناء تجميدها وتخزينها يكون مصحوباً بحدوث تغير فى تركيب البروتين denaturation . والتغير الوحيد الذى يعترى الدهون أثناء تخزين الأغذية المجمدة هو التزنخ الذى يحدث عادة عندما تطول فترة التخزين أكثر من اللازم على درجة حرارة مرتفعة . وتتعرض دهون الأسماك

للتزنخ بدرجة أسرع من دهون اللحوم الحيوانية . ويترتب على أكسدة الدهون فقد محتويات المادة الغذائية من فيتامين أ . ولا يعتبر هذا التزنخ عاملاً هاماً فى التأثير على القيمة الغذائية للأغذية المجمدة حيث قد أمكن منع حدوث التزنخ بخفض درجة حرارة التخزين . والتغير الذى يعترى الكربوإيدرات فى الفواكه المجمدة هو تحلل السكريات الثنائية إلى سكريات أحادية ، وهذا لا يؤثر فى القيمة الغذائية . والفقد فى العناصر المعدنية يكون قليلاً فى حالة تجميد الأسماك بالطريقة السريعة عنه فى الطريقة البطيئة التى تؤدى إلى انفصال كمية كبيرة من العصارة drip أثناء إعادة الأسماك إلى حرارة الجو Thawing . وهذ الفقد ضئيل أيضاً فى حالة اللحوم ، كما أنه لا يؤثر فى القيمة الغذائية للفاكهة المجمدة لأن العصارة المنفصلة تؤكل مع الفاكهة عادة . أما الخضراوات المجمدة فتفقد نسبة من العناصر المعدنية فى حالة سلقها وإهمال ماء السلق . ولا يخفى أن الخضراوات المجمدة تحتاج لمدة طهى أقصر من الخضر الطازجة ، ولذا فالفقد فى العناصر المعدنية وفيتامين ج يكون أقل عند طهى الخضراوات المجمدة عنه فى الخضراوات الطازجة . وقد لوحظ أن ساق البسلة قبل تجميدها يؤدى إلى فقدها لحوالى ١٩ إلى ٣٥ فى المائة من السكر ، ١٧ إلى ٣٠ فى المائة من المواد المعدنية ، ١٤ إلى ٢٢ فى المائة من البروتينات ، ٣٢ إلى ٥٠ فى المائة من فيتامين ج ، ولذلك ينصح بتقصير فترة سلق الخضراوات إلى أقل حد ممكن . والفقد فى فيتامين ج من الفواكه المجمدة يكون ضئيلاً ويزداد تدريجياً بطول فترة التخزين ، ومن عصير الفاكهة المجمد يكون ضئيلاً للغاية خصوصاً فى حالة عدم تهوية العصير قبل تجميده وفى حالة خفض درجة حرارة التخزين إلى الصفر الفهرنهيتى أو أقل . وتفقد عجينة الفاكهة المضاف إليها السكر حوالى ١٢ فى المائة من فيتامين ج بعد التخزين الطويل ، ويرتفع الفقد إلى ١٦ فى المائة فى حالة عدم إضافة السكر . ولا يفقد عصير الفاكهة المركز المجمد كثيراً من محتوياته من فيتامين ج . أما الثيامين فيفقد حوالى ربع كميته أثناء تحضير الخضراوات للتجميد بسبب قابليته للذوبان فى الماء وسهولة إتلافه بتأثير الحرارة . أما اللحوم فلا تفقد كمية تذكر مما تحويه من

الثيامين . ويفقد جزء من الريبوفلافين أثناء غسيل وسلق وتبريد الخضراوات بالماء قبل تجميدها . ولا يسبب تجميد الخضراوات أى فقد فى محتوياتها من فيتامين أ ، إلا أن بعض الباحثين يذكر أنه يحدث فقد يقدر بربع كمية الفيتامين . وتفقد الخضراوات جزءاً من محتوياتها من النياسين وحمض الفوليك أثناء التحضير للتجميد .

ومما يذكر فى هذا المقام أن الفواكه المجمدة لا يجوز تقديمها لمرضى القلب أو البول السكرى أو ضغط الدم ، إذ أن الفواكه عادة يضاف إليها سكر أو شراب سكرى عند تجميدها .

مكونات الأطعمة المجمدة :

فيما يلى جداول تبين القيمة الغذائية للأغذية المجمدة :

محتويات المائة جرام من الفاكهة والخضر المعدة للتجميد والمجمدة

الفاكهة أو الخضر	سعرات	رطوبة جم	بروتين جم	دهن جم	رماد جم	كربوهيدرات جم	ألياف جم	كالسيوم مجم	فوسفور مجم	حديد مجم	صوديوم مجم	بوتاسيوم مجم	فيتامينات: ا وحدة دولية	ب١ مجم	ب٢ مجم	حمض نيكوتينيك مجم	ج مجم
تفاح	٥٨	٨٤,١	٠,٣	٠,٤	٠,٣	١٤,٥	١,٠	٦	١٠	٠,٣	٠,٢	٧٤	٩٠	٠,٠٤	٠,٠٣	٠,٢	٥
مشمش	٥١	٨٥,٤	١,٠	٠,١	٠,٦	١٢,٩	٠,٦	١٦	٢٣	٠,٥	٠,٦	٤٤٠	٢٧٩٠	٠,٠٣	٠,٠٥	٠,٨	٧
كريز	٦١	٨٣,٠	١,١	٠,٥	٠,٦	١٤,٨	٠,٣	١٨	٢٠	٠,٤	١,٠	٢٦٠	٦٢٠	٠,٠٥	٠,٠٦	٠,٤	٨
جريب فروت	٤٠	٨٨,٨	٠,٥	٠,٢	٠,٤	١٠,١	٠,٣	٢٢	١٨	٠,٢	٠,٥	٢٠٠	—	٠,٠٤	٠,٠٢	٠,٢	٤٠
ليمون	٣٢	٨٩,٣	٠,٩	٠,٦	٠,٥	٨,٧	٠,٩	٤٠	٢٢	٠,٦	٠,٧	١٣٠	٠	٠,٠٤	—	٠,١	٥٠
برتقال	٤٥	٨٧,٢	٠,٩	٠,٢	٠,٥	١١,٢	٠,٦	٣٣	٢٣	٠,٤	٠,٣	١٧٠	١٩٠	٠,٠٨	٠,٠٣	٠,٢	٤٩
خوخ	٤٦	٨٦,٩	٠,٥	٠,١	٠,٥	١٢,٠	٠,٦	٨	٢٢	٠,٦	٠,٥	١٦٠	٨٨٠	٠,٠٢	٠,٠٥	٠,٩	٨
برقوق	٥٠	٨٥,٧	٠,٧	٠,٢	٠,٥	١٢,٩	٠,٥	١٧	٢٠	٠,٥	٠,٦	١٧٠	٢٥٠	٠,٠٦	٠,٠٤	٠,٥	٥
شليك	٣٧	٨٩,٩	٠,٨	٠,٥	٠,٥	٨,٣	١,٤	٢٨	٢٧	٠,٨	٠,٨	١٨٠	٦٠	٠,٠٣	٠,٠٧	٠,٣	٦٠
أسبرجس مجمد	٢١	٩٣,٠	٢,٢	٠,٢	٠,٧	٣,٩	٠,٧	٢١	٦٢	٠,٩	٣	٣٢٠	٨٥٠	٠,٠٤	٠,١٥	١,٢	٢١
قنبيط مجمد	٢٥	٩١,٧	٢,٤	٠,٢	٠,٨	٤,٩	٠,٩	٢٢	٧٢	١,١	٢٢	٢٩٠	٨٠	٠,٠٩	٠,٠٨	٠,٥	٥١
فاصوليا مجمدة	٧٥	٨٠,٣	٥,٧	٠,٣	٠,٨	١٢,٩	١,٩	١٧	٩٤	١,٥	١٠٠	١٦٠	٦٧٠	٠,٣٣	٠,١١	١,٩	١٨
سبانخ مجمدة	٢٠	٩٢,٧	٢,٣	٠,٣	١,٥	٣,٢	٠,٦	٨١	٥٥	٣,٠	٦٠	٣٨٠	٦٨٢	٠,٠٧	٠,١٧	٠,٥	٣٨
بروكولى مجمد	٢٣	٩٢,٢	٥,٢	٠,٢	٠,٨	٤,٣	١,٠	١٠٠	٥٩	١,٠	١٣	٢٥٠	٢٢٣٠	٠,٠٧	٠,١٢	٠,٩	٧

محتويات المائة جرام من الجزء الصالح للأكل فى اللحوم والطيور والأسماك المعدة للتجميد

المادة	سعرات	رطوبة جم	بروتين جم	دهن جم	رماد جم	كربوايدرات جم	ألياف جم	كالسيوم مجم	فوسفور مجم	حديد مجم	صوديوم مجم	بوتاسيوم مجم	فيتامينات				
													أ وحدة دولية	ب١ مجم	ب٢ مجم	نيكوتينيك حمض مجم	ج مجم
لحم بقرى	١٩٤	٦٧,٠	١٩,٣	١٣,٠	٠,٩	صفر	١١	٢٠٨	٢,٩	٠,٠٨	—	—	٠	٠,١٢	٠,١٥	٥,٢	٠
لحم ضأن	٢٩٠	٥٨,٣	١٥,٦	٢٥,٢	٠,٨	٠	٩	١٦٨	٢,٣	—	—	—	٠	٠,١٨	٠,٢٣	٥,٢	٠
لحم بتلو	١٧٦	٦٩,٠	١٩,٢	١١,٠	١,٠	٠	١١	٢٠٧	٢,٩	٠٢,٥	—	—	٠	٠,١٨	٠,٢٧	٦,٣	٠
سمك	١٥٠	٦٩,٨	٢٢,٩	٦,٥	١,٦	٠	١٥٠	٢٦٣	٠,٤	٠١,٩	—	—	—	—	٠,٠٩	—	—
دجاج	١١٢	٧٤,٥	٢٠,٥	٢,٧	١,١	٠	١٥	١٨٨	١,٨	—	٧٨	٣٢٠	٠	٠,١٠	٠,٢٤	٥,٦	٠
فراخ روى	٢٦٨	٥٨,٣	٢٠,١	٢٠,٢	١,٠	٠	٣٣	٣٢٠	٣,٨	—	٧٠	٣١٥	—	٠,٠٩	٠,١٤	٨,٠	٠
بيض كامل	١٦٢	٧٤,٠	١٢,٨	١١,٥	١,٠	٠,٧	٥٤	٢١٠	٢,٧	—	٨١	١٠٠	١١٤٠	٠,١٠	٠,٢٩	٠,١	٠
بياض بيض	٥٠	٧٨,٨	١٠,٨	٠	٠,٦	٠,٨	٦	١٧	٠,٢	—	١١٠	١٠٠	٠	٠	٠,٢٦	٠,١	٠
صفار بيض	٣٦١	٤٩,٤	١٦,٣	٣١,٩	١,٧	٠,٧	١٤٧	٥٨٦	٧,٢	—	٢٦	١٠٠	٣٢١٠	٠,٢٧	٠,٣٥		٠

اللحم	ثيامين	ريبوفلافين	نياسين	ب ١٢ ميكروجرام
	ملليجرام فى ١٠٠ جرام			فى ١٠٠ جرام
كبده بقرى	٠,٢٣	٣,٣٩	١٣,٥	٥١,٠
لحم بقرى	٠,١٧	٠.١٦	٥.٧	١,٨
لحم خنزير	١,١٣	٠,٢١	٣,٥	١,٣
لحم ضأن	٠,٢٠	٠,٣٠	٦,٣	١,٧
سجأ	٠,٢١	٠.٢٠	٤,٠	١,٤

الحديد القابل للامتصاص فى الأغذية المجمدة

الغذاء	pH	الحديد الكلى/الحديد القابل للامتصاص	
		جزء فى المليون	
ذرة سكرية طازجة	٦,٧	٢١	٢٠
« « مجمدة	—	١٩	١٩
اسبرجس طازج	٦,٢	٧٣	٤٤
« مجمد	٦,٥	٧٢	٤٥
فاصوليا خضراء طازجة	—	١٣٠	٤٧
« « مجمدة	٦,٢	١٥٠	٩١
« ليما طازجة	—	٦٨	٤٦
« « مجمدة	٦,٥	٨٥	٦٢
سبانخ طازجة	٦,٤	٣٥٠	٨٤
« مجمدة	٦,٧	١٩٠	١٢٠

النسبة المئوية للكربوايدرات فى الفاكهة المجمدة

الفاكهة	طريقة التعبئة	الكربوايدرات		
		طبيعية	مضافة	كلية
خوخ	فى الشراب	١٠	١٠	٢٠
شليك	بالسكر	٦	٢٠	٢٦
Blackberries	بدون سكر	٧	٠	٧
Blueberries	بدون سكر	١٠	٠	١٠

النسبة المئوية للمكونات المتبقية فى المادة الغذائية بعد السلق

الخضر	معادن			بروتين			فيتامين ج		
	سلق فى الماء		فى بخار	سلق فى ماء		فى بخار	سلق فى ماء		فى بخار
	دقيقة	٦ ق	٣ ق	١ ق	٦ ق	٣ ق	١ ق	٦ ق	
بسلة	٨٨	٨٤	٩٥	٩١	٨٥	٩٦	٧١	٦٠	٨٣
جزر	٨٥	٧٦	٩٠	٧٠	٧٠	٧٤	٨٤	٦١	٧٨
فاصوليا	٩١	٨٩	٨٥	١٠٠	٩٠	٩٧	٩٣	٨٢	٨٢
بطاطس	٩٣	٩١	٩٠	٩٢	٩٠	٩٠	٦٨	٦٦	٦١

الفيتامينات فى الفاكهة المجمدة والعصير (بالملليجرامات فى ١٠٠ جرام)

الفاكهة	حمض أسكوربيك			بيتا كاروتين	حمض فوليك	نياسين	حمض بانتوثنيك	ريبوفلافين	ثيامين	ب ٦
	مختزل	مؤكسد	كلى							
تفاح شرائح	٥,٧	١,٦	٧,٣	٠,٠١	٠,٠٠٢	٠,٢١	,١١٤	٠,٠٣	٠,٠١	٠,٠٣٠
مشمش	٥,٦	٢٠,٩	٢٧,٠	١,٠١	٠,٠٠٣	٠,٧٨	,١٧٣	٠,٠٤	٠,٠٢	٠,٠٧١
كريز بدون نواة	١,٤	٤,٧	٦,١	٠,٢٩	٠,٠٠٥	٠,٣٢	,٠٨٣	٠,٠٦	٠,٠٣	٠,٠٥٨
خوخ	١٠,١	٢٩,٧	٣٩,٨	٠,٠٧	٠,٠٠٤	٠,٧١	,١١٨	٠,٠٤	٠,٠١	٠,٠٢٠
أناناس	٧,٠	١,٢	٨,٢	٠,٠٢	٠,٠٠٦	٠,٢٨	,١٠٥	٠,٠٣	٠,١٠	٠,٠٧٥
شليك	٤٣,١	١٢,٢	٥٥,٤	٠,٠٢	٠,٠٠٤	٠,٥٠	,١١٥	٠,٠٦	٠,٠٢	٠,٠٥٢
عصير جريب فروت	٣٦,١	٢,٠	٣٨,١	٠,٠٠٤	٠,٠٠٢	٠,٢٦	,١٦٢	٠,٠٠٦	٠,٤٨	٠,٠١٤
عصير عنب محلى	٢,٥	١,٨	٤,٣	٠,٠٠٣	٠,٠٠٣	٠,٢٠	,٠٤٠	٠,٠٢٧	٠,١٩	٠,٠٢١
عصير ليمون محلى	٦,٣	٠,٥	٦,٨	آثار	آثار	٠,٧	,٠١١	٠,٠٠٦	٠,٠٠٥	٠,٠٠٥
عصير ليمون	٤١,٨	٢,٢	٤٤,٠	٠,٠١	٠,٠٠١	٠,١٢	,٠٨٦	٠,٠١٢	٠,٣٠	٠,٠٣٩
عصير برتقال	٤٦,١	١,١	٤٧,٢	٠,٠٠٥	٠,٠٠٣	٠,٣٣	,١٥٥	٠,٠١٣	٠,٠٨٥	٠,٠٣٣
عصير أناناس	١١,٨	١,٢	١٣,٠	٠,٠٠٩	٠,٠٠١	٠,٢٥	,١١٥	٠,٠١٦	٠,٥٦	٠,٠٧٤

الفيتامينات فى الأغذية المجمدة (بالملليجرامات فى ١٠٠ جرام)

المادة الغذائية	حمض أسكوربيك			بيتاكاروتين	حمض فوليك	نياسين	حمض بانتوثنيك	ريبوفلافين	ثيامين	ب٦
	مختزل	مؤكسد	كلى							
اسبرجس	٢٦,٩	٢,٢	٢٩,١	٠,٤٧	٠,٠٦٨	١,٢٦	٠,٤٢٠	٠,١٥	٠,١٨	٠,١٤٦
فاصوليا خضراء	٧,١	٢,٣	٩,٤	٠,٣٥	٠,٠٢٠	٠,٤٤	٠,١٢٠	٠,١٠	٠,٠٧	٠,٠٦٣
فاصوليا ليما	١٧,٦	١,٢	١٨,٨	٠,١٣	٠,٠١٦	١,٢٤	٠,٢٣٩	٠,٠٦	٠,١٠	٠,١١٣
بروكولى	٦٥,٢	٤,٧	٦٩,٩	١,٥٥	٠,٠٤٦	٠,٥٥	٠,٤٦٣	٠,١٣	٠,٠٧	٠,١٦١
قنبيط	٥١,٩	٤,٠	٥٥,٩	٠,٠٢	٠,٠٢٠	٠,٤٨	٠,٤٦٧	٠,٠٦	٠,٠٦	٠,١٧٧
ذرة	٧,٢	١,١	٨,٣	٠,٠٥	٠,٠٢١	١,٦١	٠,٣٦٠	٠,٠٧	٠,١١	٠,٢٢٢
باميا	١١,٢	٤,٦	١٥,٨	٠,٢٩	٠,٠٢٥	١,٠٣	٠,٢٢١	٠,٢١	٠,١٧	٠,٠٤٥
بسلة وجزر	٨,٩	١,١	١٠,٠	٥,٥٦	٠,٠١٥	١,٣٤	٠,٢٥٣	٠,٠٧	٠,٢٠	٠,٠٩٥
بسلة	١٧,١	١,٦	١٨,٧	٠,٤١	٠,٠٢٠	٢,٠٥	٠,٢٧٧	٠,١٠	٠,٣٢	٠,١٥٠
بطاطس مهروسة	٤,٩	١,٤	٦,٣	٠,٠٢	٠,٠٠٧	٠,٨٢	٠,٢٤٠	٠,٩٣	٠,٠٧	٠,٠٩١
سبانخ	٣١,٩	٣,٢	٣٥,١	٤,٨٥	٠,٠٧٠	٠,٥١	٠,١١٠	٠,١٦	٠,١٠	٠,١٧٦

ميكروبيولوجيا الأغذية المجمدة

تتلخص طرق حفظ الأغذية فيما يلى :

١ — تعقيم الأغذية والمحافظة عليها من إعادة التلوث .

٢ — منع نشاط الأحياء الدقيقة المسببة للفساد حتى لا يظهر التحلل فى المواد الغذائية .

ويمنع النشاط بإحدى الوسائل التالية :

(ا) تبريد الأغذية وحفظها على درجة حرارة تعلو درجة تجمدها . وهذه الوسيلة تفيد فى إيقاف فعل جميع الأحياء عدا البكتريا المحبة للبرودة Psychrophilic micro organisms

(ب) تجميد الأغذية ثم تخزينها على درجة حرارة منخفضة تقل عن درجة ٣٢° فهرنهيت .

(حـ) تخفيف المواد الغذائية .

(د) تمليح الأغذية .

(هـ) تخليل الأغذية .

(و) إضافة بعض المواد الحافظة الكيميائية للأغذية .

(ز) إضافة المضادات الحيوية للأغذية .

فدرجة الحرارة تؤثر فى حفظ المواد الغذائية عن طريق تأثيرها على نمو ونشاط الأحياء الدقيقة . ويعتبر تجميد الأغذية ثم حفظها فى غرف التبريد وسيلة فعالة فى منع نمو الأحياء الدقيقة بشرط عدم ارتفاع درجة الحرارة أثناء التخزين عن ١٥° فهرنهيت . فبارتفاع درجة حرارة المادة الغذائية عن ١٥°

فهرنهيت تبدأ بعض الفطريات وقليل من الخمائر فى التكاثر بسرعة تسمح بتحقيق فساد الأغذية . ويمكن أن يقال بصفة عامة إن لكل من الكائنات الحية الدقيقة درجة حرارة دنيا بتجاوزها إلى درجة أقل يمتنع نمو هذا الكائن الحى .

وتعتبر هذه الدرجة الدنيا biological zero لجميع الكائنات الحية قريبة من الصفر المئوى . أى درجة ٣٢° فهرنهيت وهى درجة تجمد الماء . وتنخفض هذه الدرجة قليلاً فى حالة البكتريا المحبة للبرودة psychrophilic bacteria إذ تتراوح بين ٢٣ ، ٣٢° فهرنهيت . وتتراوح درجة الحرارة الدنيا للبكتريا التى تنمو على درجة الحرارة العادية mesophilic بين ٤٦ ، ٥٤ فهرنهيت أو أعلى من ذلك قليلاً بالنسبة للأحياء الطفيلية منها .

وترتفع درجة الحرارة الدنيا عن ماذكر بالنسبة للبكتريا المحبة للحرارة thermophilic .

وللأحياء الدقيقة درجة حرارة قصوى أيضاً فلا تنمو بتجاوز درجة الحرارة حداً معيناً هو ٧٠° فهرنهيت للبكتريا المحبة للبرودة psychrophilic أو ٨٦° فهرنهيت للبكتريا التى تنمو على درجة الحرارة العادية mesophilic أو ١٠٤° إلى ١٢٢° فهرنهيت للبكتريا المتطفلة التى تنمو على درجة الحرارة العادية أو ١٤٠° إلى ١٥٨° فهرنهيت للبكتريا المحبة للحرارة .

ومن هذا يتضح أهمية التبريد والتجميد فى حفظ الأغذية إذ أن حفظ درجة الحرارة إلى حد معين يقلل من عدد الأحياء الدقيقة وأجناسها المسببة للفساد ، وبانخفاض درجة الحرارة إلى نقطة التجمد يصبح عدد سلالات الأحياء الدقيقة التى يخشى نشاطها محدوداً . وغالبية العدد القليل من الأحياء الدقيقة التى تنمو عند أو تحت الصفر المئوى ، أى درجة تجمد الماء ٣٢°

فهرنهيت ، عبارة عن فطريات وخمائر . وقد أمكن مشاهدة نمو بعض الفطريات عند درجة + ١٨° فهرنهيت ، ونمو Pseudomonas fluorescens ، وبعض أنواع الاكتوباسيلس والتوريولا والموئيليا والبنيسيليوم عند درجة + ٢٥° فهرنهيت ، ونمو بعض أنواع الكلادوسبوريوم والسبوروتريكم عند درجة ٢٠° فهرنهيت ، ونمو بعض خمائر السكاروميسز عند درجة + ١٦° فهرنهيت ، ونمو B. fluorescens و B. mycoides و B. ruminatus و Bacillus atterimus وبعض أنواع البنسلين عند درجة + ١٦° فهرنهيت فى عصير الموالح المركز الذى لم يصل إلى حد التجمد الكامل عند هذه الدرجة من الحرارة .

ويعتبر تأثير الأحياء الدقيقة على الأغذية المجمدة ضئيلاً للغاية ، إلا أن هذه الأحياء قد تسبب فساد الأغذية قبل تجميدها وأثناء وبعد إعادة الأغذية المجمدة إلى درجة حرارة الجو العادية . فالبكتريا تنمو على الأسماك حتى ولو كانت معبأة فى الثلج المجروش ، ولذا فهى تسبب فساد الأسماك بمجرد ارتفاع درجة حرارتها . فمن المهم إذن أن يقل تلوث الأسماك أثناء تداولها إلى أقل حد ممكن ، ويساعد على ذلك تطهير جميع الآلات والأدوات التى تلامسها الأسماك بغسلها بمحلول مطهر لا يترك رائحة غير مرغوبة فى الأسماك مثل الهيبوكلوريت .

وتغسل الأسماك بماء به كلور إذا اقتضى الأمر ، ولو أن الكلور ليس مرغوباً فى حالة تجميد الأسماك . وتتعرض اللحوم للفساد البكتريولوجى أيضاً ولكن بدرجة أقل من الأسماك . فالتلوث بالأحياء الدقيقة يبدأ أثناء سلخ جلد الحيوان والتقطيع ، لذلك يجب إيقاف نشاط هذه الأحياء بتبريد اللحوم مباشرة إلى درجة ٣٢° أو ٣٤° فهرنهيت على الأكثر . ويلاحظ أن نمو الأحياء الدقيقة على سطح اللحوم يزداد بارتفاع نسبة الرطوبة . وتكون اللحوم المفرومة أكثر عرضة

للفساد بسبب زيادة التلوث أثناء وبعد الفرم . والشائع فى الدول المتمدينة هو تبريد الحيوان بعد الذبح مباشرة إلى درجة ٣٢° فهرنهيت وتخزينه aged كاملاً أو مجزءاً لمدة خمسة أو ستة أسابيع على درجتى حرارة ورطوبة مرتفعتين نسبياً تؤديان عادة إلى تلوث السطح بالفطريات مما يستلزم كشط هذه الطبقة قبل تجميد اللحم أو تربيته . وتتفاوت مدة التخزين المذكورة قبل التجميد تبعاً لصفات اللحم ومدى الليونة المطلوبة . وتزى النكهة التى تكتسبها اللحوم المخزنة قبل التجميد aged إلى نمو بعض الفطريات التى منها Thamnidium sp. ، Mucor sp. ، Rizopus sp. ، Pseudomonas, Achromobacter . والملاحظ أن الغدد كالكبد والكلى تتعرض للفساد بفعل الأحياء الدقيقة بدرجة أسرع من لحم العضلات .

وتعتبر لحوم الدواجن أكثر عرضة للفساد بفعل الأحياء الدقيقة عن لحم الحيوان بسبب ليونة لحوم الطيور ، ولذلك تغلف لحوم الدواجن عقب الذبح وتبرد إلى درجة ٣٢° فهرنهيت مباشرة .

وتتعرض الخضراوات للتلوث بالأحياء الدقيقة أثناء تحضيرها ولذا يجب تبريدها مباشرة أو سلقها وتبريدها ثم تجميدها . فالسلق يقلل جميع الأحياء الدقيقة تاركاً بعض الجراثيم فى الخضراوات . والمعروف أن الخضراوات من أصلح البيئات لنمو وتكاثر الأحياء الدقيقة .

وتعرض الفاكهة للتخمر بفعل الخميرة واللاكتوباسيلس التى تلوث الفاكهة فى مرحلة النضج ، وتزداد سرعة التخمر بارتفاع درجة الحرارة ، لذلك يجب حفظ الفاكهة مبردة طوال الوقت عند درجة حرارة ٥٠° فهرنهيت على الأكثر . ولما كان تجمد الفاكهة يحدث ببطء فهناك احتمال تكاثر الأحياء الدقيقة فيها بسرعة تكفى لإحداث الفساد بالرغم من وجودها فى غرفة التجمد على

درجة تقل عن الصفر الفهرنهيتى ، ولذلك يجب تبريد الفاكهة قبل وضعها فى غرفة التجميد .

فالثابت بصفة قاطعة أن التجميد يقلل من عدد الأحياء الدقيقة النامية على الأغذية بدرجة واضحة . ويبدو أن نمو الأحياء الدقيقة الضارة فى الأغذية المجمدة يكون أقل منه فى الأغذية الطازجة . وهذه الأحياء الضارة تهلك عند طهى الأغذية المجمدة ، إلا أنها تكون خطرة فى حالة الأغذية التى لا تطهى مثل العصير المركز .

وعند تجهيز الأغذية المجمدة للاستهلاك تزداد سرعة تكاثر الأحياء الدقيقة المسببة لفساد الأغذية . وقد تصبح الأغذية الفاسدة سامة للإنسان إذا احتوت على بكتريا سامة أو على سموم أفرزتها البكتريا ، مثال ذلك حدوث التسمم البوتيولينى . فالميكروب Clostridium botulinum ليس سامّاً فى حد ذاته لكنه يفرز سمًّا شديداً ، وجراثيم هذا الميكروب لا تقتلها درجة التجمد ، أما غليان الأغذية المجمدة عند طهيها فيهلك المادة السامة . وعادة يكون نمو الأحياء السامة بدرجة أقل فى الفاكهة المجمدة عنها فى الخضراوات ، كما أن ميكروب التسمم البوتيولينى لا ينمو فى الأغذية الحمضية ذات رقم H_p يقل عن ٤,٥ مثل بعض الفواكه ، أما اللحوم والأسماك والبيض والدواجن باعتبارها ليست أغذية حمضية فإنها تكون أكثر عرضة من الفاكهة للفساد بفعل هذا الميكروب السام .

تركيز العصير بالتجميد

بدأت صناعة تركيز عصير الفاكهة بالتجميد Freezing Concentration of juices على نطاق تجارى منذ عام ١٩١١ بالطريقة التى سجلها Jackson . وفى عام ١٩١٤ اقترح Gore طريقة لتركيز عصير التفاح تتلخص فى تجميد العصير المعبأ فى علب من الصفيح بالغمر فى محاليل ملحية مبردة على درجة — ١٠° إلى ٢٠° فهرنهيت ثم صهر المحيط الخارجى ليسهل نزع الكتلة المتجمدة من العلبة ، وبعدها يكسر الثلج وتعامل الكتلة بالطرد المركزى لفصل العصير المركز عن بللورات الثلج . وكان من الضرورى أن يكرر التجميد والطرد المركزى ثلاث أو أربع مرات ليتسنى الحصول على عصير تركيزه ٥٠ إلى ٦٠ فى المائة مواد صلبة . وفى عامى ١٩٢٥ ، ١٩٢٧ اقترح Irish ثم Zorn على التوالى طريقة لتركيز عصير الفاكهة تجرى بالتجميد مرتين أو ثلاث مرات . أما الطريقة المستمرة فأوجدها Krause عام ١٩٤١ وفيها تجرى عمليتا التجميد والطرد المركزى مرتان فقط فيتحصل على عصير تركيز المواد الصلبة به حوالى ٥٠ فى المائة . وتتلخص طريقة Linde-Krause فى تجميد عصير الفاكهة على سطح أسطوانة مبردة تدور حول محورها منغمسة من أسفل فى العصير الموضوع داخل حوض ، ثم يكشط العصير المتجمد ويكبس فى مكابس بريمية تحت ضغط مرتفع لفصل بللورات الثلج . ويمكن استخدام المكابس الإيدروليكية فى كبس العصير المجمد لفصل العصير المركز عن بللورات الثلج . ولتقليل الفقد فى هذه الطريقة يفضل تجميد العصير المركز على درجة + ١٤° فهرنهيت وكبسه للحصول على عصير مركز تركيزه ٤٠ إلى ٤٥ درجة بركس ثم تجميد هذا العصير المركز على درجة — ٣٥° فهرنهيت وإعادة كبسه للحصول على عصير تركيزه ٥٧ إلى ٥٩,٥ بركس مع عدم تجاوز الفقد خمسة إلى عشرة فى المائة . ويمكن أيضاً استبدال الكبس الإيدروليكى فى هذه الطريقة بطريقة الطرد المركزى .

ويعتقد أن التركيز بالتجميد أفضل من التركيز بالتبخير تحت ضغط منخفض Vacuum evaporation لأن الأخير يسبب فقد بعض المواد الطيارة المكسبة لنكهة العصير ، كما أن الطريقة الأخيرة أكثر تكلفة حيث يلزم فيها ٣٠٠ وحدة حرارة بريطانية لتبخير رطل واحد من الماء بينما تجميد هذا الرطل يلزمه ١٤٤ وحدة فقط . ولكنه لا يخفى أن تركيز العصير بالتجميد يستنفذ جهداً كبيراً فهى طريقة باهظة التكاليف ، خصوصاً وأن وحدات الحرارة البريطانية المستنفذة فى التجميد تتكلف أكثر نسبياً من نظيرتها المستنفذة فى التبخير تحت ضغط منخفض . لذلك تعتمد الصناعة الآن فى إنتاج العصير المركز على طريقة التبخير تحت ضغط منخفض أساساً .

أسس التركيز بالتجميد :

عند ما يجمد المحلول المائى تتكون بللورات ثاجية نقية ترداد كميتها بانخفاض درجة الحرارة وبارتفاع تركيز المواد الصلبة فى العصير غير المجمد . ويؤدى التجميد السريع إلى صغر حجم بللورات الثلج بعكس التجميد البطىء الذى ينتج بللورات كبيرة الحجم . ونتيجة لذلك يسيل العصير المركز ببطء فى حالة طريقة التجميد السريع للعصير ، بينما فى حالة ترك العصير المجمد بالطريقة السريعة مدة ٢٤ ساعة تقريباً يصبح انفصال العصير المركز أكثر سيولة منه فى حالة التجميد البطىء .

الطرق الصناعية للتركيز بالتجميد :

الطريقة الأولى : يجمد عصير التفاح المعبأ فى براميل ويترك ليبدأ الانصهار ، ثم يصب العصير المركز من الكتلة المتجمدة ويعبأ فى علب صفيح وتقفل العلب وتجمد .

الطريقة الثانية : يجمد عصير الكريز على درجة + ١٤ فهرنهيت ويفصل العصير المركز على درجة ٣٥° فهرنهيت ، ويعاد تجميد هذا العصير المركز البالغ تركيزه حوالى ٤٠ بركس على درجة — ١٠° ، كما تجمع بقايا العصير المركز وتمزج

بعضها وتجمد على درجة ١٤°فهرنهيت . وبإعادة التجميد والتسييح يتحصل على حوالى ٩٠ إلى ٩٥ فى المائة من المواد الصلبة ويصبح تركيز العصير حوالى ٥٣ إلى ٥٧,٣ بركس . وهذه الطريقة تستنفذ وقتاً طويلاً كما تحتاج إلى مساحات واسعة .

الطريقة الثالثة : فى طريقة التجميد التدريجى Stepfreeze process يجمد حوالى ثلث كمية الماء الموجودة فى العصير خلال كل خطوة من الخطوات الخمسة التى بها تفصل بلاورات الملح بالطرد المركزى عقب التجميد . ويساعد التجميب على صغر حجم البلاورات الملجية وقليل الفقد فى نسبة المواد الصلبة التى تذوب فى البلاورات الثلجية إلى حوالى خمسة فى المائة من وزن العصير الأصلى .

ولتركيز عصير البرتقال بنفس الطريقة يبرد العصير إلى درجة ٣٤° فهرنهيت ويصب منه ٧٥ جالوناً فى الصهريج رقم ١ المبرد للدرجة — ١٠° أو — ٢٠° فهرنهيت بواسطة ثلاثة مواسير رأسية بها جايكول مبرد للدرجة المطلوبة ويقلب العصير بواسطة حدافات سرعتها ٨٠٠ دورة فى الدقيقة فتنخفض درجة حرارة العصير إلى ٢٠ فهرنهيت خلال ثلث ساعة وبذلك يتجمد حوالى ثلث كمية الماء ويمكن فصلها بالطرد المركزى وغسلها بماء درجة حرارته ٣٤ فهرنهيت فى ماكينة الطرد المركزى . وفى هذه المرحلة يصل تركيز العصير إلى ١٨ بركس ويقدر حجمه بحوالى خمسين جالوناً تدفع جميعها فى الصهريج رقم ٢ حيث تخفض حرارة العصير إلى درجة١٧° فهرنهيت وبعدها تنتقل الكتلة إلى آلة الطرد المركزى ومنها إلى صهريج التجميد رقم ٣ حيث يكون حجمها قد انخفض إلى ٣٤ جالوناً فتبرد إلى درجة ١٢° فهرنهيت وتنقل إلى آلة الطرد المركزى ومنها إلى الصهريج رقم ٤ حيث يكون الحجم قد أصبح ٢٤ جالوناً والتركيز ٤٥ إلى ٤٨ بركس فيبرد العصير المركز إلى درجة ٧ فهرنهيت ويعامل بالطرد المركزى للحصول على ١٦ جالوناً تدفع فى الصهريج رقم ٥ حيث تبرد إلى درجة ٢° فهرنهيت وتعامل بالطرد المركزى للحصول على ١٢ جالوناً من العصير المركز تركيز ٥٨ إلى ٦١ بركس . ويعدل تركيز هذا العصير المركز بإضافة نسبة معينة من العصير الطازج وقليل من اللب المنفصل من العصير ، ثم يعبأ

العصير فى علب من الصفيح وتقفل العلب وتخزن فى غرفة التجميد على درجة — ١٥° فهرنهيت.

الطريقة الرابعة : فى طريقة Heyman شبه المستمرة لتركيز عصير الفاكهة بالتجميد يستخدم جهاز خاص يتكون أساساً من أنبوبة مائلة يتحرك بداخلها بريمة ناقلة ويحيطها غلاف يمر فيه محلول ملحى مبرد. فيدخل عصير الفاكهة الأنبوبة من أسفل ويتحرك فى اتجاه الطرف العلوى فيتجمد على درجة ٢٥° فهرنهيت متحولاً إلى شبه عجينة . وبوضع هذه العجينة فى آلة الطرد المركزى ذات السلة المثقبة يخرج العصير المركز من الثقوب تاركاً بللورات الثاج داخل السلة . ويكون تركيز العصير المركز الناتج مساوياً ضعف تركيز العصير الأصلى الطازج تقريباً .

الطريقة الخامسة: فى طريقة Krause يوضع عصير الفاكهة فى آنية وتغمر هذه فى صهريج التجميد الأول وتترك لمدة ساعتين بعدها تنقل إلى صهريج آخر وتترك لمدة ساعة لتتعدل درجة حرارتها وتتساوى فى جميع أجزاء العصير ؛ ثم تغمس الآنية فى ماء دافئ حتى يبدأ الانصهار فيسهل نزع الكتلة المتجمدة من الآنية ووضعها فى آلة الطرد المركزى وغسل الكتلة بالعصير الطازج ثم بالماء المثلج الناتج من بللورات ثلجية منفصلة فى عملية سابقة . ويكرر التجميد والطرد المركزى مرتان أخرتان باستخدام درجة حرارة أكثر إنخفاضاً .

الطريقة السادسة: فى طريقة Sperti يستخدم التركيز بالتفريغ مع التركيز بالتجميد . وتسمى هذه الطريقة أحياناً high - ester retention process . وتبدأ هذه الطريقة بتجميد العصير ليتحول إلى سائل كثيف القوام ثم يعامل هذا السائل بالطرد المركزى بوضعه داخل سلة مثقبة فيخرج منها عصير تركيزه ٣٠ بركس يحتوى على معظم المواد المكسبة للنكهة فى العصير ويسمى the ester phase ويسيح الجزء الثلجى المحتوى على حوالى ٨,٤ فى المائة مواد صلبة وقليلاً من المواد الطيارة ويركز إلى ٥٧ بركس بالتفريغ . ويلى ذلك مزج العصير المركز بالتجميد بالسائل المركز بالتفريغ للحصول على عصير تركيزه ٤٢ بركس غنى فى المواد الطيارة .

تجفيف الأغذية المجمدة ،(التجفيد)

يطلق على تجفيف الأغذية فى حالة مجمدة الاصطلاحات Freeze-drying أو Sublimation أو Lyophilization . وتستخدم هذه الطريقة الآن على نطاق صناعى فى تجفيف بعض المواد الغذائية ومن بينها عصير البرتقال والقهوة والجمبرى . وتتميز هذه الطريقة بالمزايا التالية :

١ ــ جودة صفات المنتجات .

٢ ــ بقاء المواد الذائبة منتشرة وموزعة جيداً فى السائل فلا تتجمع فى مناطق معينة من المادة الغذائية السائلة أثناء تطاير المذيب المتجمد ، كما أن المادة الجافة المتبقية تكون مسامية بدرجة جيدة مما يجعلها تشغل نفس الحيز الذى كانت تشغله المادة الطازجة قبل التجفيف . وتظهر المادة المجففة فى صورة أسفنجية مما يجعلها سريعة الذوبان وسريعة التشرب للماء . وقد تصبح المادة المجففة بالتجفيد قابلة للذوبان فى الماء البارد بعد أن كانت عديمة الذوبان فى الحالة الطازجة ،. ومثال ذلك الجيلاتين .

٣ ــ انخفاض الفقد فى المواد الطيارة المسببة للنكهة إلى أقل حد ممكن بسبب انخفاض درجة الحرارة أثناء التجفيد .

٤ ــ عدم تعرض الأغذية أثناء التجفيد لحالة انجفاف السطحى وبالتالى بطء عملية التجفيف .

٥ ــ انخفاض نسبة الرطوبة فى المادة الغذائية بفعل التجفيد إلى حد كبير مقارناً بطريقة التجفيف بالحرارة المرتفعة ، ولذلك فالمواد الغذائية المجففة بالتجفيد تكون أكثر ثباتاً .

٦ ــ لا تتعرض الأغذية السائلة أثناء التجفيد لتكوين الرغاوى أو التقاقيع .

٧ ــ لا تتعرض بعض المواد للتحليل أثناء التجفيد بسبب انخفاض درجة حرارة التجفيف عن درجة حرارة تحللها .

٨ – لا تنمو الأحياء الدقيقة على الأغذية أثناء التجميد بسبب انخفاض درجة الحرارة كما أن النشاط الإنزيمى يقل إلى حد كبير .

٩ – لا تتعرض مكونات الغذاء للأكسدة أثناء التجميد بسبب ارتفاع التفريغ مما يجعل نسبة الأكسجين قليلة إلى حد كبير .

وللتجفيد عيوب أيضاً أهمها :

١ – التجميد يتكلف أكثر من التجفيف الصناعى ، خصوصاً بالنسبة للأجهزة والآلات المستخدمة . فالتجفيد يحتاج إلى تفريغ شديد مما يستلزم استخدام جهاز مرتفع الثمن للتفريغ . وكبائن التجفيد مكلفة فى إنشائها لأنها يجب أن تكون محكمة مانعة لتسرب الهواء ومتينة تتحمل التفريغ الشديد . وإزالة بخار الماء الناتج بتكثيفه وكبسه أو بامتصاصه بمواد ماصة يحتاج إلى أجهزة ثمينة .

٢ – القدرة الإنتاجية لأجهزة التجفيد صغيرة بسبب بطء سير العملية ، واتباع نظام الوجبات ، وكثرة العمل .

أسس التجميد :

لتحويل كمية معينة من الثلج إلى بخار ماء على درجة حرارة معينة تلزم كمية من الحرارة تساوى مقدار الحرارة اللازمة لانصهار الثلج مضافاً إليها الحرارة اللازمة لتبخير الماء الناتج عن الانصهار والحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الثلج إلى نقطة انصهاره وهى ٣٢° فهرنهيت . ولا تختلف هذه الحرارة فى مقدارها سواء أجريت العملية ببطء تحت الضغط الجوى العادى أو بسرعة تحت ضغط بالغ الانخفاض . وبديهى أنه كلما ارتفعت درجة الحرارة المستخدمة كان تجفيف الغذاء أسرع بسبب ازدياد الضغط البخارى بارتفاع درجة الحرارة ، ويترتب على هذه السرعة أيضاً انخفاض التكاليف . لكنه يلاحظ أن درجة حرارة المادة الغذائية لا يمكن أن ترتفع فوق ٣٢° فهرنهيت إلا بعد التخلص

من رطوبة المادة تماماً تقريباً لأن درجة ٣٢° فهرنهيت هى الدرجة التى عندها ينصهر الثلج . أما فى حالة العصير والأغذية الصلبة المحتوية على جوامد صلبة ذائبة فتكون درجة الحرارة القصوى منخفضة قليلاً عن ٣٢° فهرنهيت بسبب انخفاض نقطة انصهار هذه المنتجات .

ولا تعتبر الحرارة الكامنة المطلوبة فى التجفيد هى الأساس فى رفع تكاليف العملية ، بل إن ارتفاع التكاليف يعزى إلى كثرة العمل واستخدام أجهزة ثمينة للتفريغ وإزالة بخار الماء الناتج بتكثيفه وكبسه أو بامتصاصه بمواد ماصة . ويعتبر تكثيف الماء فى هذه العملية مكلفاً لأنه يستلزم إجراء التكثيف على درجة حرارة منخفضة عن درجة حرارة المادة الغذائية ، ويجرى ذلك بالتخلص من جزء كبير من حرارة البخار باستخدام أجهزة تبريد تحقق ذلك على درجات حرارة منخفضة ، وهذه الأجهزة مرتفعة الثمن فعلاً . والمكثفات المستخدمة فى التجفيد تعمل بالفريون أو بالأمونيا ، لكنه يمكن استخدام الثلج الجاف dry ice فى الأجهزة الصغيرة ، كذلك تصنع سطوح المكثفات من المعدن إلا أنه يمكن استعمال مكثفات زجاجية . وبسبب تكثيف الماء على المكثفات تكون طبقة من الثلج تضعف التوصيل الكهربائى .

ولإزالة البخار الناتج من تبخر البلورات الثلجية تستعمل مواد للامتصاص مثل كبريتات الكالسيوم أو مواد للادمصاص مثل الألومينا أو السايكاجل . ومواد الإدمصاص ليست مرغوبة فى هذه العملية بسبب ارتفاع الضغط البخرى لها تدريجياً أثناء امتصاص الماء على سطوحها . بينما كبريتات الكالسيوم اللامائية تحتفظ بالضغط البخارى ثابتاً حتى تتشبع بالرطوبة ، ولذا فهى مفضلة فى التجفيد . ويمكن التخلص من البخار بوسائل أخرى منها كبسه ميكانيكياً بمضخة oil sealed vacuum pump لتحويله إلى الحالة السائلة ، ومنها سحب البخار للخارج مباشرة بواسطة جهاز Steam Jectors وبذلك يستغنى عن التكثيف على درجة التجمد وعن استعمال مواد الامتصاص أو الادمصاص . ويستلزم استعمال المضخة الزيتية فى كبس البخار استعمال جهاز تنقية يعمل بقوة الطرد المركزى لإزالة الماء من الزيت .

ويتم التجفيد على مرحلتين ، فى الأولى يتسامى الثلج Sublime من الكتل المتجمدة ، وفى الثانية تزال الرطوبة من المادة الجافة لخفض نسبة الرطوبة بها . ففى المرحلة الأولى يزال حوالى ٩٨ أو ٩٩ فى المائة من رطوبة المادة بينما فى المرحلة الثانية تنخفض نسبة الرطوبة إلى حوالى نصف فى المائة . وعادة تكون درجة الحرارة الأولى منخفضة عن ٣٢° فهرنهيت ، بينما فى المرحلة الثانية ترتفع درجة الحرارة إلى أقصى حد يتيسر عنده التخلص من بقية الرطوبة المطلوب طردها فى أقصر وقت ممكن دون تعريض المادة الغذائية للتلف . وتتفاوت المنتجات المختلفة فى درجات الحرارة المناسبة لها أثناء التجفيد . وعموماً يمكن أن يقال إنه كلما ارتفعت درجة حرارة المادة الغذائية وكلما قلت مساحة سطح المكشف زادت سرعة التجفيف .

إعداد الأطعمة للتجفيد :

يراعى فى المواد الغذائية المعدة للتجفيف بالتجميد الشروط الآتية :

١ — أن تكون على درجة عالية من الجودة إذ ينعكس أثر هذا الشرط على الناتج مباشرة .

٢ — أن تكون ذات درجة نضج مناسبة بالنسبة للخضر والفاكهة المراد تجفيفها ، أو من أصناف معينة مثل الجمبرى ، أو من بعض أجزاء معينة فى حالة اللحوم .

ويجرى على المادة الغذائية المراد تجفيدها التجهيزات الآتية :

فى حالة الخضر والفاكهة :

يجب الإسراع فى عملية تجهيزها حتى لا يحدث بها أى تغير طبيعى : مثل التغير فى الشكل أو اللون أو القوام ، أو تغير كيماوى كحدوث بعض التغيرات التى تقلل من قيمتها الغـذائية . وتعامل المادة الغذائية لتجفيدها كما فى الخطوات التالية :

ا — الفرز ب — الغسيل حـ — التقشير د — التقطيع إلى شرائح أو مكعبات ، وهذه الخطوة هامة جداً فى عملية التجفيف بالتجميد حيث يتوقف عليها سرعة عملية التجفيد هـ — قد تجرى عملية سلق فى البخار لبعض أصناف الخضر مثل الفاصوليا والبسلة .

وتحمل المادة الغذائية على الصوانى الخاصة بذلك بمعدل ٢ — ٣ رطل لكل قدم مربع من سطح الصينية ، ثم توضع الصوانى داخل أجهزة أو غرف التجميد السريع حيث تجمد على درجة — ٤٠ إلى — ٥٠° فهرنهيت لمدة ساعة ، وذلك حسب نوع المادة الغذائية ، خضر أو فاكهة ، ونسبة المادة الصلبة بها ، مع توصيل المادة الغذائية بالمزدوج الحرارى Thermocouple ، فيوضع بكل صينية عدد ٣ مزدوج حرارى ، الأول يوضع فى وسط المادة الغذائية والثانى والثالث يوضعان فى أسفل المادة الغذائية وعلى سطحها . ويلاحظ أن الصوانى المستعملة ذات تركيب خاص فهى تتكون من أربعة أجزاء .

١ — الصينية وهى عبارة عن لوح من المعدن غير القابل للصدأ مساحته تبلغ ٦٠ × ٦٠ سم .

٢ — غطاء شبكى وهو عبارة عن شبكة من المعدن غير القابل للصدأ ذات بروزات واضحة وعددها فى الصينية ٢ .

٣ — الغطاء : وهو عبارة عن لوح من المعدن غير القابل للصدأ تغطى به الشبكة .

وطريقة تركيب الصينية ووضع المادة الغذائية عليها كالآتى :

١ — توضع شبكة فوق الصينية ثم تحمل المادة الغذائية على الشبكة وتوصل بالمزدوجات الحرارية Thermocouples .

٢ — تغطى المادة الغذائية بالشبكة الأخرى .

٣ — يوضع الغطاء فوق الشبكة .

٤ – توضع الصينية بعد تحميلها وتوصيلها داخل أجهزة التجميد التى تكون منفصلة عن جهاز التجفيد ، للتجميد .

٥ – بعد تجميد المادة الغذائية تنقل الصوانى بسرعة إلى جهاز التجفيد الذى يجب أن يكون مهيئاً لعملية التجفيد قبل نقل الصوانى إليه بنصف ساعة على الأقل .

تركيب جهاز التجفيد : (الجهاز الإنجليزى Vickers Armstrong) .

يتركب جهاز التجفيد من الأجزاء الآتية :

١ – وحدة تجميد وتتكون من نفس الأجزاء المستعملة فى الثلاجات ، فتحتوى على جهاز لضغط سائل التبريد Compressor ، ومكثف لتكثيف سائل التبريد ، وصمام تمدد expansion valve وأنابيب الانتشار evaporators . والسائل المستعمل فى هذه الأجهزة هو الفريون ٢٢ لما يمتاز به من سعة تبريدية عالية .

٢ – وحدة للتفريغ تتكون من طلمبة تفريغ زيتية قوة ٥ حصان .

٣ – غرفة التجفيف cabinet وتتكون من سخانات Heaters يوضع عليها صوانى التحميل . وهذه الغرفة تكون محكمة القفل جداً كما يوجد بداخلها أنابيب الانتشار evaporator وكذلك أماكن توصيل المزدوجات الحرارية .

٤ – مفاتيح التشغيل .

إعداد الجهاز للتجفيد :

١ – أثناء تجميد الصوانى المحملة بالمادة الغذائية فى أجهزة التجميد السريع تشغل الوحدة الخاصة بالتبريد فى جهاز التجفيد وذلك بعد قفل باب غرفة التجفيف جيداً حتى تنخفض درجة الحرارة داخل الغرفة إلى حوالى –١٠° مئوية ، ويستدل على ذلك من الأجهزة الخاصة .

٢ – تشغل طلمبة التفريغ لتأكد من التفريغ إلى الحد المطلوب .

٣ ــ بعد حوالى ساعة من تشغيل طلمبة التفريغ توقف الطلمبة ويفتح صمام الهواء لمعادلة الضغط داخل غرفة التجفيف والضغط الجوى .

٤ ــ تنقل الصوانى المحملة بالمادة الغذائية بأقصى سرعة من أجهزة التجميد إلى غرفة التجفيف وتوصل المزدوجات الحرارية ثم يقفل باب الغرفة جيداً .

٥ ــ تقرب الصوانى من بعضها بحيث تكون متلامسة وذلك بواسطة رافعة خاصة .

٦ ــ تشغل طلمبة التفريغ حتى يصل الضغط داخل الغرفة إلى ٠,١ ملليمتر زئبق وتستمر الطلمبة فى عملها طوال مدة التجفيف .

٧ ــ تشغل الأجهزة الخاصة بقياس درجة حرارة الغرفة والمادة الغذائية والتى تعمل بواسطة المزدوجات الحرارية . ويجب أن تكون درجة حرارة الغرفة فى بداية العملية لا تقل عن ــ ٢٠° م وتكون درجة حرارة وسط المادة الغذائية من ــ ٢٠ إلى ــ ٣٠° م .

٨ ــ فى أثناء العملية يتسامى الثلج الموجود بالمادة الغذائية ويتحول إلى بخار يتكثف على أنابيب الانتشار evaporators الموجودة داخل غرفة التجفيف .

٩ ــ يلاحظ من أجهزة البيان الخاصة بسير العملية أن سطح المادة الغذائية يبدأ فى الجفاف أولاً : فيلاحظ أن منحنى السطح يقرب من الصفر المئوى دلالة على التخلص من بلاورات الثلج فى هذه الأجزاء بينما تكون درجة حرارة مركز المادة الغذائية ما زالت تحت الصفر المئوى أى أن بلاورات الثلج ما زالت موجودة فى وسط المادة الغذائية .

١٠ ــ باستمرار العملية يبدأ المنحنى الخاص بمركز المادة الغذائية فى الاقتراب من الصفر المئوى وعندما يصل إلى هذه الدرجة تعطى فرصة من الوقت حوالى ساعة حتى ترتفع درجة الحرارة فى مركز المادة الغذائية إلى ١٠° م تقريباً .

١١ ــ عند ذلك يبدأ فى رفع درجة حرارة السخانات الكهربائية لتخلص من جميع الرطوبة الموجودة . وتستمر العملية لمدة حوالى ٣ــ٤ ساعات ، حسب

نوع المادة الغذائية ، حتى تصل درجة حرارة المادة الغذائية إلى ٣٥ — ٤٠° م ثم تستمر السخانات لمدة ساعة أخرى للتأكد من تمام عملية التجفيف .

١٢ — توقف طلمبة التفريغ وتنزل الصوانى بواسطة الرافعة الخاصة بذلك

١٣ — تفتح صمامات الهواء داخل الغرفة بعد فك المفاتيح الخاصة بها حتى لا يضغط الهواء على مفاتيح الباب فيصعب فتحه .

١٤ — تخرج الصوانى من داخل الغرفة وتزال المادة من عليها .

تعبئة المواد المجففة :

كما ذكر سابقاً من أهم عيوب المادة المجففة بهذه الطريقة أنها تكون شرهة لامتصاص الرطوبة ولذلك يجب الإسراع بتعبئتها فى أغلفة البولى إيثلين أو فى علب من الصفيح تحت تفريغ وإدخال غاز خامل مثل ثانى أكسيد الكربون أو النتروجين لمنع أكسدتها ثم سرعة قفل هذه العبوات

تجفيد عصائر الفاكهة والخضر :

يحتاج تجفيد العصائر لمجهود أكبر مقارناً بباقى المواد الغذائية أثناء عملية الإعداد والتجفيف والتعبئة بسبب زيادة تركيز المواد الصلبة الذائبة .

عصير البرتقال : هناك طريقتان لتجفيد عصير البرتقال .

الطريقة الأولى : يستخلص عصير البرتقال وتزال منه جميع البذور والألياف ثم يصب العصير فى عبوات خاصة من البلاستيك يبلغ ارتفاعها ١ سم وتوضع هذه العبوات فى جهاز التجميد السريع Quick Freezer على درجة —٤٠° ف لمدة نصف ساعة، وبعد ذلك تخرج الأطباق ويوضع بها المزدوجة الحرارية Thermocouple وترص فوق صوانى التجفيف وتوضع داخل غرفة التجفيف بجهاز التجفيد حتى يجف العصير . وتستغرق مدة التجفيف فى هذه الطريقة حوالى ٣٦ ساعة .

الطريقة الثانية : يسلق البرتقال لمدة ٥ دقائق ثم تعصر الثمار بأكملها بعد إزالة البذور ويصفى العصير بمصفاه ذات ثقوب قطر ٢ مم ، وتساعد هذه العملية على إنزال جزء من البكتين بقشر الثمار مع العصير لرفع نسبة المواد الصلبة فتقل نسبة التجفيف كما تنخفض المدة اللازمة للتجفيف إلى حوالى نصف المدة المستنفدة فى الطريقة الأولى . ويعامل العصير كما فى الطريقة السابقة فى خطوات التجميد والتجفيف .

تعبئة العصير المجفد

يجب سرعة تعبئة العصير المجفد بمجرد خروجه من جهاز التجفيف ، وذلك فى عبوات من البولى إيثلين ، ثم تعبأ هذه العبوات داخل عبوات من الصفيح تحت تفريغ مع إحلال غاز النتروجين أو ثانى أكسيد الكربون محل الأكسجين داخل العبوة .

عصير الليمون : يجفد بالطريقة المتبعة فى عصير البرتقال .

عصير الطماطم : يجب نزع الهواء الذائب فى العصير deaeration قبل إجراء عملية التجفيف حتى لا يحدث فوران أثناء عملية التجفيف . ويفضل إضافة ٥٪ من البكتين إلى العصير لتقليل مدة التجفيف ولتساعد على ثبات العصير المجفف ، حيث إن العصير المجفف يكون شرداً لا متصاص الرطوبة. ويعبأ العصير المجفف فى عبوات من البولى إيثلين وتوضع داخل علب من الصفيح تحت تفريغ .

تجفيد بعض الأغذية :

عصير البرتقال والجوافة والأناناس والشليك :

يمكن تجفيد عصير البرتقال بدون تعرضه لأى تغيير فى تكهته أو لونه أو محتوياته من الفيتامينات تقريباً . وتتلخص طريقة التجفيد الشائعة فى إزالة الهواء من العصير deacrated ودفعه فى صوانى مجفف التفريغ فيتجمد ، وتحفظ درجة

الحرارة منخفضة عن نقطة التجميد فى الوسط المفرغ وأثناء ذلك يجفف العصير المتجمد بفعل الحرارة التى يكتسبها من الماء الساخن المارحول الأرفف. ويكثف البخار المتصاعد بتسامى البلورات الثلجية كما تزال بقية البخار غير المتكثف والهواء باستخدام مضخة تفريغ أو جهاز لسحب البخار أو كليهما . ويمكن نزع العصير المجفف من الصوانى بسهولة .

ويمكن اتباع هذه الطريقة فى تجفيف عصير كل من الجوافة والأناناس والشليك .

الجمبرى :

يجمد الجمبرى ويجفف بالتجميد فيحصل على ناتج أسفنجى القوام يتشرب

(شكل ١٠٣) جهاز تجفيد الأغذية ذو الأرفف

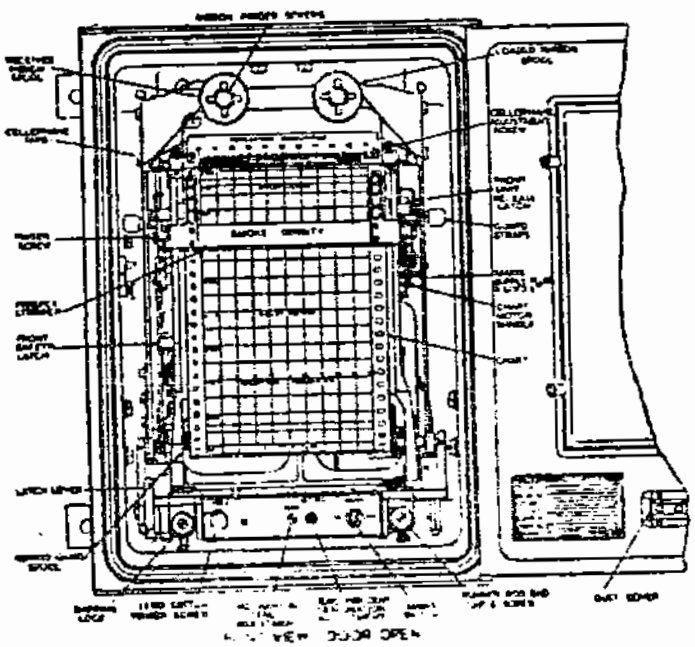
الماء بسرعة ويتميز بجودة نكهته وصفاته . ويراعى خفض نسبة الرطوبة فى الجمبرى إلى أقل حد ممكن وتخزين الجمبرى المجفف فى مكان بارد تحاشياً لتكون رائحة ثلاثى الميثايل أمين .

اللحوم :

تتميز اللحوم المجففة بالتجميد بجودة صفاتها وسرعة تشربها وعدم تزانخها أثناء التخزين . فاللحوم المجففة تختلف فى مذاقها عن اللحوم الطازجة . وتنقد اللحوم المجففة بريقها أثناء التخزين فتصبح قاتمة نتيجة لتأكسد الهيموجلوبين . ويمكن منع حدوث الأكسدة .

معدات التجفيد :

يجرى التجفيد بطريقة الوجبات أو بالطريقة المستمرة . فى طريقة الوجبات تستخدم مقصورة تفريغ رأسية مستطيلة مصنوعة من الصلب السميك ذات



(شكل ١٠٤) واجهة جهاز التجفيد

جدران وأرفف مثقبة . وتمتد مواسير المياه الساخنة مخترقة الجدران والأرفف المثقبة . ويوجد باب على كل من جانبى المقصورة يحكم قفله باستخدام طبقة من الكاوتشوك ، ويساعد التفريغ على إحكام القفل . ويقدر التفريغ بحوالى ٥٠٠ إلى ٧٠٠ ميكرون .

وفى الطريقة المستمرة تستخدم سيور متحركة ناقلة مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ لنقل المادة الغذائية . وتتلخص طريقة التجفيد المستمرة فى تركيز عصير البرتقال فى جهاز تحت ضغط منخفض Vacuum evaporator لا يتجاوز الضغط فيه ٥ إلى ١٠ ملليمتر زئبق ، ويغذى السير المتحرك بطبقة من هذا العصير المركز ذات سمك مناسب ، وتتعرض المادة الغذائية أثناء تحرك السير إلى أشعة فوق الحمراء المنبعثة من مصابيح مثبتة فترتفع درجة حرارة العصير المركز بفعل حرارة هذه الأشعة ويتحول العصير المركز إلى مسحوق جاف . ويبرد العصير المجفف قرب نهاية مرحلة تحرك السير بفعل ماء بارد يمر خلال مواسير التبريد فيتحول العصير إلى طبقة جافة يسهل كشطها . وتستغرق دورة التجفيد حوالى تسع دقائق عند ضغط يقرب من ١,٢ ملليمتر زئبق . ويمكن تعديل نكهة العصير المجفف بإضافة زيت البرتقال إليه مذاباً فى السوربيتول ويعبأ العصير المجفف فى علب صفيح ويوضع معه قليل من مادة مجففة مثل أكسيد الكالسيوم معبأة فى كيس من الورق ، ثم تقفل العلب تحت تفريغ شديد .

تجميد عصير الفاكهة المركز بالتبخير

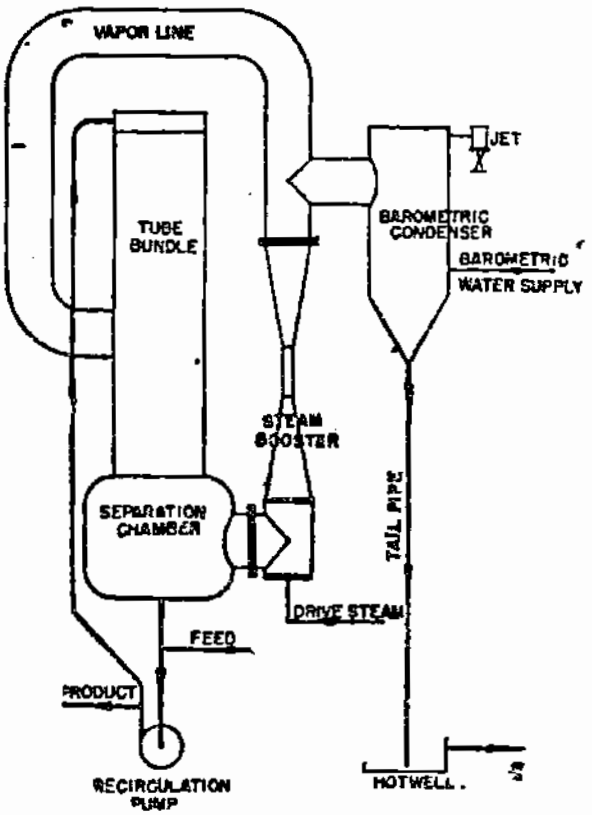
حلت صناعة تجميد العصير المركز محل تجميد العصير العادى الطازج . ويلزم العناية بتركيز العصير منعاً لتغير صفاته بتأثير الحرارة وطول مدة التسخين والأكسدة بتأثير الأكسجين الجوى . وكذلك لتحاشى فقد حامض الأسكوربيك بتأثير فعل الملامسة للنحاس . ويلاحظ أن نكهة عصير بعض الفواكة تتأثر بدرجة أسرع من غيرها . مثال ذلك عصير اليوسفى والبرتقال اللذان تتغير نكهتهما بتأثير حرارة التركيز على درجة ٨٠° إلى ١٠٠° فهرنهيت بينما يتحمل عصير الأناناس والتفاح درجة حرارة ١٣٠° فهرنهيت دون أن تتأثر النكهة . ويتحمل عصير العنب الحرارة بدرجة أكبر من عصير اليوسفى ، لكنه يتعرض للأكسدة . وعموماً يذكر أنه يفضل تركيز العصير بالتجميد أو التفريغ الشديد بدلاً من الحرارة المرتفعة وذلك للمحافظة على جودة صفات المنتجات .

أسس التركيز بالتفريغ :

يسخن العصير فى أجهزة التبخير المفرغة vacuum evaporators ؛ ويفضل استعمال مسخن خارجى تحاشياً لإتلاف نكهة ولون العصير نتيجة لحرارة التسخين المباشر وتحاشياً لارتفاع درجة الحرارة فى بعض مناطق العصير مما يسبب تكرمل جزء من السكر . وتتوقف سرعة انتقال الحرارة فى السائل على لزوجته ، وحرارته النوعية ، والفرق بين درجة حرارة السائل ودرجة حرارة أنابيب التسخين ، وترتيب وضع أنابيب التسخين ، وسرعة سريان سائل التسخين فى الأنابيب ، وسرعة سريان العصير فوق الأنابيب . ويمكن استخدام مضخة تعمل على دوران العصير أثناء تركيزه بدلاً من إتمام التركيز خلال مرور العصير مرة

واحدة فوق الأنابيب . وهذه المضخة يجب أن تكون قوية لأن القوة المطلوبة تزداد بازدياد كثافة العصير أثناء التركيز . ويراعى استمرار التخلص من البخار المتكثف والغازات المتكثفة أثناء عملية التركيز .

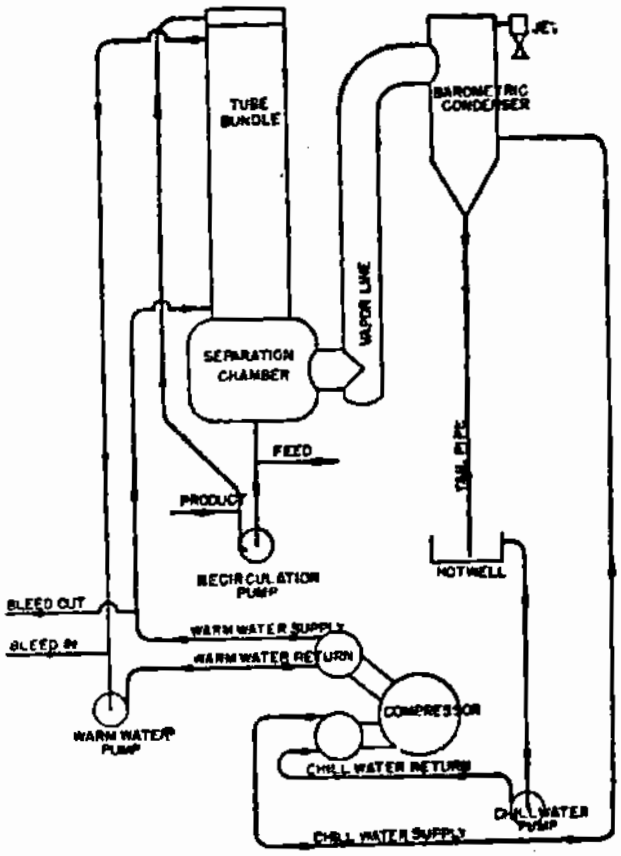
وتبلغ حرارة التبخير heat of vaporization ٩٧٢ وحدة حرارة بريطانية لكل رطل من الماء ؛ أما بقية الحرارة الممتصة فى العصير فتستخدم فى رفع درجة حرارة العصير إلى نقطة غليانه وهى تقدر بحوالى ٠,٨ إلى ٠,٩ وحدة حرارة بريطانية لكل رطل من الماء لكل درجة حرارة واحدة فهرنهيتية وتعرف باسم Sensible heat . وبديهى أن بخار الماء المتصاعد من العصير أثناء التركيز يحتفظ بكل الحرارة الممتصة ولذلك فمن الممكن استخدامه فى التسخين فى جهاز التبخير الثانى . ومن الضرورى خفض الضغط فى جهاز التبخير الثانى بدرجة تكفى لإحداث التفريغ بسرعة على درجة حرارة أقل من درجة حرارة البخار المستخدم فى تسخين جهاز التبخير الثالث . وبديهى أن كل جهاز يعمل على درجة حرارة وضغط مختلفين عن باقى الأجهزة . وهذا التسلسل يفيد اقتصاديًا فيقلل تكاليف التسخين . كذلك يزداد التوفير فى حالة كبس البخار المتصاعد من الجهاز الأخير واستخدامه فى تسخين الجهاز الأول ، ويجرى هذا الكبس حراريًا أو ميكانيكيًا ، فالكبس الحرارى يجرى بمزج البخار ذى الضغط المنخفض ببخار ماء ذى ضغط مرتفع فى جهاز خاص injector or booster.



(شكل ١٠٥) دورة الكبس الحرارى لبخار

Heat Pump Cycle using Steam Recompression

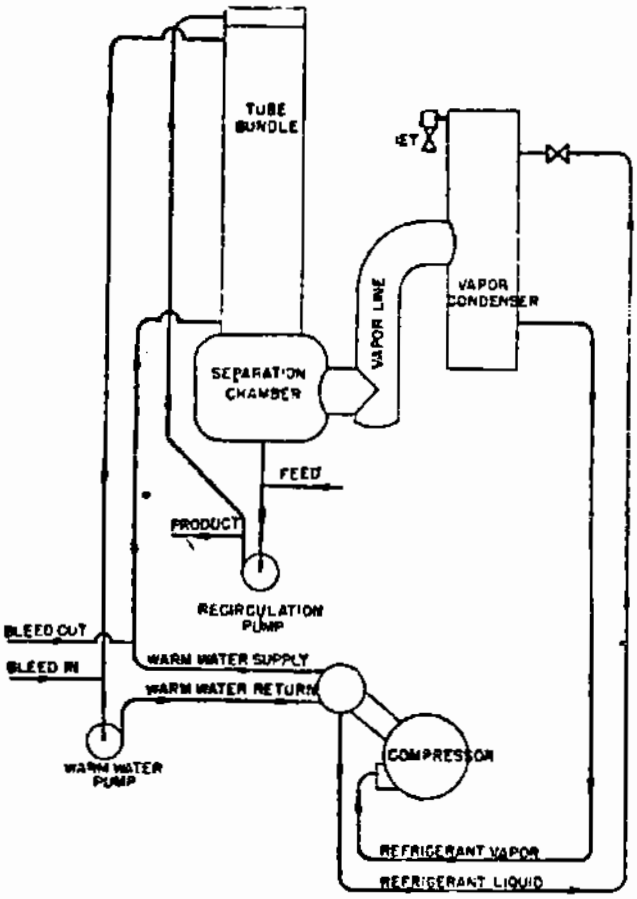
وفى نظام آخر تستخدم سوائل التبريد مثل الأمونيا فيبخر سائل التبريد أثناء تكثيف بخار الماء ثم يعاد غاز سائل التبريد إلى الكبس فتنطلق منه حرارة يمتصها الماء الذى ينقلها إلى العصير المراد تبخيره .



(شكل ١٠٦) دورة التكثيف باستخدام سائل التبريد

Heat pump cycle using secondary refrigerant

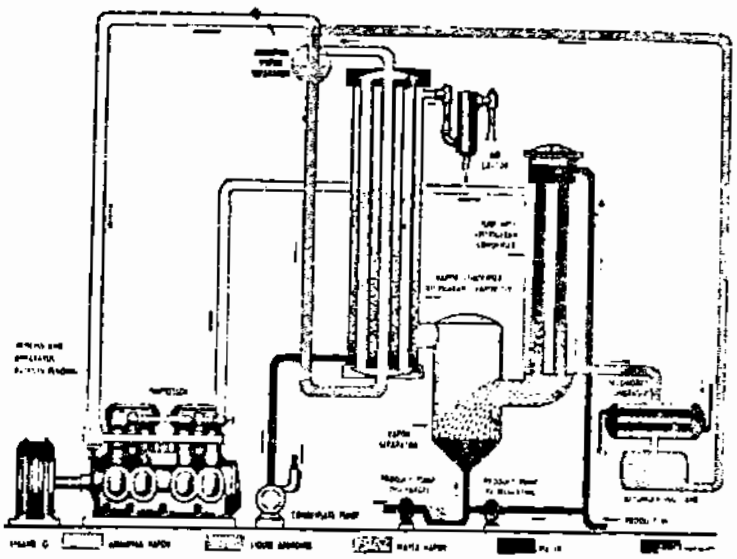
وفى نظام ثالث يستخدم الماء المثلج لتكثيف البخار المتصاعد من العصير بدلاً من سائل التبريد . وبذلك يكون الماء هو المستخدم فى كل عمليتى تبخير وتكثيف الماء من العصير .



(شكل ١٠٧) دورة التكثيف باستخدام الماء المبرد

Heat Pump cycle using secondary refrigerant

وفى نظام رابع يعرف باسم النظام المباشر direct application heat pump cycle يستخدم سائل التبريد فى كلى جانبي العملية بدون استخدام الماء كوسط ناقل للحرارة ، إذ تكثف الأبخرة بتأثير تبخر سائل التبريد بينما تبخر رطوبة العصير بتأثير تكثيف وكبس سائل التبريد .



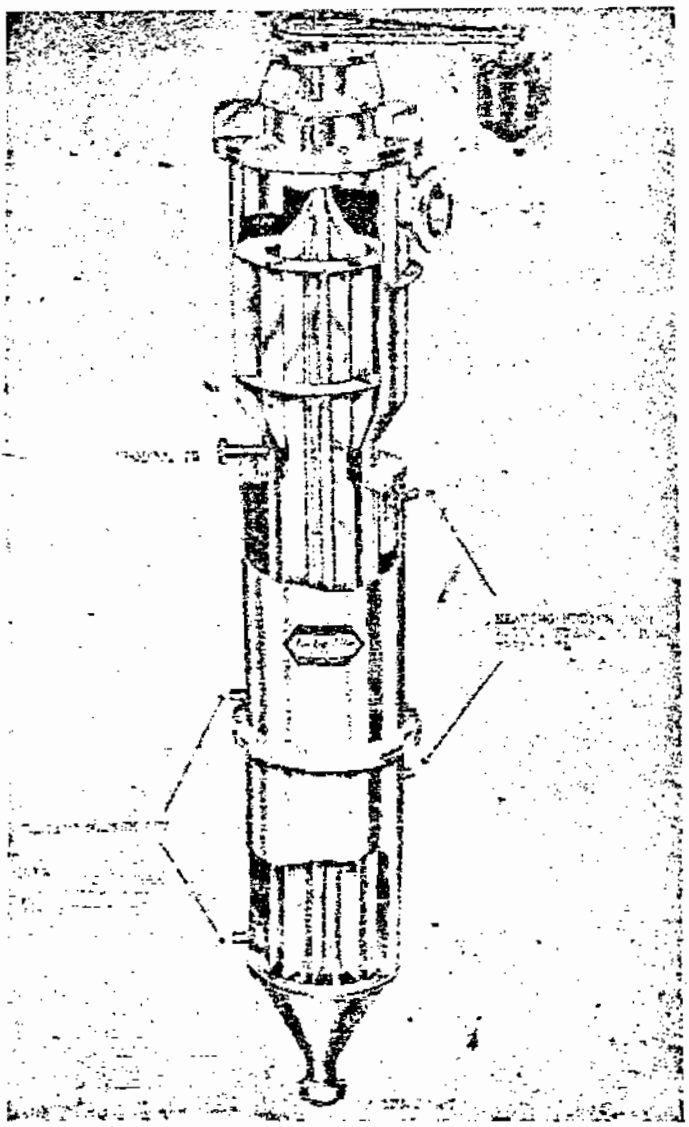
(شكل ١٠٨) دورة التسخين والتكثيف المباشر

ولكل من النظم السابق شرحها مزايا وعيوب ، ويتوقف اختيار أنسبها على موقع المصنع وتصميمه وتوفر الماء البارد وسعر الكهرباء أو البخار . فى حالة توفر الماء والبخار يعتبر أول هذه النظم أكثرها صلاحية .

أنواع أجهزة التبخير :

توجد أنواع مختلفة من أجهزة التبخير أشهرها أجهزة التبخير وحيدة الممر Single pass Evaporators ، وجهاز الدوران الحرارى Thermal Circulation، وجهاز الدوران ذى المضخة Forced Circulation ، وجهاز التبخير ذى النظام الهابط Falling Film Evaporator . فى أجهزة التبخير وحيدة الممر يلزم التحكم فى مساحة سطح التسخين ومساحة مقطع الأنابيب والضغط البخارى ومستوى

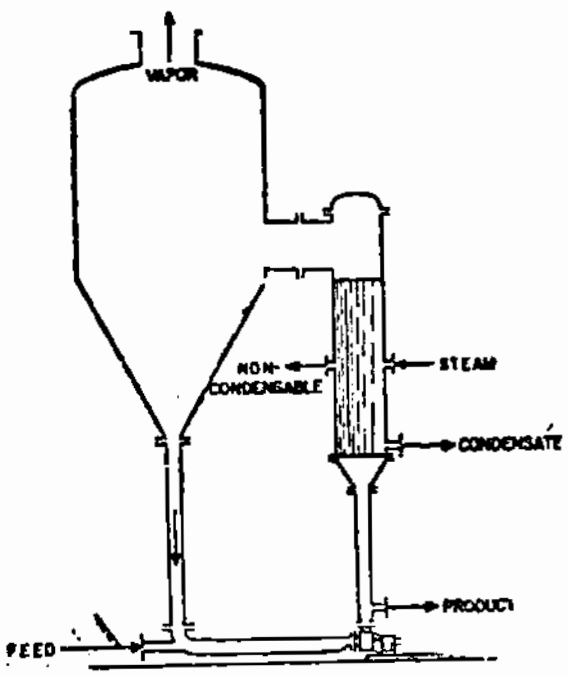
سطح السائل وقرة تدفق السائل للحصول على نتائج طيبة . ويتكون هذا الجهاز من أنبوبة واحدة يعلوها مقصورة الفصل ومزودة بحدافات تستقبل العصير المندفع فى الأنبوبة وتدفعه فى هيئة طبقة رقيقة على سطح الأنبوبة ، وبذلك



(شكل ١٠٩) جهاز تبخير وحيد المر

يسيل العصير لأسفل بتأثير الجاذبية الأرضية فيتعرض لحرارة جدران الأنبوبة وتنطلق منه الرطوبة خلال ثوانٍ قليلة ، وهذه الرطوبة المتبخرة تصعد إلى جزء علوى مزود بحدافات تدور بسرعة فتعمل على فصل قطرات السائل الموجودة فى الأبخرة . والملاحظ أن حدافات توزيع العصير تساعد على منع ارتفاع درجة الحرارة فى بعض أجزاء العصير مما يؤدى إلى التكرمل .

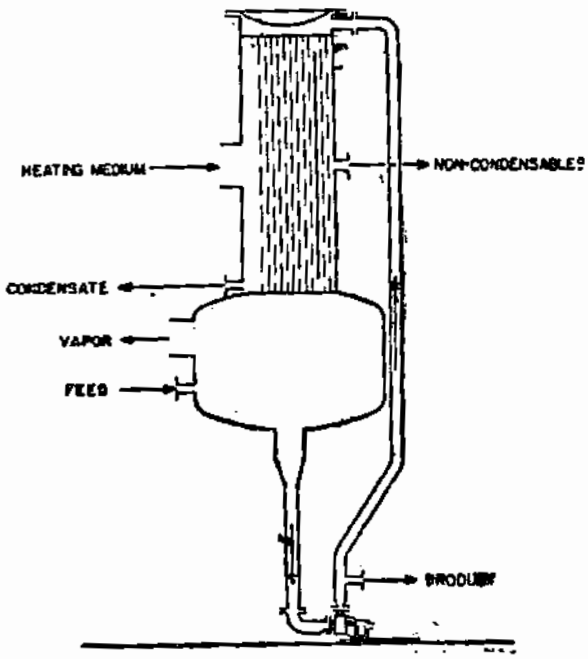
وفى جهاز الدوران الحرارى يتحرك السائل بتأثير الحرارة حيث يدفع السائل فى جهاز تسخين خارجى به كمية معينة من الناتج ، فعند تسخين السائل للغليان يكون هناك فرق فى درجة الحرارة بين السائل الذى يغلى والناتج المحفوظ داخل جهاز التبخير ، وهذا الفرق فى الحرارة يسبب دوران السائل . ويفصل البخار



(شكل ١١٠) جهاز الدوران فى المضخة

عن العصير المركز بواسطة مضخة . وقد تستخدم مضخة لتنظيم سرعة دوران السائل داخل الجهاز .

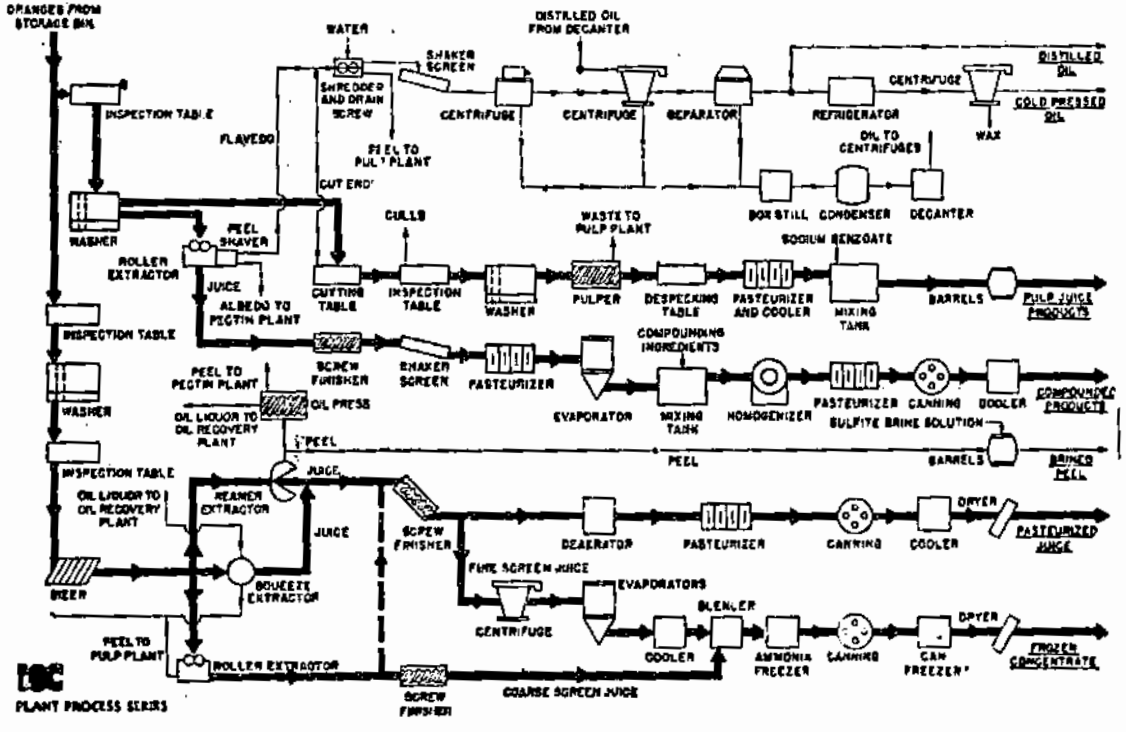
ويتميز جهاز التبخير ذى النظام الهابط بسرعة عملية التركيز وانخفاض درجة الحرارة المستخدمة فى التبخير والتسخين مما يدعو إلى احتفاظ العصير المركز بنكهته وفيتامیناته . وفى هذا الجهاز تغذى الأنابيب بالعصير عند قمتها ويترك العصير ليهبط فى هيئة طبقة رقيقة فيسخن ويخرج منه بخار الماء مندفعاً فى نفس اتجاه السائل مما يسبب زيادة سرعة اندفاع السائل . ويفصل البخار عن العصير فى مقصورة الفصل ، ويستخدم هذا البخار فى تسخين دفعة أخرى من العصير أو يكثف ويستبعد . ويمكن استخدام مثل هذا الجهاز فى طريقة الوجبات أو فى التركيز بطريقة مستمرة .



(شكل ١١١) جهاز تركيز ذو نظام هابط

تركيز عصير البرتقال بالتجميد والتفريغ :

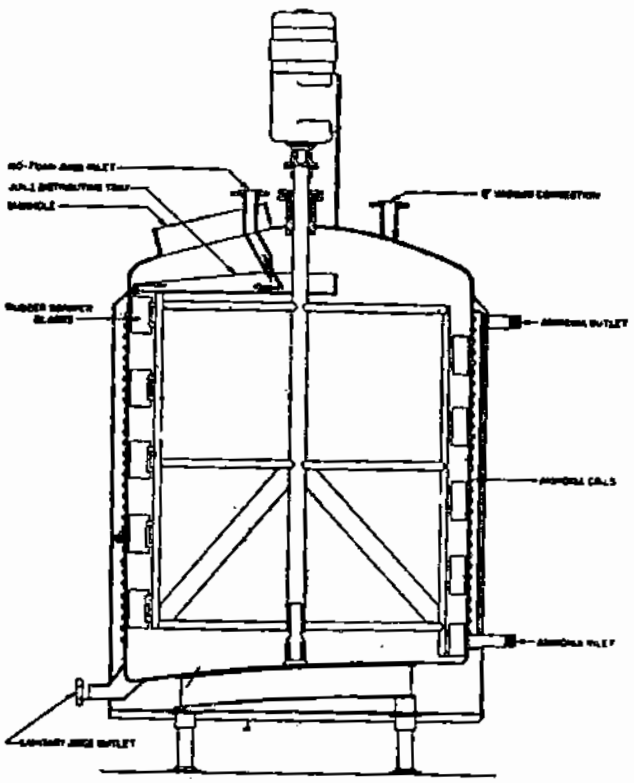
تنتخب الأصناف المناسبة ، وتفرز الثمار لفصل التالف منها والمخالف للصنف المرغوب ، ثم تختبر الثمار معمليًّا لتقدير نسبة حامض الستريك ودرجة البركس للعصير . وعند البدء فى التصنيع تغسل الثمار مبدئيًّا وتحك بالفرش أو تعرض لرذاذ الماء القوى ويعاد الغسيل بماء به كلور . ثم يعاد فرز الثمار وتدريجها تبعاً للحجم ضماناً لجودة استخلاص العصير منها . ويلى ذلك استخلاص العصير من الثمار باستخدام آلات العصر المناسبة التى أشهرها Rotary Juice Extractor Citro-Mat, Brown Extractor, FM In-Line Extractor . ويمرر العصير فى أنابيب من الصلب غير القابل للصدأ إلى المصافى حيث يصفى حوالى أربعة أخماسه بمصافى Screens ثقوبها ٠,٠٢٠ لفصل جميع اللب ، بينما الخمس الباقى يصفى بمصافى ثقوبها أكثر اتساعاً ليحتفظ هذا الجزء من العصير ببعض اللب وجيوب العصير . ثم يطرد الهواء من العصير deaerated ويبرد إلى درجة ٤٠° فهرنهيت ، أو يعامل العصير بالطرد المركزى ويبرد ، أو يستغنى عن عمليات طرد الهواء والتبريد بالطرد المركزى . وقد يصفى الجزء الصغير من العصير المحترى على اللب خلال مصفاة متحركة لإزالة البذور والأجزاء الكبيرة من اللب إن وجدت ، وبعدها يبرد العصير إلى درجة ٣٢ إلى ٣٤° فهرنهيت . وإذا كانت درجة حرارة تركيز العصير ليست مرتفعة إلى الحد الذى عنده يهلك إنزيم البكتين إستيريز ، فقد يسخن العصير قبل التركيز إلى درجة ١٦٥° فهرنهيت لمدة ثلاث ثوان لمنع حدوث الترويق Clarification مستقبلاً ، فهذه المعاملة تؤدى إلى قتل ثلاثة أرباع كمية الإنزيم كما أنها تفيد فى قتل حوالى ٩٩ فى المائة من كمية الأحياء الدقيقة الملوثة للعصير . ثم يركز العصير فى أجهزة التركيز السابق شرحها حتى يصبح تركيزه حوالى ٥٥° إلى ٦٠° بركس ،



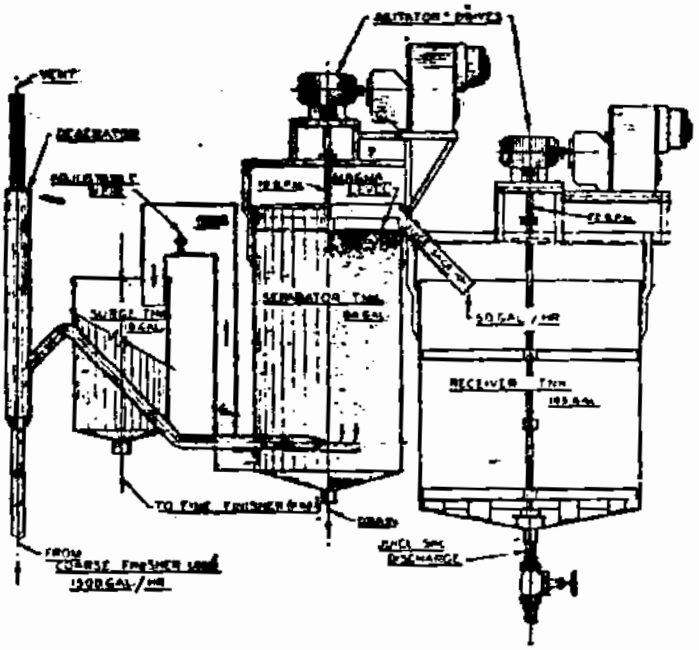
(شكل ١١٢) رسم توضيحي لعمليات تركيز عصير البرتقال واستخراج الزيت

وبعدها ينطلق العصير فى أنابيب مبردة مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ لخفض درجة حرارة العصير إلى ٦٠° أو ٤٠° فهرنهيت ، ويخزن العصير فى صهاريج على هذه الدرجة .

ومن العمليات التى تجرى أحياناً على العصير المركز تقوية نكهته بإضافة زيت قشر البرتقال إليه أو بإضافة عجينة برتقال Orange purée محضرة بهرس أو تقطيع الثمرة الكاملة وفصل بذورها وألبافها وجزء من قشورها بالمصفاة للحصول على بوريه بنسبة ٥٠ إلى ٦٠ فى المائة من الثمار وتحتوى على ٠,٥ إلى ٠,٧ زيتاً . وتضاف هذه العجينة بنسبة ٣ إلى ٤ فى المائة للعصير البالغ تركيزه ٤٦° بركس فينخفض التركيز إلى ٤٣° بركس . وفى حالة إضافة



(شكل ١١٣) صهريج تخزين العصير المحتوى على اللب وهو مبرد بالأمونيا ومزود بمقلبات



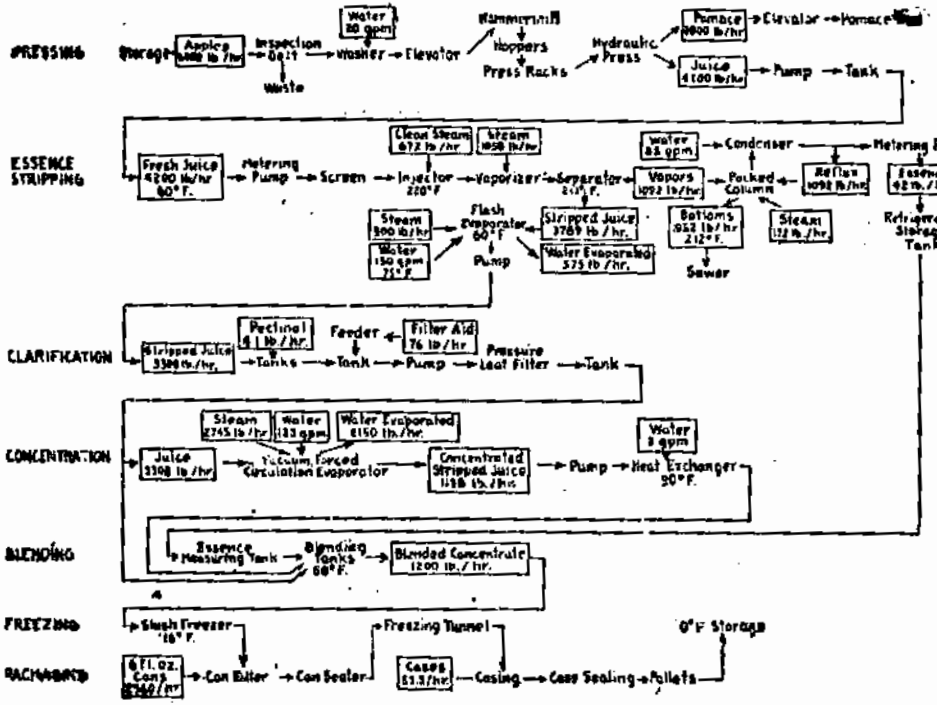
(شكل ١١٤) معدات فصل اللب من العصير

الزيت- تضاف الكمية اللازمة لرفع تركيزه إلى ٠,٠١ فى المائة . وللمحافظة على نكهة عصير البرتقال المعدلة ينصح بتخزينه على درجة — ١٨ فهرنهيت .

تركيز عصير الليمون :

تحتوى ثمار الليمون الجيد الصالحة لاستخراج العصير على حوالى ٢٥ فى المائة من وزنها عصيراً ، ويحتوى اللتر من العصير على حوالى ٤٥ إلى ٧٥ جراماً من حامض الستريك اللامائى . ويركز العصير بحالته الطبيعية أحياناً أو قد يضاف إليه السكر لرفع نسبة المواد الصلبة الذائبة إلى الحامض حتى تبلغ حوالى ١٧ إلى ١ .. وعادة يضاف جزء من اللب إلى العصير بنسبة تقرب من ثلاثمائة فى المائة .

وتغسل ثمار الليمون بماء به كلور وتفرز لفصل الثمار التالفة . ويعاد



(شكل ١١٥) خطوات تحضير عصير التفاح المركز

الغسل والفرز ، ثم تدرج الثمار تبعاً للحجم وتعصر ، ويصفى العصير خلال مصاف قطر ثقوبها ٠,٠٢٣ بوصة . ويبرد العصير عقب تصفيته إلى درجة ٤٥° فهرنهيت ويركز باستخدام أحد الأجهزة السابق شرحها . وعند الرغبة فى تحضير عصير مركز محلى بالسكر يضاف للعصير الطازج كمية من اللب لرفع نسبة اللب إلى ثلاثة فى المائة ثم يضاف السكر بالكمية اللازمة لرفع درجة البركس إلى الحد المناسب ويقلب العصير حتى يذوب السكر . ويلى ذلك تبريد العصير المحلى إلى درجة ٢٥° فهرنهيت وتعبئته فى علب من الصفيح النظيفة المطلاة بالإيناميل وتقفل العلب فى جو من البخار لإحداث تفريغ بالعلب يقدر بحوالى ١٥ بوصة ، ثم يجمد العصير المركز فى العلب بإمرار العلب على سير فى نفق التجميد المنطلق به هواء سرعته ٤٠ ميلاً فى الساعة على درجة — ٣٥° فهرنهيت . ويستمر التجميد حتى تنخفض درجة حرارة العصير فى العلب إلى — ١٨° فهرنهيت . وتستغرق عملية التجميد حوالى نصف إلى ثلاث ساعات . وتخزن علب العصير المركز المجمد على درجة — ١٠° فهرنهيت .

تركيز عصير التفاح :

يوضح الشكل السابق طريقة تجارية لتركيز عصير التفاح .

وتتلخص هذه الطريقة فى استخراج العصير وتعديل الرائحة والترويق والتركيز والخلط والتجميد والتعبئة . ويستخرج العصير بالطرق العادية ثم يسخن للتخلص من جزء من الرائحة ويروق إنزيمياً ويرشح ويركز وتمزج أصناف مختلفة من العصير فى صهريج مبرد ومزود بمقلبات ويبرد المزيج ويجمد حتى يتحول حوالى عشره إلى بللورات ثلجية ، ثم يعبأ العصير الناتج فى علب صفيح ويستكمل تجميده .

تركيز عصير الكريز :

يسخن عصير الكريز الطازج إلى درجة ٢٣٠° فهرنهيت لمدة تسعين ثانية ويبخر ٤٠ فى المائة منه فى جهاز تقطير المادة الطيارة Essence recovery unit

ويضاف رطل بكتينيز (Pectinol M) لكل مائة جالون عصير ، ويترك العصير لمدة ليلة ويرشح ويسخن للدرجة ٢١٠° فهرنهيت لمدة ثانيتين لقتل بقايا البكتينيز . ثم يركز العصير للدرجة ٧٠,٧ بركس تحت تفريغ يبلغ ٢٦ إلى ٢٧ بوصة . ثم يضاف الجزء المحتوى على المواد الطيارة إلى هذا العصير المركز فيصبح التركيز ٦٨,٥° بركس . ويحلى العصير المركز بإضافة محلول سكرى إليه تركيزه ٦٨,٥ بركس .

تركيز عصير الكمثرى :

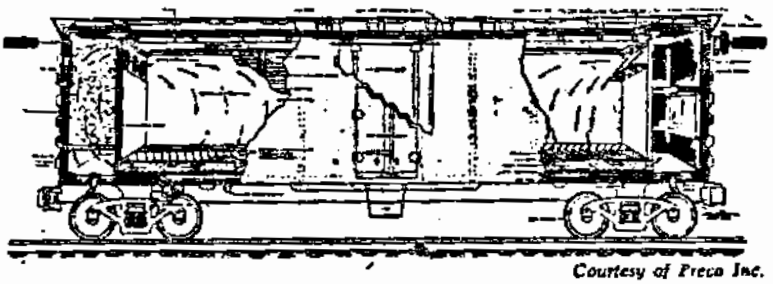
تغسل الكمثرى الناضجة وتسلق فى البخار وتهرس لتتحول إلى عجينة وتبرد العجينة إلى درجة ١٠٠° فهرنهيت ويضاف إليها بكتينول A أو B بنسبة نصف فى المائة وتترك لمدة خمس ساعات أو تبرد لدرجة ٦٥° إلى ٧٠° فهرنهيت وتترك لليوم التالى ، ثم تكبس العجينة فى مكبس إيدروليكى ويعاد ترويق العصير الناتج بترشيحه تحت ضغط بعد إضافة مادة diatomaceous earth إليه بنسبة ربع فى المائة للمساعدة فى الترشيح . ويلى ذلك نزع جزء من المواد الطيارة بطريقة مناسبة لتضاف فيما بعد للعصير المركز . ويركز العصير الناتج إلى درجة ٧٢° بركس تحت ضغط منخفض فى أحد أجهزة التركيز السابق شرحها . وعقب إضافة المواد الطيارة للعصير المركز إلى درجة ٧٢° بركس يجمد الناتج ويخزن على درجة الصفر الفهرنهيتى أو تحت الصفر .

نقل الأغذية المجمدة :

يستلزم حفظ الأغذية بالتجميد إعداد وسائل نقلها إلى مناطق الاستهلاك لمنع انصهارها أثناء النقل ، إذ أن الانصهار الجزئى للمنتجات المجمدة يلفها حتى لو أعيد تجميدها ببطء فى الثلاجات المنزلية . فيستعمل فى نقل الأغذية المجمدة وسائل مبردة متنوعة التصميم ، من أمثلتها ما يعرفه الأمريكيون بالأسماء :

Standard ice refrigerator cars. Mechanical refrigerator cars, Heavily insulated refrigerator cars. Dry ice cars, Silica gel refrigerator cars,

Rai'road Riding Freezer Plant, South African roof tank cars, Refrigerated trucks. Refrigerated boats and barges



(شكل ١١٦) عربة مبردة لنقل الأغذية المجمدة

نظافة مصانع تجميد الأغذية :

تعتبر نظافة المصانع ركناً أساسيًّا من أركان العمل لأنها مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالإنتاج . ففى أمريكا تنص المادة ٣ من الباب ٤٠٢ ؟ فى قانون الأغذية الصادر عام ١٩٣٨ على اعتبار الغذاء مغشوشاً إذا وجد به مواد قذرة أو فاسدة متحللة ، كما تنص المادة على اعتبار الغذاء مغشوشاً إذا حضر أو عبئ أو خزن تحت ظروف غير صحية تؤدى إلى تلوثه بالقاذورات أو تجعله ضارًّا بالصحة .

ومن مظاهر عدم النظافة فى مصنع التجميد وجود الفيران والذباب والحشرات ، وقذارة دورات المياه ، وتلوث المياه ، وتلوث الخامات ببقايا الحشرات والحيوانات ، وعدم نظافة الأجهزة والأدوات ، وعدم التخلص من البقايا ، وسوء عادات بعض العمال .

وتراعى الاشتراطات الصحية فى تشييد المصانع لضمان جودة التهوية وتصريف المياه والمخلفات ومنع دخول الفيران والحشرات وتوفر الإضاءة وسهولة التنظيف وتوفر المياه الصالحة للشرب .

ويجب المداومة على تنظيف الآلات والأدوات ، كما يجب العناية بتداول الأغذية أثناء تجميدها . ويلزم ملاحظة نظافة الأشخاص القائمين بالعمل

فى المصنع وتوقيع الكشف الطبى عليهم على فترات متقاربة . ومن الأماكن المعرضة للتلوث بكثرة ويلزم ملاحظتها بدقة المخازن وغرفة الغلاية .

مراقبة الجودة فى مصانع تجميد الأغذية :

يجب أن يوضع فى الاعتبار عند مراقبة جودة الأغذية المجمدة أن هذه الأغذية تنافس الأغذية الطازجة تجاريًّا الآن بعد أن كانت تنافس الأغذية المعلبة فقط . فقد أصبح جمهور المستهلكين فى معظم الدول على دراية تامة بمزايا التجميد وتفوقه على غيره من طرق الحفظ الأخرى إذ أصبح معروفاً الآن أن الأغذية المجمدة تحتفظ بصفات الغذاء الطازج إلى حد كبير .

وللمحافظة على جودة المنتجات المجمدة يذكر بصفة عامة أنه يجب العناية بجميع خطوات التجميد من بدء اختيار الأصناف المناسبة حتى تخزين المنتجات فى الثلاجات أو نقلها إلى المستهلك تحت الظروف المناسبة . بل إن اختيار موقع المصنع يؤثر فى جودة المنتجات حيث إنه يحدد أصناف الخضر والفاكهة الممكن تجميدها ؛ وهى الأصناف المنزرعة فى المنطقة المقام بها المصنع ، فإن كانت الأصناف القريبة من المصنع رديئة كان الإنتاج رديئاً لأن المصنع لا محالة سوف يفضل استلام الخامات القريبة منه على غيرها المنزرعة فى مناطق نائية تقتضى تحمل المصنع لأعباء الشحن والنقل .

ويقصد بالعناية بجميع عمليات تصنيع وتداول الخضر أن تراعى النصائح والاشتراطات التى سبق ذكرها فى كل خطوة من خطوات صناعة تجميد الخضروات . مثال ذلك إنجاز العملية فى أسرع وقت ممكن لمنع تأثر اللون والنكهة وفيتامينات الخضر بطول فترة التداول والإعداد . كذلك التحكم فى الوقت المناسب للسلق لضمان قتل الإنزيمات وإيقاف التغيرات فى النكهة واللون أثناء التخزين ولتقليل الفقد فى ماء السلق ما أمكن ، واستعمال الماء اليسر فى الغسيل والسلق لأن الماء العسر يسبب تماسك غلاف حبوب البسلة . ويعنى بالتدريج للمحافظة على مظهر وتجانس الناتج وبالتالى ارتفاع سعره . وفى البلاد الحارة يجب العناية بتبريد الخامات بمجرد قطفها منعاً لتكاثر الأحياء الدقيقة على الخامات . ويعنى أيضاً بالعبوات لمنع تسرب الرطوبة ولمنع اكتساب المنتجات

للروائح غير المرغوبة . وتحدد درجة الحرارة المناسبة للتخزين تماماً لأن ارتفاع درجة حرارة التخزين عن المناسب يسبب فقداً فى النكهة واللون والفيتامينات وبعض الصفات الأخرى المرغوبة .

وفى حالة الفاكهة أيضاً يعتنى باختيار أصنافها وإنضاجها وفرزها وتقشيرها وتقطيعها منعاً لفقد نسبة عالية من فيتامينائها ومنعاً لتلون المنتجات . ويعتنى بتحديد التركيز الملائم للمحلول السكرى الذى قد يضاف إليه بعضاً من حامض الأسكوربيك لمنع ظهور اللون البنى فى المنتجات أثناء تجميدها وتخزينها . ويلزم إعطاء الخامات الوقت الكافى لتشرب السكر بداخلها قبل تجميدها . ويراعى أن تكون العبوات محكمة القفل تماماً لتمنع تسرب الهواء للداخل أيضاً فلا تكون قاصرة على منع تسرب العصير للخارج .

وبالنسبة للأسماك يجب تجميدها بسرعة بمجرد صيدها ثم تخزن على درجة حرارة منخفضة . ويجب إنجاز جميع الخطوات فى أسرع وقت ممكن .

وفى تجميد اللحوم والطيور يعتنى بنظافتها تماماً كما يعتنى بتغليفها وتخزينها على درجة الحرارة الملائمة منعاً لتبقع السطح freezerburn .

طرق تقدير جودة الأغذية المجمدة :

١ — الخضراوات :

تقدر درجة النضج وصفات الخامات عن طريق تقدير الكثافة والصلابة واللون والمواد الصلبة الكلية والمواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول والنشا ، كما فى البسلة مثلاً . ويمكن استخدام جهاز الليونة Tenderometer فى تحديد درجة نضج البسلة ، فالقراءة ١٠٠ تعنى أن البسلة نشوية ، وقراءة ٦٥ إلى ٩٥ تعنى أن البسلة مناسبة تماماً للتجميد . ويقدر لون البسلة معملياً لأن المستهلك يقبل على بعض الخضروات ، كالبسلة ، الداكنة اللون . ومن التقديرات السهلة الإجراء على الخضروات معملياً تقدير الكثافة أو الوزن النوعى . ويمكن إجراء ذلك بتقدير حجم ٥٠٠ جرام من البسلة بوضعها فى مخبار زجاجى مدرج به

ماء ، وبالنسبة للبسلة المجمدة تقدر الكثافة بوزن كمية مطحونة من الناتج مرة فى الهواء ومرة أخرى فى الماء أو الزيلين . ويمكن تقدير نسبة بذور البسلة المقشورة التى تهبط للقاع بوضعها فى محاليل ملحية بتركيز ١٣ ، ١٥ ، ١٦ فى المائة على التوالى . ويمكن تقدير النشاط فى البسلة بطريقة بسيطة تتلخص فى فرم البسلة داخل خلاط Waring Blendor واستخلاص النشا بمحلول حامض فوق كلوريك وإضافة محلول يود وتقدير كثافة اللون الأزرق باستخدام جهاز الألوان .

ويمكن الاستدلال على جودة البسلة المجمدة بتقدير محتوياتها من فيتامين (حـ) فانخفاض نسبة الفيتامين تعنى الإهمال فى تداول البسلة الطازجة وتخزين البسلة المجمدة . كذلك يحصى عدد البكتريا فى البسلة المجمدة ، فالعدد الكبير يعنى عدم نظافة مصنع التجميد أو ارتفاع درجة الحرارة عن الحد المناسب فى أى مرحلة من مراحل التصنيع أو صهر البسلة وإعادة تجميدها . ويؤكد هذه الحالة الأخيرة ملاحظة عدم امتلاء العبوة بالبسلة المجمدة وبهتان اللون أو تحوله إلى الأصفر ووجود كمية زائدة من بللورات الثلج فى العبوة . ويجب إجراء فحص حشرى على البسلة المجمدة .

ومن الطرق المتبعة فى تقدير درجة نضج بعض الخضروات ، كالذرة السكرية ، تقدير معامل الانكسار . كذلك تقدر الألياف كيماويًا باستعمال جهاز خاص fibrometer للحكم على درجة الأسبرجس المجمد وعلى صفات السبانخ وغيرهامن الخضراوات الورقية . وأحياناً يقدر حمض الأسكوربيك فى السبانخ لنفس الغرض ، فانخفاض نسبة الفيتامين تعنى طول مدة السلق أو طول فترة التبريد بعد السلق أكثر من اللازم .

ويعتقد أن أفضل الوسائل للحكم على صفات الفاصوليا المجمدة هى تقدير كل من الألياف وحمض الأسكوربيك وعدد البكتريا ، وبالنسبة للقنبيط تقدير حامض الأسكوربيك ، وبالنسبة للجزر الطازج تقدير صلابة الأنسجة آليًا .

٢ — الفاكهة :

تقدر درجة جودة الفواكه المجمدة بتقدير لونها وصفاتها وخلوها من العيوب . فاللون دليل واضح على درجة الجودة، إلا أن تقديره ليس سهلاً ، لذلك يكتفى بتقديره بالمقارنة بألواح قياسية أو فى جهاز مقارنة الألوان البسيط . ومن أفضل الطرق المستخدمة تقدير الوزن بعد الانصهار drained weight تحت ظروف محددة ، فانخفاض الوزن يعنى سوء تداول الفاكهة أو البطء فى تجميدها أو ازدياد نضجها عن الحد المناسب . وتدل الحموضة الكلية الزائدة أو رقم pH المنخفض على عدم اكتمال نضج الفاكهة . ويمكن الاستدلال على درجة الفاكهة المجمدة غير المضاف إليها السكر بتقدير نسبة السكر إلى الحامض ، فارتفاع نسبة السكر وانخفاض الحموضة يدلان على نضج الفاكهة . ويجب فحص جميع الفواكه المجمدة حشريًا

٣ — الأسماك :

فى حالة طول مدة أو ارتفاع درجة حرارة التصنيع عن اللازم أو تذبذب درجة حرارة التخزين تفقد الأسماك المجمدة عند انصهارها كمية كبيرة من السائل drip . ويمكن أن يقال بصفة عامة أنه كلما قلت كمية السائل المنفصل عند الانصهار كلما زادت جودة السمك المجمد . ولذا فإن الصناع يستغلون هذه الفكرة بمعاملة الأسماك معاملات خاصة قبل تجميدها بالطريقة البطيئة تؤدى إلى تقليل كمية السائل المنفصل . ومن هذه المعاملات الغمس فى محلول ملحى أو رفع قيمة pH بالغمس فى محلول قلوى . ويمكن الاستدلال على طول مدة تخزين الأسماك المجمدة بفحص دهونها إذ أنها تتزنخ بعد حوالى تسعة أشهر من بدء التخزين على درجة الصفر الفهرنهيتى . ولذلك يختبر للتزنخ بطريقة تقدير قيمة البيروكسيد أو باختبار حامض الثيوبار بتيوريك .

ويمكن اختبار السمك الطازج لمعرفة مدى احتفاظه بصفاته الطازجة باستخدام طريقة التعادل electrometric titration فتعادل عينة السمك بحامض كلوردريك قياسى حتى يصبح رقم pH ستة ثم يستمر فى التعادل حتى يتغير pH إلى ٤,٣ . وتعتبر نتيجة التعادل الأولى دليلاً على مدى حدوث التحلل فى السمك فكلما ارتفعت القيمة انخفضت درجة السمك ، بينما فى نتيجة التعادل الثانى يعتبر

ارتفاع القيمة دليلاً على ارتفاع جودة الأسماك . وتعتبر هذه الطريقة صالحة لبعض الأسماك فقط .

ويمكن تقدير قوة الرائحة المنبعثة من الأسماك باستخدام جهاز Stinkometer. وتتلخص الطريقة فى تهوية جزء معين من العصير المنطاق من السمك بتيار من الهواء النقى ثم إمرار الهواء فى مادة مؤكسدة تمتص المواد الطيارة من الهواء ، ويمكن تقدير هذه المواد الطيارة فيما بعد :

وتعد البكتريا فى السمك المجمد ، فإن زاد العدد على المليون فى الجرام الواحد دل ذلك على طول فترة بقاء الأسماك قبل تصنيعها أو ارتفاع درجة حرارة التجميد أو التلوث أثناء التحضير للتجميد . ويجب خلو الأسماك من الديدان أو الطفيليات.

٤ — اللحوم :

تقدر ليونة أنسجة اللحم بعدة طرق أهمها تقدير محتويات اللحم من النسيج الضام ، وتقدير الضغط اللازم لدفع جسم معين فى اللحم ، وتقدير الجهد اللازم لقطع مكعب من اللحم يوضع فى جهاز خاص tenderometer ، وتقدير القوة الجازة Shearing strength للحم .

ويمكن الاستدلال على حدوث تزنخ فى دهن اللحوم بتقدير قيمة البير وكسيد أو تقدير الأكسيجين النشط أو بإجراء اختبار حامض الثيوبار بتيوريك .

٥ — الطيور :

يدل تبقع جلد الطيور المجمدة على طول مدة تخزينها على درجة حرارة مرتفعة أو درجة حرارة غير ثابتة ، أو قد يكون التغليف ليس جيداً . وقد يستدل على جودة الطيور بتقدير مدى التزنخ الذى طرأ على دهونها .

وقد وضعت بعض الدول مواصفات قياسية للأغذية المجمدة ، ومثالها فى الولايات المتحدة الأمريكية المواصفات المقترحة من المصادر الثلاثة التالية :

Individual packer's standards.

Grade standards of the Agricultural Marketing service, U.S. Department of Agriculture.

Mandatory standards of identity established by the Food and Drug Administration.

مركز صناعة تجميد الأغذية فى جمهورية مصر العربية :

تحتل صناعة تجميد الجمبرى مركزاً ممتازاً بسبب ازدياد الطلب من الدول الأجنبية على الجمبرى المصرى المجمد . فى عام ١٩٦١ صدرت الجمهورية العربية المتحدة حوالى ١١٣٢ طنًّا من الجمبرى المجمد قدرت قيمتها النقدية بحوالى ٤٦٣٠٠٠ جنيه . وقد توسعت هذه الصناعة حديثاً .

ويقوم بتجميد الجمبرى محليًّا أربعة مصانع بالإسكندرية ومصنعان فى بورسعيد ، وهناك مصنع سابع حديث الإنشاء بالإسكندرية . وتبلغ القدرة الإنتاجية لهذه المصانع حوالى ١٠٠٠٠ طن من الجمبرى الطازج ينتج عنها ٤٠٠ طن من الجمبرى المجمد .

وتجمد بعض الأسماك الأخرى محليًّا على نطاق تجارى ، كذلك تجمد بعض الخضراوات محليًّا .

جدول تحويل درجات الحرارة من مئوية إلى فرنهيتية وبالعكس

°م	°م أو °ف	°ف	°م	م أو ف	°ف	°م	°م أو °ف	°ف	°م	°م أو °ف	°ف
−٤٠,٠	−٤٠,٠	−٤٠,٠	−٢٦,١	−١٥	+٥,٠	−١٢,٢	+١٠	+٥٠,٠	+١,٧	+٣٥	+٩٥,٠
−٣٩,٤	−٣٩,٠	−٣٨,٢	−٢٥,٦	−١٤	+٦,٨	−١١,٧	+١١	+٥١,٨	+٢,٢	+٣٦	+٩٦,٨
−٣٨,٩	−٣٨,٠	−٣٦,٤	−٢٥,٠	−١٣	+٨,٦	−١١,١	+١٢	+٥٣,٦	+٢,٨	+٣٧	+٩٨,٦
−٣٨,٣	−٣٧,٠	−٣٤,٦	−٢٤,٤	−١٢	+١٠,٤	−١٠,٦	+١٣	+٥٥,٤	+٣,٣	+٣٨	+١٠٠,٤
−٣٧,٨	−٣٦,٠	−٣٢,٨	−٢٣,٩	−١١	+١٢,٢	−١٠,٠	+١٤	+٥٧,٢	+٣,٩	+٣٩	+١٠٢,٢
−٣٧,٢	−٣٥	−٣١,٠	−٢٣,٣	−١٠	+١٤,٠	−٩,٤	+١٥	+٥٩,٠	+٤,٤	+٤٠	+١٠٤,٠
−٣٦,٧	−٣٤	−٢٩,٢	−٢٢,٨	−٩	+١٥,٨	−٨,٩	+١٦	+٦٠,٨	+٥,٠	+٤١	+١٠٥,٨
−٣٦,١	−٣٣	−٢٧,٤	−٢٢,٢	−٨	+١٧,٦	−٨,٣	+١٧	+٦٢,٦	+٥,٥	+٤٢	+١٠٧,٦
−٣٥,٦	−٣٢	−٢٥,٦	−٢١,٧	−٧	+١٩,٤	−٧,٨	+١٨	+٦٤,٤	+٦,١	+٤٣	+١٠٩,٤
−٣٥,٠	−٣١	−٢٣,٨	−٢١,١	−٦	+٢١,٢	−٧,٢	+١٩	+٦٦,٢	+٦,٧	+٤٤	+١١١,٢
−٣٤,٤	−٣٠	−٢٢,٠	−٢٠,٦	−٥	+٢٣,٠	−٦,٧	+٢٠	+٦٨,٠	+٧,٢	+٤٥	+١١٣,٠
−٣٣,٩	−٢٩	−٢٠,٢	−٢٠,٠	−٤	+٢٤,٨	−٦,١	+٢١	+٦٩,٨	+٧,٨	+٤٦	+١١٤,٨
−٣٣,٣	−٢٨	−١٨,٤	−١٩,٤	−٣	+٢٦,٦	−٥,٥	+٢٢	+٧١,٦	+٨,٣	+٤٧	+١١٦,٦
−٣٢,٨	−٢٧	−١٦,٦	−١٨,٩	−٢	+٢٨,٤	−٥,٠	+٢٣	+٧٣,٤	+٨,٩	+٤٨	+١١٨,٤
−٣٢,٢	−٢٦	−١٤,٨	−١٨,٣	−١	+٣٠,٢	−٤,٤	+٢٤	+٧٥,٢	+٩,٤	+٤٩	+١٢٠,٢
−٣١,٧	−٢٥	−١٣,٠	−١٧,٨	٠	+٣٢,٠	−٣,٩	+٢٥	+٧٧,٠	+١٠,٠	+٥٠	+١٢٢,٠
−٣١,١	−٢٤	−١١,٢	−١٧,٢	+١	+٣٣,٨	−٣,٣	+٢٦	+٧٨,٨	+١٠,٦	+٥١	+١٢٣,٨
−٣٠,٦	−٢٣	−٩,٤	−١٦,٧	+٢	+٣٥,٦	−٢,٨	+٢٧	+٨٠,٦	+١١,١	+٥٢	+١٢٥,٦
−٣٠,٠	−٢٢	−٧,٦	−١٦,١	+٣	+٣٧,٤	−٢,٢	+٢٨	+٨٢,٤	+١١,٧	+٥٣	+١٢٧,٤
−٢٩,٤	−٢١	−٥,٨	−١٥,٦	+٤	+٣٩,٢	−١,٧	+٢٩	+٨٤,٢	+١٢,٢	+٥٤	+١٢٩,٢
−٢٨,٩	−٢٠	−٤,٠	−١٥,٠	+٥	+٤١,٠	−١,١	+٣٠	+٨٦,٠	+١٢,٨	+٥٥	+١٣١,٠
−٢٨,٣	−١٩	−٢,٢	−١٤,٤	+٦	+٤٢,٨	−٠,٦	+٣١	+٨٧,٨	+١٣,٣	+٥٦	+١٣٢,٨
−٢٧,٨	−١٨	−٠,٤	−١٣,٩	+٧	+٤٤,٦	٠	+٣٢	+٨٩,٦	+١٣,٩	+٥٧	+١٣٤,٦
−٢٧,٢	−١٧	+١,٤	−١٣,٣	+٨	+٤٦,٤	+٠,٦	+٣٣	+٩١,٤	+١٤,٤	+٥٨	+١٣٦,٤
−٢٦,٧	−١٦	+٣,٢	−١٢,٨	+٩	+٤٨,٢	+١,١	+٣٤	+٩٣,٢	+١٥,٠	+٥٩	+١٣٨,٢

°م	°م أو °ف	°ف
+١٥,٦	+٦٠	+١٤٠,٠
+١٦,١	+٦١	+١٤١,٨
+١٦,٧	+٦٢	+١٤٣,٦
+١٧,٢	+٦٣	+١٤٥,٤
+١٧,٨	+٦٤	+١٤٧,٢
+١٨,٣	+٦٥	+١٤٩,٠
+١٨,٩	+٦٦	+١٥٠,٨
+١٩,٤	+٦٧	+١٥٢,٦
+٢٠,٠	+٦٨	+١٥٤,٤
+٢٠,٦	+٦٩	+١٥٦,٢
+٢١,١	+٧٠	+١٥٨,٠
+٢١,٧	+٧١	+١٥٩,٨
+٢٢,٢	+٧٢	+١٦١,٦
+٢٢,٨	+٧٣	+١٦٣,٤
+٢٣,٣	+٧٤	+١٦٥,٢
+٢٣,٩	+٧٥	+١٦٧,٠
+٢٤,٤	+٧٦	+١٦٨,٨
+٢٥,٠	+٧٧	+١٧٠,٦
+٢٥,٦	+٧٨	+١٧٢,٤
+٢٦,١	+٧٩	+١٧٤,٢
+٢٦,٧	+٨٠	+١٧٦,٠
+٢٧,٢	+٨١	+١٧٧,٨
+٢٧,٨	+٨٢	+١٧٩,٦
+٢٨,٣	+٨٣	+١٨١,٤
+٢٨,٩	+٨٤	+١٨٣,٢

(تابع) جدول تحويل درجات الحرارة من مئوية إلى فرنهيتية وبالعكس

°م	°م أو °ف	°ف
+ ٢٩,٤	+ ٨٥	+ ١٨٥,٠
+ ٣٠,٠	+ ٨٦	+ ١٨٦,٨
+ ٣٠,٦	+ ٨٧	+ ١٨٨,٦
+ ٣١,١	+ ٨٨	١٩٠,٤
+ ٣١,٧	+ ٨٩	+ ١٩٢,٢
+ ٣٢,٢	+ ٩٠	+ ١٩٤,٠
+ ٣٢,٨	+ ٩١	+ ١٩٥,٨
+ ٣٣,٣	+ ٩٢	+ ١٩٧,٦
+ ٣٣,٩	+ ٩٣	+ ١٩٩,٤
+ ٣٤,٤	+ ٩٤	+ ٢٠١,٢
+ ٣٥,٠	+ ٩٥	+ ٢٠٣,٠
+ ٣٥,٦	+ ٩٦	+ ٢٠٤,٨
+ ٣٦,١	+ ٩٠	+ ٢٠٦,٦
+ ٣٦,٧	+ ٩٨	+ ٢٠٨,٤
+ ٣٧,٢	+ ٩٩	+ ٢١٠,٢
+ ٣٧,٨	+ ١٠٠	+ ٢١٢,٠
+ ٣٨,٣	+ ١٠١	+ ٢١٣,٨
+ ٣٨.٩	+ ١٠٢	+ ٢١٥,٦
+ ٣٩,٤	+ ١٠٣	+ ٢١٧,٤
+ ٤٠,٠	+ ١٠٤	+ ٢١٩.٢

الفصل الثامن عشر

فساد الأغذية والتسمم الغذائى

التاريخ ، فعل عوامل الفساد الحيوية . التأثير على الكربوايدرات . التأثير على البروتينات ، التأثير على الدهون . المركبات الناتجة عن التحال الميكروبيولوجى . التغيرات المتضمنة تركيباً . التغيرات التى تسببها الإنزيمات . التغيرات التى تسببها الأكسدة . الظروف المحيطة بالفساد . درجة الحرارة . التخزين . مدى التلوث فى البداية . التركيب الكيميائى للبيئة . العوامل المساعدة على النمو . الوسط الغازى . نسبة الرطوبة . الفساد الإنزيمى . التغيرات بالأكسدة . طرق منع فساد الأغذية . التبريد . التعقيم . البسترة . إضافة المواد الحافظة الكيميائية : التجفيف . التعبئة فى الأوانى المحكمة القفل . النظافة . اختبار فساد الأغذية . التسمم الغذائى . التسمم البوتيوليني . التسمم بالميكروب العنقودى . التسمم بالسالمونيلا . البسائط الحيوانية والديدان الخيطية .

بدأت محاولات الإنسان منع فساد أغذيته منذ قرون عدة ، بل إن أولى هذه المحاولات ترجع إلى تاريخ بداية البشرية على سطح الأرض . وهذا الفساد الذى يعترى المواد الغذائية ما هو إلا نتيجة حتمية تفرضها الطبيعة ، إذ أن كل جسم حى عندما يموت يبدأ تحلله ويستمر التحلل حتى تتحول جميع مكوناته إلى عناصر بسيطة تعود إلى الأرض ويمكن أن يعاد استخدامها أى ارتباطها لتكوين مركبات جديدة نافعة . فالمواد العضوية يتخلف عنها عنصرا الكربون والنتروجين اللذان يرتبطان مرة أخرى فى تكوين ونمو نباتات جديدة . وهذا يفسر عدم انقراض النباتات من العالم نتيجة لاستنفاذ محتويات التربة من العناصر اللازمة لتكوين ونمو النباتات على مر السنين والأجيال . ويعنى ذلك أن الإنسان بمحاولاته منع فساد الأغذية يعمل فى اتجاه مضاد لقوى الطبيعة ، ولهذا كان موضوع حفظ الأغذية ومنع فسادها من الأمور الصعبة .

ويعرف الفساد بأنه أى تغيير يطرأ على الغذاء ويكون ضارًّا بالصحة ، سواء تأثر مظهر الغذاء بهذا التغيير أم لم يتأثر ، وسواء تبعه أو لم يتبعه تغيير فى القيمة الغذائية للغذاء . وقد تختلف النظرة للفساد باختلاف أجناس البشر ، إذ أن البعض يفضل أنواعاً خاصة من الأغذية عندما يعتريها التحلل أو التغير لدرجة معينة ، بينما تنظر أجناس أخرى إلى هذا الغذاء المتغير باعتباره غذاء فاسداً . مثال ذلك اللبن الحامض والجبن الروكفور .

وقد يكون الفساد بكتريولوجيًّا أو كيماويًّا ، كأن يتعرض الغذاء للتعفن والتحلل بفعل الأحياء الدقيقة أو يصبح سامًّا بإضافة الزرنيخ أو كلوريد الزئبق إليه . ولما كانت التشريعات الغذائية تحرم إضافة المواد الكيمائية السامة إلى الغذاء ، كما أن الشعوب أصبحت على دراية تامة بالمواد السامة التى يجب عدم إضافتها للغذاء فإن الفساد بتأثير الكيماويات المضافة يعتبر غير شائع بل إن حدوثه

يعتبر أمراً متعمداً . ويبقى إذن الفساد البكتريولوجى الذى يحتاج إلى دراسة وافية لمعرفة التغيرات التى تطرأ على الأغذية نتيجة لنشاط البكتريا والفطريات والخمائر ، والتغيرات التى يسببها نشاط الإنزيمات أو التى تحدث نتيجة للأكسدة .

فعل عوامل الفساد الحيوية :

١ ـ التأثير على الكربوايدرات :

تتوقف طبيعة التغيرات التى تطرأ على الغذاء عند فساده على نوع الأحياء الدقيقة المسببة للفساد وكذلك تركيب الغذاء . فالأغذية الغنية بالكربوايدرات تتعرض للتخمر إذ أن الأحياء الدقيقة تفضل الكربوايدرات ؛ وعلى الأخص السكريات ، على البروتينات . وعادة تنتج أحماض أثناء تحلل السكريات ، مثل حامض اللكتيك الذى ينتج فى حالات كثيرة من حالات فساد الأغذية . كذلك ينتج الغاز عادة ، مثل غاز ثانى أكسيد الكربون أو مزيج من هذا الغاز والإيدروجين . وقد تتكون كحولات ومركبات أخرى . وتتكون الأحماض عادة فى حالة تعبئة الغذاء الملوث بالأحياء الدقيقة فى عبوات مقفلة بعيداً عن الهواء ، وقد تؤدى هذه الحموضة إلى إيقاف نمو أحياء دقيقة أخرى لا تناسبها الحموضة ، كما أن الحموضة قد ترتفع إلى الحد الذى يوقف نشاط نفس الأحياء الدقيقة المنتجة للحامض . ويختلف هذا الحد من الحموضة تبعاً لنوع الأحياء الدقيقة ونسبة السكر وطبيعة الغذاء ، وهو عادة يقع عند PH ٣ إلى ٤٫٥ . وعند الوصول إلى هذا الحد قد يستمر الفساد بحدوث تخمر كحولى للسكريات بفعل الخميرة إن وجدت وإذا كانت هناك بقية من السكر عند بلوغ هذا الحد من الحموضة .

وقد أمكن الاستفادة من تكون الحموضة فى الغذاء بفعل البكتريا فى حفظ بعض الأغذية ومواد العلف . فمن الممكن حفظ الكرنب فى صورة سور كروت Sauerkraut ؛ وحفظ عصير الفاكهة بالحامض والتخمر الكحولى معاً . وحفظ الذرة الخضراء فى صورة سيلاج . ففى هذه الحالات تتكون كمية من الأحماض بتحول السكريات تكفى لمنع نشاط الأحياء الدقيقة الأخرى وإيقاف استمرار التغيرات .

ولا تفيد طريقة الحفظ بالحامض فى حالة الأغذية الفقيرة فى السكر إذ أن رقم pH يكون مرتفعاً إلى الحد الذى يسمح باستمرار نشاط الأحياء الدقيقة أو هدم أو معادلة الأحماض المتكونة . فقد تنهدم الأحماض بفعل البكتريا متحولة إلى ثانى أكسيد الكربون أو إيدروجين أو ميثان أو مزيج من هذه الغازات . وقد تتعادل الأحماض المتكونة مع الأمونيا المنطلقة من البروتينات أو الأحماض الأمينية . وتصبح الظروف عقب معادلة الأحماض ملائمة لنشاط الأحياء الدقيقة المحللة للبروتينات . وقد يزول فعل الحموضة فى حالة توفر الهواء نتيجة لتأكسد الأحماض بفعل البكتريا أو الفطريات . وتعتبر الفطريات أكثر تحملاً للحموضة من البكتريا ، وهذه الفطريات هوائية حتماً .

ولا تتعرض البروتينات للتحلل البكتريولوجى بدرجة واضحة فى حالة الأغذية الغنية بالكربوايدرات ، أو السكريات أساساً ، لأن الأحياء الدقيقة المحللة للبروتينات لا تنشط فى الوسط المرتفع الحموضة ، أى فى حالة تكوين الأحماض بوفرة من السكريات بفعل بعض الأحياء الدقيقة . ولهذا تعتبر الكربوايدرات ذات تأثير واقٍ على البروتينات من الوجهة البيولوجية . فإذا ما عودلت أو تأكسدت أو تحولت الأحماض يبدأ نشاط البكتريا المحللة للبروتينات . وقد يبدأ التأثير على البروتينات بفعل الفطريات حتى فى حالة ارتفاع نسبتى السكريات والحموضة ، إذ أن الفطريات تتحمل الحموضة المرتفعة .

وتتأثر بقية الكربوايدرات ببعض الأحياء الدقيقة ، فالأحياء التى تنتج إنزيم الدياستيز لها القدرة على مهاجمة النشا وتحويل بعضها إلى سكريات فأحماض ونظراً لبطء تكون الأحماض فهناك فرصة سانحة لنشاط الأحياء الدقيقة المحللة للبروتينات ، ولذلك فليس من السهل حفظ الأغذية الغنية فى النشا والفقيرة فى السكريات بطريقة التخمر .

وهناك أنواع من الأحياء الدقيقة تستطيع تحليل النشا ثم تحويل ناتجات التحلل إلى صموغ ، وهذه الصموغ تقى البكتريا من تأثير الحموضة . وبذلك يكون هناك فرصة لنشاط الأحياء المحللة للبروتينات . ومثال هذه الحالة نشاط البكتريا Bacillus mesentericus . فى الخبز .

٢ ـ التأثير على البروتينات :

يعتبر التحلل البكتريولوجى للبروتينات أسوأ تأثيراً فى صفات الغذاء من التحلل البكتريولوجى للكربوايدرات . وينتج عن تحلل البروتينات نواتج متنوعة ، تبدأ بظهور البيتيدات المعقدة والبيتونات والأحماض الأمينية ، ثم تتحلل الأحماض الأمينية فتتكون الأمينات الحرة بهدم مجموعة الكربوكسيل ولذا يصبح الغذاء سامًّا نتيجة لتكون بعض الأمينات ذات الأثر السام الضعيف ، وقد تفصل الأحياء الدقيقة مجموعة الأمين من الحامض الأمينى منتجة حامضاً عضويًّا أو كحولاً أو مركباً إيدروكربونيًّا . وقد تتحلل هذه المركبات الناتجة فتظهر مركبات أبسط تركيباً سواء أكانت أحماضاً أم كحولات أم غازات مثل ثانى أكسيد الكربون والأيدروجين . وقد يكون التحلل البروتينى شديداً إلى حد إنتاج غاز الأمونيا . وعموماً فإن هذا التحلل البروتينى يصحبه دائماً ظهور روائح كريهة ، فقد ينتج من الكبريت كبريتور إيدروجين أو ميركابتانات ، كما قد يتكون إندول واسكاتول skatole وبوتريزين Putrescine وكادافرين Cadaverine .

٣ ـ التأثير على الدهون :

تعتبر الدهون أقل عرضة للتحلل الميكروبيولوجى من الكربوايدرات والبروتينات . فبعض الأحياء الدقيقة المحتوية على إنزيمات الليبيز تحلل الدهون منتجة أحماضاً دهنية وجليسرول ، وهذه الناتجات تتعرض للتخمر مثل الكربوايدرات . وتعتبر الفطريات هى المؤثرة فى الدهون بدرجة أكبر من البكتريا . ولذلك فالأغذية التى تحتوى على الفطريات ، كالجبن الذى يجرى إنضاجه بالفطريات ، تتعرض لتغيرات واضحة فى دهونها .

وقد تتزنخ الدهون بفعل الأحياء الدقيقة أيضاً ، إلا أن غالبية التزنخ تتوقف على الأكسدة فى وجود عامل ملامسة . وهذا التزنخ يصحبه تكسير سلاسل الأحماض الدهنية فى الدهن لإنتاج أحماض أقصر طولاً والدهيدات وكيتونات و بيروكسيدات . وتؤدى هذه التغيرات إلى اختلاف طعم ورائحة الغذاء .

٤ ـ المركبات الناتجة عن التحلل الميكروبيولوجى :

بتحلل الكربوايدرات بفعل الأحياء الدقيقة تنتج أحماض أليفاتية وكحولات وألدهيدات وكيتونات وثانى أكسيد كربون وإيدروجين وميثان .

وبتحلل الدهون تتكون أحماض دهنية وجليسرين وأحماض أليفاتية وألدهيدات وكيتونات وكحولات وثانى أكسيد كربون وإيدروجين وميثان .

وبتحلل البروتينات تنتج ببتيدات معقدة وبروتيوزات وأحماض أمينية وأمينات وأحماض أليفاتية وأحماض حلقية وألدهيدات وكيتونات وفينولات وميركابتانات وكبريتور إيدروجين وأمونيا وإيدروجين وثانى أكسيد كربون وميثان ومركبات تحتوى على إندول .

٥ ـ التغيرات المتضمنة تركيباً :

قد تتكون بعض مركبات بفعل الأحياء الدقيقة ، وهذه المنتجات تؤثر على نكهة ورائحة ولون الأغذية بدرجة واضحة غير مرغوبة ، مثال ذلك التخليق Synthesis فى الجبن بفعل الفطريات ، وظهور اللون الأصفر أو الأزرق أو البيوسيانين Pyocyanine فى اللبن بفعل البكتريا Pseudomonas pyocyaneus مما يؤثر على نكهة اللبن . وظهور اللون الدموى فى الخبز بفعل Sarratia marcescens ، وظهور الألوان الخضراء والصفراء وغيرهما فى الجبن بفعل الفطريات ، وظهور اللون الأصفر أو الأزرق أو البنى فى اللبن بفعل البكتريا . وبعض المركبات التى تكونها البكتريا تكون سامة للإنسان مثل السم البوتيولينى botulismus toxin الذى تكونه البكتريا Clostridium botulinum والسم enterotoxin الذى تفرزه البكتريا Staphylococcus .

٦ ـ التغيرات التى تسببها الإنزيمات :

تعزى التغيرات التى تحدثها الأحياء الدقيقة فى الأغذية إلى نشاط الإنزيمات التى تفرزها هذه الأحياء . وقد تحدث بعض التغيرات الإنزيمية فى الأغذية دون

تدخل الأحياء الدقيقة ويكون ذلك بتأثير الإنزيمات التى توجد فى الغذاء نفسه . مثال ذلك ليونة البطاطس وارتفاع درجة حلاوتها أثناء التخزين على درجة حرارة مرتفعة نسبياً نتيجة لتحلل النشا بفعل إنزيمات الدياستيز الموجودة أصلاً فى البطاطس .

وتتحلل اللحوم أيضاً أثناء تخزينها بفعل إنزيماتها وذلك عندما تتهيأ الظروف لنشاط هذه الإنزيمات . ويلاحظ أن هذه الظروف هى نفسها المشجعة على نشاط الأحياء الدقيقة ، ولذا فالفساد يعزى إلى كل من الأحياء الدقيقة وإنزيمات اللحوم .

وفى حالة انخفاض نسبة الرطوبة فى الأغذية المجففة إلى الحد الذى يعوق نمو الأحياء الدقيقة فإن التغيرات الإنزيمية تكون محتملة الحدوث نتيجة لاحتواء هذه الأغذية على إنزيمات . لذلك ينصح دائماً بسلق الخضروات أو تسخينها على درجة ١٦٥° مئوية لمدة بضع دقائق قبل تجفيفها لقتل الإنزيمات .

وتتعرض الدهون للتحلل الذاتى أثناء التخزين بفعل إنزيمات الليبيز الموجودة فى الغذاء .

وقد يعتبر النشاط الإنزيمى فى بعض الحالات ليس من عوامل الفساد ، كما هو الحال فى تليين قوام اللحم بتخزينه بعض الوقت على درجة حرارة منخفضة وذلك بالتحلل الذاتى للبروتينات بفعل الإنزيمات .

٧ ــ التغيرات التى تسببها الأكسدة :

يتضمن تزنخ الدهون بعض الأكسدة . ويتأكسد حامض الأسكوربيك فى اللبن مؤثراً على نكهته . وقد تكون بعض نواتج أكسدة الدهون الثانوية سامة .

الظروف المحيطة بالفساد :

تتلخص العوامل البيئية المؤثرة فى فساد الأغذية فى درجة الحرارة وطول فترة التخزين ، ومقدار تلوث الغذاء بالأحياء الدقيقة والمواد الكيمائية ، ووجود الغازات ، ونسبة الرطوبة

١ ــ درجة الحرارة :

تعتبر درجة الحرارة أهم العوامل البيئية المؤثرة فى فساد الأغذية ميكروبيولوجيًا ، وتختلف أنواع الأحياء الدقيقة فى مدى تأثرها بالحرارة ، لذلك تقسم الأحياء الدقيقة من هذه الوجهة إلى أحياء ثرموفيلية Thermophilic وهى التى تفضل النمو على درجة حرارة تعلو ٤٠° مئوية أو ١٠٤° فهرنهيت ، وتعتبر درجة ٦٥° مئوية هى الدرجة المثلى لمعظم هذه الأحياء ، وبكتريا ميزوفيلية mesophilic وهى التى تنمو جيداً على درجة حرارة أقل من ٤٠° مئوية بينما يتوقف نموها بارتفاع درجة الحرارة عن ذلك كثيراً ، وأحياء كريوفيلية Cryophilic تنمو جيداً على درجات الحرارة المنخفضة بينما يقل النمو بارتفاع درجة الحرارة وقد يتوقف عند درجة حرارة الغرفة العادية . وجميع هذه الأنواع لها علاقة بفساد الأغذية .

وتعتبر درجة الحرارة المثلى Optimum temperature لمجموعة من الكائنات الحية الدقيقة هى الدرجة التى يبلغ النمو عندها حده الأقصى ، بينما يضعف النمو بارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة عن هذا الحد إلى أن يتوقف النمو تماماً عند درجة معينة The thermal inhibition points . وبارتفاع درجة الحرارة أكثر من ذلك تقتل الأحياء الدقيقة عند بلوغ درجة حرارة معينة The thermal death Point . وقد تعرف درجة الحرارة القاتلة للأحياء الدقيقة بأنها أقل درجة حرارة تقتل عندها هذه الأحياء عندما تتعرض لها مدة عشر دقائق . ونظريًا يقال إنه توجد درجة حرارة تجمد عندها تقتل البكتريا إلا أنه عمليًا لا يشاهد ذلك إذ أن التجميد الصناعى لا ينخفض بدرجة الحرارة إلى هذا الحد القاتل . ومعنى ذلك

أن حفظ الأغذية بالتجميد لا يقتل الأحياء الدقيقة الملوثة لهذه الأغذية . ويجب ألا يغفل أن الدرجات القاتلة ليست محددة تماماً لكل كائن حى بل إنها تختلف تبعاً لظروف البيئة وطريقة التقدير .

ومن الأنضل أن يحدد الوقت اللازم لقتل الأحياء الدقيقة على درجة الحرارة القاتلة ، إذ أن درجة الحرارة والمدة مرتبطان تماماً . ويختلف الوقت The thermal death time تبعاً للمعاملة السابقة للكائن الحى ، فمثال ذلك الأحياء الدقيقة التى فقدت جزءاً من رطوبتها لا تقتل بنفس السهولة التى تقتل بها هذه الأحياء عندما تكون منتشرة فى الماء . ولذلك أيضاً فإن قتل الأحياء الدقيقة على درجة الحرارة المنخفضة يكون أسهل باستخدام الحرارة الرطبة عنه باستخدام الحرارة الجافة . فالميكروب السام Staphylococcus يقتل على درجة ٧٠° مئوية خلال عشر دقائق عندما يكون معلقاً فى الماء بينما نجده يقاوم درجة ١٢٠° مئوية لمدة عشر دقائق إذا كان جافًّا ومعرضاً للحرارة الجافة .

ومن أمثلة تأثير البيئة على درجة الحرارة المثلى للكائن الحى اختلاف هذه الدرجة بالنسبة للخميرة تبعاً لتركيز الأمونيا فى البيئة النامية عليها الخميرة . ويعنى ذلك أيضاً أن درجة الحرارة المثلى تختلف باختلاف طبيعة المادة الغذائية .

وعند تقدير درجة الحرارة المثلى للكائن الحى قد تعد الكائنات النامية بعد بضعة أيام أو بضع ساعات فتكون النتائج المتحصل عليها فى كلا الحالتين مختلفة ، إذ تنخفض درجة الحرارة المثلى المقدرة كلما طالت مدة التقدير .

ولكل كائن حى نطاق معين من درجات الحرارة ينمو خلاله . فإذا كانت درجة الحرارة المثلى لبعض البكتريا الميزوفيلية ٣٠° مئوية فالملاحظ أن هذه الأحياء تنمو على درجات حرارة منحصرة بين الصفر المئوى و ٤٠° أو ٤٥° مئوية ، وقد تقاوم هذه الأحياء درجة ١٢٠° مئوية فى ظروف معينة . ويعتبر هذا النطاق من درجات الحرارة متسعاً ؛ بينما يلاحظ أن بعض الأحياء الدقيقة المتطفلة تكون أكثر تأثراً فهى لا تنمو بانخفاض درجة الحرارة عن ٣٠°

مئوية وتتوقف بارتفاع الدرجة عن ٤٥° مئوية بينما تكون درجة الحرارة المثلى لها ٣٥° مئوية وتقتل على درجة ٦٥° مئوية . وتعتبر البكتريا الثرموفيلية مقاومة للحرارة العالية فتحتاج إلى درجة حرارة بالغة الارتفاع لقتلها بسبب تكوينها جراثيمًا .

٢ ــ التخزين :

تؤثر درجة حرارة تخزين الأغذية فى نمو ونشاط الأحياء الدقيقة . فى حالة التخزين على درجة حرارة منخفضة يصبح متعذراً نمو الأحياء الثرموفيلية بينما تنشط الأحياء الكريوفيلية إلى الحد الذى قد يسبب فساد الغذاء . وبالعكس عند تخزين الغذاء على درجة حرارة مرتفعة يمتنع نمو الأحياء الدقيقة الكريوفيلية ، بينما يحدث الفساد بتأثير البكتريا الثرموفيلية . ولما كانت هذه الأحياء الدقيقة المختلفة تحدث آثاراً مختلفة فى الأغذية . فإنه يصبح متوقعًا أن فساد الأغذية يظهر بصور مختلفة تبعاً لاختلاف درجات حرارة تخزين هذه الأغذية . مثال ذلك تخزين اللبن على درجة الحرارة العادية يؤدى إلى حموضة اللبن دون أن يصحب ذلك أى تغيرات فى الرائحة والنكهة بخلاف ما يتبع تكون الأحماض ، بينما فى حالة التخزين على درجة حرارة منخفضة تتعرض بروتيناته لفعل الأحياء الدقيقة الكريوفيلية المحللة للبروتينات دون الكربوإيدرات وبذلك تظهر رائحة وطعم غير مقبولين بالرغم من عدم حدوث حموضة فى اللبن . والمثال الآخر الجدير بالاهتمام هو وجود البكتريا الثرموفيلية فى الأغذية المعبأة فى العلب الصفيح المحكمة القفل فتعقيم هذه العلب يقتل جميع الأحياء الدقيقة عدا الثرموفيلية أحيانًا . وعند حفظ العلب دافئة بعض الوقت قد تنشط هذه البكتريا الثرموفيلية مسببة فساد الأغذية المعبأة وذلك بإحداث التخمر وإنتاج غازات تسبب انتفاخ العلب أو بإنتاج أحماض دون نفخ العلب . أما فى حالة تبريد العلب تبريداً مفاجئاً فإنه يصبح من المتعذر نمو هذه الأحياء الثرموفيلية وبذلك يمكن حفظ العلب مدة طويلة .

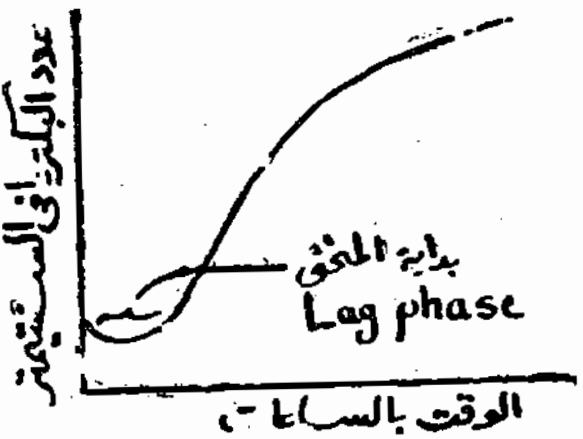
ويتأثر مدى نمو الأحياء الدقيقة فى الغذاء بدرجة الحرارة . فى المجال الذى

ينحصر فيه نمو الأحياء الدقيقة يتضاعف النمو كلما ارتفعت درجة الحرارة عشرة درجات فى اتجاه درجة الحرارة المثلى . أى أن النمو عند درجة ٤٤° مئوية يوازى النمو عند درجة ٤° مئوية ست عشرة مرة . وقد يكون تضاعف النمو عمليًّا أكثر مما هو محسوب نظريًّا . وعادة يكون تضاعف نمو البكتريا الثرموفيلية بارتفاع درجة الحرارة تجاه الدرجة المثلى أكبر بكثير من تضاعف نمو البكتريا الكريوفيلية . وواضح أن هذا التضاعف فى النمو بارتفاع درجة الحرارة مطابق لتضاعف سرعة التفاعل الكيميائى كلما ارتفعت درجة الحرارة عشرة درجات مئوية . وبديهى أن هذا التشابه سببه أن نمو البكتريا ما هو إلا مجموعة من التفاعلات الكيميائية العديدة . ويمكن أن يقال بصفة عامة إنه كلما كانت درجة الحرارة المثلى للأحياء الدقيقة مرتفعة كلما كان نمو هذه الأحياء عند الدرجة المثلى كبيراً . ولذلك فالمشاهد أن البكتريا الثرموفيلية تتكاثر بسرعة جدًّا عند درجة حرارتها المثلى لأنها تتميز بارتفاع هذه الدرجة . ويتضح من ذلك أنه يجب أن يوضع فى الاعتبار عند تخزين الأغذية ألا ترفع درجة الحرارة إلى الحد الذى يسمح بنمو هذه الأحياء الثرموفيلية . وينطبق ذلك أيضاً على البكتريا الميزوفيلية فالتخزين على درجة حرارة متوسطة الارتفاع يؤدى إلى فساد الغذاء بتأثير نشاط البكتريا الميزوفيلية . فإذن يجب بصفة عامة تخزين الغذاء على درجة حرارة منخفضة تحول دون نمو الأحياء الدقيقة الملوثة للغذاء . ويجب أيضاً تبريد اللبن أو اللحم مباشرة ثم التخزين على درجة حرارة منخفضة .

٣ — مدى التلوث فى البداية :

من العوامل المؤثرة تماماً فى فساد الأغذية الميكروبيولوجى مدى تلوث هذه الأغذية بالميكروبات قبل تخزينها . فالمعروف أن منحنى النمو لجميع الأحياء الدقيقة لا يتغير شكله بتغير تركيب البيئة كما أنه يظل ثابت الشكل لجميع الأحياء الدقيقة ، لكنه يتغير من الوجهة الكمية تبعاً لعدة عوامل ، وهذا المنحنى تمثل بدايته نمو الأحياء الدقيقة إن وجد . إذ أن النمو فى هذه المرحلة

يكون ضئيلاً للغاية عادة أو قد لا يحدث إطلاقاً ، وتعرف هذه البداية باسم Lag phase ، وهى تختلف فى طولها تبعاً لدرجة حرارة التحضين والعوامل البيئية بالإضافة إلى عدد الأحياء الدقيقة الموجود عند بداية التجربة والمعاملات السابقة التى تعرضت لها الأحياء الدقيقة موضوع البحث . فى حالة انخفاض عدد الأحياء الدقيقة الملوثة للغذاء فى البداية فإن بداية المنحنى تكون طويلة . وتكون هذه البداية فى المنحنى أقصر ما يمكن عندما تكون درجة الحرارة مطابقة للدرجة المثلى للكائن الحى ، ثم تطول هذه البداية تدريجياً بابتعاد درجة الحرارة عن الدرجة المثلى فى كلا اتجاهيها . كذلك تزداد بداية المنحنى طولاً بتغير بعض العوامل البيئية الأقل مناسبة لنمو الكائنات الحية . ومثال ذلك حفظ بعض الأغذية غير الشديدة التلوث بإضافة الكيماويات إليها فتطول بداية المنحنى بالرغم من أن هذه الكيماويات ليست سامة للأحياء الدقيقة ،



(شكل ١١٧) منحنى نمو الأحياء الدقيقة

وتقصر بداية منحنى النمو فى حالة الأحياء الدقيقة النامية النشطة عنها فى حالة الأحياء التى كانت فى حالة سكون . ولهذه الظاهرة أهميتها إذ أنها توضح أهمية عمليات النظافة .

٤ ــ التركيب الكيماوى للبيئة :

يتأثر نمو الأحياء الدقيقة بحموضة الوسط ونسبة ملح الطعام والضغط الأسموزى

ووجود أو غياب النترات أو النتريت ووجود المضادات الحيوية والعوامل المساعدة على النمو .

فبالنسبة للحموضة عرف أن معظم البكتريا تفضل النمو فى الوسط المتعادل أو ضعيف القلوية ، إلا أن البعض يستطيع النمو فى الوسط الحمضى . ومن الممكن مشاهدة نموات البكتريا فى أوساط تتراوح حموضتها بين pH ٤٫٥ ، pH ١٠ . وبصفة عامة يذكر أن الأحياء الدقيقة المحللة للسكريات تتحمل الحموضة بدرجة أكبر من البكتريا المحللة للبروتينات . ولا يتوقف تأثير الحموضة على قيمة pH فقط بل إن الأحماض العضوية وغير العضوية لها تأثيرها . ويعتقد أن جزىء الحامض غير المتأين له تأثير مثبط على نمو البكتريا . وتتفاوت الأحماض العضوية المختلفة فى تأثيرها السام إذ وجد أن أحماض الستريك والخليك والبروبيونيك تكون أشد تأثيراً من حمضى اللكتيك والبيروفيك . ويختلف تأثير الحامض على الكائنات الحية باختلاف تركيب الغذاء أيضاً ، إذ أن أملاح هذا الحامض والأحماض الأخرى تتدخل فى التأثير على الكائنات الحية . وكقاعدة عامة جميع العوامل التى تقلل من تأين الحامض العضوى تجعل هذا الحامض أشد سمية للكائنات الحية والعكس صحيح . وللحموضة تأثير آخر فهى تزيد من كفاءة التعقيم فى قتل الأحياء الدقيقة ، أى أن الحرارة يزداد تأثيرها فى إبادة الأحياء الدقيقة بارتفاع حموضة الغذاء . ويلاحظ بصفة عامة أن الخمائر والفطريات تتحمل الحموضة بدرجة أكبر من البكتريا ، ومن الممكن مشاهدة نمو البكتريا عند حموضة تبلغ pH ١٫٥ . ولهذا فليس ممكناً حفظ الغذاء من الفطريات باستخدام الأحماض فقط .

وبالنسبة لملح الطعام فقد وجد أن البكتريا السالبة لصبغة جرام يتأثر نموها بملح الطعام بدرجة أكبر من البكتريا الموجبة ، فالأولى يتوقف نموها بارتفاع تركيز كلوريد الصوديوم إلى ٨ فى المائة بينما الأخيرة قد تنمو فى محلول ملح الطعام المشبع . وهناك بعض أحياء دقيقة ، كالمنتشرة فى البحار لا تنمو إلا فى وجود تركيز مرتفع من ملح الطعام . ويبدو أن فعل ملح الطعام هو فعل خاص إذ أنه ليس متوقفاً على تأثيره

فى الضغط الأسموزى وانتزاع الرطوبة من جسم الكائن الحى . ولا يخفى أن وجود ملح الطعام بتركيز منخفض فى البيئة ، أى حوالى واحد فى المائة ، يشجع نمو الأحياء الدقيقة .

وبالنسبة للنترات والنتريتات فقد وجد أن هذين المركبين يعوقان نمو الأحياء الدقيقة . وهناك أنواع من البكتريا تحتوى على إنزيمات تنشط هذين المركبين فيصبحان عاملا أكسدة . وتستعمل النترات بتركيز ٠,٢ فى المائة والنتريت بتركيز ٠,٠٢ فى المائة فى حفظ بعض الأغذية لمنع الفساد الذى تحدثه بعض البكتريا اللاهوائية .

وبالنسبة للسكر فقد وجد أن التركيز المرتفع منه يمنع نمو الأحياء الدقيقة لتأثيره على الضغط الأسموزى . ويجب ألا يقل التركيز فى هذه الحالة عن ٦٥ فى المائة . ولا يمنع هذا التركيز المرتفع من نمو بعض سلالات الخميرة والفطر وبعض البكتريا المنتجة للصموغ . ويفيد هذا التركيز المرتفع من السكر فى حفظ المربى والجلى واللبن المكثف المحلى .

٥ ــ العوامل المساعدة على النمو :

تعتبر تركيزات فيتامينات ب فى المواد الغذائية النباتية والحيوانية كافية لاحتياجات الأحياء الدقيقة ، وهى تشجع نمو البكتريا . ويحدث عكس التأثير بفعل المضادات الحيوية وبعض المواد الكيماوية ، إلا أن المضادات الحيوية لا توجد فى النباتات الحية عادة ولذا فهى لا تعوق نمو البكتريا المسببة للفساد فى الأغذية . ويفسر عدم نشاط بكتريا الفساد فى الأنسجة النباتية والحيوانية الحية بعدم قدرة هذه البكتريا على استعمال البروتين بحالته الطبيعية بل يلزم أن تبدأ فيه مرحلة من التحلل الذاتى بعدها يصبح مناسباً لنشاط الأحياء الدقيقة ، وهذا التحلل الذاتى لا يحدث فى الخلايا الحية .

عزلت من النباتات والفطريات والخمائر والبكتريا عدة مضادات حيوية ذات فعل قوى فى منع نمو الأحياء الدقيقة المسببة لفساد الأغذية . وللتوابل فعل مضاد لنمو بكتريا الفساد ، مثل بعض الزيوت العطرية . ويعتقد أن البصل

واللفت والكرنب تحتوى على بعض مواد تمنع بعض الأحياء الدقيقة مثل Bacillus subtilis و Escherichia coli .

٦ ــ الوسط الغازى :

يؤثر الوسط الغازى على نمو الأحياء الدقيقة ، فالأحياء الهوائية حتماً obligate aerobic organisms تنمو فى وجود الهواء فقط بينما الأحياء اللاهوائية تنمو فى غياب الهواء . وينمو عدد كبير من هذه الأحياء تحت كلا الظروف الهوائية واللاهوائية ، غير أن طريقة تغذيتها تختلف فى كل من الوسطين عن الآخر .

ويعتبر الأكسجين فى الهواء العامل المؤكسد الذى يهيىء الطاقة اللازمة للنمو . ولذلك فى الظروف اللاهوائية تكون المواد العضوية هى عوامل الأكسدة وفى نفس الوقت عوامل الاختزال المتدخلة فى إنتاج الطاقة . ومن أمثلة تأثير الأكسجين ما يحدث فى الأغذية المعلبة التى تحتفظ بسلامتها مدة طويلة إلى أن يتكون ثقب فى العلبة يسمح بدخول الهواء ، فإن كان هذا الهواء معقماً لوحظ بالرغم من ذلك نمو ونشاط أحياء دقيقة وفساد المادة الغذائية . فتفسير ذلك أن هذه الأحياء الدقيقة المسببة للفساد كانت موجودة فعلاً فى العلبة المحكمة القفل ولم تنشط بسبب عدم ملاءمة الظروف داخل العلبة لنموها وعدم قدرة هذه الأحياء على مهاجمة بروتينات الغذاء بحالتها الطبيعية أى بدون بدء تحللها ذاتياً ، إذ أن الإنزيمات المحللة للبروتينات إنزيمات خارجية لا تفرزها الأحياء الدقيقة إلا أثناء نموها . فبدخول الهواء فى العلبة ينخفض مقدار الطاقة اللازمة للأحياء الدقيقة الاختيارية وبذلك تبدأ هذه الأحياء فى النمو ، فتفرز الإنزيمات إثر بدء النمو ويبدأ تحلل البروتينات ذاتياً ويترتب على ذلك نمو كل من الأحياء اللاهوائية حتماً والهوائية اختياراً . ومن هذا يتضح أن التخلص من الهواء عند قفل علبة الأغذية بإحكام ليس عاملاً أساسياً فى منع نمو الأحياء الدقيقة على الأغذية المعلبة ، لكنه لا يخفى أن إزالة الهواء قد يصبح بمفرده عاملاً كافياً لمنع فساد المواد الغذائية بفعل الأحياء الدقيقة اللاهوائية كما فى عصير التفاح والمشروبات

الكحولية . فأكسدة كحول الإيثايل إلى حامض خليك بفعل بكتريا حامض الخليك تحدث عندما يكون تركيز الكحول مرتفعاً إلى الحد الذى يعوق نمو الأحياء الدقيقة الأخرى غير المرغوبة وكذلك عندما تكون الظروف هوائية لذلك فطرد الهواء يؤدى إلى المحافظة على الكحول من الأكسدة . والمثال الآخر هو المحافظة على بعض الأغذية من الفساد بفعل الفطريات وذلك بحفظها بعيداً عن الهواء .

وللتركيزات المرتفعة من غاز ثانى أكسيد الكربون تأثير مثبط على نمو الأحياء الدقيقة . لذلك تخزن اللحوم داخل الثلاجات أحياناً فى جو من ثانى أكسيد الكربون . وبازدياد تركيز ثانى أكسيد الكربون فى جو غرف التخزين تقل نسبة الأكسجين فيضعف نمو الأحياء الدقيقة الهوائية حتماً ، كذلك يتغير رقم pH . وهناك بعض أحياء دقيقة لا تنمو إلا فى وجود قليل من غاز ثانى أكسيد الكربون مثل brucella .

٧ – نسبة الرطوبة :

يتحتم لنشاط ونمو البكتريا وجود الرطوبة فى الوسط لأن هذه الأحياء الدقيقة تستمد غذاءها فى صورة ذائبة . ويفسر ذلك عدم فساد الأغذية المجففة بفعل الأحياء الدقيقة . وتختلف نسبة الرطوبة الملائمة للأحياء الدقيقة باختلاف رقم pH ونسبة ملح الطعام وبعض عوامل البيئة الأخرى . فانخفاض نسبة الرطوبة فى الحبوب الغذائية إلى أقل من ١٥ فى المائة يعوق نمو البكتريا ويمنع فساد هذه الحبوب ميكروبيولوجياً . ويتوقف النمو فى اللحوم المجففة المحتوية على نسبة من الرطوبة تتراوح بين ١٨ ، ٢٠ فى المائة ، بينما نجد هذه النسبة فى التربة الزراعية تسمح بنمو غزير للأحياء الدقيقة . ويبطؤ النمو جداً فى البيتون المحتوى على ٤٥ فى المائة رطوبة ، ويعلل ذلك ببلوغ نسبة بعض الأحماض الأمينية أو بعض المواد الطبيعية الذائبة الأخرى الحد السام للأحياء الدقيقة بارتفاع تركيز البيتون إلى الحد المذكور . وترتفع نسبة الرطوبة المحددة للنمو فى حالة وجود ملح الطعام . ولتأثير الرطوبة على منع الفساد البكتريولوجى للأغذية أهمية

صناعية إذ يعتمد على هذا التأثير فى حفظ الأغذية بالتجفيف ، أى يخفض نسبة الرطوبة إلى ١٠ أو ١٥ فى المائة . لكنه لا يخفى أن الفساد الإنزيمى لا يتوقف تماماً فى الأغذية المجففة . وتتميز الفطريات على البكتريا بقدرتها على النمو فى الوسط المنخفض الرطوبة الذى تعجز البكتريا على النمو فيه بشرط أن تكون الرطوبة النسبية فى الهواء المحيط بالغذاء مرتفعة . لذلك يلزم التحكم فى رطوبة جو غرف التخزين لمنع نمو الفطريات على الأغذية شبه المجففة المخزنة ، ويجرى ذلك عادة بإمرار تيار من الهواء .

الفساد الإنزيمى :

تتأثر الإنزيمات المسببة لفساد الأغذية بظروف الوسط ، فلكل منها درجة حرارة مثلى ودرجة حرارة يتوقف عندها نشاطها . كما أنها تتأثر بالحموضة الفعلية وبالتركيب الكيميائى للبيئة . وتختلف درجة pH المثلى من إنزيم لآخر .

وليس من المرغوب خفض نسبة الرطوبة فى الأغذية المجففة إلى الحد الذى يمنع نشاط الإنزيمات لأن ذلك يصبح مكلفاً . لذلك يفضل فى الحفظ بالتجفيف أن تقتل إنزيمات المادة الغذائية بالسلق قبل التجفيف . وعادة تكفى درجة ١٦٥° إلى ١٧٠° فهرنهيت لقتل الإنزيمات خلال عشر دقائق ، إلا أن بعض الإنزيمات الخارجية تتحمل درجات حرارة إلى ٢١٢° فهرنهيت لفترة قصيرة . وتفيد حرارة السلق فى قتل كثير من الأحياء الدقيقة إلا أن بعضها لا يقتل وبذلك ينشط ويفرز إنزيمات تؤثر فى الغذاء . وأكثر الإنزيمات تحملاً للحرارة هى إنزيمات التحليل المائى .

التغيرات بالأكسدة :

تستمر تفاعلات الأكسدة فى الأغذية مسببة فسادها . وتتأثر تفاعلات الأكسدة بظروف البيئة . وتزداد سرعة التفاعل بارتفاع درجة الحرارة . وقد تزداد سرعة التفاعل بتأثير بعض الأملاح ، كما قد يبطؤ التفاعل بتأثير أملاح أخرى ، مثال ذلك كلوريد الصوديوم والنترات ، فكلاهما يزيد من سرعة

تفاعلات الأكسدة . وتعمل البيروكسيدات كعوامل ملامسة تزيد من سرعة تفاعلات الأكسدة . وتقوم مانعات الأكسدة بتأثير مخالف فهى توقف بعض تفاعلات الأكسدة ، إما باستهلاكها للأكسجين أو بكسر سلسلة التفاعلات المتعلقة بالأكسدة . ومن المفيد فى إيقاف تفاعلات الأكسدة طرد الهواء .

وقد تحدث الأكسدة فى المواد الغذائية كنتيجة لنشاط الأحياء الدقيقة حيث تتكون بعض مواد بفعل الأحياء الدقيقة ، وهذه المواد تتعرض للأكسدة فتتلف رائحة وطعم المواد الغذائية . ومن المحتمل أيضاً أن بعض ناتجات نشاط البكتريا قد تمتص الأكسجين أو تتفاعل معه فتمنع بذلك أكسدة مركبات أخرى كان ممكناً أن تتأكسد وتتلف طعم الغذاء . فمن أمثلة الحالة الأخيرة ما يحدث فى اللبن إذ قد يظهر أثر الأكسدة على نكهة اللبن فى حالة عدم تعرضه لنشاط بكتريولوجى بدرجة أكبر من اللبن الذى تنمو فيه البكتريا .

طرق منع فساد الأغذية :

يستفاد من الظروف التى تحول دون نمو الأحياء الدقيقة فى منع الفساد الميكروبيولوجى للأغذية . وأشهر الطرق المستخدمة ما يلى :

١ ــ التبريد :

تخزن الأغذية على درجة حرارة ٣٢° إلى ٣٨° فهرنهيت فيتوقف نمو الأحياء الدقيقة إلى حد كبير ، وبذلك يمكن حفظ الأغذية عدة أسابيع خصوصاً فى حالة انخفاض مدى تلوث هذه الأغذية بالأحياء الدقيقة . وتختلف مدة الحفظ تبعاً لنوع الغذاء ، فهى أقصر للبن عنها للحوم . ويمكن إطالة مدة الحفظ بتجميد الأغذية قبل تخزينها فى الثلاجات ، وفى حالة تجميد الجزء الأكبر من رطوبة الغذاء يمتنع نمو الأحياء الدقيقة تماماً . إلا أنه عند صهر الأغذية المجمدة تصبح البيئة أكثر ملاءمة لنشاط الأحياء الدقيقة ولذلك فالغذاء السابق تجميده يفسد بسرعة مقارناً بالغذاء الطازج . وتساعد درجة الحرارة المنخفضة فى

إيقاف نشاط الإنزيمات وتفاعلات الأكسدة . ويعتبر التبريد أفضل الطرق لمنع فساد الأغذية .

٢ – التعقيم :

يعتبر التعقيم Sterilization أكثر طرق الحفظ استخداماً . ويلزم أن تكون درجة حرارة التعقيم مرتفعة إلى الحد الذى عنده يضمن قتل جميع الأحياء الدقيقة الممكن نموها فى العلب المحكمة القفل . وتختلف درجة حرارة التعقيم ومدته باختلاف المواد الغذائية وشكل وحجم العبوات . فى الأغذية غير الحمضيه يجب أن تصل درجة الحرارة إلى ٢٤٠° فهرنهيت داخل العلبة على أن تبقى محتويات العلبة عند هذه الدرجة بضع دقائق . ويتحصل على نفس النتيجة بالتسخين على درجة حرارة أقل ولكن لمدة أطول . وهذه المعاملة الحرارية حددت على أساس كفايتها لقتل ميكروب التسمم البوتيوليني وبعض الميكروبات المتجرثمة الأخرى . وقد لا تكفى هذه المعاملة الحرارية لقتل بعض الأحياء الدقيقة الثرموفيلية ، لذلك ينصح بتبريد العلب بعد التعقيم مباشرة تبريداً مفاجئاً ، كما يلزم تحاشى تلوث الغذاء الخام بشدة بمثل هذه الأحياء .

وتختلف مدة التعقيم تبعاً لحجم العبوات ولزوجة المادة الغذائية . فمن الضرورى أن تضمن المعاملة الحرارية قتل جميع الأحياء الدقيقة فى جميع أجزاء العلبة . فكلما زاد حجم العلبة وكلما زادت لزوجة المادة الغذائية ، كلما انخفضت سرعة انتقال الحرارة فى المادة الغذائية ، وطالت المدة اللازمة للتعقيم . وينصح بقياس درجة الحرارة داخل العلبة بدقة وذلك باستخدام المزدوجة الحرارية . وبديهى أن درجة حرارة العلبة عند بدء التعقيم تؤثر فى مدة التعقيم ، فالعلب الباردة تحتاج إلى مدة أطول من العلب الساخنة . ومن هنا تظهر فائدة التسخين الابتدائى . وليس ممكناً تعقيم الأغذية غير الحمضية تماماً على درجة ٢١٢° فهرنهيت . أما الأغذية الحمضية ذات رقم pH يقل عن ٥,٥ وكذلك اللحوم المملحة والمدخنة يمكن تعقيمها على درجة حرارة أقل مما ذكر للأغذية غير الحمضية ؛ فالفواكه الحمضية تعقم على درجة غليان الماء . واللحوم المدخنة تعقم ببلوغها

درجة ٢٢٠° فهرنهيت وبقائها على هذه الدرجة لمدة عشر دقائق . وهذه الأغذية الحمضية واللحوم المدخنة لا تخلو عقب تعقيمها من الأحياء الدقيقة إلا أن هذه الأحياء تكون فى حالة متجرثمة ولا تنبت هذه الجراثيم فى وجود الحامض أو المواد المضافة للحوم .

٣ — البسترة :

بعض الأغذية لا تتحمل المعاملة الحرارية أثناء التعقيم حيث يترتب على تعقيمها تغيير النكهة والرائحة . مثل هذه الأغذية يكتفى ببسترتها على درجة ١٤٣ إلى ١٤٥° فهرنهيت لمدة نصف ساعة ، أو على درجة ١٦٠° فهرنهيت لمدة ربع دقيقة لقتل ما تحتويه الأغذية من البكتريا Pathogenic bacteria . ومن أمثلة هذه الأغذية اللبن والمشروبات الكحولية . ولا تفيد البسترة فى حفظ اللبن مدة طويلة لكنها تفيد فى حفظ المشروبات الكحولية حيث يصبح الوسط غير مناسب لنمو الميكروبات بسبب ارتفاع نسبة الكحول أو الحامض .

٤ — إضافة المواد الحافظة الكيميائية :

يمكن إيقاف نمو الأحياء الدقيقة بإضافة بعض المواد الكيميائية إليها ، إلا أن معظم المواد المفيدة فى هذا المجال تحرم التشريعات إضافتها للأغذية فى كثير من الدول . ومن المواد الشائع استخدامها الأحماض العضوية فتضاف فى صناعة التخليل ، كما يستخدم ملح الطعام والسكر والنتراتات والنتريتات فى تسوية اللحوم . ولا يجوز الارتكان على إضافة المواد السابقة الذكر فى منع فساد اللحوم أثناء التسوية بل يلزم تبريد اللحوم إلى درجة ٣٢ إلى ٤٥° فهرنهيت . وتفيد النتريتات فى تثبيت لون الهيموجلوبين ، وقد تتكون هذه النتريتات من النتراتات بفعل الأحياء الدقيقة . ويلاحظ أن خفض درجة الحرارة كثيراً يؤدى إلى توقف نشاط الأحياء الدقيقة المرغوبة وبذلك لا يثبت لون المادة الغذائية تماماً ، كما أن خفض درجة الحرارة إلى حد بعيد يعوق تخلل المواد المضافة بقصد التسوية فى أنسجة المادة الغذائية . كما أن ارتفاع درجة الحرارة كثيراً يسبب نشاط الأحياء الدقيقة الضارة المسببة للفساد .

ومن الممكن حفظ اللحوم مدة طويلة بإضافة ملح الطعام إليها بنسبة مرتفعة ، غير أن هذا يجعل اللحم شديد الملوحة وغير مستساغ . فالنسبة المطلوبة لمنع نمو البكتريا ٣ إلى ٣,٥ فى المائة ، بينما تركيز ٥ فى المائة ملح يجعل اللحم شديد الملوحة . ولا تغنى نسبة الملح المستخدمة عن تبريد اللحوم للمحافظة عليها من الفساد . ويفضل استبدال طريقة نمس اللحوم فى محلول ملحى تركيزه ٤ فى المائة بطريقة حقن المخلوط فى الأوعية الدموية ، وفى هذه الطريقة الأخيرة الحديثة يمكن التحكم فى نسبة الملح المضافة وفق ذوق المستهلك .

٥ ـ التجفيف :

يعتبر التجفيف أحد وسائل منع فساد الأغذية . وهذه الطريقة مفيدة فى الحياة العملية على نطاق واسع ، فالسكر والدقيق والحبوب الغذائية والدهون لا تتعرض للفساد عادة بسبب انخفاض نسب الرطوبة بها . ويؤخذ على الأغذية المجففة انخفاض درجة جودتها مقارنة بالأغذية المحفوظة بالتبريد والتجميد .

ـ التعبئة فى الأوانى المحكمة القفل :

يحفظ الأغذية بعيداً عن الهواء فى أوانى محكمة القفل تمتنع الأكسدة ويمتنع حدوث التزنخ . ولذا تفضل هذه الطريقة فى حفظ الأغذية الدهنية . وقد تضاف المواد المانعة للأكسدة إلى الدهن أو الغذاء الدهنى . وتفيد التعبئة فى الأوانى المحكمة القفل فى منع نمو الفطريات التى يستلزم نموها وجود الهواء .

٧ ـ النظافة :

تعتبر النظافة بالغة الأهمية فى جميع طرق حفظ الأغذية . لذلك يعتنى بالغسيل ومنع تكاثر الأحياء الدقيقة على الآلات والماكينات فى فترات عدم التشغيل . ويجب عدم ترك قمامة أو مخلفات فى المصانع . وتستعمل المياه النظيفة والمنظفات والمطهرات والبخار فى عمليات تنظيف المصانع .

اختبار فساد الأغذية :

تجرى الاختبارات البكتريولوجية على الأغذية لمعرفة مدى فسادها . وأكثر الاختبارات استخداماً هو إحصاء عدد البكتريا فى الغذاء المشتبه فى فساده ومقارنة النتيجة بنظيرتها فى غذاء جيد. ويدل ارتفاع عدد البكتريا على عدم العناية بعمليات تداول وتصنيع الغذاء ، فليس ضرورياً أن يصحب ارتفاع العدد ظهور فساد فى الغذاء . وقد حددت طريقة إجراء هذا الاختبار فى اللبن والزبد وأصبحت طريقة الاختبار قياسية . والأساس فى اختبار اللبن هو تحديد عدد البكتريا بينما فى الزبد تعد الخميرة والفطر.

والاختبار الثانى المفيد هو اختبار حيوى organoleptic test ويقوم به أشخاص مدربون يميزون بدء التعفن فى اللحوم بكفاءة .

ويفيد التحليل الكيميائى فى الكشف عن الفساد ، فمثلا تزنخ الدهون يمكن التعرف عليه بتقدير البيروكسيدات ، وفى حالة تعرض الدهون للتحلل يمكن تقدير الأحماض الدهنية الحرة فى الغذاء ويقدر رقم pH أيضاً ويقارن بقيمته فى المادة الطازجة ليستدل من تغير قيمته على حدوث تغيرات فى الغذاء. وأحياناً يصحب التغيرات تكون كمية ملموسة من الأحماض الطيارة أو الأمونيا .

التسمم الغذائى

يطلق على التسمم الغذائى أحياناً اسم ptomaine poisoning الذى أطلقه Spelm عام ١٨٧٠ نسبة إلى الناتج السام الذى ينتج عند تحلل البروتينات بفعل البكتريا . وهذا الاصطلاح غير مستخدم فى الوقت الحاضر . ويكون التسمم الغذائى عادة سببه المواد الكيمائية السامة أو النباتات والحيوانات السامة أو السموم التى تنتجها البكتريا .

فالمواد الكيميائية السامة للإنسان عند تناولها بطريق الفم يعرف منها الكثير . وأشهر هذه المواد الزرنيخ والإستركنين وفلوريد الصوديوم وأملاح كل من الزئبق والكادميوم والأنتيمون . وكثيراً ما يحدث التسمم من فلوريد الصوديوم المستعمل كمبيد للحشرات بوضعه بطريق الخطأ فى الغذاء عند تحضيره بدلاً من مسحوق الخبيز أو مادة أخرى تشبه المبيد شكلاً . والتسمم بالأنتيمون يحدث عند استعمال أوانى الطهى الزهيدة الثمن . والتسمم بالكادميوم يحدث عند استخدام أدوات الطهى المطلاه بالكادميوم .

والنباتات والحيوانات السامة للإنسان يعرف منها الكثير ؛ ومثالها بعض أصناف عيش الغراب mushroom وفطر الأرجوت السام الذى ينمو على نباتات القمح والشيلم ويسبب التسمم ergotism وبعض أصناف الفول التى تسبب غشاوة على العين favism ونبات Snakeroot الذى يسبب التسمم وبعض النباتات التى تكون حامض أكساليك بنسبة بالغة الارتفاع تؤدى إلى حدوث التسمم مثل أوراق الروند rhubarb .

والبكتريا المسببة للتسمم أشهرها المسببة للتسمم البوتيولينى botulism وتسمم الميكروب العنقودى Staphylococcic food poisoning وتسمم السالمونيلا Salmonella food poisoning .

التسمم البوتيولينى :

يحدث التسمم البوتيولينى بتناول غذاء يحتوى على الميكروب كلوستريديوم بوتيولينم Clostridium botulinum وعلى السموم التى يفرزها الميكروب . وهذا الميكروب متجرثم لا هوائى يعيش فى التربة وهو لا يحدث التسمم إلا فى وجود السم الذى يفرز أثناء نمو الميكروب فى الغذاء . ولا ينمو هذا الميكروب فى الغذاء إلا فى حالة حفظه بعيداً عن الأكسجين . ومن حسن الحظ أن السم الذى يفرزه الميكروب ليس ثابتاً فهو يتحلل بتأثير إنزيمات تفرزها أحياء دقيقة أخرى كما أنه يتلف بالحرارة وهذا يعنى أن التسمم البوتيولينى لا يحدث إلا

بتوفر شروط معينة أولها : كون الظروف لا هوائية ، وثانيها : عدم وجود الأحياء الدقيقة الأخرى المتلفة للسم ، وثالثها : عدم إتلاف السم بالحرارة . وهذه الشروط تتوفر أحياناً فى الأغذية المحفوظة فى العلب المحكمة القفل .

وميكروب الكلوستريديوم بوتيولينم عضوى الشكل منجرثم موجب لجرام له القدرة على تحليل كل من البروتينات والكربوإيدرات . وعند تحلياه للسكريات ينتج حامض البيوتريك ذى الرائحة المميزة ، وقد يبدو الغذاء الفاسد وكأنه لم تتغير رائحته أو طعمه . ويعرف من هذا الميكروب خمسة أنواع هى EDCBA وأكثر حالات التسمم فى الإنسان سببها النوعان B,A وأحياناً E أما النوع D فيصيب الماشية فى القارة الإفريقية مسبباً المرض المعروف باسم lamziekte . وينتشر هذا الميكروب فى التربة فى جميع بقاع العالم .

وجراثيم الميكروب شديدة المقاومة للحرارة خصوصاً فى حالة الجفاف ، وتضعف هذه المقاومة فى وجود الأحماض وعند ارتفاع تركيز ملح الطعام من ٨ إلى ٢٠ فى المائة . وتزداد المقاومة للحرارة عندما يكون تركيز ملح الطعام حوالى $\frac{1}{2}$ إلى ١ فى المائة .

وأعراض التسمم ثابتة لجميع أفراد هذا الميكروب ، وينعدم الأثر السام بهلاك السم عند تسخينه على درجة ٨٠° مئوية لمدة بضع دقائق ، أو على درجة ٦٥° مئوية لمدة أطول . وفى حالة هضم السم فى المعدة قد تظهر على الإنسان بعض الأعراض قبل أن يظهر التأثير على الجهاز العصبى المركزى ، كأن يشعر المصاب بآلام فى البطن ويحدث القىء . وقد يصعب البلع ويزدوج الإبصار وتصاب العضلات بشلل ويصعب التنفس . وتحدث الوفاة فى حالات التسمم الشديد بعد حوالى ثلاثة إلى ستة أيام من بدء هضم السم ، وتكون الوفاة عادة بسبب تعذر التنفس . ويفيد للعلاج الحقن بحوالى ٥٠٠٠٠ وحدة من المصل antitoxin بشرط أن يكون ذلك مبكراً .

ويمكن التأكد من الإصابة بالتسمم البوتيولينى بعزل الميكروب وبتجربة تغذية حيوانات التجارب حيث تطحن عينة الغذاء السام فى هاون صينى مع الرمل والماء للحصول على مستخلص يعامل بالطرد المركزى بسرعة فائقة لمدة ١ ١/٢ إلى ٢ ساعة ويحقن فى الحيوان بمعدل نصف ملليمتر للفأر الواحد . وفى حالة حقن حيوانات التجارب للوقاية من التسمم بالمصل antitoxin قبل حقنها بمستخلص المادة الغذائية فإن الحيوانات لا تصاب بالتسمم إلا إذا كان المصل الذى حقنت به خاصًا بأنواع معينة من الميكروب ومخالفاً لنوع الميكروب الذى احتواه مستخلص المادة الغذائية .

التسمم بالميكروب العنقودى :

يحدث هذا التسمم بتأثير سموم يفرزها الميكروب العنقودى فى الغذاء قبل هضمه . وكثيراً ما يحدث هذا التسمم إلا أنه ليس خطيراً ، كما أن علاجه سريع ويحقق الشفاء التام . والميكروب المسبب لهذا التسمم منتشر بكثرة فى الحياة ، فكثيراً ما يوجد على جلد الإنسان وفى أنفه وحنجرته ، وتوجد سلالات عديدة من هذا الميكروب لا تفرز السم ولا تسبب التسمم .

وينمو هذا الميكروب عادة فى شكل عنقودى ، لكنه قد يشاهد فى هيئة سلاسل قصيرة أو خليتين فقط . والميكروب موجب لجرام وغير متجرثم ، وهو يقاوم الحرارة بدرجة أكبر من أحياء أخرى غير متجرثمة عديدة كما أنه يتحمل ارتفاع نسبة ملح الطعام وارتفاع الحموضة . وقد تتحمل بعض السلالات التسخين لمدة عشر دقائق على درجة ٧٠° مئوية . ويتوقف مدى تحمل الميكروب للمعاملة الحرارية على تركيب البيئة والمعاملات السابقة التى تعرض لها الميكروب . ويتميز السم الذى يفرزه هذا الميكروب بتحمله للحرارة نسبيا ، وهو يتحمل القلوية أى pH ٨ إلى ٨,٢ لكنه لا يتحمل الحموضة .

وتظهر أعراض التسمم بسرعة خلال ثلاث إلى ست ساعات من تناول الغذاء الملوث . وتبدأ بتقلصات فى البطن وقىء ، وقد يشاهد الدم فى القىء

إذا كانت الإصابة شديدة . ولا تحدث الوفاة إلا نادراً . ويمكن الاختبار لوجود السم فى الغذاء بإجراء تجربة على حيوانات التجارب . وينصح دائماً للوقاية من هذا التسمم أن يحفظ الغذاء فى الثلاجات .

التسمم بالسالمونيلا :

بعض الميكروبات من مجموعة السالمونيلا Salmonella تسبب فساد الأغذية وتسمم الإنسان . وهذه المجموعة تشمل عدداً كبيراً من الأحياء الدقيقة التى يمكن تقسيمها إلى قسمين ، الأول يشمل الأحياء الدقيقة التى تسبب إصابة الإنسان بمرض شبيه بحمى التيفود ، والثانى يشمل الميكروبات التى يسبب إصابة الحيوان بمرض شبيه بحمى التيفود التى تصيب الإنسان . وهذا القسم الثانى قد يسبب القىء والمغص للإنسان أيضاً عندما يبتلع عدداً كبيراً من الأحياء الدقيقة . ومن السلالات المرضية المعروفة Salmonella enteritidis و Salmonella aertrycke . وتظهر أعراض التسمم بالسالمونيلا على الإنسان بعد ابتلاع الميكروبات بعدة ساعات أو عدة أيام . ولا يتم الشفاء بسرعة مقارناً بالتسمم بالميكروب العنقودى ولا تحدث الوفاة إلا نادراً .

وللوقاية من هذا التسمم يلزم حفظ اللحوم فى الثلاجات عقب الذبح مباشرة إلى أن يحين وقت الطهى . وتحاشى وجود القوارض فى مخازن المواد الغذائية ، وإبعاد الذباب عن الأغذية .

وهناك أحياء دقيقة أخرى عديدة تسبب للإنسان آلاماً معدية عند دخولها الجسم بأعداد كبيرة عن طريق الغذاء . مثل بعض أفراد مجموعات Proteus ، Escherichia ، Pseudomonas .

البسائط الحيوانية والديدان الخيطية :

تحدث الاضطرابات المعوية فى الإنسان أحياناً بفعل الكائنات وحيدة الخلية Protozoa أو الديدان الشريطية nematodes أو Helminths . ومن هذه الأحياء المرضية المعروفة ما يلى :

Giardia lamblica,	Entamoeba histolytica
Trichinella spiralis,	Chilomastix mesnili
Taenia saginata,	Trichomonas hominis
Trematoda,	Taenia solium

الفصل التاسع عشر

التعبئة للطازجة للفاكهة والخضر

الخطوات . طرق التشميع . الأصناف . مركز الفاكهة والخضر المصرية بالنسبة للتصدير . المواد المطهرة المستخدمة . المواد الشمعية المستخدمة

ازداد الطلب فى السنين الأخيرة على حاصلات الفاكهة والخضر المصرية من بعض الدول الأجنبية ، فأصبح هناك إغراء للتوسع فى زراعة هذه النباتات، كما أن هذا كان دافعاً للعناية بإعداد وتعبئة الثمار لتصديرها. والقصد من هذا الإعداد هو المحافظة على الثمار والأجزاء النباتية من التالف أثناء الشحن لأنها سرعان ما تتعرض للذبول perishable ، وكذلك لكى تتصف هذه الثمار بما تتطلبه الدول المستوردة من مواصفات خاصة . وأشهر المحاصيل المصدرة بحالتها الطازجة البصل فالبرتقال والطماطم واليوسفى والجريب فروت والبسلة والخرشوف والجزر والفاصوليا .

وتبدأ عمليات الإعداد والتجهيز بالنسبة للفواكه بجمع الثمار الذى يجب أن يحدد موعده المناسب بكل احتراس لضمان الحصول على الثمار بحالة من النضج تتناسب وعمليات الإعداد ومدة الشحن . وبديهى أن ثمار الفاكهة المعدة للتصدير لا يجوز أن تكون فجة غير ناضجة ، كما يجب ألا تكون قد تجاوزت مرحلة النضج بمدة طويلة . ويقوم بتحديد موعد القطف فنيون ذوى خبرة يعتمدون فى تحديدهم على ظواهر مألوفة هى حجم الثمار ولونها وعمرها ونسبة العصير وحموضته ومحتوياته من المواد الصلبة فى الموالح مثلاً . ويعتنى بعملية قطف الثمار نفسها لمنع تجريحها أو تهشمها أو تلوثها أو إتلافها ، ولذلك ينصح فى حالة جمع ثمار الموالح مثلاً أن تستعمل قاطفات الثمار وسلالم وأكياس الجمع وقفازات الأيدى وصناديق النقل ، مع مراعاة تطهير هذه الصناديق على فترات بغسلها بالماء المضاف إليه مواد مطهرة .

وتفرز ثمار الفاكهة يدوياً بواسطة عمال مدربين لإزالة التالف منها والمهشم والمصاب وبذلك ترتفع درجة جودة الثمار المعدة للتصدير ويتحاشى التأثير الضار للثمار التالفة على ما يجاورها من ثمار جيدة أثناء مدة الشحن . ويجرى الفرز يدوياً ، وللسهولة توضع الثمار على سير متحرك يجلس على جانبيه العمال القائمون بالفرز .

وتغسل الثمار عقب الفرز مباشرة بالماء الجيد المضاف إليه الصابون بنسبة

كيلو جرام واحد لكل مائة لتر ماء ، كما قد يضاف للماء صودا كاوية أو كربونات صوديوم بتركيز ضئيل . ويفضل إعادة غسيل الثمار بالماء المضاف إليه مواد مطهرة ، مثل البوراكس بنسبة أربعة فى المائة أو هيبوكلوريد الكالسيوم بنسبة ٠,١ إلى ٠,٢ فى المائة أو المستحضرات التجارية التى من بينها مركبات ثنائى الفينايل والأورثوفينايل والشيرلان AG أو WS والسافرسيد والهيبكاور . ويجب أن تكون مياه الغسيل والتطهير دافئة وأن تقلب الثمار أثناء الغسيل وأن تنقع الثمار فى الماء للمدة الكافية . وعادة تستعمل فرش ورشاشات لدعك الثمار أثناء الغسيل وبعد النقع ، وبذلك يتيسر التخلص من بقايا المطهرات . ويلزم تجفيف الثمار عقب الغسيل مباشرة ، ويستخدم فى ذلك أجهزة خاصة .

والخطوة التالية فى الإعداد هى إعادة فرز الثمار ثم تدريجها إلى عدة درجات ليتسنى تصدير ثمار الدرجة الأولى للخارج واستهلاك ثمار الدرجة الثانية محليًا وتصنيع ثمار الدرجة الثالثة لتحويلها إلى منتجات أخرى تخفى عيوب الثمار . وفى بعض الدول المتقدمة يتضمن الفرز والتدريج الكشف على الثمار بواسطة أشعة إكس حيث تسهل الأشعة مشاهدة الإصابات الداخلية بالحشرات والفطريات .

ويغطى السطح الخارجى لكثير من ثمار الفاكهة بمادة شمعية لمنع ذبول هذه الثمار . وكثيراً ما يضاف للشمع مواد مطهرة . وتدهك الثمار بواسطة فرش عقب رشها بمحلول الشمع مباشرة على درجة ٣٥ إلى ٤٠° مئوية . وفى حالة قصر مدة الشحن قد يكتفى بتلميع الثمار بواسطة فرش دون حاجة إلى التشميع .

وتتلخص طرق التشميع فيما يلى :

(ا) التشميع بالفرش : ويجرى ذلك بوضع طبقة من الشمع على طول امتداد الفرش ، فبدوران الفرش يلتصق بها طبقة من الشمع وباحتكاك الثمار بالفرش تتغطى بالشمع . وهذه الطريقة بسيطة لكنها لا تؤتى نتائج طيبة بسبب عدم انتظام طبقة الشمع .

(ب) التشميع بالغمر dip waxing : ويجرى ذلك بغمر ثمار الفاكهة فى الشمع المنصهر على درجة ٥٠° إلى ٥٦° مئوية والتخلص من الشمع الزائد وتجفيف الثمار وتلميعها بالفرش . ويفضل استبدال الشمع بمستحلب شمعى .

(حـ) التشميع بالرذاذ Spray waxing : وفى هذه الطريقة تعرض الثمار لرذاذ من الشمع أثناء مرورها على سير متحرك أسفل الرشاشات ، ويتم التخلص من زيادة الشمع أوتوماتيكياً بتأثير تقليب الثمار على السير أثناء تحركه ، وتلميع الثمار بالفرش .

وينصح بإعادة فرز الثمار فى هذه المرحلة للتخلص من الثمار التى تعرضت للخدش والتجريح إذا وجدت هناك ضرورة لذلك . وتدرج الثمار حجمياً لضمان تماثل ثمار كل درجة فى الحجم محافظة على السعر ولاستواء جمهور المستهلكين. وتجرى عملية التدريج الحجمى آلياً .

وتلف الثمار فى ورق ناعم قبل رصها فى الصناديق الخشبية أو الورقية يدوياً أو ميكانيكياً . وقد تعبأ الثمار فى أكياس بولى إيثلين Polyethelene أو تلف فى بليوفيلم Pliofilm أو سلوفان Cellophane أو قماش . ويفيد لف الثمار فى عزل كل ثمرة عن الأخرى فلا تنتقل العدوى ، وفى تقليل الفقد فى رطوبة الثمار ، وفى منع خدش الثمار بالاحتكاك ، وفى ترغيب المستهلك .

وبالنسبة للخضراوات يجب أيضاً العناية بتحديد موعد الحصاد ، أى اختيار درجة النضج المناسبة ، كما يجب أن تكون جميع ثمار الخضروات كالطماطم والبسلة ذات درجة نضج متجانسة . ويفضل أن يجرى الحصاد فى وقت مناسب من النهار لتحاشى الحرارة المرتفعة وهطول الأمطار . وتنقل الخضروات المعدة للتصدير إلى بيوت الفرز والتعبئة مباشرة ، بعد إزالة الأجزاء التالفة والمتعفنة والمصابة بالحشرات أو الفطريات ، وبعد إزالة العرش فى بعض الخضراوات كالجزر . ويراعى فى إنشاء بيوت التعبئة أن تتوسط مناطق إنتاج الخضر وأن تكون جيدة التهوية والإضاءة ومزودة بمياه الشرب النقية .

وفى بيوت التعبئة تفرز الخضراوات وتغسل بالماء النظيف بطريقة الرشاشات

وتعرض لتيار من الهواء الجاف لفصل الشوائب والأوراق المفككة وتجفيف الخضار ، ثم يعاد الفرز للتخلص من الأجزاء التالفة والمصابة بالحشرات والآفات والذابلة ، والتى تجاوزت مرحلة النضج المناسبة . وتدرج الخضروات . وهناك بعض خضروات كالبسلة والفاصوليا لا تحتاج إلى تجفيف بالهواء بل توضع فى مكان بارد على درجة حرارة منخفضة لمدة بضع دقائق عقب الغسيل مباشرة .

وتختلف العبوات المستخدمة فى تعبئة الخضروات فى الحجم والشكل . ويجب أن يختار لكل محصول العبوات المناسبة له ، على أن تكون صغيرة بقدر الإمكان وجذابة المظهر ومتينة تتحمل عمليات التداول وواقية للخضار المعبأ وخفيفة الوزن بقدر الإمكان ورخيصة الثمن وصحية .

وهناك بعض خضروات يمكن تشميعها بعد تنظيفها وقبل تعبئتها ، مثل القاوون والطماطم واللفت والخيار والجزر والبنجر . ويستعمل فى التشميع مستحلب تغمس فيه الخضروات المعبأة فى سلة من السلك لمدة ثانيتين تقريباً وبعدها تترك لمدة دقيقة للتخلص من الشمع الزائد ثم يرص الخضار فى صناديق ويترك ليجف خلال مدة قد تصل إلى عشر دقائق . وتوجد مستحضرات شمعية تجارية كثيرة ، منها Para wax الذى يصهر على درجة ٢٦٠° فهرنهيت ويصب فى ماء مغلى بنسبة ٧ إلى ١٠ فى المائة وتغمس فيه الخضراوات لمدة ثانية بعدها تبرد وتعبأ . وقد تستبدل هذه المستحضرات الشمعية التجارية بشمع البرافين الخام المضاف إليه زيت البارافين بنسبة واحد فى المائة ، كذلك تتحقق نفس أغراض التشميع باستبدال طريقة الشمع بالطريقة الحديثة التى فيها تغطى الخضروات بغشاء رقيق من البلاستيك . ويمكن أن يضاف للبلاستيك بعض المواد المطهرة كالكبريت أو كبريتات النحاس .

ويراعى عند طول مدة شحن الخضراوات أن تكون وسائل الشحن مبردة .

الأصناف :

يراعى عند إعداد الخضراوات للتصدير أن بعض الدول تطلب أصنافاً

معينة، فمن الواجب أن يلم القائم بعمليات تصدير الخضروات إلماماً تاماً بالأصناف المرغوبة فى الدول المستوردة .

كذلك يجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن بعض الدول المتقدمة قد وضعت لبعض المحاصيل المستوردة مواصفات خاصة فمن الضرورى أن يراعى تطابق الخضراوات أو الفاكهة المصدرة للمواصفات المحددة . وفى جمهورية مصر العربية وضعت مواصفات محددة لبعض الفاكهة والخضراوات المعدة للتصدير ، مثل القرارات الوزارية لسنة ١٩٥٩ بأرقام ٩٠١ بشأن الرقابة على تصدير البسلة الخضراء ، ٩٠٥ بشأن الرقابة على تصدير البطاطس ، ٩٠٨ بشأن الرقابة على تصدير الجزر ، ٩٠٩ بشأن الرقابة على تصدير الخرشوف .

مركز الفاكهة والخضر المصرية بالنسبة للتصدير :

يرجع التزايد المستمر على طلب الفاكهة والخضر المصرية من بعض الدول الأجنبية إلى تفوق الأصناف المصرية فى كثير من صفاتها ، وتبكير الفاكهة فى النضج عنه فى كثير من الدول الأجنبية المنتجة والمصدرة لنفس الفواكه ، وقصر مدة الشحن إلى الدول الأوروبية مما يؤدى إلى المحافظة على جودة الفواكه المصدرة لحد كبير . فلهذه المبررات يكثر الطلب على الفواكه والخضروات المصرية ، وفى نفس الوقت تتوفر سبل الإغراء لدى بيوت المال المصرية لتصدير الفاكهة والخضر إذ أن الأسعار التى تصدر بها هذه الأغذية تبلغ أضعافاً مضاعفة للسعر المحلى . ولا يخفى أن تصدير الفاكهة والخضر يعتبر مصدراً لا بأس به للعملات الأجنبية .

كما أن التصدير فى حاجة إلى رعاية المسئولين فى جمهورية مصر العربية للنهوض بمستواه فيزداد نطاقه اتساعاً ، إذ يكتنف هذه العملية بعض صعوبات أهمها تعدد أصناف كل نوع من أنواع الفاكهة وهذا التباين يكون عرضة للنقد ، وعدم خبرة معظم القائمين بالتصدير بعمليات الإعداد والتعبئة الصحيحة أو إهمالهم فى اتباع الطرق السليمة بقصد السرعة أو الاقتصاد فى

النفقات ، وصعوبة جمع كميات الفاكهة والخضر اللازمة بسبب انتشار زراعتها فى مساحات صغيرة مبعثرة متباعدة ، وعدم انتظام الشحن بسبب عدم تخصيص أسطول بحرى تجارى لمثل هذه العمليات .

فمما ينصح به فى شأن تصدير الفاكهة والخضر الطازجة أن يعمل على إكثار الأصناف المتفوقة الثابتة الصفات التى يكثر عليها الطلب من الخارج ، على أن تركز زراعتها فى مساحات واسعة فى أماكن محددة تتميز بملاءمة تربتها وبقربها من وسائل النقل والشحن مع العناية بالمعاملات الزراعية المختلفة التى تؤدى إلى ارتفاع غلة الفدان وعدم تفاقم إصابة النباتات بالحشرات والآفات ، وتدريب عمال القطف والجنى على أداء واجبهم بأمانة وبالطرق الفنية التى تضمن عدم تجريح أو تهشيم أو إتلاف الثمار والخضروات وعدم قطف الثمار التى لم تبلغ مرحلة النضج الملائمة وكذلك عزل الثمار التى تجاوزت مرحلة النضج المناسبة . ويجب أن يتكفل المسئولون بإعداد بيوت التعبئة المزودة بغرف التبريد Precooling فهى ضرورية للتخلص من حرارة الثمار ووقف نمو ونشاط الأحياء الدقيقة والإنزيمات المسببة للفساد .

المواد المطهرة المستخدمة :

يضاف لماء الغسيل ، كما سبق شرحه ، بعض المواد المطهرة التى أشهرها الكلور بنسبة مائة جزء فى المليون فى وجود كمية من كربونات الصوديوم تكفى لجعل الوسط قلوياً خفيفاً PH ٨ ، والبوراكس بتركيز ٥ إلى ٧ فى المائة رابع بورات الصوديوم أو ٤ فى المائة فقط من البوراكس مع اثنين فى المائة حامض بوريك ، وثنائى الفينايل بتركيز $\frac{1}{2}$ فى المائة عند PH ١٢ ، والأمونيا بتركيز ١٥ جزء فى المليون . وأكثر هذه المواد استخداماً هو البوراكس بتركيز ٥ فى المائة على درجة حرارة ٤٠° مئوية ، وتنقع فيه ثمار الفاكهة لمدة تتراوح بين ثلاث وخمس دقائق .

المواد الشمعية المستخدمة :

يستخدم فى تغطية ثمار الفاكهة وبعض الخضروات مستحلب شمعى مائى wax emulsions تركيزه حوالى ٢½ فى المائة ، أو الشمع السائل soft wax أى الشمع الذائب فى مذيب متطاير كالجازولين ، أو الشمع الصلب hard wax الذى يصهر أولاً بالحرارة قبل استخدامه .