فوائد طرد الهواء والتعقيم السريع
فى صناعة الأغذية السائلة المحفوظة

للمهندس الزراعى محمد على كساب

كبير الاخصائيين المساعد بمصلحة البساتين

مقـــدمة :

كان من المسلم به فى صناعة حفظ الأغذية كالفواكه والخضر المحفوظة وعلى الأخص حفظ عصير الموالح أن التلف الذى يصيب هذه المنتجات والذى يغير من لونها وطعمها وصلاحيتها للحفظ راجع إلى وجود الهواء فيها أو فى عبواتها . وتحتوى هذه المنتجات الغذائية السائلة المحفوظة فى العلب أو فى الزجاجات على هواء ذائب فى المحلول أو على سطحه ، كما يوجد جزء منه داخل قطع الفاكهة أو الخضر المحفوظة فى المحلول وتتوقف كمية هذا الهواء على الأمور الآتية :

١ — طبيعة الفاكهة أو الخضر المحفوظة أو عصيرها .

٢ — طبيعة المحلول السائل المحفوظة فيه الفاكهة أو الخضر .

٣ — طريقة الصناعة المستعملة فى عملية الحفظ .

وتحتوى عصارة الفاكهة أو الخضر على كميات كبيرة من الهواء بعضه يكون ذائبا طبيعياً فى الخلايا البيئية وبعضه يكون ذائباً صناعياً أثناء عملية الصناعة . وفائدة عملية طرد الهواء من المنتجات الغذائية السائلة المحفوظة معروفة فى الصناعة إلا أن استنباط الطرق العملية لطرد هذا الهواء صناعياً لم تكن معروفة إلا حديثا ، وقد أمكن صناعة الأجهزة الصناعية اللازمة لعملية طرد الهواء وإدخالها فى صناعة الأغذية على نطاق تجارى واسع ، وما يقال عن استنباط أجهزة طرد الهواء يقال عن أجهزة التعقيم السريع أو البسترة السريعة وإدخالها حديثاً فى تحضير الأغذية السائلة المحفوظة .

ولقد اتضح باستعمال بعض أجهزة طرد الهواء والتعقيم السريع التى استنبطت فى الماضى أنها لا تفى بالغرض المطلوب منها على الوجه الأكمل ، وهذا راجع إما لعدم كفاية الأجهزة من الوجهة الفنية أو لعدم كفاية القائمين بتشغيلها من الوجهة الصناعية ، ولقد روعيت فى الأجهزة الحديثة كفايتها وسهولة تشغيلها ، وأجهزة طرد الهواء القديمة لم تكن سوى صهريج من الصلب الزجاجى أو الصلب المديم الصدأ مقفل ويسحب العصير إلى داخله بواسطة التفريغ الهوائى ثم يحكم إغلاق فتحاته ويعرض العصير الموجود فيه إلى تفريغ هوائى عال مع الاستعانة بالتقليب أو بدون الاستعانة به ، وهذا النوع من الأجهزة المقفلة عمله متقطع أو غير مستمر إذ أنه يلزم ملؤه أولا بالعصير ثم سد فتحاته وتعريضه للتفريغ الهوائى العالى ، وعند الانتهاء من العملية يعاد فتح الجهاز ثم يسحب العصير منه ، وهذه العملية بطيئة وتتكلف نفقات للتشغيل أكثر مما يتكلفه جهاز مستمر يقوم بسحب العصير وطرد الهواء منه ، ثم تفريغه وسحب غيره وهكذا . وهذا ما من أجله استنبطت الأجهزة الحديثة .

العوامل الواجب توافرها فى عملية طرد الهواء :

١ — تحضير عصير الفاكهة ومزاولة صناعة البكتين يستلزمان إجراء عملية طرد الهواء باستمرار .

٢ — إن بعض المنتجات يستلزم عملية طرد الهواء على درجة الحرارة العادية فى حين أن بعضها يستلزم إجراءها على درجات حرارة عالية قبل تعبئتها .

٣ — يلزم فى جميع الحالات طرد الهواء طرداً تاماً إلا أنه كلما كان طرده نهائيا كانت قابلية المادة للحفظ مدة طويلة كبيرة مع احتفاظها بالخواص الطبيعية ، ويتضح ذلك جليا فى حالة حفظ عصير الموالح الطبيعى وعصيرها المركز وعصير الطماطم الطبيعى وعصيرها المركز « الصلصة والكتشب » .

٤ — تكون عملية طرد الهواء على وجهها الأكمل إذا أجريت تحت ضغط تفريغ الهواء الذى يقرب من ضغط بخار العصير الجاري تسخينه ، وفى هذه الحالة تسخن المادة حتى تبدأ فى الغليان . ثم تبدأ عملية طرد الهواء وبخار الماء معا ،

وهذه العملية تستلزم العناية الفائقة فى التشغيل كما تستلزم إجراءها فى جهاز مستمر لطرد الهواء continous deaerator يكون مزوداً بجهاز ضبط الحرارة وطرد الهواء .

٥ — نظرية التخلص من الغاز أو الهواء المذاب أو السائل فى حالة عصير الفاكهة مبنية على مدى ذوبان الغاز فى السائل الذى يتناسب جزئيا مع ضغط هذا الغاز فوق سطح السائل .

ولهذا نجد أنه فى حالة دخول السائل إلى جهاز طرد الهواء تحت التفريغ الهوائى العالى يتحول جزء منه فى حالة السيولة إلى حالة الغازية بسرعة زائدة دافعا الهواء الذائب أو السائل إلى الخروج من السائل إلى سطحه حيث يسمح سطح السائل بإيجاد التعادل اللازم بين السائل والبخار .

٦ — تتوقف درجة حرارة تسخين المادة المراد طرد هوائها على طبيعة تلك المادة وخواصها ، وقد أثبتت التجارب التى أجريت فى هـذا الشأن أن الفرق بين درجتى حرارة المادة المسخنة عند بدء التسخين وعند نهايته أى عند نهاية عملية طرد الهواء يجب أن تكون بين ٥ و ١٠ درجات ف لكى يكون طرد الهواء من المادة تاماً ، وفى هذه الحالة تكون درجة حرارة المادة عند دخولها جهاز طرد الهواء نحو ٢٠٥ ف ، ودرجة حرارتها عند نهاية عملية التسخين وطرد الهواء نحو ١٩٥ ف .

مقارنة بين عصير الفاكهة قبل طرد الهواء منه وبعده :

١ — طعم ونكهة عصير الفاكهة المطرود منه الهواء أحسن كثيراً من العصير غير المطرود منه الهواء .

٢ — قابلية العصير المطرود منه الهواء للحفظ أكبر بكثير من قابلية العصير غير المعامل .

٣ — العصير المطرود منه الهواء أسهل فى عملية تعبئته فى الزجاج لخلوه من الهواء المذاب فيه والذى يكوّن فقاقيع ذات رغوة تسبب فقدان كثير من العصير كما تسبب تشوهاً فى العبوات ، وهذه الظاهرة كثيرة الحدوث فى عصير الموالح .

الأسس التى تقوم عليها عملية طرد الهواء من العصير :

١ — يطرد الهواء من العصير بتعريضه للتفريغ الهوائى الكافى لخفض الضغط الجزئى للغازات الموجودة على سطح السائل لدرجة صفر تقريباً .

٢ — يحدث عند خفض الضغط الجزئى للغازات على سطح السائل إلى درجة الصفر أن تترك تلك الغازات الذائبة السائل وتتم إزالتها جيداً إذا سمح الوقت والسطح الملامس للسائل ولأبخرة الغازات بالتعادل بين السائل والغازات .

٣ — تطرد الغازات الملتصقة أو الممتصة بجزئيات لب الفاكهة بدرجة أسرع وأسهل من طرد الغازات الذائبة فى العصير .

٤ — إزالة الغازات من السائل عملية مبنية على أن درجة ذوبان تلك الغازات تتناسب جزئياً مع الضغط الجزئى للغاز فوق سطح السائل ، فمثلا إذا فرضنا أن العصير على درجة حرارة ٧٥ ف فإن ضغطه الجزئى يكون مماثلا للضغط الجزئى لبخار الماء أى ٠,٨٧ بوصة ، ويكون الضغط الجزئى للهواء فى هذه الحالة ٢٩,١٣ بوصة فإذا عرض عصير البرتقال لتفريغ هوائى مقداره ٢٩,١٣ بوصة من الزئبق فإن الضغط الجزئى للهواء فوق سطح السائل يكون صفراً تقريباً ، وعندئذ يبدأ الهواء الذائب فى السائل ينفصل وتتم إزالته إذا سمح الوقت وسطح السائل بذلك .

مقارنة بين أجهزة طرد الهواء القديمة والحديثة :

١ — السرعة التى يطرد بها الهواء فى الأجهزة القديمة بطيئة وتتكلف نفقات كثيرة فى حين أن سرعة طرد الهواء فى الأجهزة الحديثة سريعة وقليلة التكاليف نسبياً .

٢ — لقد وجد بالتجارب أن أحسن طريقة لتشغيل جهاز الطرد القديم هو إدخال العصير فيه على هيئة طبقة رقيقة سائلة ببطء داخل صهريج الجهاز المفرغ من الهواء فى حين أنه لتشغيل جهاز الطرد الحديث يجب أن يكون من النوع المستمر فى عمله الذى يسحب منه العصير بواسطة طلمبة القوة المركزية الطاردة بنفس السرعة التى يدخل بها العصير بواسطة التفريغ .

٣ — أجهزة الطرد الحديثة مزودة بحلزون يوضع فى الصهريج ويصب عليه العصير لمنع تكوّن فقاقيع رغوية حال تسخين العصير ، كما يحدث فى الجهاز القديم وهذا الحلزون موضوع فى الصهريج بحيث يترك فراغاً فى أعلاه يسمح بطرد الرغاوى التى قد تتكون أثناء التسخين ، وهذا الحلزون يمكن رفعه وتنظيفه وإعادته بالمالى .

٤ — لما كانت نسبة الغازات الذائبة المزالة من العصير تتوقف إلى حد كبير على درجة التفريغ الهوائى التى يعرّض لها ذلك العصير فمن الواجب مراعاة ذلك عند اختيار جهاز طرد الهواء بحيث تتوافر فيه أعلى درجة تفريغ هوائى يمكن الحصول عليها .

٥ — أثبتت التجارب أنه فى حين تلزم إزالة الهواء تماماً من بعض عصارة الفاكهة فإنه لا يلزم تمام هذه الإزالة فى بعض العصارات الأخرى .

٦ — أثبتت التجارب العملية أنه فى حالة تعبئة العصير فى الزجاجات يكون تعريضه لملامسة الهواء الجوى أقل كثيراً منه فى حالة تعبئته فى علب من الصفيح ، إذ أنه فى الحالة الأخيرة يلامس العصير بعض الهواء ، لذلك فإن إزالة حوالى ٩٠ إلى ٩٥ فى المائة من الهواء الموجود فى العصير تكون كافية جداً ، وهذا يكون بتعريض العصير لدرجة من التفريغ مقدارها ٢٧,٥ بوصة من الزئبق .

٧ — اثبتت التجارب العملية أن العصير الذى أزيل الهواء منه تماماً يكون ذا قدرة كبيرة على الحفظ والاحتفاظ بجميع خواصه خصوصا فى حالة عصير البرتقال . كما أثبتت تلك التجارب أن أحسن النتائج يتحصل عليها فى حالة استخدام أجهزة الطرد ذات الضغط السائل لضغط بخار العصير ، وعندئذ وتحت هذه الشروط يبدأ العصير فى الغليان ، وبهذا يطرد بخار الماء حاملا معه الهواء الموجود فى العصير فى وقت واحد .

٨ — تجرى عملية طرد الهواء من العصير عادة على درجة الحرارة العادية فى حين أنه فى بعض الحالات يلزم تسخين العصير سواء أكان التسخين قبل دخوله الجهاز أو فى أثنائه .

٩ — أما أن يسحب العصير بعد طرد الهواء منه إلى المعقم وهو لا يزال تحت

التفريغ ثم يعرض للهواء بعد تسخينه فى جهاز التعقيم بعد أن يكون قد غطى بطبقة من البخار تمنع ملامسة الهواء لها .

١٠ — فى حالة استعمال جهاز طرد الهواء غير المستمر يجب استخدام صهريجين أو أكثر فى جهاز الطرد يملئهما بعصير الفاكهة باستمرار لكى يكون أنسياب العصير داخل جهاز طرد الهواء وجهاز التعقيم وجهاز ملء العبوات على حالة مستمرة ، وفى هذه الحالة يتعرض العصير للتفريغ الهوائى داخل جهاز الطرد مدة لا تقل عن عشر دقائق ثم يرفع التفريغ الهوائى ويسمح للهواء أو لأى غاز مثل غاز الأزوت بالدخول ، ثم يسحب العصير بعد ذلك بواسطة طلمبة إلى جهاز التعقيم .

١١ — فى حالة استعمال جهاز طرد الهواء المستمر لا يستلزم الحال غير استخدام صهريج واحد لجهاز الطرد بشرط أن يوضع على ارتفاع يتراوح بين ١٠ و ٣٠ قدما أعلى من مستوى طلمبة السحب ، وبهذا يتسنى سحب العصير من صهريج الجهاز دون رفع التفريغ الهوائى .

١٢ — كلما زاد ارتفاع مستوى جهاز الطرد الهوائى كلما خف الحمل على طلمبة سحب العصير من جهاز الطرد إلى جهاز التعقيم والملء ، إذ أن ثقل العصير يساعد على أنسيابه متغلبا على ضغط الهواء الخارجى .

١٣ — إذا أريد سحب العصير من جهاز الطرد إلى جهاز التعقيم بواسطة السحب الطبيعى فلا بد من وضع جهاز الطرد على ارتفاع أكثر من ٣٢ قدما من مستوى طلمبة سحب العصير .

٢ — فوائد التعقيم السريع فى الأغذية السائلة المحفوظة :

التعقيم السريع يعتبر أحسن وأسرع وأكمل طرق التعقيم فى حالة تعقيم عصير الفاكهة ، ولهذه الطريقة مميزات هامة لا تتوافر فى طرق التعقيم الأخرى ويمكن تلخيصها فيما يأتى :

(ا) تقلل من الوقت الذى يمضى بين عملية استخراج عصير الفاكهة وبين تعقيمه وتعبئته وتبريده إلى الحد الأدنى .

(ب) تسمح بتسخين العصير إلى درجة الحرارة العالية الطافية للفضاء على الأنزيمات

التى تسبب التغيرات غير المقبولة فى الطعم والنكهة والخواص الطبيعية دون إحداث طعم مطبوخ بدرجة محسوسة فى العصير .

(ج) ملء العصير بعد تعقيمه مباشرة وهو ساخن لا يعرض العصير للامسة الهواء الجوى ، إذ أن بخار العصير المغطى لسطحه يحول دون ملامسته للهواء أثناء تعبئة العصير بجهاز الملء .

(د) الجهاز الخاص بالتعقيم السريع يشغل فراغا قليلا ويمكن تشغيله بطريقة أوتوماتيكية وبنفقات بسيطة ، وعند القيام بعملية التعقيم السريع للعصير تعترض الإنسان عدة صعوبات فنية يصعب التغلب عليها ، وهذه يمكن تلخيصها فيما يلى :

(ا) صعوبة مراقبة أنسياب العصير من وإلى جهاز التعقيم والملء .

(ب) صعوبة مراقبة درجة حرارة المسخن الذى يقوم بتسخين العصير .

(ج) صعوبة مراقبة وضبط درجة حرارة العصير المسخن .

وللتغلب على صعوبة مراقبة أنسياب العصير يجب أن يكون انسيابه بدرجة مستمرة وثابتة ، ويجب تزويد الجهاز بجهاز آخر لتنظيم هذا الانسياب وللتغلب على صعوبة مراقبة درجة حرارة المسخن والعصير يجب تزويد الجهاز بالأجهزة اللازمة لهذا التنظيم لتفادى زيادة التسخين التى تحرق العصير وعدم كفاية التسخين التى تسبب عدم حفظه .

وقد كان جهاز التعقيم السريع القديم عبارة عن أنبوبة مفردة ملتوية على هيئة حلزون « سربنتينة » موضوعة فى صهريج تسخين العصير ، ويمرر فى هذه الأنبوبة البخار الساخن الذى يسخن العصير إلى الدرجة المطلوبة ، ومن هذا تتضح صعوبة ضبط درجة حرارة التسخين وبالتالى عدم كفاية العملية .

فى حين أن أحدث أجهزة التعقيم السريع التى استنبطت فى السنين الأخيرة والشائعة الاستعمال فى تعقيم عصير الموالح وبخاصة عصير البرتقال والليمون الهندى (الجريبفروت) تتكون من صهريج بيضاوى الشكل مقسم إلى قطاعات طولية موضوعة فى كل قطاع منها ـ عدا واحداً ـ أنابيب للتسخين ، وفى حالة عدم تشغيل الجهاز يملأ جزئيا بالماء ثم يسلط البخار على الماء فى القطاع الخالى من الأنابيب فيسبب ذلك تيارا سريعا فى الماء فى هذا القطاع وتكاثف البخار على هذا الماء يجعله يرتفع فى القطاعات الأخرى مسببا غمر الأنابيب فيها بالماء ، ويزود الجهاز بصمام

بخار ينظم واحد منهما بدرجة حرارة ماء التسخين والثانى بواسطة جهاز ضبط انسياب العصير فى نهاية جهاز التعقيم ، وهذا الصمام الأخير يمنع أتوماتيكيا مرور البخار عند ما تقل درجة أنسياب العصير فى الجهاز عن الدرجة المطلوبة .

العوامل التى تؤثر على درجة نفاذ الحرارة فى العصير المعقم بجهاز التعقيم السريع :

١ — درجة لزوجة العصير المعقم : كلما كان العصير لزجا ثخين القوام كلما كانت درجة نفاذ حرارة التعقيم السريع فيه بطيئة وبالعكس .

٢ — درجة تحريك العصير المعقم : سرعة تحريك العصير تسبب سرعة نفاذ حرارة التعقيم فيه وبالعكس .

٣ — معدن أنابيب التسخين وسمكها : تختلف المعادن فى درجة توصيلها للحرارة كما أنه كلما زاد سمكها قلت درجة نفاذ الحرارة منها وبالعكس .

٤ — سرعة دوران البخار ومروره فى أنابيب التسخين : كلما زادت سرعة تمرير البخار فى أنابيب التسخين كلما كانت درجة نفاذ الحرارة سريعة .

٥ — درجة إزالة البخار المكثف « العادم » : كلما أسرع فى ازالة البخار المكثف كلما أسرع فى نفاذ الحرارة .

٦ — درجة الحرارة النوعية للعصير والبخار : تختلف باختلاف أنواع الفاكهة والخضر الناتجة .

٧ — الفروق فى درجات حرارة التسخين عند بدء ونهاية عملية التعقيم .

٨ — مسطح التسخين فى حجم العصير مقدرا بوحدات الحرارة .

ويلاحظ أن العامل الأخير مضافا إليه عاملا درجة لزوجة العصير وسرعة تحريكه أثناء التسخين لهما أكبر الأثر فى سرعة ومدى نفاذ حرارة التعقيم السريع فى عصير الفاكهة ، كما أن طبيعة وسيلة التسخين سواء أكان بخاراً أو ماء ساخنا وسرعة أنسيابها فى أنابيب التسخين تأتى فى المرتبة الثانية وتأتى العوامل الباقية فى المرتبة الثالثة من حيث درجة تأثيرها على مدى وسرعة نفاذ الحرارة أثناء التعقيم . وتشتغل عادة أجهزة التعقيم السريع على درجة حرارة عالية بدرجة تكفى للتبريد السريع عند التعبئة