محاضرات تصنيع منتجات ألبان / أ.د.علي خضير الركابي /٢٠١٩ / خطوات صناعة المثلجات اللبنية

خطوات تصنيع الخليط :

١. استلام المواد الاولية :

المواد الاولية انية التجهيز (الحليب والقشطة) تحتاج الى فحوصات ظاهرية (الرائحة والمظهر) والى فحص الطعم والحموضة والـ PH بالاضافة للفحوصات البكتريولوجية ، بالنسبة للمواد الاولية التي تجهز على فترات متباعدة (السكر ، المثبتات ، الحليب المجفف) تجرى عليها الفحوصات عند الاستلام وكذلك خلال فترة التخزين .

٢. حساب مكونات الخليط :

تحدد الكميات والحجوم الازمة من كل مادة للوجبة الانتاجية على حده ثم تنقل الى احواض المزج في حالة التصنيع على دفعات اما في الصناعة المستمرة توزن المواد اوتوماتيكيا أو عن طريق الكومبيوتر .

٣. تحضير الخليط :

دوره مهم في تحديد جودة الناتج النهائي ، وتشتمل على دقة الاوزان والخلط بصورة صحيحة في الاحواض الخاصة بالتصنيع ، الاحواض المستخدمة اما ان تكون مزدوجة الجدران (الاكثر استخداما) وسعتها (١٥٠ – ١٠٠٠) لتر وهي احواض غير قابلة للصدأ أو مزودة بمقلبات + مصدر للتسخين بالبخار + مصدر للتبريد بالماء البارد ، تمزج بها المكونات وتبستر وتبرد قبل عملية التعتيق ، وايضا هناك احواض ذات انابيب حلزونية فهي نادرة الاستخدام ، تخلط الخامات الجافة مع بعضها والخامات السائلة مع بعضها في احواض بعدها تضاف الخامات الجافة الى السائلة

وبشكل تدريجي ثم تبدأ عملية التسخين والتقليب الى ان تصل الحرارة لـ (٣٥ – ٤٠) ° م عندها تبدأ اضافة الخامات شبه الجافة مثل الزبد أو الخامات الجافة (السكر ، الجيلاتين ، الكاكاو ، حليب فرز مجفف ، جوامد البيض) مع مراعاة عدم رفع الحرارة لاكثر من ٥٠ ° م الا بعد الانتهاء من اضافة جميع الخامات الجافة وذوبانها الكامل ثم نستمر بالتسخين لغاية الوصول الى حرارة البسترة .

*من المشاكل التي تواجهنا هي صعوبة ذوبان بعض المواد الجافة مثل جوامد البيض ، المثبتات ، الحليب المجفف لذلك ينصح بخلط المثبتات مع السكر ٣ – ٤ امثاله لتسهيل عملية ذوبانها وبالاخص الجيلاتين وينبغي اضافتها للخليط وهو ساخن ٦٥ °م ولاينصح بحرارة اعلى لان الجيلاتين يفقد قوامه الهلامي الا ان الجينات الصوديوم تضاف للخلطة وهي عند ٧٠° م مع استمرار عملية التقليب .

*بالنسبة للسكر يضاف وبشكل تدريجي مع التقليب لتلافي ترسبه في القعر

* الحليب المجفف بعد خلطه بكمية مساوية له من السكر يضاف بشكل تدريجي عند حرترة ٢٠ – ٢٥ ° م .

* جوامد البيض تخلط مع السكر ويضاف تدريجيا مع التقليب ويفضل ان يكون الخليط دافئ فاذا كان البيض طازجا فهو يخلط مع السكر قبل الاضافة ويضاف للخليط عند حرارة ٦٠ ° م للتخلص من النكهه مطعم البيض ، في المصانع المتطورة وذات الانتاجية العالية تتوفر مكائن خاصة لخلط المواد الجافة بشكل اوتوماتيكي ثم تخلط مع السائلة وهذه تخلصنا من مشاكل صعوبات الخلط .

٤. بسترة الخليط :

تتم البسترة لمخاليط المثلجات على حرارة ٦٥ – ٧٠ ° م لمدة ٣٠ دقيقة (في حالة البسترة البطيئة) و ٧٥ – ٨٠ ° م لمدة ١٥ ثانية في حالة البسترة السريعة ، وحرارة البسترة تعتمد على :

١. تركيب الخليط : فكلما ارتفعت نسبة TSS كلما ارتفعت حرارة البسترة .
٢. نوع الاجهزة المستعملة ودرجة الحرارة التي تعمل عليها .
٣. الحرارة اللازمة لاتلاف أو قتل إنزيم الفوسفاتيز القاعدي الذي يتلف بحرارة البسترة اما الفوسفاتيز الحامضي يقاوم لحد ٨٨ ° م .

* من الضروري جدا ان يكون الكشف عن الفوسفاتيز القاعدي آني لان هذا الانزيم يسترجع نشاطه في بعض الحالات بعد ٧٢ ساعة من عملية البسترة .

٤. خواص المخلوط : الحرارة العالية تحسن خواص المنتوج وتقلل مدة التجميد وتزيد من ثبات البروتينات وكذلك تكسب المخلوط مقاومة للتأكسد ، وفي كل الاحوال لا يفضل رفع حرارة البسترة عن ٨٥ ° م وذلك لتلافي ظهور الطعم المطبوخ الا انه يختفي اثناء التعليب والتخزين .

تعمل البسترة على :

- اتمام ذوبان مكونات الخليط
- اطالة مدة حفظ المثلجات بقضاءها على المايكرو بات والأنزيمات الموجودة في الخليط
- تمنع تجمعات الدهن
- تحسن اللزوجة

* المواصفات القياسية العراقية تنصح بان لاتقل حرارة البسترة عن ٧٩ ° م

* الاجهزة المستخدمة في البسترة اما ان تكون اجهزة بسترة بطيئة أو اجهزة بسترة سريعة واشهرها اجهزة التفريغ

* جهاز البسترة بالتفريغ يتلخص عمله بدخول الخليط من الاعلى على شكل رذاذ ومن الجانب يدخل بخار ساخن تحت التفريغ بحيث تصل حرارة الخليط الى (٨٨ – ٩٣) ° م تحت درجة تفريغ (٦ – ١١) باوند / انج ² ثم ينقل الخليط الى البرج الثاني في جهاز التفريغ وتكون درجة التفريغ (١٥ – ٢٠) باوند / انج ² وحرارة البرج ٧١ – ٨٠ ° م بعدها ينقل من اسفل هذا البرج للبرج الثالث والتفريغ (٢٨ – ٢٨.٥) باوند / انج² والحرارة

٤٢ ° م بعدها يتوجه الخليط الى المبرد السطحي لخفض درجة حرارته ومن ثم اما الى جهاز التجميد أو الى خزانات التعتيق لغرض تعتيق الخليط ، ان الابخرة والمواد المتطايرة من البرجين (٣، ٢) تستعاد بواسطة تفريغ علوي وهذا النوع من اجهزة البسترة يساعدنا في التخلص من الروائح غير المرغوب فيها لذلك يفضل اضافة مواد النكهه الى الخليط وهو في جهاز التجميد .

* وهنالك اجهزة بسترة تحت التفريغ يستخدم فيها البخار وهذا النوع من الاجهزة يسبب زيادة لزوجة المخلوط ويظهر الطعم المطبوخ لذا يفضل استخدام ضغط مخلخل وعادة وعادة هذا النوع من الاجهزة غير شائعة الاستخدام .

* النوع الثاني من اجهزة البسترة جهاز (Rosewell type) عبارة عن ثلاثة اسطوانات متداخلة توجد بداخلها سكينتان حلزونيتان يساعدان في التقليب وزيادة سرعة الانسياب ، البخار يمر داخل اسطوانة (١,٣) ثم الى (٢) حيث تصل الحرارة في الاخيرة الى ٩٥ ° م ويبقى المخلوط على هذه الحرارة لمدة ٣ ثواني بعدها يدفع الى المبرد والمجنس واستخدام هذا الجهاز تكاليفه عالية جدا .

* هناك اجهزة بسترة اخرى مشار اليها في الكتاب المنهجي (ص ٢١٥ – ٢١٧) .

٥. التجنيس :

الغرض من عمليات التجنيس هو :

- توزيع الدهن بانتظام لكي لا يطفو اثناء التعتيق
- يحسن من قابلية الخفق
- يقلل من كمية المواد المثبته المطلوبة

تتأثر عملية التجنيس بحموضة المخلوط ودرجة حرارته وقوة الضغط المسلط عليها فإذا زاد ضغط التجنيس سوف تتجمع الحبيبات الدهنية الصغيرة ثانية لذلك لا يستخدم المجنس ذو المرحلة الواحدة ويفضل ذو المرحلتين (ففي المرحلة الاولى يتعرض الخليط الى ضغط (٢٠٠ – ٢٥٠) كغم / سم^2 وفي المرحلة الثانية يتعرض الى (١٠٠ – ١٥٠) كغم / سم^2 حيث يتم تفتيت التجمعات الدهنية الحاصلة بعد المرحلة الاولى نتيجة للضغط العالي وبعد ذلك يخرج المخلوط الى المبرد مباشرة ، حرارة التجنيس عادة (٦٣ – ٨٠) ^{o} م لان الحرارة الاقل من ذلك تشجع ظهور تجمعات الدهن وبالتالي زيادة اللزوجة ومن ثم اطالة مدة التجميد وفي حالة استخدام اجهزة البسترة على دفعات وعلى حرارة اعلى من ٨٠ ^{o} م يفضل خفض الحرارة بمقدار ١٠ – ١٥ ^{o} م قبل دخول الخليط الى المجنس لتلافي ظهور الطعم المطبوخ .

بالنسبة لحرارة وضغط التجنيس يتحكم فيها عوامل عديدة منها :

أ. نوع الجهاز المستخدم (مرحلة واحدة ام مرحلتين) .

ب. حموضة الخليط فارتفاع الحموضة يتطلب خفض ضغط التجنيس لتلافي انسداد الجهاز .

ج. تركيب ونسبة المكونات (كلما ارتفع TSS كلما انخفض ضغط التجنيس) .

- الدهن كلما ارتفع كلما تطلب انخفاض في ضغط المجنس .
- الـ S.N.F كلما ارتفع يتطلب خفض ضغط التجنيس .

د. درجة حرارة التجنيس كلما انخفضت يجب ان يرافقها انخفاض في ضغط التجنيس تفاديا لزيادة اللزوجة .

ه. في حالة كثافة المخلوط وميله الى التخثر يفضل استخدام ضغط تجنيس واطئ لتلافي انسداد الجهاز .

٦. التبريد :

يبرد المخلوط بعد البسترة والتجنيس الى ٥ ^{o} م لمنع نشاط البكتريا المتبقية بعد البسترة والمخاليط المنخفضة اللزوجة تحفظ على حرارة تبريد اقل على ان تكون فوق درجة الانجماد (فوق الصفر المئوي) .

* المخاليط العالية اللزوجة يمكن ان تبرد على ٥ ^{o} م ولايفضل تبريدها على حرارة اقل من ذلك لكي لا يتصلب الخليط ومن ثم يعرقل انسيابيته .

* التبريد يجري في اجهزة التبادل الحراري ثم في احواض التعتيق ثم تترك لحين دخولها الى التجميد

* المبردات السطحية افضل من غيرها وذلك لسرعة التبريد فيها اما الحوضية فيكون انتقال الحرارة فيها بطئ .

٧. التعتيق :

بعض المصانع تستغني عن هذه الخطوة خصوصا بالصناعة المستمرة أو عند استخدام مواد مثبتة غير الجيلاتين ، والغرض من التعتيق :

- زيادة اللزوجة (لتحسين القوام والتركيب) حيث ان عملية التعتيق تساعد على تقليل الماء الحر في الخليط وبالتالي يقلل فرصة تكون البلورات الثلجية الكبيرة
- يحسن من قابلية الخفق وبالتالي يرفع نسبة الريع .
- يقلل من وقت التجميد مما يؤدي الى تحسين صفات المنتوج ويقلل التكاليف والجهد .

* حرارة التعتيق يجب ان تكون نفس حرارة التبريد (١- ٥)^o م لمدة (٤ – ٢٤) ساعة فأذا ازدادت المدة تعتبر العملية تخزين وليس تعتيق .

٨. اضافة المطعمات والملونات :

يتم اثناء التجميد الاولي تبعا لنوعية المادة أو تضاف قبل عملية التجميد مثل (الفانيلا وعصير الفواكه والكاكاو والملونات) .

* اثناء التجميد الاولي (الفواكة الجافة وقطع الثمار الطازجة والنقل المجروشة) تعتبر مضافات غير حامضية وبعد التجميد الاولي تضاف عصائر الفواكه الحامضية تجنبا لتختثر البروتينات ثم تضاف المربيات والقشدة المخفوقة .

٩. التجميد :

ويكون على مرحلتين فالاولى تسمى التجميد الاولي حيث يجمد المخلوط بسرعة مع التقليب والخفق والثانية هي عملية تصليب تبدأ بعد التعبئة والتغليف بنقل المنتوج الى غرف التجميد .

* من الضروري جدا ان يتم التجميد الاولي بسرعة مع سحب الناتج للتعبئة والتغليف ثم نقله لغرف التصليب (وذلك لغرض الحصول على بلورات ثلجية رفيعة وبالتالي منتوج ناعم الملمس) ، في الصناعة المستمرة تستغرق العملية عدة ثواني ، في صناعة ال ٦ - ١٠ دقائق وتختلف هذه المدة بأختلاف نوعين من العوامل :

- عوامل ميكانيكية متعلقة بالاجهزة المستخدمة .
- عوامل متعلقة بالمخلوط .

* يؤثر التجميد على طبيعة مكونات المخلوط نتيجة للانخفاض السريع في درجة الحرارة الى ان تصل الى بدء الانجماد للوسط المائي بعدها تبدأ درجة الحرارة بالانخفاض يرافقها تركيز المواد الذائبة في الوسط غير المتجمد نتيجة لتكون بلورات ثلجية وبذلك تنخفض درجة انجماد المحلول غير المجمد نتيجة لارتفاع نسبة المواد الذائبة فيه الى ان تصل الى درجة الإشباع فعندها تنفصل البلورات الثلجية وهذه حالة غير مرغوبة حيث عند هذه النقطة (الاشباع) يتوقف التغير في درجة الحرارة الى ان يتم انجماد المخلوط بكامله وتعرف هذه النقطة بـ (cryohydric point) ، بعدها تنخفض درجة حرارة الكتلة المتجمدة كلما استمرت عملية التبريد ، ان الوصول الى هذه النقطة صعب جدا لاختلاف مكونات المخلوط وتعدده بين النوع والاخر .

* التجميد ايضا يؤثر على ترسب بعض العوالق نتيجة لازدياد تركيز الاملاح الذائبة حيث ان التجميد يؤثر على ثبات البروتينات بسبب حصول عملية جفاف الذي يسبب في ترسيب العوالق .

* كذلك نتيجة للتجميد هنالك احتمالية لترسب املاح فوسفات الـ Ca الثنائية والثلاثية مما يؤدي لارتفاع تركيز ايونات الـ H أي انخفاض الـ PH للجزء غير المتجمد .

* من التأثيرات الاخرى للتجميد انه يكسر مستحلب الدهن حيث تكون البلورات الثلجية تحتجز حبيبات الدهن وتساعد على تجمعها وكبر حجمها الا ان وجود السكر ووجود بلورات ثلجية صغيرة تمنع وقوع هذه الحالة لذا فأن عملية التجنيس لها دور كبير في منع حصول هذه الظاهرة .

١٠. التعبئة والتعليب :

بمجرد خروج المثلجات من التجميد الاولي تدخل الى جهاز التعبئة لملئ العبوات التي تتراوح احجامها بين (٥٠ – ٢٥٠) مل أو (١ – ٥) لتر وباشكال هندسية مختلفة واكثر الانواع انتشارا هي البلاستيكية ويراعى في اختيار العبوات ما يلي :

- الناحية الاقتصادية وقوة التحمل مع سهولة النقل والتداول .
- عدم تفاعل مكونات العلبة مع العلبة وجمال المنظر .
- احجامها مناسبة ومتوفر فيها الشروط القياسية الخاصة بالقطر

* التصليب يقصد به التجميد النهائي وهي خطوة ظرورية بالمثلجات الصلبة وليس الطرية وقد تم التصليب في نفس جهاز التجميد الاولي عن طريق مبرد ملحق بالجهاز أو يتم التصليب في مخازن كبيرة وحسب القدرة الانتاجية للمعمل .

* لاتجرى عملية تقليب اثناء التصليب تلافيا لتسرب الهواء وبالتالي قلة الريع .

*حرارة التصليب [صفر – (- ٢٠)] ° م واحيانا (- ٢٥) ° م ولمدة ٦ – ١٢ ساعة واحيانا ٢٤ ساعة واكثر من ٢٤ ساعة تعتبر عملية تخزين ، ويجب تجنب التذبذبات الحرارية الحاصلة في غرف التصليب لتلافي ظهور العيوب الخاصة بالتركيب الخشن

والقوام الثلجي بسبب كبر البلورات الثلجية وكذلك حصول انكماش وقلة الريع ويراعى خفض درجة حرارة المنتوج قبل أدخالها لغرف التصليب بما يقارب ٥ درجات لان حرارة المخلوط بعد التجميد الاولي تكون بحدود (- ٥) – (- ٧) ° م وهذا يؤدي الى رفع حرارة غرف التصليب وبالتالي اطالة مدة التصليب وبالنتيجة ظهور عيوب القوام الخشن وحاليا تصمم غرف التصليب على (- ٣٠) ° م للاسراع من عملية التصليب ٤ – ٦ ساعات بالرغم من انها مكلفة اقتصاديا الا انها تعطي منتوج جيد القوام وكذلك يمكن ان تكون التكاليف قليلة نتيجة لتقليل مدة التصليب وايضا اذا لم تكن هنالك مشاكل اثناء التسويق ومدة التصليب تعتمد على :

- حجم العبوة ونوع الغلاف .
- درجة انجماد الخليط .
- درجة حرارة غرف التصليب .
- سرعة التيارات داخا الغرفة .

١١. الشحن والتسويق :

ويتم بوسائط نقل مبردة لغرض الحفاض على المنتوج .