

المعاملات الحرارية للحليب

تجرى المعاملة الحرارية على الحليب في معظم الخطوات التصنيعية، فالبسترة والتعقيم هي العمليات المستخدمة في حفظ الحليب كما ان التكتيف والتجفيف تعني المعاملة بالحرارة أيضا. ان الغرض الأساسي من المعاملة الحرارية للحليب هو القضاء على الاحياء المجهرية المرضية فضلا عن الحصول على صافى معينة، سيتم تناول المعاملتين الشائعتين في الالبان هما البسترة والتعقيم .

البسترة: تعريض الحليب الى درجات حرارية لفترة زمنية معينة لازمة للقضاء على الاحياء المجهرية المرضية المتواجدة في الحليب وكذلك القضاء على 95-99% من عدد البكتيريا المتواجدة في الحليب على ان لا تؤدي الى اضرار حسية او كيميائية او اضرار بالقيمة الغذائية ثم تبريد الحليب الى درجات حرارة منخفضة.

أنواع البسترة:

البسترة البطيئة او طريقة الاحواض (Batch Holding process): هي عملية تسخين كل جزيئة من جزيئات الحليب او منتجاته الى درجة حرارة (62.8-65.6) °م ولمدة لا تقل عن 30 دقيقة حيث يوضع الحليب في احواض مصنوعة من الحديد غير القابل للصدأ مكون من جدارين يمرر خلاله البخار و الماء البارد و يحرك الحليب داخل الحوض بمحرك كهربائي عند اجراء عملية البسترة بهذه الطريقة يجب مراعاة ما يلي :

- 1- وضع الحليب ببطئ في الحوض لمنع تكون رغوة عالية التي تؤدي الى انخفاض كفاءة البسترة.
- 2- توزيع الحرارة على جميع أجزاء الحليب ويفضل ان يكون التحريك بطيئا حتى لا تتكون طبقة القشطة ولا تحدث عملية خض لدهن الحليب فتتكون حبيبات الزبد.
- 3- رفع درجة حرارة الماء المار بين جداري الحوض بحدود 70-80°م حتى لا يتأخر وصول الحليب الى درجة حرارة المطلوبة اما اذا كانت اعلى فيؤدي الى ظهور الطعم المطبوخ في الحليب.
- 4- تغطية احواض البسترة لتقليل التلوث وانخفاض الحرارة .
- 5- تبريد الحليب الى 5°م بالماء البارد خلال جدار الحوض مع تحريك الحليب باستمرار .

6- تنظيف الاحواض بعد الانتهاء من البسترة لمنع تكاثر البكتريا المحبة للحرارة والاعفان.

الطريقة المستمرة Continuous-flow system: يمرر الحليب في انابيب او احواض وبنفس الوقت يعرض الى المعاملة الحرارية بحيث ان طول الانابيب او الاحواض تؤمن المعاملة الحرارية المطلوبة ولفترة 30 دقيقة.

الطريقة السريعة (HTST) High temperature short time: وتتم بدرجة لا تقل عن 71.7 °م لمدة لا تقل 15 ثانية وتجري في أجهزة التبادل الحراري او في أجهزة المبادلات الحرارية الانبوبية.

طريقة الاشعة فوق الحمراء Infra-red Ray Treatment: حيث يعرض الحليب بمروره على الواح افقية من الحديد غير قابل للصدأ الى الاشعة فوق الحمراء الى ان ترتفع حرارته الى 85 °م بعدها يبقى الحليب على هذه الدرجة لفترة معينة.

البسترة تحت التفريغ Vaccum Pasteurization: يتم تعريض الحليب الى ضغط مخلخل بسيط وترفع درجة حرارته الى 90-96 °م بالبخار بعدها يمرر الى جهاز اخر تحت ضغط مخلخل اعلى حيث يتم فيه التخلص من الغازات و كمية البخار المكثف قبل وصوله الى جهاز ثالث اخر تحت ضغط مخلخل ليتم التخلص من النكهات الغريبة ثم يبرد بواسطة مبردات سطحية و تستغرق هذه العملية دقيقة واحدة.

الحليب المعقم: وهو الحليب المجنس والمعامل بحرارة اعلى من 100 °م والمعماً في اوعية معقمة ويبقى صالحاً للاستهلاك البشري لمدة 7 أيام على الأقل.

اختبار كفاءة البسترة : و يجرى بواسطة اختبار وجود انزيم الفوسفاتيز بالحليب الذي يعد الاختبار الرسمي للكشف عن درجة كفاءة البسترة و ذلك لدقته و حساسيته في كشف أي خطأ بسيط في البسترة او إضافة نسبة ضئيلة من الحليب الخام لا تتعدى 0.2% الى المبيستر و أساس هذا الاختبار ان انزيم الفوسفاتيز يتلف او يقضى عليه بدرجة البسترة و ان غياب الفوسفاتيز يدل على ان الحليب قد سخن تسخيناً كافياً بينما وجوده يدل على عدم تسخين الحلب بالدرجة الكافية او احتمال خلطه بحليب خام غير مبستر .

يحلل انزيم الفوسفاتيز الاسترات الأحادية لحمض الفوسفوريك و يستعمل استر عضوي يحتوي على الفينول Disodium-phenyl-phosphate مع محلول منظم لغرض ضبط pH في حدود 9-9.6 يخلط

مع عينة من الحليب المبستر ثم تحفظ الانبوبة على درجة حرارة ملائمة لنشاط الانزيم 37°C لمدة 10 دقائق ففي حالة وجود الانزيم فإنه يحلل الاستر العضوي و يطلق الفينول الذي يقاس بطريقة لونية اذ ينتج الفينول لون ازرق و كلما قلت درجة اللون الأزرق المتكون دل ذلك على انعدام انزيم الفوسفاتيز .

طرق التعقيم:

طريقة أبراج التعقيم: البرج الاول: يسخن الحليب الى درجة 60°C بواسطة المبادل الحراري ثم يذهب الى جهاز التجنيس ثم يعود الى جهاز التسخين الانبوبي حيث ترفع درجة حرارته الى 130°C لمدة 20 ثانية ثم يبرد الى 70°C ومن ثم يضخ الى مكائن التعبئة لتعبئته بالقناني الزجاجية النظيفة والمعقمة ثم تغلق بالسدادات المعدنية. تنقل القناني على الحزام الناقل الى أبراج التعقيم النهائي حيث يحتوي البرج الأول على ماء حار حرارته 110°C ثم تنقل القناني الى البرج الثاني حيث تسخن الى 120°C بواسطة البخار وتحت ضغط 0.45 ضغط جوي ثم الى البرج الثالث حيث تبرد القناني الى حرارة 82°C ثم تنقل الى البرج الرابع وتبرد بواسطة الماء الذي درجة حرارته 50°C ثم تخرج القناني المعقمة من جهاز التعقيم وتنقل الى المخزن.

طريقة الحقن بالبخر: وتتضمن هذه الطريقة تسخين الحليب الى 74°C ثم ترفع درجة حرارة الحليب بالبخر الى 149°C لمدة 4 ثواني ثم يبرد بصورة خاطفة الى 80°C لإزالة الماء المكثف وبعدها يضخ خلال مجنس معقم ثم يبرد الى 20°C بمعزل عن الهواء ثم يعبأ.

مواصفات الحليب المعقم:

- 1- يعطي نتيجة سلبية لاختبار التعكير.
- 2- لا تزيد نسبة الدهن في العشر العلوي من العبوة اذا ترك لتر منه ساكناً لمدة 48 ساعة بأكثر من 10%.
- 3- لا يطرأ على خواصه الطبيعية أي تغير بعد تركه لمدة 3 أيام على درجة حرارة 37°C .

اختبارات الحليب المعقم

1- اختبار التعكير :

الهدف من هذا الفحص معرفة الحليب ان كان معامل بحرارة التعقيم ام لا اذ لا تظهر أي علامة من علامات التعكير في الحليب المعقم و يعتمد هذا الفحص على معاملة الراشح الناتج من ترسيب بروتينات الكازين باستخدام الترسيب الملحي بدرجة حرارة الغليان ومن المفترض احتواءه على بروتينات الشرش وهي بروتينات ذائبة في الحليب غير المعامل بالحرارة ، حيث ان تعكر الراشح دلالة على عدم معاملة الحليب مسبقا بالحرارة نتيجة ترسب بروتينات الشرش في حين عدم تعكر الراشح يعطي دلالة على معاملة الحليب مسبقاً بالحرارة التي أدت الى دنثرة بروتينات الشرش وترسيب هذه البروتينات وفصلها مع الكازينات اثناء عملية الترشيح يتم الاختبار كالاتي:

1. اضافة 4 غم من كبريتات الامونيوم الى 20 مل حليب ثم نمزج لمدة دقيقة لغرض اذابة كبريتات الامونيوم وترسيب الكازينات ثم يترك المزيج لمدة 5 دقائق لاتمام الترسيب.
2. الترشيح باستعمال ورقة ترشيح Whatman 12.
3. يجمع الراشح الرائق ويوضع في انبوبة اختبار ثم تغمر في حمام مائي بدرجة الغليان 100°م لمدة 5 دقائق
4. افحص الراشح لمعرفة تعكره من عدمه.

2- العد الكلي للبكتريا:

لغرض الكشف عن البكتريا المسببة للفساد يجب تحضين الحليب على درجة حرارة 63°م لبضعة ساعات لاعطاء فرصة لنمو البكتريا وزيادة العدد ثم يجب تحضين الاطباق بعد صبها على درجة 37°م لمدة 2 يوم او على درجة 30°م لمدة 4 أيام.

3- اختبار التخثر او التجبن عند الغليان

يجرى هذا الفحص لمعرفة مدى صلاحية الحليب للاستعمال من حيث تطور الحموضة فيه اذ ان الحموضة تتطور في الحليب نتيجة نشاط الاحياء المجهرية التي تعمل سكر اللاكتوز و تحويله الى حامض اللاكتيك و بالتالي فان هذا الاختبار يبين مدى قوة حفظ الحليب المعقم و يعتمد على

معاملة الحليب بدرجة حرارة الغليان، حيث تتخثر بروتينات الكازين عند ارتفاع حموضة الحليب عن الحد الطبيعي و تزداد حدة التخثر مع المعاملة الحرارية ، ان تخثر او تجبن الحليب بعد المعاملة الحرارية يعطي دلالة على الحليب حامضي وغير صالح لعمليات التصنيع والعكس صحيح في حالة عدم تخثره ، اما في حالة بقاء بعض الدقائق المترسبة على جدران الانبوبة فهذا يدل على ان النتيجة مشكوك بها. ويتم اجراء الاختبار كالتالي:

1. تحضن كمية من الحليب على درجة حرارة 22°م لمدة 7 أيام
2. نضع العينة في انبوبة اختبار ثم في حمام مائي مغلي لمدة 5 دقائق .
3. تمزج محتويات الانبوبة ويلاحظ تخثر الحليب من عدمه. اذا تجبن الحليب او تخثر تكون قوة حفظ الحليب اقل من 10 أيام على درجة الحرارة العادية.

4- اختبار التخثر او التجبن بالكحول

يجرى هذا الفحص لمعرفة فيما اذا كان الحليب صالحاً للعمليات التصنيعية التي تتطلب استخدام حرارة عالية مثل صناعة الحليب المكثف او المعقم حيث ان تخثر الحليب في هذا الاختبار يعطي دلالة ان الحليب غير صالح للعمليات التصنيعية كذلك يعطي دليل على مدى قوة حفظ الحليب. يعتمد هذا الاختبار على إضافة محلول كحولي تركيزه 68% الى كمية مساوية من الحليب ، ان تخثر الحليب او ظهور حبيبات بروتينية على جدران الاناء الذي يحويه يعطي دلالة على ان الحليب حامضي وغير صالح للمعاملات الحرارية العالية اذ يعمل الكحول على سحب الماء من البروتين مما يتسبب في تغيير تركيب المادة البروتينية ، بينما لا تسبب إضافة الكحول أي تغيير في قوام الحليب الطازج .

هناك بعض الاعتراضات التي قد تواجه هذه الفحص كون ان بعض نماذج الحليب قد تعطي فحصاً موجباً نتيجة احتوائها على نسب عالية من الالبومين والاملاح او نتيجة اختلال التركيب الكيميائي للحليب عند إصابة الحيوان بمرض التهاب الضرع او كون الحليب ناتج بعد الولادة مباشرة (اللبأ) او نتيجة تلوث الحليب ببعض الميكروبات المسببة للتخثر .

1. تحضن عينة من الحليب بمقدار 5 مل المراد اختبارها على درجة 37°م لمدة 27 ساعة
2. ثم نضيف لها كمية مساوية من الكحول 68% بدرجة حرارة الغرفة .
3. اخلط محتويات الانبوبة وذلك بإمالتها عدة مرات بهدوء ثم يلاحظ تخثر الحليب من عدمه
إذا حدث تجبن او ترسيب للعينة يدل على ان قوة حفظ الحليب تكون اقل من 21 يوم على درجة الحرارة الاعتيادية .

5- اختبار الفريسيانيد Ferricyanide test :

الحليب الطازج له قدرة ملحوظة على اختزال البوتاسيوم فيرسيانيد Potassium ferricyanide و تسخين الحليب يزيد من هذه المقدرة اذ وجد ان قدرة الحليب على الاختزال تزداد بسرعة كلما ارتفعت درجة الحرارة بعد درجة الغليان اذ تستعمل Potassium ferricyanide في تقدير المعاملة الحرارية التي يتعرض لها الحليب و تتلخص ميكانيكية هذا الاختبار في اختزال Potassium ferricyanide الى Potassium ferrocyanide بوجود Ferric Chloride و الذي يكون لونه ازرق مخضر و تقاس الامتصاصية في جهاز Spactrophotometer .