المعاملات الحرارية Heat Treatments

هي العمليات المهمة التي يمر بها الحليب اثناء إعداد الحليب السائل للاستهلاك ، ومن المعاملات الحرارية التي تجري على الحليب هي :-

١. البسترة Pasteurization بأنواعها .
٢. التعقيم Sterilization بأنواعه .

البسترة : يقصد بها عملية تسخين أو تعريض الحليب الى درجة حرارة معينة ووقت معين تكفي للقضاء التام على جميع الاحياء المجهرية المرضية ومعظم الاحياء المجهرية الاخرى والتي تسبب فساد الحليب وبذلك تزيد من فترة حفظه . وتقسم البسترة حسب درجة الحرارة المستخدمة الى قسمين هما :

١. البسترة البطيئة Low Temperature Long Time (HTLT) : حيث تستخدم فيها درجة حرارة 63°C لمدة نصف ساعة .
٢. البسترة السريعة High Temperature Short Time (HTST) : تستخدم فيها درجة حرارة 72°C لمدة 15 ثانية يتبعها تبريد مباشر للحليب .

أجهزة البسترة بالطريقة البطيئة :- تستعمل أجهزة عديدة في تسخين الحليب وابقاءه على درجة حرارة البسترة للمدة المطلوبة ، وأكثرها استعمالا هي أحواض أو خزانات البسترة .

١. **الحوض ذو الحلزون Coil Vat (ويسمى المبستر الحلزوني) :-** وهو عبارة عن حوض معدني مستطيل أو مربع الشكل مزود بلولب حلزوني أفقي أو عمودي المحور يتكون من أنابيب مجوفة معلق على حامل يمتد على جانبي الحوض . يتحرك الحلزون بحيث يتم تقليب الحليب خلال البسترة والتبريد . ويدخل ماء التسخين أو التبريد خلال الحلزون .
٢. **الحوض ذو الرشاش Spray Vat :-** وهو عبارة عن حوض مستطيل مزدوج الجدران يتم تسخين الحليب فيها باستخدام ماء حار على درجة حرارة 66°C ويتم تدويره باستعمال المضخة خلال أنابيب تقع في أعلى الجدران المزدوجة ومنها يرش الماء خلال فتحات صغيرة في انابيب بين الجدران المزدوجة للحوض .

يسخن الماء المتجمع في قعر الحوض بين الجدران المزدوجة بواسطة البخار ليعيد دورته وبذلك يتم تسخين الحليب الى الدرجة الحرارية المطلوبة يتم تقليب الحليب اثناء فترتي التسخين والحفظ بواسطة خلاط بطئ الحركة .

٣. **الاحواض المزدوجة الجدران Jacketed Vats :-** تصنع هذه الاحواض من الحديد المقاوم للصدأ ومتوفر بأنواع واشكال مختلفة .
يحتوي الحوض على مقلبات مثبتة على غطاءه يصل الى قعر الحوض ، يتم تسخين الحليب وتقليبه في آن واحد إما باستخدام الماء الساخن أو البخار الذي يمر بين الجدارين وفائدة التقليب هو منع ظهور الطعم المطبوخ للحليب لأنه يعمل على تحريك الحليب وبذلك تتوزع الحرارة على كل اجزاءه .

٤. **المبادلات الحرارية (المسخن الصفائحي) :-** يستخدم هذا الجهاز لتسخين الحليب ثم تبريده في نفس المكان حيث يتكون من مجموعة من الصفائح الملتصقة مع بعضها ففي الوقت الذي يمكن استعمالها في بسترة الحليب يمكن استعمالها للتبريد وذلك من خلال دفع ماء بارد بدلاً من الماء الحار .
يمكن لهذه المسخنات استخدام جزء التبادل الحراري في تسخين الحليب الخام الى درجة 57°C بواسطة الحليب المبستر في حين يستخدم الجزء الثاني في التسخين النهائي الى درجة الحرارة المطلوبة .
بعد ان يتم بسترة الحليب يخرج من جزء التبادل لينتقل الى الجزء الثالث وهو جزء التبريد ليتم تبريد الحليب نهائياً الى درجة 4.5°C .

جهاز البسترة السريعة :- يتألف من الاجزاء التالية :

١. خزان الضبط أو الموازنة Float control tank :-

يتم فيه استقبال الحليب الخام والحليب الراجع الذي لم تصل درجة حرارته الى الدرجة المطلوبة ويحتوي على طواف للحفاظ على مستوى الحليب وقفل مسار الحليب الخام عند دخول الحليب الراجع .

٢. مضخة توقيت : لسحب كمية ثابتة من الحليب الى الجهاز .
٣. أجزاء التسخين : وتقسم الى أربعة أقسام :
أ. قسم التبادل : يتم فيه تبادل للحرارة والبرودة حيث يسخن الحليب الى درجة حرارة 57°C وفي نفس الوقت تبريده الى درجة حرارة 27°C وبذلك تقل تكاليف التسخين والتبريد .
ب. قسم التسخين الحراري : يتم فيه تسخين الحليب الى درجة حرارة 72°C ويستخدم الماء للتسخين بالمبادلات الحرارية .
ت. قسم التبريد بالماء العادي .

ث. قسم التبريد بالماء البارد : يتم تبريد الحليب الى درجة 5°C .

٤. انبوبة الحفظ (الحجز) Holding tube : يمر الحليب من خلالها بعد خروجه من الجزء الاخير من المبادل الحراري خلال .Sec 16 – 15 ويتصل بهذه الانبوبة في نهايتها محرار يبين درجة الحرارة للحليب عند خروجه منها كذلك تتصل بمؤشر يتصل بقرص من الورق يسجل عليه درجة الحراة التي يخرج عليها الحليب .

٥. صمام السيطرة او التحويل Flow diversion valve : يتكون من ثلاث فتحات الاولى لدخول الحليب القادم من انبوبة الحجز والثانية لخروج الحليب بعد بسترته الى درجة حرارة 72°C لمدة 15 Sec ودخوله الى المبادل الحراري أما الفتحة الثالثة فهي لخروج الحليب الراجع الى حوض الموازنة الذي لم تصل درجة حرارته الى 72°C .

يعمل هذا الصمام من خلال هواء مضغوط يدفع يقفل صمام دخول الحليب الراجع ليمر الحليب المبستر الى المبادل الحراري وعندما تنخفض حرارة الحليب يعمل الهواء المضغوط من خلال سلك معدني يتحكم به ليسمح بمرور الحليب الى حوض الموازنة .

٦. جهاز تسجيل درجة الحرارة : لمعرفة درجة حرارة الحليب المبستر وحرارة الحليب الذي لم تكتمل بسترته وفيه صمام تحويل اتجاه سير الحليب .

٧. لوحة الضبط : للتحكم بضغط الهواء وبخار الماء والماء البارد فهي تحوي على مفتاح خاص لكل منها .

اختبارات معرفة كفاءة بسترة الحليب :

١. **اختبار وجود انزيم الفوسفاتيز:** يعتمد هذا الاختبار على اساس وجود انزيم الفوسفاتيز في الحليب والذي له القدرة على تحليل الاسترات الاحادية لحامض الفسفوريك عند درجة حرارة و pH مناسبين .

عند تعريض الحليب لحرارة البسترة يتوقف فعل هذا الانزيم كذلك يتوقف فعله عند تسخين لدرجات كافية مثلا 53°C لمدة 37.5 Min أو 72°C لمدة 15 Sec .

وقد ثبت أن ميكروبات السل تموت بدرجة أقل من الدرجة اللازمة لإيقاف أنزيم الفوسفاتيز ، ومن المعلوم أن بكتريا السل أكثر الميكروبات المرضية مقاومة للحرارة لذلك فإن الحليب الذي لا يحتوي على أنزيم الفوسفاتيز بعد البسترة يكون خالي من الاحياء المجهرية المرضية (بكتريا السل) *Mycobacterium turberculosis* ومن طرق اختبار انزيم الفوسفاتيز هي طريقة Sharer والتي يلزم توفر المواد الكيميائية الاتية لإجرائها :

أ. **محلول A :** يتكون من داي بروموكوينون Dibromoquinone في 96% كحول ويجب ان يحفظ في مكان مظلم .

ب. **محلول B :** يحضر بإذابة نصف غرام من كاربونات الصوديوم في 100 مل من الماء المقطر ويحفظ في زجاجة ، ثم يؤخذ 10 مل من هذا المحلول ويوضع في انبوبة اختبار ويذاب فيه نصف غرام من داي صوديوم فينايل فوسفيت DiSodieum phenyel phosphet ، وهذا المحلول ذو خواص حفظ ضعيفة لذلك يحضر يومياً .

ت. **ماء مقطر.**

<u>طريقة عمل الاختبار :</u>

١. ضع 0.5 مل من عينة الحليب باستخدام ماصة في انبوبة اختبار .
٢. أضف 5 مل من محلول B الى عينة الحليب بواسطة ماصة وسد الانبوبة جيدا .
٣. ضع الانبوبة في حمام مائي بدرجة 30°C لمدة 20 Min .
٤. استخرج الانابيب من الحمام المائي ثم اضف لكل انبوبة 6 نقاط من محلول A مع الخلط الجيد للمكونات .
٥. بعد 5 دقائق يمكن الحكم على اللون المتكون في الانابيب ففي حالة وجود انزيم الفوسفاتيز تتلون محتويات الانبوبة باللون الأزرق وكلما زاد تركيز الانزيم زادت شدة اللون الازرق .

٢. **<u>اختبار الـ Storch</u> :** يستخدم لمعرفة المعاملة التي تعرض لها الحليب بدرجة حرارة أعلى من 80°C .

فعند خلط كمية قليلة من الحليب الخام مع بضع قطرات من فوق أوكسيد الهيدروجين H_2O_2 وقليل من Paraphenyln Diamine بشكل مسحوق يظهر لون أزرق ويدعى هذا الاختبار بتفاعل Storch إذ يتوقف على انزيمات البيروكسيديز الذي يحلل فوق أوكسيد الهيدروجين الى ماء وأوكسجين ذري والذي يعمل على أكسدة البارافينايلين داي أمين العديم اللون الى اللون الأزرق .

ويلاحظ أن الانزيم يتوقف عمله كلياً عند بسترة الحليب أو معاملته على درجة حرارة عالية .

طريقة العمل :

١. ضع 5 مل من عينة الحليب في انبوبة اختبار وسخنها الى درجة 30°C.
٢. أضف قطرتين من محلول بارافينايلين داي أمين الممزوج بحامض HCL.
٣. تخلط العينة مع اربع قطرات من ثاني أوكسيد الهيدروجين H_2O_2 بتركيز 0.5 % .
٤. يلاحظ أن الحليب الخام يكون لونه أزرق غامق بينما الحليب المسخن الى 80°C أو أعلى فيعطي لون أزرق فاتح بعد مدة قصيرة .