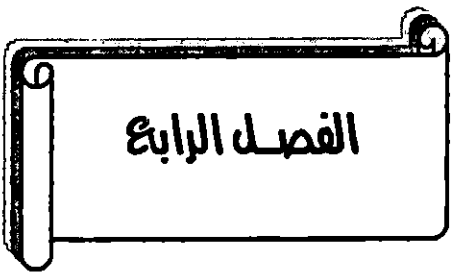


معاملات اللبن السائل

obeikandl.com

obeikandl.com

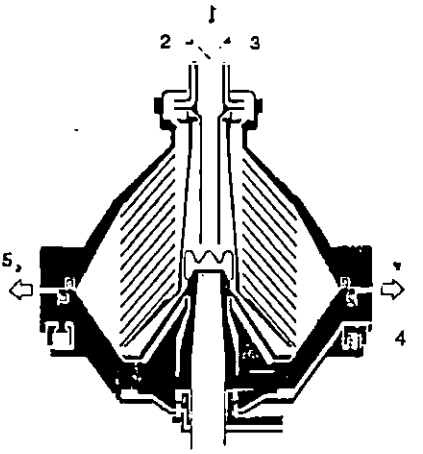
ترشيح اللبن Filtration

قد يحتوى اللبن على أوساخ وشوائب تصل إليه أثناء إنتاجه ونقله — لذلك تقوم المصانع بإمرار اللبن الوارد إليها خلال مرشحات لأزاله هذه الأوساخ والشوائب المرئية — وتتميز عملية الترشيح Filtration بالسهولة والبساطة وقلة التكاليف ويستخدم فى الترشيح قطن أو قماش ضيق الثقوب، وتجرى عملية الترشيح أما على البارد أو بعدت دفئه اللبن — وتفضل بعض المصانع أجراء عملية الترشيح على البارد لتقليل التكاليف كما أنه الشوائب والمواد الغريبة تكون فى حالة غير ذائبة وبذلك يسهل فصلها — كما أن بعض المصانع تقوم بتدفئة اللبن قبل عملية الترشيح إذا كانت نسبة الدهن به أعلى من ٤٪ للمساعدة على سرعة انسياب اللبن خلال المرشحات .

ومن المعروف أن عملية الترشيح لا تزيل إلا القاذورات والشوائب ولكنها لا تزيل الخلايا الجسمية somatic cells التى قد تكون موجودة فى اللبن أو البكتريا وبذلك فإن الترشيح يعتبر عملية تنظيف اللبنCleaning milk ومن الضرورى تغيير قماش أو قطن الترشيح من وقت لأخر أثناء عملية الترشيح لضمان كفاءة عملية الترشيح — وعلى ذلك فلابد من وجود وحدتين ترشيح على الأقل حتى لا يحدث توقف للعمل أثناء عملية تغير قماش الترشيح .

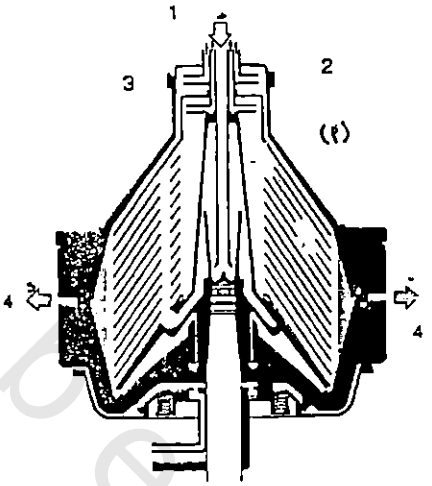
تنقية اللبن

تجرى عملية تنقية اللبن بعد استلامه بالمصنع والعز من هذه العملية هو التخلص من الشوائب الغير مرئية والتى لا تحجز بالترشيح والمنقيات Clarifiers عبارة عن أجهزة تعمل على إزالة الشوائب والقاذورات باستخدام قوة الطرد المركزى عند سرعة ٦٠٠٠ دورة فى الدقيقة أو أعلى (شكل ٨) وتزيل المنقيات جميع الشوائب الدقيقة الموجودة فى اللبن التى يكون وزنها النوعى أعلى من ١,٠٢٣ (أى أعلى من الوزن النوعى للبن) وتشمل هذه الشوائب القاذورات والخلايا ومجاميع البكتريا الكبيرة Clumps حيث تقوم عملية التنقية بالتخلص من الخلايا الجسمية والمواد التى يفصلها المنقى عن اللبن تسمى بوحل المنقى Slime وتتم التنقية على درجة ٣٨ — ٤٠ °م وإذا تحت التنقية على سرعة عالية (٢٠,٠٠٠لفه فى الدقيقة) على حرارة ٦٠ — ٧٠ °من فإنها تزيل البكتريا الموجودة فى اللبن بالإضافة إلى القاذورات والخلايا الجسمية — حيث تزيل من ٨٥ — ٩٠٪ من البكتريا الموجودة فى اللبن حيث تتراوح كثافة البكتريا من ١,٠٧ — ١,١٣ وتسمى هذه العملية Bactofugation شكل (٩) وقد أظهرت الأبحاث أن عملية التنقية على سرعات غير عالية تؤدى إلى تفتيت كتل البكتريا فى اللبن Bacterial Clumps مما يؤدى إلى ارتفاع إعداد البكتريا فى اللبن بالمقارنة باللبن قبل التنقية على الرغم من عدم وجود زيادة حقيقية فى إعداد البكتريا بل يحدث نقص فى إعداد البكتريا — وقد وجد أن تنقية اللبن ممكن أن تؤدى إلى زيادة نمو البكتريا المتبقية حيث تجمعات البكتريا يزيد من نموها وبالتالى زيادة الحموضة فى اللبن المترتبة على زيادة نمو البكتريا مما يؤدى إلى تخمر اللبن وتجبنه بدرجة أسرع من اللبن الغير منقى .



منقى اللبن والشرش
Milk / Whey Clarifier
(١) دخول اللبن
(٢ - ٣) خروج اللبن
(٤ - ٥) خروج الوحل
(Sludge)

شكـــل (٨)



بكتوفيوج (Bactofuge)
لإزالة الميكروبات من اللبن
(١) دخول اللبن
(٢) خروج اللبن
(٣ - ٤) خروج سائل البكتريا
(Slurry of bact.)

شكـــل (٩)

وحجم القاذورات التى يتم إزالتها فى عملية التنقية أكبر من حجم القاذورات التى تزال بعملية الترشيح لنفس الحجم من اللبن وهذا يدل على كفاءة عملية التنقية فى إزالة الشوائب والقاذورات وكرات الدم البيضاء والخلايا الجسمية (الخلايا الطلائية) — ولكن من عيب عملية التنقية أنها غير اقتصادية من حيث المعدات والإنشاءات المطلوبة ولذلك لا يلجأ إليها إلا فى مصانع قليلة .

والأجهزة التى تقوم بتنقية اللبن على أساس قوة الطرد المركزى (التى تطرد المكونات ذات الكثافة الأكبر إلى الخارج والأقل فى أماكن أقرب إلى المركز) وتختلف هذه الأجهزة عن الفرازات فى بعض الأشياء إلا أن أساس

عملها واحد فهى تختلف فى أن صفائحها أقصر من صفائح الفراز وأن لها فتحة واحد لخروج اللبن – كما أن سرعة دوران المخروط قليلة بالنسبة للفراز والأوساخ التى تطرد بالمنقى تصل فى حجمها من ٠,٠٠٥ إلى ٠,١ ٪ من حجم اللبن وقد تجرى عملية الطرد المركزى للميكروبات (طرد مركزى على سرعات عالية ٢٠,٠٠٠ لفة فى الدقيقة كما ذكرنا سابقا) والتعقيم فى عملية واحدة ويطلق عليها Bactotherm .

استخدام الترشيح الدقيق فى تنقية اللبن :

استخدام الترشيح الدقيق Micorfiltration (MF) فى تنقية اللبن من البكتريا أعطى نتائج مرضية وقد تطورت الأغشية المستخدمة لذلك فتم إنتاج غشاء سيراميك له نفاذية عالية واستخدام فى جهاز لتنقية اللبن سمى Bactocatch وحجم ثقوب هذا الغشاء ١,٤ ميكروميتر وتتم العملية عند درجة حرارة ٣٥ – ٥٠ ° م والاستفادة من محتويات الراسب المعزول والمجتوى على البكتريا فإنه يجرى معاملته بطريقة UHT (التسخين على درجة حرارة عالية) لدرجة حرارة ١١٥– ١٢٠ °م لمدة ٣ ثوان ثم إضافته ثانية إلى اللبن الذى تم تنقيته بالترشيح الدقيقة وقدرة هذا المنقى تبلغ ٥٠٠ – ٧٠٠ لتر /م٢ / ساعة حيث أن كمية اللبن باللتر، لوحدة مساحة الغشاء (م٢) لوحدة الزمن (ساعة) – ويتم إزالة ٩٩,٦٪ من البكتريا الموجود فى اللبن بصرف النظر عن العدد المبدئى للبكتريا فى اللبن الخام ويزيد معدل الاحتجاز للبكتريا فى حالة البكتريا المتجرثمة فيصل إلى ٩٩,٩٨ ٪ من كمية البكتريا المتجرثمة الموجودة فى اللبن.

استخدام الترشيح الفائق Ultra Filleration فى تركيز اللبن :-

يستخدم الترشيح الفائق ultra Fiteration (شكل ١٠) فى عملية تركيز لمكونات اللبن حيث يدفع اللبن تحت ضغط خلال أغشية دقيقة المسام جدا (قطر المسام ١ – ٢ نانوميتر) حيث تمر خلال هذه المسام الجزئيات ذات

الأحجام الصغيرة جدا مثل الماء والأملاح الذائبة أمام الجزئيات الأكثر تعقيدا مثل البروتين والدهن فلا يمكن أن تمر وتسمى الأجزاء التى لا يمكنها المرور retentate أو Concentrate أما الأجزاء التى يمكنها المرور فتسمى permeate وعندما يتعرض اللبن إلى عملية الترشيح الفائق Ultra/Filtertion فإن البروتين والدهن يحتجز ويمر الماء والأملاح واللاكتوز والأحماض الأمينية الحرة والببتيدات ولتسهيل مرور السائل خلال الغشاء سيستخدم الضغط الذى يصل إلى ١ : ٥ بار .

ويستخدم الترشيخ الفائق فى صناعة الجبن والأيس كريم ومركز بروتنينات الشرش واليوغورت وأغذية الأطفال .

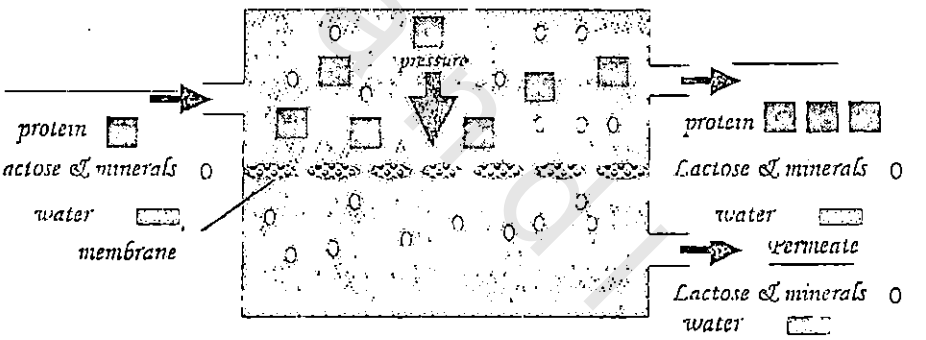


Fig (10) production of (WPC) by ultrafiltration

المعاملات الحرارية للبن السائل

الهدف الأساس من معاملة اللبن بالحرارة هو توفير للمستهلك لبن للشرب صحى خالى من الميكروبات المرضية والميكروبات الأخرى المسببة للتغيرات الغير مرغوبة سواء فى الطعم والنكهة أو فى القوام والتركيب والمظهر كذلك يوجد هدف تجارى من المعاملة الحرارية للبن هو إطالة فترة حفظ اللبن لمدة طويلة حتى يتمكن التاجر من تداول اللبن وتوزيعه وتسويقه دون أن يتعرض اللبن للفساد ويبقى متحفظا بخواصه الصحية والطبيعية والكيميائية دون تغير .

ويتم معاملة اللبن حراريا بأحدى طرق ثلاث هى الغليان أو البسترة أو التعقيم .

١- غلى اللبن :

الغلى يعرف على أنه ما هو إلا عملية بسترة شديدة حيث ترتفع درجة حرارة اللبن إلى درجة حرارة ١٠٠م° .

ويلاحظ أن هذه العملية ليست كافية لتسخين جميع أجزاء اللبن إلى الدرجة التى تؤدى للقضاء على الميكروبات التى قد تكون موجودة به .

•• يمكن إجراء عملية الغلى بأتباع الخطوات الآتية :

١- يوضع وعاء اللبن فى وعاء آخر أكبر منه فى الحجم يحتوى على ماء أى تجرى عملية التسخين للبن بواسطة حمام مائى وذلك لتجنب تعرض اللبن للشياط .

٢- يقلب اللبن جيدا لسرعة رفع درجة حرارته كذلك لتنظيم توزيع درجة الحرارة بين جميع أجزاء اللبن كما يجب تكسر الرغوة المتكونة ضمانا لوصول جميع أجزاء اللبن إلى درجة الحرارة المطلوبة .

٣- تبريد اللبن مباشرة بعد الانتهاء من عملية تسخين اللبن ذلك بوضع إناء اللبن تحت الماء الجارى وذلك لعدم إتاحة الفرصة الملائمة لنمو وتكاثر ما قد يكون باللبن من الميكروبات المقاومة للحرارة فى الفترة ما بين انتهاء

تسخين اللبن وتبريده علاوة على أن التبريد المباشر للبن يقلل تأثير الحرارة على صفات اللبن المختلفة .

٤- يلى عملية التبريد حفظ اللبن مغطى ذلك لمنع تلوثه من الجو .

٥- حفظ اللبن باردا ذلك لتعطيل نمو ما قد يكون باللبن من الميكروبات المتجرثمة .

ويلاحظ أن هناك أوعية متخصصة لغلى اللبن مصنوعة من الألومنيوم ومزودة بقرص حيث يمكن رفعه لتنظيفه وعند استعمالها يوضع اللبن فيها بحيث لا يتجاوز منسوب اللبن مستوى القرص ثم يسخن هذا الوعاء فى حمام مائى وعند ارتفاع سطح اللبن يتكسر الغشاء المتكون نتيجة اصطدامة بالقرص وهذا يؤدى إلى اختلاط جميع اللبن مما ينتج عنه توزيع الحرارة بين جميع أجزاء اللبن .

٢- بسترة اللبن :-

تعرف البسترة على أنها هاملة حرارية للمنتجات تجرى بهدف تقليل المخاطر الصحية مع إحداث أقل تغير فى الخواص الطبيعية والحسية لهذه المنتجات.

ويعرف اللبن المبستر على أنه :-

هو منتج عرض لدرجة حرارة ومدة البسترة ثم تم تبريده مباشرة بعد المعاملة الحرارية وتعبئته مباشرة بعد التبريد ولم يحدث له تلوث بعد البسترة.

طرق البسترة

•• يوجد هناك طريقتين للبسترة هما :

١- الطريقة البطيئة Holding method

٢- الطريقة السريعة High temperature short time (H.T.S. T)

أولاً- الطريقة البطيئة Holding method

من الملاحظ أن الطريقة البطيئة تتلخص فيما يلى :

تسخين كل قطرة من اللبن إلى درجة ٦٢ م° ولمدة ٣٠ دقيقة ثم يلى ذلك إجراء عملية تبريد سريع إلى درجة حرارة ٥ م° ويجب أن يكون الجهاز

مزود ومجهز بترمومتر بيانى لتسجيل درجة الحرارة وتمتاز هذه الطريقة بأنها كفيلة للقضاء على جميع أو معظم الميكروبات دون حدوث أى تغيرات يذكر وبخاصة على طبقة القشدة.

أجهزة البسترة البطيئة :

من الملاحظ أن هناك العديد من الأجهزة التى تستخدم لتسخين اللبن وحفظه على درجة حرارة البسترة وذلك أثناء المدة المطلوبة ويوجد هناك ثلاثة أنواع من أجهزة البسترة منها الحلزونى والرشاش والمزدوج الجدران ذو المقلبات وهذه الأجهزة هى التى تستخدم فى البسترة إلبطيئة .

١- الحوض ذو الحلزون Coil vat

نجد أن هذا النظام من أوائل الأجهزة التى استخدامت فى البسترة البطيئة للبن وهو عبارة عن حوض مصنوع من المعدن به حلزون أفقى ويلاحظ أن الحوض والجوانب تبطن بمادة عازلة كالفلين مغطاة بالخشب أو المعدن ويلاحظ وجود غطاء متحرك من نفس المعدن — ويتم تقليب اللبن سواء كان أثناء عمليات التسخين أو التبريد عند تحريك الحلزون والحامل حركة تتم باستعمال قوة محركة — وقد يتم تسخين وحفظ اللبن وتبريده داخل الحوض ذو الحلزون ويستغرق ذلك حوالى ساعة ونصف الساعة تقريبا ومن الملاحظ أن التبريد البطئ للبن قد يؤثر على طبقة القشدة عند التعبئة فتكون قليلة عما إذا أجرى تبريد اللبن فوق مبرد سطحى .

٢- الحوض ذو الرشاش spray vat:

فهو عبارة عن حوض مستطيل بحائط مزدوج الجدران من الجوانب والقاع حيث يمرر ماء ساخن على درجة حرارة ٦٥م° – ٧٠م° وذلك من خلال حركة دائرية بواسطة مضخة خلال أنابيب تكون فى أعلى الازدواج وبرش الماء من خلال فتحات صغيرة على جدار الحائط الداخلى للحوض مما يؤدى ذلك إلى تسخين متساوى دون ظهور أماكن تسخين موضعية ويلاحظ تسخين الماء المتجمع فى القاع بواسطة البخار ثم يعود دورنه حتى يتم تسخين اللبن إلى

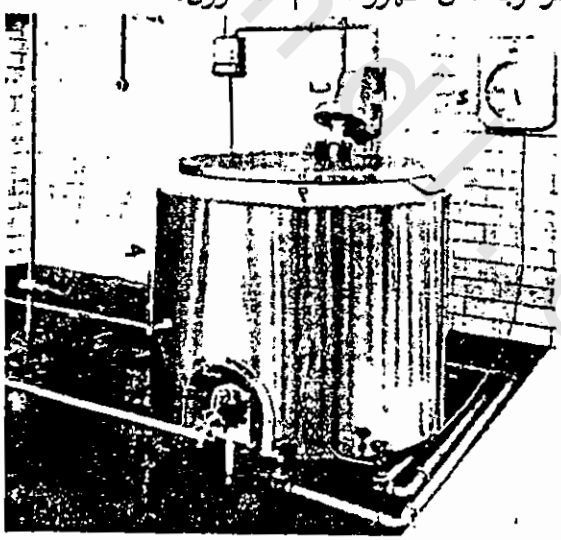
درجة حرارة المطلوب الوصول إليها ويتم التقليب أثناء عملية التسخين والحفظ بواسطة مقلب بطيء الحركة يعلق رأسيا بالحوض .

ويجب ملاحظة الحوض يزود بضابط حرارى أتوماتيكى وإذا لم يوجد ضابط للحرارة يجب أن يزود الحوض يترمومتر يتصل بمحرك كهربائى خاص.

وعادة ما يستخدم هذا النظام فى بسترة المخاليط لعمل المثلوجات اللبنية.

٣- الحوض المزدوج الجدران Jacketed vat

ويصنع الحوض من الصلب الغير قابل للصدأ أو قد يصنع من الصلب المبطن بالزجاج وغالبا ما تكون مستديرة ملساء من الداخل والخارج وذلك بهدف سهولة عمليات التنظيف، ويلحق بالحوض مقلب يثبت فى غطائه يدار بموتور ويمكن التحكم فى سرعة المقلب ويتم تسخين اللبن فى هذا النظام بمرور الماء الساخن أو البخار فى الحيز الموجود بين الجدارين علاوة أنه يجب الحرص على التقليب أثناء عمليات التسخين أو الحفظ وذلك بهدف عدم ظهور أى أطعمة غير مرغوبة مثل ظهور الطعم المحروق.



شكل (١١) المبرد ذو الجدار المزدوج

أ — الجدار المزدوج .
ب— ترمومتر لقياس ماء التسخين.
ج— المقلب .
د — ترمومتر لقياس اللبن

ثانياً : البسترة السريعة high temperature short time (H.T.S.T) وفى هذه الدرجة يتم تسخين اللبن على درجة حرارة لا تقل عن ٧١°م لمدة ١٥ ثانية ثم التبريد السريع لدرجة ٥°م.

تتخلص خطوات بسترة اللبن فى الخطوات الآتية :

١- يدخل اللبن الخام الوارد من خزانات استلام اللبن إلى حوض الموازنة الذى وظيفته تنظيم دخول اللبن إلى جهاز البسترة ويتم ذلك عن طريق وجود عوامة تتحكم فى كمية اللبن التى تدخل بحيث تظل على مستوى ثابت باستمرار (شكل ١٢).

٢- يمرر اللبن من حوض الموازنة بواسطة المضخة إلى المبادل الحرارى ذو الألواح (شكل ١٢) حيث يحدث تبادل للحرارة بين اللبن الذى سيتم بسترته والنتيجة تسخين اللبن الخام تسخين مبدئى لدرجة ٤٥ م° مع خفض درجة حرارة اللبن المبستر وبذلك تم تبريد اللبن المبستر تبريد مبدئى.

٣- يمرر اللبن بعد ذلك إلى جهاز التقنية أو الترشيح كى يتم التخلص من الشوائب التى قد تكون فى اللبن .

٤- بعد ذلك ينقل اللبن إلى منطقة التسخين النهائى حيث يحدث تبادل للحرارة هناك مع ماء آخر تزيد حرارته بنمو ٢ — ٣ م° عن تلك المطلوب البسترة إليها وبذلك ترتفع درجة حرارة اللبن إلى درجة حرارة تتراوح ما بين "٧١ م° — ٧٣ م°".

٥- بعد ذلك يمرر اللبن إلى أنبوبة الحجز فهى عبارة عن أنبوبة على شكل حرف "U" وهذه الأنبوبة جيدة العزل الحرارى ومصممة بطريقة تسمح ببقاء اللبن داخلها طول مدة الحفظ ومقدارها ١٥ ثانية .

٦- يوجد عند فتحة خروج اللبن من الأنبوبة صمام يعرف باسم صمام التحويل وهذا الصمام يعمل أوتوماتيكيا ويوجد لهذا الصمام ثلاثة فتحات الأولى هى لتوصيل اللبن إلى أنبوبة الحجز والثانية توصيل اللبن إلى قسم التبريد بالمبادل الحرارى والثالثة فهى لتوصيل اللبن إلى حوض الموازنة ونجدان

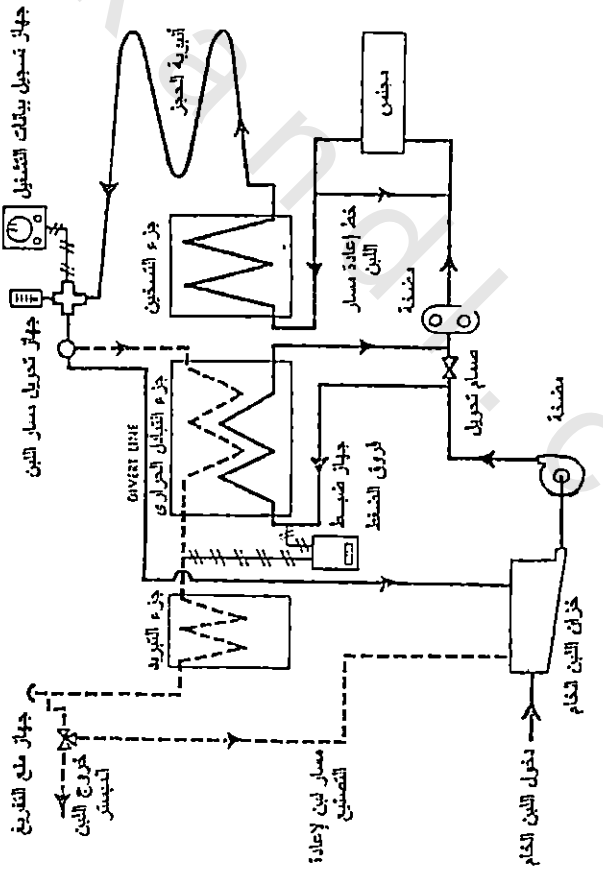
وظيفة المحول هى ضمان بسترة اللبن وحجزه على الدرجة المطلوبة فلا يتم مرور اللبن إلا إذا كانت حرارته تسمح له بالمرور إلى المبادل الحرارى وإلا يتغير اتجاهه عائدا إلى حوض الموازنة ويتم خلطه مع اللبن الخام وتعاد بسترته .

٧- يلاحظ بعد ذلك أن اللبن بعد بسترته يتجه إلى مبادل الحرارة يتقابل فى وضع مضاد مع اللبن الخام المبرد ويلاحظ انخفاض حرارته إلى ٤٥ م° ثم بعد ذلك يمرر إلى منطقة التبريد النهائى حيث يتقابل مع الماء البارد فى وضع مضاد أو قد يستخدم المحلول الملحى بدلا من الماء المثلج .

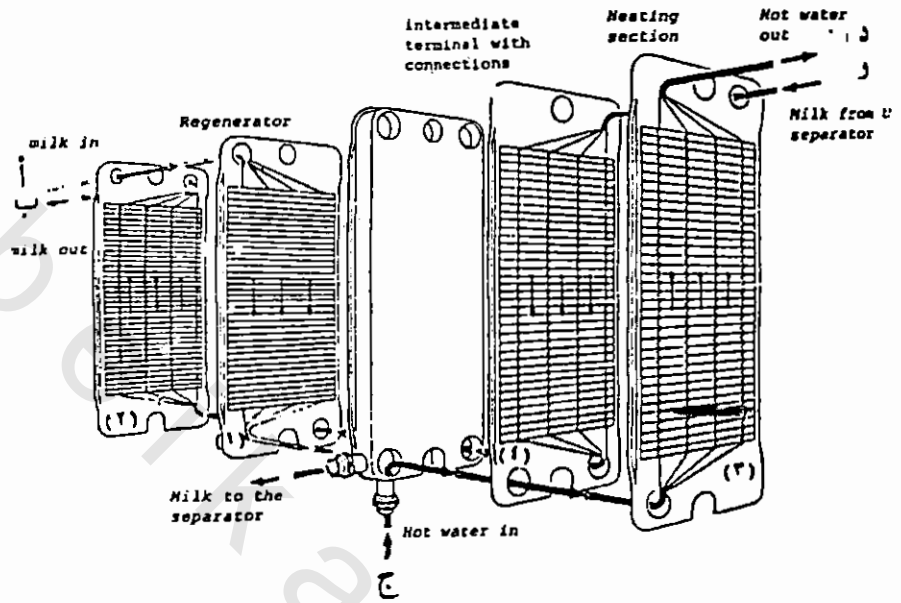
** وفى كلتا الحالتين تنخفض درجة حرارة اللبن إلى ٥م°

٨- يتم تعبئة اللبن فى ظروف تمنع إعادة تلوثه.

شكل (١٢) رسم تخطيطى لجهاز البسترة السريعة UTST



شكل (١٣ أ) المبادل الحرارى ذو الألواح



أجهزة البسترة السريعة UTST

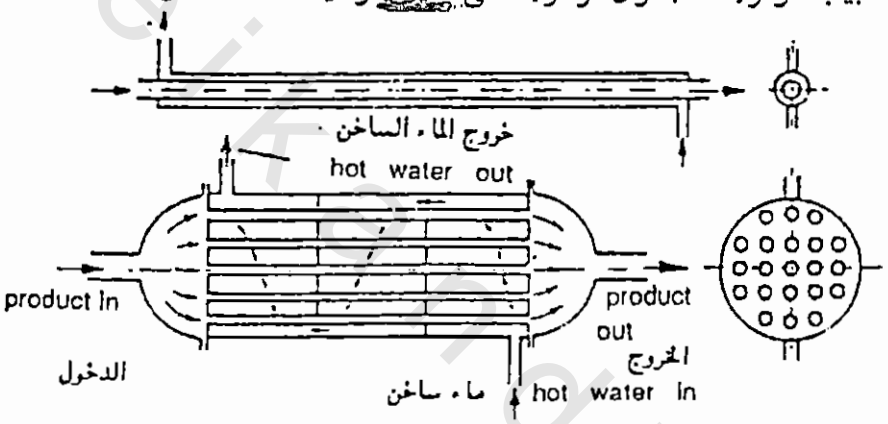
١- المبادل الحرارى ذو الألواح Plate heat exchanger

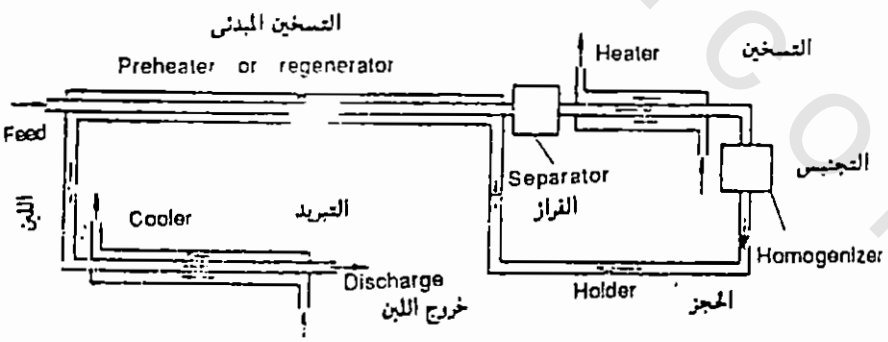
يتم تسخين اللبن أو يتم تبريده وذلك باستخدام مبادل الحرارة ذو الألواح، ونجد أن المبادل الحرارى ذو الألواح عبارة عن ألواح معدنية مصنوعة من الصلب الغير قابل للصدأ، تكون مرصوصة بجوار بعضها البعض وذلك فى إطار يحكم قفله وبذلك لا يتم تعريض اللبن للجو الخارجى عند مروره عليها، ومن الملاحظ أن ما يساعد على أحكام القفل والالتصاق وجود الجوانات Gaskets أو الفواصل من المطاط بهدف إحكام القفل ومنع تلوث اللبن، ونجد أن هذه الألواح ذات وجهين أحد هاتين الوجهين يمرر عليه اللبن أما الوجه الأخر فيمرر عليه وسط التسخين أو التبريد الذى يكون أما ماء ساخن أو بارد، وعلى ذلك يمكن رفع أو خفض درجة حرارة اللبن إلى درجة الحرارة المطلوبة. علاوة على أنه لخفض تكاليف الإنتاج يتم استخدام اللبن نفسه فى عمليات التسخين والتبريد فاللبن الذى تم تسخينه يقابل اللبن البارد الوارد إلى المصنع

فيحدث تبادل للحرارة بينهما فيحدث تبريد اللبن الأول وتسخين اللبن الثانى ثم بعد ذلك يستكمل تبريد وتسخين اللبنين بالمرور على ألواح أخرى يجرى على أسطحها المقابلة الماء المثلج فى الحالة الأولى والماء الساخن فى الحالة الثانية .

٢- المبادل الحرارى الأمبوبى Tubular hear exchanger

تعتمد هذه المبادلات على مرور اللبن خلال أنابيب حيث والتى يتم فيها التسخين أو التبريد كما هو موضح فى شكل (١٣ب) — حيث تكون هذه الأنابيب مزدوجة الجدران أو توجد فى حيز يمر فيه الماء الساخن.





شكل (١٣ ب) بسترة اللبن بطريقة المبادل الأمبوبى ونظام الإمساك

مقارنة بين الطريقة السريعة والبطيئة :

١- من الملاحظ أن الطريقة البطيئة تناسب الكميات القليلة والمحدودة من الألبان والتى تقل عن ٥ طن يوميا فإذا زادت كمية اللبن المستخدمة عن هذا الحد فمن الملاحظ أن الطريقة السريعة تكون هى المناسبة فى هذه الحالة .

٢- علاوة على أن الطريقة السريعة تستغرق وقتا أقل من البسترة بالطريقة البطيئة وكذلك يمكن بعد أجراء بسترة اللبن يتم تعبئته بعد ذلك .

٣- أما الطريقة البطيئة تكون الأجهزة المستخدمة أبسط فى التركيب والتشغيل عما فى الطريقة السريعة حيث أنه بسبب قصر فترة التسخين فى الطريقة السريعة يستلزم الأمر.

١- ضبط كمية وسرعة مرور اللبن فى الجهاز .

٢- ضبط كمية وسرعة ودرجة حرارة وسط التسخين .

٣- ضبط فترة الحجز لمدة ١٥ ثانية .

٤- من الملاحظ أن استخدام الطريقة السريعة يساعد على استغلال الأيدى العاملة إلى أقصى حد وذلك بتوفير الوقت المخصص للنظافة وزيادة قدرة الآلات التصنيعية دون الحاجة إلى زيادة عدد ساعات العمل . .

٥- علاوة على أنه لا يوجد هناك فوارق محسوسة بين كلتا الطريقتين وذلك فيما يتعلق بتأثيرهما على صفات اللبن الظاهرية أو الكيماوية على القيمة الغذائية .

اللبن المعقم

أ - إنتاج اللبن المعقم التجارى strillzed milk production

اللبن المعقم هو الناتج الخالى من الكائنات الحية الدقيقة والجراثيم وهو الذى سبق تجنيسه وتعبئته فى زجاجات محكمة القفل ثم تعقيمه بتعريض الزجاجات لتيار من البخار إلى درجة حرارة لا تقل ١٢٥م° وذلك لمدة تصل ٢٠ - ٣٠ دقيقة .

** ويمكن سرد طريقة إنتاجه كما يلى :

١- **اختبار اللبن** : يجب أن يكون اللبن نظيفا وذلك لتقليل أو منع تلف الناتج النهائى نتيجة لنمو الميكروبات المتجرثمة والمقاومة لدرجات الحرارة العالية علاوة على ذلك يجب ألا تزيد الحموضة عن الحد المطلوب حيث يؤثر ذلك على ثبات اللبن أثناء تسخينه .

٢- **التنقية** : والهدف من هذه العملية هو إزالة الشوائب التى لا يمكن إزالتها بالتصفية كالخلايا الطلائية وكرات الدم والتى قد يؤدى وجودها إلى تكوين رواسب فى قاع الزجاجات عند ترك اللبن بعد تعقيمه .

٣- **التسخين المبدئى** : الهدف منها هو إعداد اللبن لعملية التجنيس حيث ترفع درجة حرارته إلى ٦٠ م° بواسطة مبادل حرارى ذو الألواح .

٤- **التجنيس** : الهدف منه هو منع ظهور أو تكوين طبقة دهن على سطح اللبن وذلك بتفتيت حبيبات الدهن إلى حبيبات متناهية فى الصغر تبقى عالقة فى اللبن ويتراوح الضغط المستخدم ما بين ٢٠٠٠ — ٣٠٠٠ رطل على البوصة المربعة .

٥- **التعبئة** : يتم تعبأة اللبن الساخن فى زجاجات معقمة ثم تقفل بأغطية معدنية أو كبسولات كالمستخدمة فى زجاجات المياه الغازية .

٦- **التعقيم** : ويلاحظ أن عملية التعقيم إما أن تتم فى حوض التعقيم أو فى المعقم المستمر حيث يلاحظ دخول البخار تحت ضغط وتتراوح درجة حرارة التسخين ما بين ١٢٠ — ١٢٥ م° وذلك لمدة تصل إلى ١٤-١٥ دقيقة وقد يستخدم أيضاً درجة حرارة ١٢٥م° لمدة ٢٠ دقيقة ولكن درجة الحرارة العالية مع الوقت الطويل تؤدى إلى حدوث ظاهرة اللون البنى Browning.

٧- **تبريد اللبن** : ويلاحظ بعد ذلك أنه يتم تبريد زجاجات اللبن تدريجيا بتمريرها فى ماء على درجة حرارة (٩٠م°) ثم فى ماء درجة حرارته تصل

إلى ٦٨م° ثم بعد ذلك فى ماء بارد تصل درجة حرارته إلى ٤٥ م° ويحدث تقليب اللبن داخل الزجاجات أثناء مراحل التبريد المختلفة .

ب- اللبن المعقم بطريقة UHT (Ultra High Temperature Milk)

حيث يعرض اللبن للتعقيم قبل التعبئة ثم يعبأ تحت ظروف معقمه وفى هذه الطريقة يعرض اللبن لدرجة حرارة ١٣٥ — ١٥٠ م° ثوانى (من ٢ — ٦ ثوانى) وهى أقل تأثير كيمائى على اللبن عما تسببه طريقة التعقيم التجارى السابق ذكرها .

وتتم هذه الطريقة من التعقيم بطريقتين :

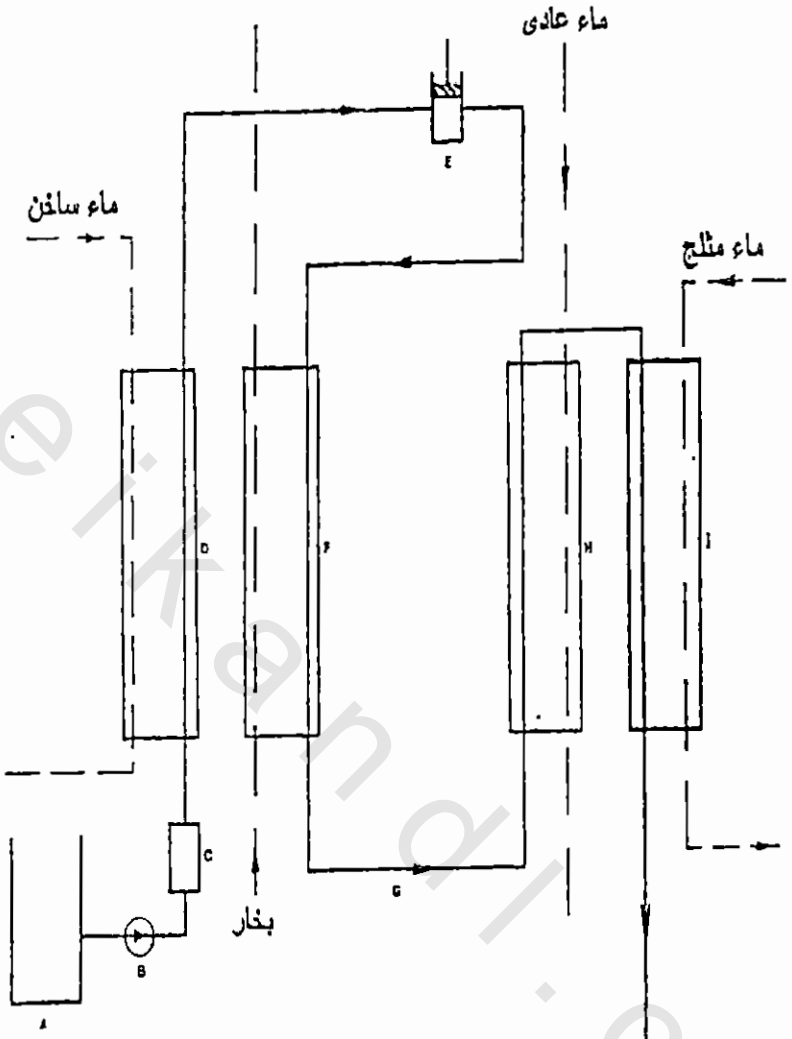
أ — الطريقة الغير مباشرة Indirect method

ب- الطريقة المباشرة Direct method

أولا : الطريقة الغير مباشرة :

يستخدم فى هذه الطريقة (شكل ١٤) أنظمة التبادل الحرارى لتسخين اللبن حيث يتم التبادل الحرارى بين منتج ومنتج أو بين منتج وماء أو بخار ويستخدم لذلك المبادل الحرارى ذو الألواح أو الأنبوبى .

opeikandi.com



شكل (١٤) رسم تخطيطى لجهاز تعقيم UHT .. الطريقة غير المباشرة

obeikandl.com

خطوات الصناعة :

١- **دخول اللبن وتعديل معدل السريان** : يضخ اللبن من خزان اللبن الخام بواسطة مضخة إلى جهاز التحكم فى معدل السريان .

٢- **التسخين المبدئى** : تسخين اللبن تسخينا مبدئيا إلى ٧٠ م° باستخدام المبادلات الحرارية .

٣- **تجنيس اللبن** : يجرى التجنيس قبل أو بعد التسخين فوق العالى (التعقيم) إلا أن التجنيس بعد التعقيم يستلزم استخدام أجهزة خاصة لا تسمح بالتلوث الميكروبى وتكون هذه الأجهزة مرتفعة التكلفة — وعادة يفضل التجنيس بعد التعقيم لأنه يقلل من تجمع الدهن والبروتين وتكوين رواسب بروتينات الشرش .

٤- **تعقيم اللبن (التسخين فوق العالى)** : يتم تسخين اللبن بواسطة البخار حيث يسخن اللبن إلى درجة التعقيم المطلوبة (١٣٥ — ١٥٠ م°) .

٥- **حجز اللبن**: يمر اللبن بعد ذلك إلى أنبوب الحجز ويستغرق مروره بها المدة اللازمة لحجز اللبن على درجة حرارة التعقيم (٢ — ٤ثانية) .

٦- **تبريد اللبن** :

- **تبريد أولى** :

ويتم ذلك فى مبادل حرارى يستخدم فيه ماء عادى للتبريد .

- **تبريد نهائى** :

ويتم ذلك فى مبادل حرارى يستخدم فيه ماء بارد (٥ م°) للتبريد .

٧- **تعبأة اللبن** : يتم تعبئة اللبن فى ظروف خاصة لمنع تلوثه أو يتم ضخ اللبن إلى خزان حفظ اللبن المعقم مبردا .

ثانيا : الطريقة المباشرة Direct heating methods

شكل (١٥) رسم تخطيطى يبين مراحل هذه الطريقة ويوجد منها طريقتين :

أ — حقن البخار فى اللبن **Injection**

ب— حقن اللبن فى جو من البخار **Infusion**

٥٥ خطوات الصناعة فى طريقة حقن البخار فى اللبن :

١— استلام اللبن وأجراء الاختبارات المختلفة عليه.

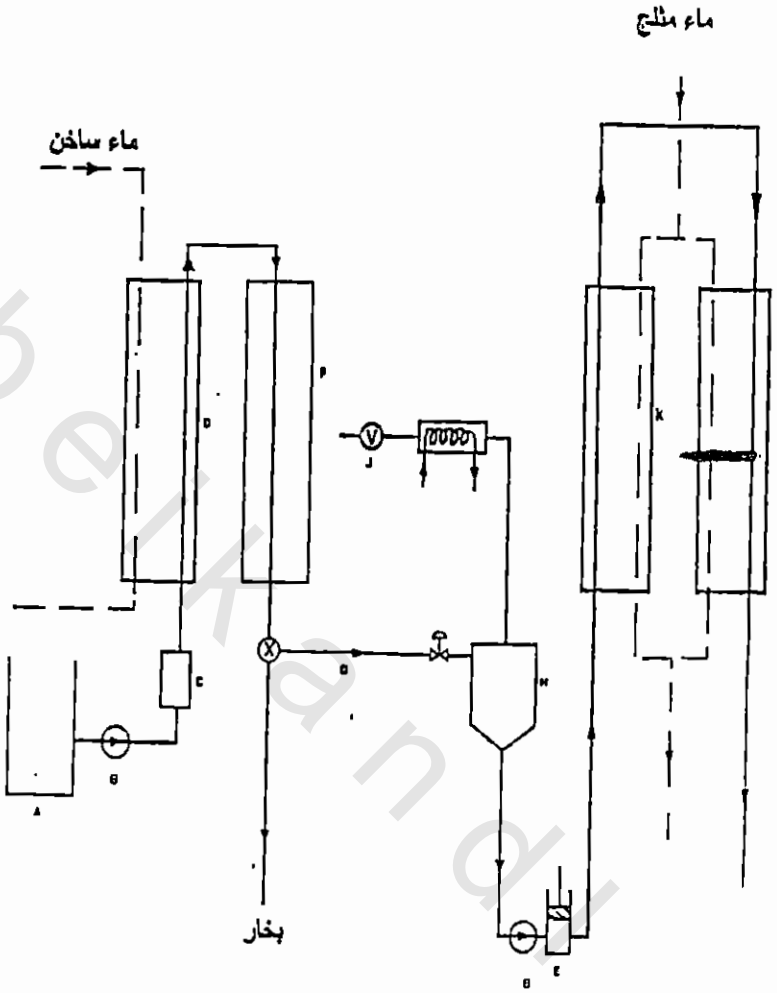
٢— التسخين المبدئى للبن على درجة حرارة ٧٥ — ٨٥ م° وذلك باستخدام المبادل الحرارى ذو الألواح ويتم التسخين على مرحلتين.

٣— حقن اللبن بالبخار لترتفع درجة حرارته إلى درجة حرارة التعقيم ١٥٠ م° ثم يمر على أنبوب الحجز حيث يبقى بها مدة ٢ — ٤ ثانية .

٤— إمرار اللبن على جزء من الجهاز لإزالة البخار المتكثف بالتفريغ فعند دخول اللبن المحمل بالبخار إلى غرفة التفريغ يتمدد نتيجة للتفريغ ويسحب البخار الساخن لاستخدامه فى التسخين المبدئى — ويتم التحكم فى هذه الخطوة بحيث لا يحدث تغير فى نسبة الماء باللبن المعقم الناتج — فيجب أن يتم التخلص من كل كمية البخار التى أضيفت إلى اللبن بغرض تعقيمه.

٥— يضخ اللبن بعد ذلك بواسطة مضخة إلى المجنس حيث يتم تجنيس اللبن.

٦— يبرد اللبن إلى درجة ١٨ — ٢١م° باستخدام مبادل حرارى يمر فيه ماء بارد أو عن طريق دفعه على هيئة رذاذ داخل غرفة مفرغة تحت ضغط منخفض.



شكل (١٥) رسم تخطيطى لجهاز تعقيم UHT .. الطريقة المباشرة

٧- يضخ اللبن إلى خزانات معقمة تتولى تنظيم دخوله إلى جهاز التعبئة حيث يعبأ فى عبوات التتراباك المعقمة.

ب- خطوات طريقة حقن اللبن فى جو من البخار

١- تسخين اللبن مبدئيا إلى ٧٥ — ٨٥°م

٢- تعقيم اللبن عن طريق حقن اللبن فى البخار حيث يدخل اللبن إلى غرفة أو وعاء البخار على هيئة فيلم رقيق أو على هيئة قطرات أو رذاذ ويعتقد أن

حقن اللبن على هيئة رذاذ أكثر كفاءة فى وصول اللبن إلى الدرجة المطلوبة للتعقيم وهى ١٥٠م°.

٣- حجز اللبن فى أنبوبة الحجز لمدة ٢ — ٤ ثانية .

٤- دخول اللبن والبخار إلى غرفة التفريغ حيث يتم التخلص من كمية البخار التى أضيفت إلى اللبن بغرض تعقيمه وذلك عن طريق التفريغ .

٥- تبريد اللبن باستخدام المبادل الحرارى ذو الألواح باستخدام الماء البارد .

٦- تعبئة اللبن تحت ظروف معقمة لمنع إعادة تلوثه بالميكروبات .

أهمية تعقيم اللبن بطريقة UHT

نظرا لأنه فى طريقة التعقيم البخارى (الطريقة التقليدية) والتى يتم فيها تعقيم اللبن بعد تعبئته فى العبوات يلزم إبقاء اللبن على درجة حرارة التعقيم مدة لا تقل عن ٢٠ دقيقة حتى يضمن وصول درجة حرارة التعقيم إلى مركز العبوة وبقاء اللبن مدة طويلة على درجة الحرارة المرتفعة (فوق ١٢٥ °م) يؤدى إلى أحداث تغيرات غير مرغوبة فى مكونات اللبن — إما فى حالة التعقيم باستخدام طريقة UHT فإن اللبن يتم تعقيمه قبل تعبئته ويبقى على درجة حرارة التعقيم مدة لا تزيد عن ٦ ثوانى وهذا يقلل من التأثير السلبى للحرارة على مكونات اللبن.

وقد أظهرت الأبحاث أن طرق التعقيم التقليدية أو ما تسمى التجارية أو التعقيم بعد التعبئة تؤدى إلى دنترة شق البروتين المسمى بيتالاكتو جلوبيولين دنترة كاملة فى حين أن استخدام طريقة UHT تؤدى إلى دنترة ٣٠- ٤٠٪ فقط من هذا الشق كذلك استخدام طريقة UHT فى التعقيم تؤدى إلى فقد فى فيتامين B_1 (الثيامين) بمقدار لا يزيد عن ٣٪ فى حين أن الفقد الحادث فى فيتامين B_1 عند استخدام الطريقة التقليدية فى التعقيم يصل إلى ٣٠٪ .

وقد أظهرت الأبحاث أن استخدام طريقة UHT يقضى على ٩٩٪ من جراثيم ميكروب B.stearothermophilus بينما فى الطريقة التقليدية لا تتعدى نسبة القضاء على هذه الجراثيم ١٥٪ .

كـذلك يقـضى التعقـيم بطريقـة UHT كليـة علـى ميكـروب Cl.botulinum بينما لا تتعدى نسبة القضاء على هذه الجراثيم فى الطريقة التقليدية ٢٥٪.

اختبارات الألبان المعاملة بالحرارة

•• وتشمل الاختبارات ما يلى :

١- اختبار الفوسفاتيز.

٢- اختبار أزرق الميثيلين المعدل.

٣- اختبار التعكير .

أولا : اختبار الفوسفاتيز Phosophatase test

١- الهدف من إجراء اختبار الفوسفاتيز :

من الملاحظ أن الهدف من إجراء الاختبار أنه يستخدمه رجال الصحة ورجال صناعة الألبان للكشف عن عدم كفاءة البسترة من حيث البسترة لدرجة حرارة أقل من درجة الحرارة المطلوبة الوصول إليها عند إجراء البسترة أو الحجز لمدة أقل من المدة المطلوبة أو قد يكون هناك حدوث اختلاط بعض اللبن الخام مع اللبن المبستر (٢٪ لبن خام أو أكثر من ذلك) .

٢- الأساس العلمى لهذا الاختبار :

الجدير بالذكر أن هذا الاختبار يعتمد على قدرة إنزيم الفوسفاتيز القلوى الموجود فى اللبن على مهاجمة ثنائى صوديوم فينيل فوسفات وانفراد الفينول الذى يمكن تقدير كميته بطريقة لونية.

٣- طريقة إجراء الاختبار :

١- الأدوات والمواد المطلوبة للاختبار :

١- عينة لبن خام .

٢- عينه لبن مبستر وعينة لبن غير كامل البسترة .

٣- أنابيب اختبار .

٤- ماصات معقمة .

٥- صندوق مقارنة الألوان .

٦- حمام مائى .

٧- محلول كربونات الصوديوم

٨- دليل Folin and cicalter's .

٩- محلول الكلورفورم .

١٠- محلول منظم فوسفاتىpH 3.5

٢- طريقة العمل :

يحضر أنابيب اختبار كما يلى :

١- **الأنبوبة الأولى** : نجد أنها تحتوى على ٠,٥سم^{٣} لبن مبستر + ١٠سم^{٣} محلول فوسفات منظم.

٢- **الأنبوبة الثانية** : حيث تحتوى هى الأخرى ٠,٥سم^{٣} لبن غير كامل البسترة + ١٠سم^{٣} من المحلول الفوسفاتى المنظم .

٣- **الأنبوبة الثالثة** : تحتوى على ٠,٥سم^{٣} لبن خام + ١٠سم^{٣} من محلول الفوسفات المنظم.

٤- **الأنبوبة الرابعة** : تحتوى على ٠,٥ سم^{٣} لبن خام + ١٠سم^{٣} ماء مقطر.

٥- **الأنبوبة الخامسة**: يكون بها ١٠,٥ سم^{٣} من محلول الفوسفات المنظم.

ثم يضاف بعد ذلك إلى كل أنبوبة من الأنابيب السابقة ٣ نقط من محلول كلوروفورم بهدف منع تكاثر البكتريا ثم تخلط الأنابيب جيدا يلى ذلك تحضين الأنابيب على درجة حرارة ٣٧م° لمدة ١٢ ساعة ثم بعد مرور المدة ترفع الأنابيب من الحضان ويضاف إليهما ٤,٥ سم^{٣} من كشاف folin and cicalter's reageut ثم تمزج بعد ذلك الأنابيب جيدا وتترك لمدة ٣ دقائق ثم ترشح ويضاف إلى المرشح ٢ سم^{٣} من محلول كربونات الصوديوم ثم توضع بعد ذلك فى حمام مائى يغلى لمدة ٢ دقيقة. ودرجة وتركيز اللون المتكون

هى التى تعطى تقديرا للفوسفاتيز وفى العادة يقدر ذلك باستخدام صندوق مقارنة الألوان أو الاسبكتوفوتميتر.

ومن الملاحظ أنه يوجد هناك طريقة سريعة للكشف عن الفوسفاتيز فى اللبن فنجد أنها تتخلص فى الآتى :

١- الأدوات والمواد المطلوبة :

١- عينة لبن خام وعينه أخرى لبن مبستر .

٢- ماصات .

٣- أنابيب اختبار نظيفة ذات سدادات كاوتشوك .

٤- محلول phosphex (phenyl phosphoric ester)

٥- أقراص Indophax بدليل B.Q.C وهى
2,6 dibromo – quinone choroimide

٢- طريقة العمل :

١- يوضع ٥سم^{٣} من محلول phosphex فى أنبوبة اختبار نظيفة ومعقمة ثم يضاف إليها ٠,٥سم^{٣} من عينة اللبن المبسترة وتغطى الأنبوبة بسدادة كاوتشوك وتترك لمدة دقيقة .

٢- توضع ٥سم^{٣} من محلول phosphex فى أنبوبة اختيار نظيفة ثم يضاف إليها ٠,٥سم^{٣} من عينة لبن خام وتغطى الأنبوبة بسدادة من الكاوتشوك، وتترك أيضا لمدة دقيقة.

٣- توضع كلتا الأنبوبين على حمام مائى على درجة ٣٧سم^{٠} وتترك لمدة ١٠ دقائق .

٤- ترفع الأنبوبتين من الحمام بعد مرور ١٠ دقائق ويضاف إلى كل أنبوبة منهما ١٠ نقط من دليل B.Q.C ثم ترج الأنابيب جيدا وتترك لمدة ٥ دقائق.

يلاحظ أن اللبن المبستر يعطى لونا يختلف من البنى إلى الرمادى وفى حالة عدم كفاءة البسترة أو إضافة لبن خام إليه فإنه يعطى لونا أزرق بدرجات متفاوتة أما اللبن الخام فيعطى لونا أزرق غامقا .

ثانيا : اختبار المثيلين الأزرق المعدل Modified M.B. Test

يلاحظ أنه إذا أجرى هذا الاختبار على اللبن المبستر بعد إجراء عملية البسترة مباشرة فإنه لا يعطى أى نتائج يمكن الاعتماد عليها لمعرفة درجة جودة اللبن المبستر لذلك يعدل هذا الاختبار بترك اللبن المبستر على درجة ٢٢م° لمدة ١٦ ساعة وذلك بهدف معرفة مدى التلوث وبالتالى يمكن الحكم على درجة جودة اللبن المبستر .

وبهذا الإختبار يمكن الكشف عن وجود البكتريا المحبة للحرارة thermophilic فى اللبن المبستر والتى قد تؤدى إلى حدوث بعض العيوب فى اللبن وذلك بتحضين اللبن على ٥٥م° بدلاً من ٢٢°م.

اختبار العكارة (اختبار الألبيومين) Albumine test turbidity

يتم إجراء هذا الاختبار باستخدام ١٠ مل من اللبن ثم أضف إليه ٤٠مل من الماء المقطر و ٣ مل من حامض الخليك ثم قلب جيداً لتمزج جميع المحتويات بعضها البعض ثم يلى ذلك عملية الترشيح ثم يوضع الراشح الناتج فى أنبوبة اختبار وتوضع على حمام مائى يغلى لمدة ٥ دقائق .

ويلاحظ بعد ذلك إذا ظل المحلول رائق يعنى بذلك عدم صلاحية العينة للتعقيم إما إذا وجدت عكارة يمكن تصنيعه ويلاحظ أن العكارة دليل الصلاحية .

اختبار البيروكسيداز peroxidase

يستخدم فى هذه الطريقة محلول ٠,٢٪ من فوق أكسيد الأيدروجين H_2O_2 (PDM) Para phenylene diamine

ويجرى هذا الاختبار كالآتى :

يوضع ١٠ مل من اللبن فى أنبوبة اختبار نظيفة ومعقمة على درجة حرارة ٢٠م° ويضاف إليها نقطتين من H_2O_2 ٠,٢٪ ونقطة صغيرة من PDM ثم تقلب الأنبوبة لمزج المحتويات جيدا باحتراس.

ويلاحظ أنه إذا ظهر اللون الأزرق بعد مرور نصف ساعة يكون ذلك دليلا على تواجد الأنزيم .

تجنيس اللبن

عملية التجنيس عملية هامة لكثير من الصناعات اللبنية وعلى رأسها اللبن السائل .

وتؤدى هذه العملية إلى تجزئة حبيبات الدهن إلى حبيبات صغيرة وبذلك تمنع تجمعها وصعودها لتكوين طبقة القشدة — فيتجزأ حوالى ٩٨٪ من حبيبات الدهن إلى حبيبات صغيرة قطرها أقل من ٢ ميكرون وتكون هذه الحبيبات متجانسة فى الحجم وتبقى معلقة فى اللبن بينما حبيبات الدهن فى اللبن الغير مجنس تكون قطرها فى حدود ٣ — ٥ ميكرون وقد يصل قطرها إلى ١٧ ميكرون وحيث أن دهن اللبن أقل كثافة من اللبن فإن هذه الحبيبات تصعد إلى سطح اللبن بسرعة تتناسب طرديا مع نصف قطرها وبالتالى فإن الحبيبات الكبيرة الحجم تصعد بسرعة أكبر .

وتجرى عملية التجنيس بواسطة أجهزة يطلق عليها المجنسات والتى بدأت ابتكارها فى فرنسا بواسطة Gaulir عام ١٩٠٢.

الأنواع المختلفة للمجنسات

•• يوجد ثلاث أنواع رئيسية للمجنسات :

١- **مجنسات تعمل تحت ضغط عالى** High pressure homagenizer وهذه المجنسات يوجد فيها نوعين :

أ – مجنسات ذات مرحلة واحدة :

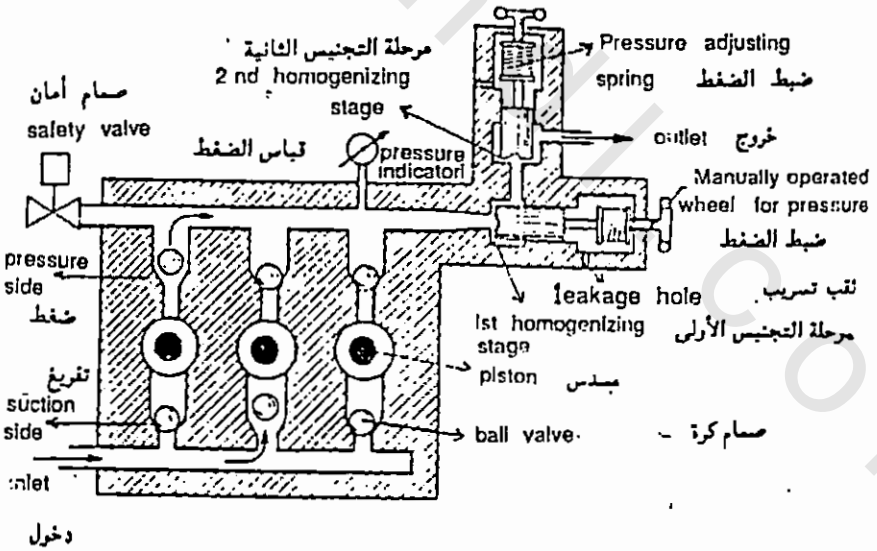
Single stage homogenizer

حيث يجرى التنجيس على مرحلة واحدة تحت ضغط مرتفع يصل إلى ٢٠٠٠ رطل/ بوصة^{٢}

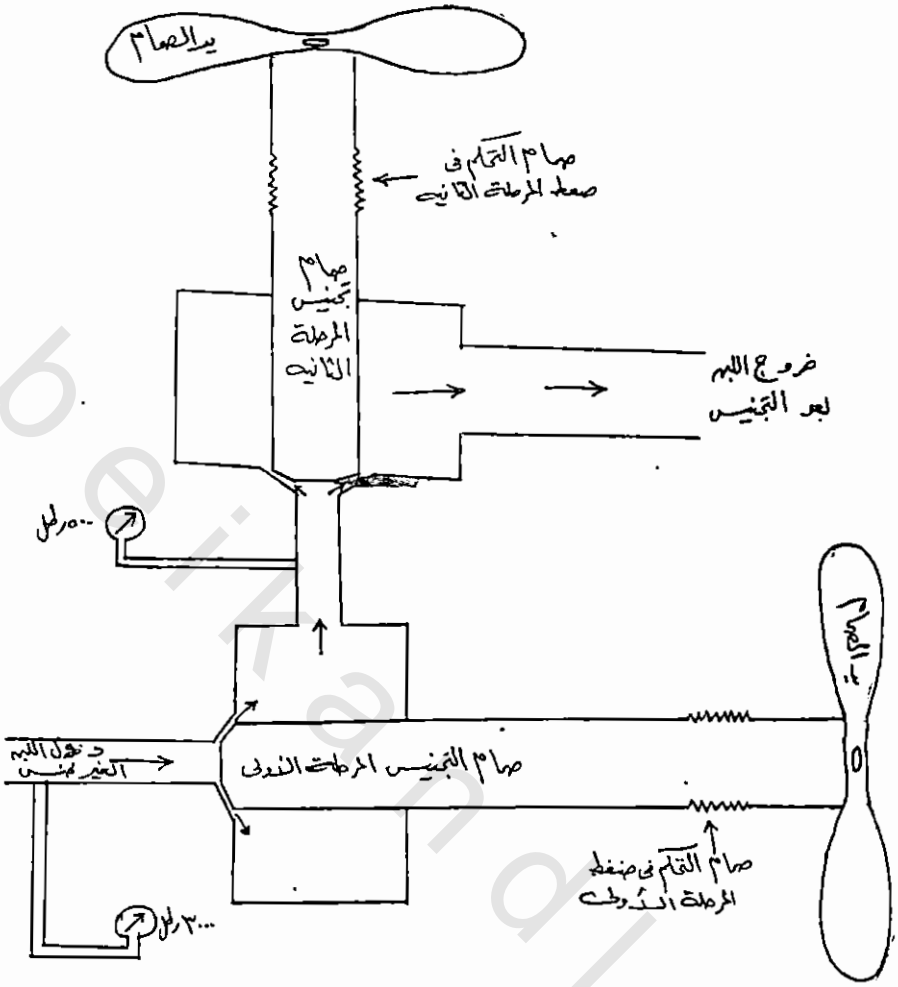
ب– مجنسات ذات مرحلتين :

Double – stage Homogenizer

وهذه المجنسات يتم فيها التجنيس على مرحلتين مرحلة أولى على ضغط ٢٠٠٠ رطل بوصة^{٢}، ومرحلة ثانية على ضغط ٥٠٠ رطل/بوصة^{٢}.



شكل (١٦) المجنس ذو المرحلتين



شكل (١٧) صمام التجنيس ذات المرحلتين

وللتجنيس على مرحلتين أهمية فى تفتيت تجمعات حبيبات الدهن التى ممكن أن تتكون فى المرحلة الأولى من التجنيس حيث أنه عندما يتجزأ الدهن بفعل التجنيس فى المرحلة الأولى فإنه يميل إلى التجمع فى شكل كتل وفى المرحلة الثانية يتم تفتيت هذه الكتل التى ممكن أن تسبب مشاكل فى بعض الصناعات اللبنية .

٢- مجنسات تعمل تحت ضغط منخفض :

low – pressure Homogenizer

مثل مجنس مارفل Marvel ويعتمد التجنيس فيها على السرعة التى ترتطم بها حبيبات الدهن على السطح الداخلى لحلقة التفتيت والتى يسقط عليها اللبن فى شكل عمودى بسرعة هائلة وتعمل هذه المجنسات على ضغط أقل من ٥٠٠ رطل/بوصة^{٢} .

٣- مجنسات التذبذب الصوتى sonic vibrates

وهى تعمل بتأثير الذبذبات الصوتية التى تعمل علي تفتيت حبيبات الدهن .

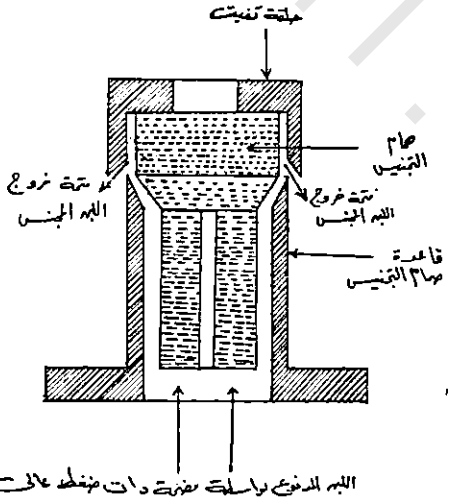
نظريات التجنيس :

١- نظرية التفتيت : Shattering theory

وفيها يعتقد أن حبيبات الدهن يتم تجزئتها نتيجة لتصادمها بحسم صلب (جدار صمام التجنيس وذلك بسبب تحركها بسرعة كبيرة فى اتجاه مضاد للصمام) .

٢- نظرية الانفجار explesion theory

وفيها يحدث تجزئه لحبيبات الدهن نتيجة للانخفاض المفاجئ فى الضغط وذلك بعد أن تترك صمام التجنيس .



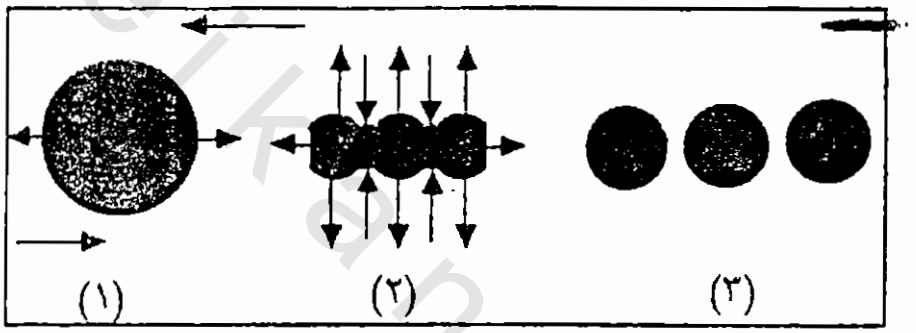
شكل (١٨) قطاع عرضى لصمام التجنيس

٣- نظرية التجزئة بالضغط shearing theory

وفيها يعتقد أن التجزئة تحدث بسبب الضغط المرتفع التى يقع على حبيبات الدهن عندما تندفع بسرعة عالية تحت ضغط يصل من ٥٠٠ — ٣٠٠٠ رطل/بوصة^{2} خلال فتحة ضيقه .

٤- نظرية التمدد Attenuation

وفيها يحدث تجزئه لحبيبات الدهن نتيجة تمددها نتيجة الضغط الواقع عليها حيث تمدد حبيبات الدهن بدرجة تفوق قدرتها المطاطة فتتجزأ .



(شكل ١٩) نظرية التفتيت نتيجة للتمدد

صفات اللبن المجنس :

١- الطعم : Taste

يتميز اللبن المجنس بطعم أكثر دسامة من طعم اللبن الغير مجنس وسبب ذلك هو التوزيع المنتظم لحبيبات الدهن فى اللبن المجنس وكذلك لزيادة اللزوجة فى هذا اللبن نتيجة لعملية التجنيس ولكن من المشاكل التى تعترض اللبن المجنس هى قابليته لتكوين الطعوم الغير مرغوبة نتيجة لسرعة تعرض دهن اللبن للتلف مثل الطعم المؤكسد oxidised flavour والطعم الزنخ rancid flavour.

ويرجع زيادة قابلية اللبن المجنس لظهور الطعم المؤكسد إلى زيادة السطح المعرض من الدهن لعوامل الأكسدة — ويوجد رأى معاكس لذلك وهو أن اللبن المجنس أقل عرضة لظهور الطعم المؤكسد بسبب الفقد الحادث فى الفوسفوليبيدات الموجودة فى غشاء حبيبة الدهن والتى تهرب إلى سيرم اللبن أثناء عملية التجنيس.

وتجزئة حبيبات الدهن نتيجة لعملية التجنيس يكون لها تأثير على زيادة الطعم الزنخ وذلك نتيجة لزيادة السطح المعرض من الدهن لنشاط انزيم الليبيز الذى يقوم بتحليل الدهن وانفراد الأحماض الدهنية وعلى الأخص الأحماض المنخفضة الوزن الجزئى مثل حمض البيوتريك والتى تؤدى إلى تزنخ الدهن عند زيارتها وتراكمها ويمكن التغلب على هذه المشكلة بإجراء عملية البسترة للبن قبل التجنيس، أو بعده للقضاء على انزيم الليبيز .

٢- مظهر اللبن Appearance

أ – تكوين الرواسب

تؤدى عملية تجنيس اللبن إلى تكون رواسب sediments فى قاع الزجاجات وذلك إذا تمت عملية التجنيس بدون إجراء عملية تنقية للبن وتتكون هذه الرواسب من كرات الدم البيضاء والخلايا الطلائية والمواد الغريبة التى ممكن أن توجد فى اللبن فى صورة شوائب نتيجة لعمليات الحلب والتداول، ويفضل تنقية اللبن بعد عملية التجنيس لإزالة هذه الرواسب .

ب- تكوين طبقة القشدة :

اللبن المجنس تقل فيه أو تنعدم ظاهرة تكون طبقة القشدة على السطح حيث أن التجنيس يؤدى إلى تجزئه حبيبات الدهن إلى حبيبات صغيرة أقل من ٣ ميكرون والتى تبقى معلقة فى اللبن ولا يمكنها التجمع والصعود لتكوين طبقة القشدة كما أن تجنيس اللبن يضعف من الحالة التى يوجد عليها البروتين والتى تلعب دور فى تجميع حبيبات الدهن فى اللبن البقرى لتكوين طبقة القشدة وهى مادة الأجلوتنين وبذلك تقل قدرة اللبن على تكوين طبقة القشدة.

العوامل المؤثرة على كفاءة التجنيس :

١- ضغط التجنيس :

كلما زاد الضغط زادت كفاءة عملية التجنيس بشرط أن يكون هذا الضغط ثابت أثناء عملية التجنيس ويجب أن يدخل اللبن إلى المجنس تحت ضغط لمنع دخول الهواء معه والذى ممكن أن يؤدى إلى تذبذب ضغط التجنيس وللتأكد من أحكام الضغط يجب أن يكون المجنس محكم القفل وكذلك الوصلات ويتم إجراء التجنيس تحت ضغط ٢٠٠٠ – ٢٥٠٠ رطل/بوصة ٢.

٢- درجة الحرارة:

تتوقف كفاءة التجنيس على درجة الحرارة التى يجرى عليها التجنيس وعادة تجرى عملية التجنيس فى اللبن الذى تجرى عليه عملية البسترة على درجة حرارة ١٤٠ °ف وذلك عقب خروج اللبن من الجزء الخاص بتبادل الحرارة ثم يمر اللبن بعد ذلك فى الجزء الخاص بالتسخين النهائى حيث تعمل حرارة التسخين النهائى على القضاء على أنزيم الليبيز مما يمنع تزنخ الدهن، وقد أظهرت الأبحاث أن أفضل درجة حرارة لتجنيس اللبن المبستر هى ١٤٠ °ف .

٣- كفاءة صمامات التجنيس :

تتوقف كفاءة عملية التجنيس على حالة صمامات التجنيس فيجب أن تكون بحالة جيدة خالية من أى خدوش أو شروخ وأن تكون ملساء تماما حتى لا يمر عليه بعض اللبن بدون أن يحدث له تجنيس أى تجزئة لحبيبات الدهن به.

مشاكل أجهزة التجنيس :

١- مشاكل ميكانيكية :

أ – تسرب اللبن وعدم ثبات ضغط التجنيس: يرجع إلى المشاكل الميكانيكية الناتجة من عدم أحكام تركيب المجنس أو عدم ربط الصواميل أو عدم وضع حلقات الكاوتشوك فى أماكنها.

ب- عدم ثبات ضغط التجنيس : يحدث بسبب وجود تنفيس فى المجنس نتيجة لعدم أحكام تركيب المجنس وتنفيس فى الصمامات .

عدم جودة إجراء عملية التجنيس وترجع إلى عيوب فى الضغط المستخدم أو درجة الحرارة التى يتم عليها التجنيس أو تآكل فى الصمامات .

مميزات وعيوب اللبن المجنس :

يتميز اللبن المجنس بالميزات الآتية :

١- طعمه أكثر نعومة ودسامة وغزارة .

٢- سهل الهضم وذلك بسبب خفض قوة الجذب السطحى لوجود مراكز ضعف كثيرة فى الخثرة بسبب تجزئة حبيبات الدهن التى تعمل كنقط ضعف فى الخثرة تعمل إلى تقليل قوة الجذب السطحى .

٣- زيادة ملائمة بروتين اللبن لعمليات الطهى والخبيز بسبب خفض ثبات الكازين وإدمصاص جزء منه على سطح حبيبات الدهن.

وللبن المجنس بعض العيوب مثل :

١- ظهور بعض الشوائب فى قاع الزجاجات .

٢- تعرض اللبن المجنس لتغيرات فى الطعم أثناء التخزين .

٣- يمكن أن يكون التجنيس مصدر للتلوث .

٤- زيادة التكلفة .

اختبار كفاءة عملية التجنيس :

طريقة تقدير نسبة الدهن :

يحجز لتر من اللبن المجنس بدون تقليب لمدة ٤٨ ساعة على درجة حرارة الثلاجة (حوالى ٤٥ ° ف) ثم يفصل باحتراس الـ ١٠٠سم^{٣} العليا من اللبن ويمزج جيدا ويقدر فيها نسبة الدهن بينما يمزج اللبن الباقى جيدا بعد فصل الـ ١٠٠ سم^{٣} العليا ويختبر نسبة الدهن فإذا كانت عملية التجنيس قد تمت على درجة عالية من الكفاءة فيجب ألا تزيد نسبة الدهن فى الطبقة العليا

عن ١٠٪ عن نسبة الدهن فى بقية اللبن وعادة لا يزيد الفرق فى نسبة الدهن بين الطبقتين عن ٦ — ٧٪ .

الطريقة الميكروسكوبية وطريقة farrall Index

وهى تقدر عدد حبيبات الدهن الذى يبلغ قطرها ٢ ميكرون والتى يمكن الحصول عليها من جميع حبيبات الدهن الموجودة فى عينه لبن مجنس والذى قد يحتوى على حبيبات ذات قطر أكبر من ٢ ميكرون تحت ظروف معينة وفى هذه الطريقة تخفف عينه اللبن ويعمل منها فيلم على شريحة .

تعد حبيبات الدهن ذات الأحجام المختلفة تحت الميكروسكوب باستعمال تكبير ١٠٠ مرة وتعد ٥ حقول ميكروسكوبية لكل عينه تدون النتائج فى الجدول التالى وهو جدول Farrall Index

وكل عدد لحبيبات الدهن ذات الأحجام المختلفة يضرب فى ثابت ك يختلف هذا الثابت حسب حجم حبيبة الدهن ومجموع حاصل الضرب لحبيبات الدهن المختلفة الحجوم يعرف بـ Farrall Index وهذا المؤشر يجب أن يكون فى مدى ٥ — ٧ حتى تكون عملية التجنيس تمت بكفاءة .

جدول (١٣) Farrall Index

رقم المجال الميكروسكوبى	حجم حبيبات الدهن (ميكرون)					
	٢ — ٢,٥	٢,٥ — ٣	٣ — ٤	٤ — ٥	٥ — ٦	٦ — ٧
١	—	—	—	—	—	—
٢	—	—	—	—	—	—
٣	—	—	—	—	—	—
٤	—	—	—	—	—	—
٥	—	—	—	—	—	—
المجموع	—	—	—	—	—	—
ثابت (ك)	١,٤	٢,٦	٥,٤	١١,٤	٢١	٣٤
المجموع × ك (Farrall index)	—	—	—	—	—	—