



جامعة حماة

كلية الطب البيطري

قسم الصحة العامة والطب الوقائي

صحة الألبان وتقاناتها

Hygiene and Dairy Technology

السنة الرابعة

– القسم النظري –

تأليف

الدكتور الياس عبد الله الميدع

أستاذ في قسم علوم الأغذية

جامعة البعث – كلية الزراعة

صحة الألبان وتقاناتها

Hygiene and Dairy Technology

مفردات المقرر

الفصل الأول: تركيب الحليب

أهمية الألبان-تركيب الحليب - مكونات الحليب: الليبيدات - المواد الغذائية - العناصر المعدنية - اللاكتوز - الأنزيمات.

الفصل الثاني: الخصائص الفيزيائية الكيميائية

طعم الحليب - لون الحليب - الثوابت المتعلقة بالمحلول: نقطة الغليان - الناقلية الكهربائية - نقطة التجمد - اللزوجة - معامل الانكسار - حالة الماء - كثافة الحليب - المادة الصلبة الكلية - درجة الحموضة - رقم الحموضة - دلالة المقارنة بين رقم pH الحليب ودرجة الحموضة.

الفصل الثالث: إنتاج الحليب

تكوين الحليب وإفرازه - الاصطناع الحيوي لمكونات الحليب
العوامل المؤثرة في تكوين الحليب وتركيبه.

الفصل الرابع: ميكروبيولوجيا الألبان

تحديد المجموعات الأربع الأساسية للأحياء الدقيقة- توصيف الأحياء الدقيقة وفق شكلها واحتياجاتها للنمو- الفعاليات الميكروبية الأساسية في الحليب- الأحياء الدقيقة الأساسية في الحليب-بكتريا حمض اللبن- بكتريا البر وببوتيك- البكتريا الممرضة-الفطور المنتجة للمواد السامة -الفيروسات-تسكير الحليب وفق النوعية الميكروبيولوجية.

الفصل الخامس: المعاملات المطبقة في صناعة الألبان

فرز الحليب - التنقية الفيزيائية - تنظيف الحليب ومعاملة الحليب بالترشيح الفائق - آثار المعاملات التكنولوجية.

الفصل السادس: الحليب السائل

عموميات - بسترة الحليب - نوعية الحفظ بعد البسترة - تعقيم الحليب - المعاملة غير المستمرة - المعاملة الحرارية فوق العالية - تعبئة حليب الاستهلاك - التعبئة المعقمة - مراقبة الحليب المبستر - مراقبة الحليب المعقم - فساد الحليب.

الفصل السابع: الحليب المركز والحليب المجفف

الحليب المركز - طريقة تركيز الحليب - الحليب المركز المحلى - الحليب المركز غير المحلى - الحليب المجفف - الطرق المستخدمة في التجفيف - الحليب المجفف بطريقة التريذ.

الفصل الثامن: الألبان المتخمرة

اللبن الخاثر - المنتجات اللبنية المتخمرة الأخرى - الألبان المتخمرة الكحولية - المنتجات المتنوعة المتخمرة - الخصائص التغذوية للألبان المتخمرة.

الفصل التاسع: الأجبان

عموميات حول صناعة الأجبان - تحضير الحليب في صناعة الأجبان - التخثر انفصال المصل عن الخثرة - التملح - الإنضاج - الخصائص الفيزيائية

والكيميائية للأصناف المختلفة من الأجبان - تصنيف الأجبان - مردود الأجبان -
القيمة الغذائية للأجبان - الأجبان المصهورة.

الفصل العاشر: الزبدة والمنتجات الدسمة

القشدة والزبدة الحامضية - دور بكتريا حمض اللبن وتكنولوجيا القشدة -
تقنية تصنيع الزبدة - تصنيع الزبدة الحامضية اعتباراً من القشدة الحامضية
وتصنيع الزبدة الحامضية اعتباراً من القشدة الحلوة - تصنيع الزبدة وفق الطريقة
التقليدية - عيوب الزبدة - القيمة الغذائية للزبدة - القشدة المخفوقة - المنتجات
المركزة في المادة الدسمة (السمن).

الفصل الحادي عشر: مبادئ التنظيف والتعقيم

التنظيف - التعقيم - التنظيف في المكان

المصطلحات العلمية.

المراجع.

مقدمة

الحليب مادة غذائية مفرزة من الغدد اللبنية بعد الولادة مباشرة ويعد المادة
الغذائية الأولية للوليد والمادة الغذائية الأكثر توافقاً وتناسباً لاحتياجاته الفيزيولوجية

فالحليب مادة غذائية متكاملة خاصة للأطفال الرضع ليس لأنه يقدم لهم العناصر المغذية بالنمو بل لاحتوائه على عناصر عديدة تتصف بخصائص تساعد على التأقلم مع الوسط الجديد ، لقد وصل الإنتاج العالمي من الحليب إلى أكثر من 500 مليون طن يشكل منها حليب الأبقار 86 % مقابل 10 % لحليب الجاموس و 2 % لحليب الأغنام و 1.6 % لحليب الماعز وما تبقى لحليب الأنواع الأخرى مثل حليب النوق .

يستهلك جزء من الحليب على الحالة السائلة ويتحول الباقي إلى منتجات عديدة متنوعة كالألبان المتخمرة والأجبان والزبدة والسمن ...ولذلك يأخذ الحليب ومنتجاته حيزاً مهماً في مجال الصناعات الغذائية، وهذا يتطلب المعرفة الكاملة بخصائصه الكيميائية والحيوية والفيزيولوجية والتكنولوجية.

يكمّن الهدف الأساسي في تقديم هذا الكتاب هو الاطلاع على آخر المستجدات العلمية الخاصة في مجال إنتاج ومكروبيولوجيا الألبان وتصنيعها وتحديد الشروط المثلى للحصول على المنتجات اللبنية المتحولة على مستوى الإنتاج الفردي وحتى مستوى الإنتاج الصناعي.

اشتمل المقرر على فصول عديدة متعلقة بتركيب وتكوين الحليب والعوامل المؤثرة في تركيبه ونوعيته والإنتاج الصحي للحليب مع الأمراض المنقولة بالحليب بالإضافة إلى تقديم التقانات المطبقة في عمليات التصنيع وتفسيرها التي تساعد في فهم كل الظواهر وامتلاك التقانات التي تسمح في السيطرة على نوعية المنتجات اللبنية المطلوبة.

نقدم هذا الكتاب إلى أبنائنا الطلبة في كلية الطب البيطري ولجميع العاملين والمشتغلين في مجال الألبان والمهتمين في صحة الإنسان وسلامة غذائه وعدّه مرجعاً لهم آملاً أن نكون وقد وفقنا في تقديم كل المعلومات الخاصة في صحة الألبان، وتقنية تصنيعه إلى المنتجات اللبنية المتنوعة.

والله ولي التوفيق

أ.د. الياس عبد الله الميدع

الفصل الأول

تركيب الحليب

Structure and composition of milk

1-1- أهمية الألبان.

1-2- تركيب الحليب.

1-3- مكونات الحليب.

1-3-1- الليبيدات.

1-3-2- المواد الأزوتية.

1-3-3- العناصر المعدنية.

1-3-4- اللاكتوز.

1-3-5- الفيتامينات.

1-3-6- الأنزيمات.

الفصل الأول

تركيب الحليب Composition of milk

1-1- أهمية الألبان

1-1-1 أهمية قطاع الألبان في الوطن العربي:

تعد الألبان مصدراً أساسياً من مصادر الغذاء في الوطن العربي لاحتوائها على المكونات الأساسية التي يحتاجها الجسم في بنائه من بروتين ودهون وسكريات ومعادن وفيتامينات. كما تعد الألبان من أرخص أنواع البروتين الحيواني ومصدراً مهماً للصناعات التحويلية ذات الصلة. إضافة إلى كونها مصدراً رئيسياً للدخل لقطاع كبير من صغار المنتجين في الريف والحضر.

وتتفاوت أهمية الثروة الحيوانية وقطاع الألبان في قيمة الإنتاج الزراعي في الوطن العربي من بلد لآخر، حيث يحتل السودان المرتبة الأولى بين الدول العربية من حيث تعداد الثروة الحيوانية والتي تقدر بحوالي 103 مليون رأساً منها نحو 30 مليون رأساً من الأبقار، 37 مليون رأساً من الأغنام، 30 مليون رأساً من الماعز وثلاثة ملايين رأساً من الإبل ويمتلك القطاع التقليدي نحو 85% منها. لقد بلغت مساهمة الثروة الحيوانية نحو 22% من الناتج المحلي الإجمالي وبلغت قيمة صادراته من اللحوم والحيوانات الحية والجلود نحو 137 مليون دولار عام 2002م أما في سورية وفقاً (المنظمة العربية للتنمية الزراعية -الخرطوم 2003) فيعد قطاع الألبان من القطاعات المهمة لتأمين المواد الغذائية للسكان إذ يوفر قطاع الألبان نحو 51.6% من إجمالي نصيب الفرد من البروتين الحيواني المقدر بحوالي 22.8 غرام في اليوم. إضافة إلى إسهامه في توفير فرص عمل لأكثر من 28% من القوى العاملة في القطر.

1-1-2 - تطور إنتاج الألبان ومنتجاتها في الوطن العربي:

أن إنتاج الألبان في الوطن العربي قد شهد تطوراً ونمواً ملموساً خلال العقد الأخير، إلا أنه جدير بالذكر بأن التطور الحاصل في الإنتاج لم يواكب الطلب المتزايد على الألبان ومنتجاتها، مما تسبب في وجود فجوة واضحة ما بين العرض والطلب وكذلك عدم الاكتفاء الذاتي من هذه السلعة الاستراتيجية. الأمر الذي دفع بالكثير من الدول العربية إلى الاعتماد على الاستيراد لسد هذه الفجوة. أما في سورية فقد شهد قطاع الألبان أيضاً نمواً ملحوظاً فقد زادت كمية الحليب المنتج من حوالي 1.37 مليون طن عام 1991 إلى نحو 1.58 مليون طن عام 2001، بتغير نسبي قدره 117 % ومعدل نمو سنوي قدره 1.58 %. وتشير الإحصاءات إلى أن ما بين 33.9 - 44.5 % من هذا الحليب يستهلك بصورة طازجة وأن الكمية المستهلكة من الحليب الطازج قد ازدادت هي الأخرى من نحو 478 ألف طن عام 1992 إلى نحو 535 ألف طن عام 2001 بمتوسط عام يقدر بنحو 558.3 ألف طن سنوياً، وبتغير نسبي قدره 112 %، وبمعدل نمو سنوي 11 % . (المنظمة العربية للتنمية الزراعية -الخرطوم 2003).

1-1-3-الأوضاع الراهنة لإنتاج الألبان في الوطن العربي:

يعتمد إنتاج الألبان في الوطن العربي أساساً على الأبقار والماعز والأغنام باستثناء مصر التي يشكل الجاموس فيها مصدراً أساسياً للألبان. وتنتج الألبان في الوطن العربي أساساً تحت نظامين للرعاية هما النظامان التقليدي والحديث وعموماً يشكل النظام التقليدي وصغار المنتجين المصدر الرئيسي للألبان المنتجة في الوطن العربي.

وفي سورية يمكن تصنيف نظام إنتاج الألبان إلى أربعة نظم هي الإنتاج السرحي (الرعي)، الإنتاج على هامش المزرعة، الإنتاج شبه المكثف والإنتاج المكثف. ويعد نظام الإنتاج السرحي النظام التقليدي الأوسع انتشاراً في سوريا

ويعتمد فيه بصورة أساسية على الرعي في البادية والمراعى الهامشية وعلى مخلفات المحاصيل. وتسود في هذا النظام تربية الأغنام ثم الماعز ثم الأبقار المحلية والجاموس والإبل. وتعد الأمطار ومدى توفر المراعى المحددات الرئيسية في تحديد حجم هذا النظام الذي يتراوح حجم القطيع فيه من 50 إلى 5000 رأساً / للمربي بالنسبة للأغنام ونحو 5-200 رأساً / للمربي بالنسبة للأبقار المحلية والماعز الجبلي، والتي تعود ملكيتها إلى القطاع الخاص بالكامل. (المنظمة العربية للتنمية الزراعية -الخرطوم 2003)

1-1-4 -استهلاك الألبان ومنتجاتها:

على الرغم من وجود ثروة حيوانية ضخمة في معظم بلدان الوطن العربي وعلى الرغم من التطورات التي حصلت على الكميات المنتجة من الألبان ومنتجاتها خلال العقد الأخير، فإن الوطن العربي ما زال غير قادر على تحقيق الاكتفاء الذاتي من هذه السلعة المهمة. حيث تشير إحصاءات المنظمة العربية للتنمية الزراعية بأن المتاح للاستهلاك من الألبان ومنتجاتها في الوطن العربي قد ازداد من نحو 20.6 مليون طن عام 1991 إلى نحو 28.2 مليون طن عام 2001. وكذلك تشير الإحصاءات إلى أن نسب الاكتفاء الذاتي من الألبان ومنتجاتها في الوطن العربي قد ازدادت هي الأخرى من نحو 65.4 % كمعدل للفترة 1993-1998 إلى نحو 71.4 % عام 2001.

وتشير إحصاءات المنظمة العربية للتنمية الزراعية إلى أن قيمة الفجوة الغذائية من مجموعة الألبان ومنتجاتها تحتل المرتبة الثانية في فاتورة الغذاء العربية بعد الحبوب. وتعد جميع الدول العربية مستورد صاف لهذه المنتجات، إذ قدرت الكميات المستوردة عام 2001 بنحو 8.61 مليون طن، ونحو 8.8 مليون طن في عام 2002. وتأتي في صدارة الدول المستوردة كل من الجزائر، السعودية، مصر، الإمارات، ليبيا، لبنان، والكويت، وبإجمالي يقدر بنحو 76.5 % من

إجمالي واردات الوطن العربي من الألبان ومنتجاتها. هذا وتتفاوت الدول العربية في حجم استهلاكها من الألبان ومنتجاتها، كما تتفاوت في نسب الاكتفاء الذاتي منها وفي سورية والتي يبلغ معدل النمو السكاني السنوي فيها نحو 2.8 % لم يتجاوز معدل نمو إنتاج الحليب أكثر من 1.6% سنوياً فقد ارتفع استهلاك الألبان من نحو 1.46 مليون طن عام 1991 إلى نحو 1.75 مليون طن عام 2001. فيما انخفض نصيب الفرد من الحليب من نحو 105 كيلوجرام سنوياً عام 1992 إلى نحو 95 كيلوجرام عام 2001.

1-1-5- العوامل المؤثرة في استهلاك الألبان ومنتجاتها:

تشكل الألبان ومنتجاتها غذاءً رئيسياً للكثير من الفئات في الوطن العربي خاصة أهل الريف والبدو والعرب الرحل. أما سكان الحضر فيعتمدون بأقل درجة على الألبان ومنتجاتها من المزارع حول المدن ومن المصانع. وهناك عدة عوامل تؤثر في استهلاك الألبان ومنتجاتها. ويمكن تصنيف هذه العوامل إلى عوامل سكانية واقتصادية واجتماعية وتختلف هذه العوامل في درجة تأثيرها في السلوك الاستهلاكي للفرد والمجتمعات.

أما في سورية فإن استهلاك الألبان فيتأثر بعدة عوامل من أهمها الموقع الجغرافي والعادات الغذائية للسكان في المناطق المختلفة.

1-1-6- السياسات المؤثرة في إنتاج وتسويق واستهلاك الألبان وتصنيع منتجاتها:

تؤدي السياسات التي تنتهجها الدول عموماً دوراً كبيراً في مسار الحياة الاقتصادية والاجتماعية وغيرها من أوجه الحياة. وفي بلدان الوطن العربي انتهجت الحكومات العديد من السياسات الإنتاجية والتجارية التي كان لها أثراً إيجابية على قطاع الثروة الحيوانية عموماً وعلى قطاع الألبان خصوصاً.

وفى سورية وفقاً ل (المنظمة العربية للتنمية الزراعية -الخرطوم 2003) اتخذت الدولة العديد من السياسات التي أثرت إيجابياً في قطاع الألبان من أهمها تشجيع استيراد سلالات أجنبية من الأبقار العالية الإنتاج (فريزيان، هولشتاين) وتوزيعها على محطات الدولة والجمعيات الفلاحية. كما قامت الدولة بتنفيذ مشروع وطني لتحسين أغنام العواس في المراكز الحكومية وإنتاج أكباش تلقح محسنة وتوزيعها على المزارعين مما أدى إلى زيادة إنتاج رأس الأغنام من 60 كيلوجرام في السنة إلى 120-150 كيلوجرام. وكذلك وفرت الدولة الخدمات البيطرية والرعاية الصحية مجاناً لمواجهة الأوبئة والأمراض. ودعمت افتتاح شعب للإنتاج الحيواني في كليات الزراعة والمعاهد الزراعية والبيطرية وقامت بتقوية إدارة بحوث الثروة الحيوانية.

1-1-7- مشاكل ومحددات إنتاج وتسويق الألبان وتصنيع منتجاتها:

على الرغم من الجهود الكثيرة التي بذلتها العديد من الحكومات العربية لتطوير قطاع الألبان فيها، وعلى الرغم مما يمتلكه الوطن العربي من موارد طبيعية وثروة حيوانية هائلة فإن وجود بعض المشاكل والمحددات البيئية، والإنتاجية والتسويقية والإدارية والتشريعية قد حال دون تحقيق النمو المطلوب في إنتاج الألبان في الوطن العربي، في تحقيق الاكتفاء الذاتي من هذه السلعة أما في سورية فإنه يمكن تقسيم المعوقات والصعوبات الخاصة في تطوير الإنتاج وتصنيع الألبان، إلى

1- معوقات بيئية وتشمل الصعوبات والمؤثرات الخارجية جميعها والتي منها:

- المناخ والظروف البيئية.

- نقص الأعلاف.

- ضعف عملية التحسين الوراثي.

- ضعف الخبرة لدى المربين

2- المعوقات الاقتصادية وتشمل الصعوبات المادية والاقتصادية جميعها المؤثرة

في المربين والتي منها:

- ارتفاع تكلفة الاعلاف.

- ارتفاع كلفة الايواء.

- ارتفاع قيمة الادوية والمواد البيطرية.

- انخفاض سعر مبيع المنتجات مقارنة بالتكلفة.

3- معوقات تسويقية وهي العوامل المرتبطة بشكل مباشر أو غير مباشر

بعمليات التسويق منها:

- مضاربة ومنافسة الأسواق الخارجية.

- تفاوت في كميات الإنتاج.

1-1-8- المقترحات الخاصة بتطوير إنتاج الألبان وتصنيعها في الدول العربية

تبين الدراسة التي قامت بها المنظمة العربية العديد من المقترحات التي من شأنها تطوير تسويق وتجارة الألبان وتصنيعها ومنتجاتها في الدول العربية يمكن إيجازها كما يلي:

* دعم وحماية مصانع الألبان وحمايتها لفترة محدودة وإعطائها بعض الإعفاءات حتى تحل مشاكلها وذلك ضمن الحدود المسموح بها في الاتفاقيات الإقليمية والدولية.

* تشجيع القطاعين الخاص الوطني والعربي على الاستثمار في مصانع الألبان وفي السيارات المبردة ووسائل حفظ الألبان والتسهيلات التسويقية الأخرى.

- * العمل على التصنيع المحلى لبعض الأجهزة والمعدات البسيطة لازمة لخطوط الإنتاج في معامل الألبان التي يمكن تصنيعها محلياً.
- * العمل على تنويع المنتجات اللبنية لتواكب متطلبات المستهلكين.
- * وضع مواصفات محددة لمنشآت تصنيع الألبان.
- * تشديد الرقابة على مصانع الألبان وإلزامها بإتباع المواصفات القياسية لمنتجات الألبان.
- * دعم صناعة الألبان الريفية.
- * تطوير موارد التعبئة والتغليف لدى صغار المنتجين وزيادة الوعي لديهم من حيث المحافظة على المنتج وجودته.
- * تحسين النوعية الكيميائية والفيزيائية والميكروبية للحليب المستعمل في المصانع.
- * إقامة الندوات والورش الخاصة بتطوير هذه الصناعة خاصة لصغار المنتجين.
- * متابعة المصانع الصغيرة والورش وإلزامها بتطبيق الشروط الصحية والنوعية.
- ولا بد من الإشارة إلى بعض المقترحات التي تحسن من إنتاج منتجات الألبان وتصنيعها وتسويقها منها:
- 1- حماية وتطوير الثروة العلفية من خلال برامج وخطط مدروسة لتأهيل المراعي واستزراع الشجيرات الرعوية.
- 2- توفير الخدمات الصحية ضمن برامج وخطط إرشادية وتوفير وحدات خدمية متنقلة.

- 3- تحسين سلالات الحيوانات وجعلها أكثر مقاومة للأمراض وتشجيع التلقيح الاصطناعي للحصول على حيوانات ذات صفات جيدة متلائمة مع الظروف المحلية وذات إنتاج أكبر.
- 4- إيجاد منافذ لتسويق المنتجات الحيوانية ودعم المربين.
- 5- توفير نقاط للشرب على مسارات تتقل الرعاية.
- 6- تنشيط البحوث والتدريب واعمال الارشاد للنهوض بإدارة القطعان وموارد المياه والمراعي.
- 7- انتاج المزيد من الاعلاف المزرعة والمركزة.

1-2-تركيب الحليب: The composition of milk

الحليب مادة متعددة الأطوار، فالطور المائي مستمر ويحتوي بشكل أساسي على اللاكتوز والعناصر المعدنية وعناصر متبعثرة ذات طبيعة ليبيدية (الحبيبات الدسمة) وأخرى ذات طبيعة بروتينية (جسيمات الكازئين).
تعتمد الخصائص التغذوية والتكنولوجية مثل إمكانية صناعة الأجبان والزبدة وتحمل المعاملة الحرارية بشكل كبير على الخصائص الفيزيائية والكيميائية لكل طور ولذلك لابد من فهم ومعرفة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمكونات الحليب والتي تسمح في معرفة تكنولوجيا الألبان.

توجد عوامل عديدة يمكن أن تتحكم في تركيب الحليب كالنوع والعرق وطور الإدرار والفصل والحالة الصحية للحيوان والتغذية.
يوضح الجدول رقم (1-1) التركيب المتوسطي لبعض أنواع الحليب.
يتشابه تركيب حليب الماعز مع حليب الأبقار في حين أن حليب الأغنام مختلف عنهما بشكل واضح.

تتميز بعض أنواع الحليب بغناها بالبروتينات والعناصر المعدنية حيث توجد علاقة بين معدل النمو والمحتوى من البروتينات أما معدل اللاكتوز فهو مرتبط

بتطور ونمو المخ فكلما كان نمو المخ كبيراً لدى البالغ بمقدار ما يكون حليب
الأنثى غنياً في اللاكتوز الذي يصل إلى 70 غ/الليتر لدى حليب المرأة.
يمتاز حليب الحيوانات البحرية وحليب حيوانات الوسط البارد بارتفاع محتواه
من المادة الدسمة.

الجدول (1-1): التركيب المتوسطي لأنواع الحليب المختلفة %.

مصدر الحليب	المادة الصلبة	المادة الدسمة	البروتينات	الكازئين / الأزوت الكلي	اللاكتوز	الرماد
حليب الأم	12.6	3.75	1.6	28	7	0.21
المجترات:						
الأبقار	12.5	4.1	3.6	78	5	0.71
الماعز	13	4.2	3.5	75	4.3	0.86
الأغنام	19.3	7.9	5.2	77	4.8	0.90
الجاموس	17.9	8	4.2	78	4.9	0.78
الرنة	36.7	22.5	10.3	80	2.5	1.44
حليب الخيليات:						
الفرس	11.0	1.6	2.7	50	6.1	0.51
الأتان	11.0	2,5	2	45	6.1	-
حليب الخنزيرة	18.3	6	6	50	5.4	0.9
حليب القوارض:						
آكلة اللحوم	الكلبة	25.2	10	11	3	1.2
	القطعة	20	5	9	5	1
حليب الثدييات البحرية:						
الحوت الأزرق	55	42.4	10.9	66	1.3	-
أسد البحر	62.3	53.3	8.9	52	1.1	-

يكون الضغط الأسموزي للحليب يتوازن مع الضغط الأسموزي للدم وكل انخفاض أو زيادة في محتوى الحليب من اللاكتوز يتوازن بارتفاع أو انخفاض في المحتوى من العناصر الذائبة والأملاح المعدنية كافة.

يتميز حليب الأم بارتفاع محتواه من اللاكتوز وانخفاض المحتوى من الرماد في حين أن حليب الرنة يمتاز بغنائه بالرماد وفقره باللاكتوز ويلاحظ من الجدول (1-2) التركيب المتوسطي لحليب الأبقار حيث تبرز مكونات الحليب تغيراً وتبدلاً في التركيب وأن المادة الدسمة تعد الأكثر تغيراً.

الجدول (1-2): التركيب المتوسطي لحليب الأبقار.

المكونات	غ / اللتر
الماء	875 – 870
المادة الصلبة الكلية	130 – 125
المواد الأروتية	36 – 33
الكازئين	26
البروتينات الذائبة	6 – 5
المواد الأروتية غير البروتينية	2 – 1.5
المادة الدسمة	45 – 35
المادة الصلبة اللادھنية	95 – 85
العناصر المعدنية	9.5 – 8
اللاكتوز	50 – 48
- العناصر المحفزة الحيوية الأنزيمات والفيتامينات والصبغات والأحياء الدقيقة	آثار
- الغازات الذائبة غاز الكربون، الأكسجين، الأزوت	4 – 5 % من حجم الحليب

تقسم مكونات الحليب وتوزع ضمن ثلاثة أطوار:

1- مستحلب المادة الدسمة في الماء.

2- محلول غروي للبروتينات.

3- محلول حقيقي لسكر اللاكتوز والأملاح المعدنية والمواد الأزوتية غير البروتينية.

3-1- مكونات الحليب: Constituents of milk

1-3-1- الليبيدات: Lipids

يوضح الجدول (3-1) تركيب المادة الدسمة في الحليب. تمثل الجليسيريدات الثلاثية 97 % من الليبيدات مع وجود كمية بسيطة من الجليسيريدات الثنائية والفوسفوليبيدات والقسم غير قابل للتصبن.

الجدول (3-1): تركيب المادة الدسمة لحليب الأبقار.

المكونات	%
الجليسيريدات الثلاثية	98 – 97
الجليسيريدات الثنائية	0.48 – 0.25
الجليسيريدات الأحادية	0.038 – 0.016
الأحماض الدسمة الحرة	0.44 – 0.1
الفوسفوليبيدات	1 – 0.2
كاروتينات	0.008
ستيرولات	0.41 – 0.22

توجد بعض المكونات بكميات محدودة ولكنها تتميز بدور تغذوي مهم جداً وتتصف بخصائص حسية مميزة، منها الستيرولات الذي يشكل الكوليسترول المكون السائد ومشتقات الكاروتينات والفيتامينات الأليفة الذوبان في المادة الدسمة

A , D , E , K وبعض مواد النكهة والمنكهات ذات الأصل الغذائي الناتجة عن التلوث من الهواء أو الناتجة بفعل الاصطناع الحيوي عند تفكك وتحلل الليبيدات . لقد كشف أكثر من 150 حمضاً دسماً وهي إما مصنعة على مستوى الخلايا المفترزة في الضرع أو ذات أصل غذائي.

يوجد مجموعة من الأحماض تصل إلى نحو 10 كما هو موضح في الجدول (4-1) وهي موجودة بكميات معتبرة وبصورة خاصة حمض الأوليك وحمض بالميتيك التي تمثل على التسلسل 23 % و 25 - 30 % من مجموع الأحماض الدسمة الكلية.

تعتمد نسبة الأحماض الدسمة وكميتها على التغذية وتختلف أيضاً وفقاً للأنواع كما هو موضح في الجدول رقم (5-1).

يتميز حليب المجترات بغنائه بالأحماض الدسمة قصيرة السلسلة من C_4 وحتى C_{12} أما بالنسبة للفوسفوليبيدات الداخلة في تنظيم غشاء حبيبة المادة الدسمة والتي تزيد من ثبات مستحلب المادة الدسمة تتكون بشكل أساسي من:

- فوسفا تيديل كولين.

- فوسفا تديل إيثانول أمين.

- اسفنجو مايلين.

الموجودة ضمن النسبة التالية $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{3}$ مع وجود سيادة للأحماض الدسمة غير المشبعة في حالة اللبستين أما اسفنجو مايلين فيتميز بسيادته الأحماض الدسمة طويلة السلسلة.

الجدول (1-4): توزيع الأحماض الدسمة في حليب الأبقار. (Alais,1984)

اسم وعدد ذرات الكربون	غ / 100 غ من الأحماض الدسمة الكلية	درجة حرارة الانصهار م°
الأحماض الدسمة المشبعة:		
بيو تيريك C ₄	3 - 4	8 -
كابرويك C ₆	2 - 5	3 -
كابريك C ₈	1 - 1.5	16 +
كابريك C ₁₀	2 - 3	30 +
لوريك C ₁₂	3 - 4	42 +
ميرستيك C ₁₄	11	54 +
بالمتيك C ₁₈	25 - 30	62 +
ستياريك C ₁₈	12	70 +
الأحماض الدسمة غير المشبعة:		
بالميتو أوليك C _{16:1}	2	0.5 +
أوليك C _{18:1}	23	16 +
لينو أوليك C _{18:2}	2	
لينو لثنيك C _{18:3}	0.5	

من أهم الخصائص التحليلية للمادة الدسمة وفقا ل(Veiesseyr,1979)

الكثافة على درجة حرارة 15 م°	0.91 - 0.95
نقطة الانصهار	31 - 36 م°
نقطة التصلب	25 - 30 م°
الرقم اليودي	25 - 45

رقم التصبن	235 – 218
رقم بولنسكي (أحماض طيارة غير ذوابة)	3 – 1.5
رقم رينتشارت ميسيل (أحماض طيارة ذوابة)	30 – 26
معامل الانكسار	1.462 – 1.453

الجدول (1-5): توزيع الأحماض الدسمة في حليب الأبقار والأغنام والماعز %
من الأحماض الدسمة الكلية.

الماعز	الأغنام	الأبقار	
0,7	1.1	1.4	C ₄
2.4	2.7	2.2	C ₆
3.2	3.3	1.8	C ₈
8.3	7.6	3.6	C ₁₀
4.3	5.5	4.0	C ₁₂
10.7	14.1	13.0	C ₁₄
28.5	28.1	30.2	C ₁₆
13.0	11.8	13.7	C _{18: 0}
25.2	22.7	21.1	C _{18: 1}

1-3-1-1- تركيب حبيبات المادة الدسمة: Structure of fat globule

توجد المادة الدسمة بشكل مستحلب في الحليب على الحالة الحبيبية حيث يتراوح قطر الحبيبات من 0.2 وحتى 15 ميكرون وتمثل الحبيبات التي قطرها أقل من ميكرون 80 % من الحبيبات.

يتراوح سطح الحبيبات الدسمة في 100 مل من الحليب حوالي 11.5 م².

تتكون الحبيبة من:

- نواة مشكلة من جليسيريدات ثلاثية نقطة انصهارها منخفضة.
- منطقة وسطية وتتكون من جليسيريدات نقطة انصهارها مرتفعة.
- طبقة خارجية غشائية مكونة من ليبوبروتينات وفوسفوليبيدات (الجدول 1-6).

الجدول (1-6): تركيب المادة الصلبة الكلية لغشاء حبيبة المادة الدسمة.
(Mathieu, 1985)

المحتوى غ / 100 من المادة الصلبة الكلية	
43	البروتينات
51	الليبيدات
16	الجليسيريدات الثلاثية والثنائية والأحادية
35	ليبيدات معقدة
1	أحماض دسمة حرة
3	مواد غير قابلة للتصبن (كوليسترول - كاروتينات)
2	مكونات معدنية
	ويمثل الماء 10 % من مكونات الغشاء

تؤثر الخصائص الفيزيائية والكيميائية لغشاء الحبيبة في ثبات المستحلب. تتميز مكونات الغشاء بصفة خاصة حيث تتوجه إلى السطح وتكون المناطق الأليفة للماء بتماس مع الطور المائي والأقسام غير الأليفة للماء بتماس مع الطور الدهني وتتكون المنطقة الأليفة للماء بشكل أساسي من مجموعات مشحونة وأخرى مجموعات سكرية.

التنافر الكهربائي مرتبط في كمون السطح والذي يساوي - 13 mv عند رقم حموضة الحليب الطبيعي إضافة إلى المصاعب المتولدة عن وجود البروتينات والتي تمنع من التفاعلات الداخلية للحبيبات.

يسبب خفض رقم الحموضة إلى انخفاض صفة التناثر الكهربائي وزيادة القوة الشاردية التي تقلل من سماكة الطبقة المضاعفة الكهربائية ويؤدي كل ذلك إلى خفض ثبات المستحلب.

يسبب حفظ الحليب على درجة حرارة منخفضة تجمع الحبيبات الدسمة وتشكل عناقيد التي تحسن من فرز الحليب وتؤدي في النهاية إلى صعود المادة الدسمة على السطح مشكلة طبقة من القشدة.

يحسن من عملية الفرز التلقائي العكوسة وجود بروتينات المناعة الموجودة في أغشية حبيبات المادة الدسمة.

يترافق الفرز التلقائي برص البكتريا بفعل بروتينات المناعة منها:

Streptococcus

Lactobacillus

E. coli

Clostridium tyrobutyricum

وأبواغ

تعطى سرعة صعود المادة الدسمة بالعلاقة الآتية وفقاً لـ Stokes.

$$V = \frac{\Delta P \cdot d^2 \cdot g}{18 \cdot \eta}$$

- ΔP الفرق في الكتلة الحجمية.

- d قطر حبيبات المادة الدسمة.

- η لزوجة الطور المبعثر.

- g التسارع

. تهدف عملية التجنيس إلى خفض قطر الحبيبات وازدياد عددها بمعدل 8 إلى 10 مرات إذ تتغير الخصائص المميزة للغشاء مع دخول البروتينات ضمن الغشاء وخاصة الكازئين ولذلك يزداد ثبات المستحلب.

ظاهرة الفرز التلقائي ضعيفة في حليب الأغنام والماعز لانخفاض وجود أجلوتونين التي تعمل على تجميع الحبيبات وكذلك الأمر في حليب النوق.

1-3-1-2- التطور الكيميائي والكيمياء الحيوية للمادة الدسمة:

1-2-1-3-1- تحليل المادة الدسمة: Lipolysis

يؤدي التحلل الأنزيمي للمادة الدسمة بفعل ليبو بروتين ليباز الحليب أو الليباز الميكروبي إلى إنتاج أحماض دسمة قصيرة السلسلة وجليسريدات ثنائية وتتميز الأحماض الدسمة قصيرة السلسلة برائحة غير مستساغة مسؤولة عن التزنخ أو الأحماض الدسمة الطويلة مسؤولة عن طعم الصابون.

تختلف حساسية الحليب إلى التحلل بالليباز وأن كمية الأنزيم 2 مغ / اللتر يمكنها أن تحلل كل الليبيدات خلال عدة ثوان ومع ذلك لا نلاحظ الفعالية الأنزيمية للأسباب الآتية:

- 1- الأنزيم مرتبط مع جسيمة الكازئين مما يخفض من كمية الأنزيم الحرة.
 - 2- يعيق الجذب السطحي دخول الأنزيم.
 - 3- الشروط الفيزيائية والكيميائية مثل الـ pH والقوة الشاردية غير المناسبة لأن رقم الحموضة الأمثل pH لفعالية الليباز 8.5 ودرجة الحرارة المثلى 37 م°.
 - 4- لا يحدث تحلل المادة الدسمة إلا في وجود مرافق بروتيني له وزن جزئي صغير ويشكل عاملاً مساعداً.
 - 5- احتواء الحليب على مثبطات لفعل الليباز.
- من أهم المعاملات التكنولوجية التي تحسن تحلل المادة الدسمة:
- التذبذبات الحرارية.
 - التجنيس.

- تشكيل الرغوة.
 - المعاملات الميكانيكية.
- وكل ذلك يفسر تحرر المادة الدسمة وتغيرات في الغشاء ولذلك ينصح بتطبيق البسترة قبل التجنيس لتجنب تحلل المادة الدسمة باللياز.

1-3-1-2-2- الأكسدة: Oxidation

تتشكل البيروكسيدات في المنتجات اللبنية على مستوى الفوسفوليبيدات بسبب وجودها على غشاء حبيبية المادة الدسمة والمحتوى المرتفع من الأحماض الدسمة غير المشبعة بالإضافة لوجود عنصر النحاس الذي يحفز الأكسدة. يعتمد تشكيل البيروكسيدات على عدد من العوامل الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية منها:

- المحتوى من الأكسجين: عند وجود ضغط منخفض من الأكسجين توجد علاقة طردية بين السرعة والتركيز.
- رقم الحموضة: يعد رقم الحموضة الأمثل 3.8
- التجنيس: يحسن التجنيس من الأكسدة وذلك بتجديد الفعل المحفز للنحاس.
- المعاملات الحرارية: يؤدي تطبيق المعاملة الحرارية إلى تبدل وتشوه في بنية اكسانتين أو أكسيداز ولاكتوبيرواكسيداز الذي يمكن أن يسرع من الأكسدة أما تطبيق المعاملة الحرارية الشديدة يحد من الأكسدة بفضل تشكل مجموعات مرجعة من سيلفوهيدريل SH.
- فعالية الماء: تكون سرعة الأكسدة في حدها الأدنى عند فعالية ماء متراوحة بين 0.30 - 0.40.

1-3-2-3-1 - التبلور: Crystallization

تكون المادة الدسمة في الحليب على الحالة السائلة على درجة حرارة أعلى من 40 م° وتكون على الحالة الصلبة كلياً على درجة حرارة - 40 م° وتختلف درجة حرارة وانصهار الجليسيريدات الثلاثية وفقاً لطبيعة وموقع الأحماض الدسمة المكونة.

خلال ظاهرة التبلور تكون البلورات الناتجة خليطة مما يفسر وجود بلورات عديدة ذات تركيب مختلف ولها نقطة انصهاره قريبة. يتحسن تحلل المادة الدسمة بفعل التبلور والذي يترجم بتشكيل جليسيريدات ثنائية وأحادية تساهم في تشكيل النواة.

1-3-2-2 - المواد الآزوتية: Azote substances

يحتوي حليب الأبقار على 5.3 غ من الأزوت / كغ حيث يوجد 95 % على شكل بروتينات أي ما يقارب 32 - 34 غ / كغ الجدول (7-1).
الجدول (7-1): محتوى حليب الأبقار من البروتينات المختلفة.

(Walstra et al 2005)

النسبة المئوية للبروتينات	التركيز غ / كغ	
100	33	البروتينات الكلية
79.5	26	الكازئين
19.3	6.3	البروتينات الذائبة
1.2	0.4	بروتينات غشاء حبيبة المادة الدسمة
30.6	10.0	αS_1 كازئين
8.0	2.6	αS_2

28.4	9.3	β
2.4	0.8	γ
10.1	3.3	K
3.7	1.2	ألفا لاكتو ألبومين
10.1	3.2	بيتا لاكتو جلوبولين
1.2	0.4	سيروم ألبومين
2.1	0.7	بروتينات المناعة
2.4	0.8	مكونات متنوعة منها بروتينوز ببتون

وفقاً لقاعدة الترسيب عند رقم حموضة 4.6 فإنه يمكن فصل:

1- الكازئين المتكون من أربعة أقسام α_{S_1} , α_{S_2} , B, K وهو بروتين قابل

للتخثر ويمثل 80 % من البروتينات أي 26 غ/كغ.

2- البروتينات الذائبة وتدعى بروتينات المصل وتشكل من 6 إلى 7 غ/كغ وهي

بروتينات متعددة يتم اصطناع قسم منها حيويّاً على مستوى الخلية المفرزة

مثل: ألفا لاكتو ألبومين وبيتا لاكتوجلوبولين أما بروتينات المناعة وسيروم

ألبومين فتنتقل من الدم وتوجد بعض المكونات الناتجة من تحلل الكازئين β

مثل بروتينوز ببتون وكازئين جاما.

تزداد درجة تنوع البروتينات وأنماطها وفقاً للبلعمة الوراثية والفروق في ارتباطها

بالمجموعات السكرية والفوسفورية.

1-2-3-1 - الكازئين: Casein

تتصف مكونات الكازئين بخصائص مشتركة موضحة في الجدول (8-1) حيث يوجد الفوسفور على شكل مجموعات فوسفورية وتتصف بغناها ببعض الأحماض الأمينية مثل جلايسين، برولين، وليوسين وتتميز أقسام الكازئين عن بعضها بمعدل الفوسفور % ووجود أو عدم وجود سيستئين وشدة عدم ألفها للماء. تضيفي الشحنة الكهربائية السالبة على الكازئين وخاصة كازئين α_s , β قدرته في تثبيت الكالسيوم والتي تعد من أهم الخصائص الأساسية. يتميز الكازئين كبا عن بقية أقسام الكازئين بوجود السكريات إذ توجد سبعة أشكال للكازئين كبا من K_1 وحتى K_7 وفقاً لدرجة ارتباطه بالسكريات. يتميز الكازئين كبا في قدرته مع بقية أقسام الكازئين على تشكل معقد ثابت في وجود الكالسيوم حيث يتصف بدور مهم في حماية بقية أقسام الكازئين ولكن الكازئين كبا يبرز حساسية شديدة إزاء فعل الكيموزين على مستوى الرابطة 105 - (Phe - Met) 106.

الجدول (8-1): الخصائص الفيزيائية لأقسام الكازئين.

(Walstra *et al* 2005)

K	B	α_s	α_1	
19023	23983	25230	23614	الوزن الجزيئي
169	209	207	199	جذور الأحماض الأمينية
2		2		جذور سيستئين
2 - 1	5	13 - 10	9 - 8	المجموعات الفوسفورية
5				السكريات غ/100 غ من الكازئين
3.0-	12.3 -	14.8 -	20.9 -	الشحنة عند pH 6.6
+++	+	-	+	الحساسية للكيموزين
-	+	+++	++	الحساسية للكالسيوم

1-3-2-2- جسيمة الكازئين: Micelle of casein

تتألف من كتلة دائرية يتراوح قطرها ما بين 30 إلى 300 ن م تتشكل من تجمع أقسام الكازئين المختلفة وترابطها والمكونات الملحية ومن أهمها الكالسيوم والفوسفات الجدول (1-9).

ووفقاً لـ Schmidt 1980 تتشكل الجسيمة من تحت وحدات الجسيمة والتي قطرها يتراوح من 15 إلى 20 ن م ووزن جزيئي 250.000 غ/مول وإن تركيب تحت وحدات الجسيمة ليس متجانساً وتتميز بمركز غير أليف للماء وأن الأجزاء الأليفة للماء متوضعة على الطرف الخارجي خاصة جذور حمض سيرين المرتبط بالمجموعات الفوسفورية.

تختلف الخصائص النسبية لأقسام الكازئين وخاصة الكازئين كابا وفقاً لتحت وحدة الجسيمة، فتحت وحدة الجسيمة المتوضعة في المركز تكون فقيرة بالكازئين كابا في حين أن الغنية متوضعة على الطرف الخارجي. إن كبر الجسيمات مرتبط في وجود كازئين كابا بسبب قدرته الضعيفة في تثبيت الكالسيوم.

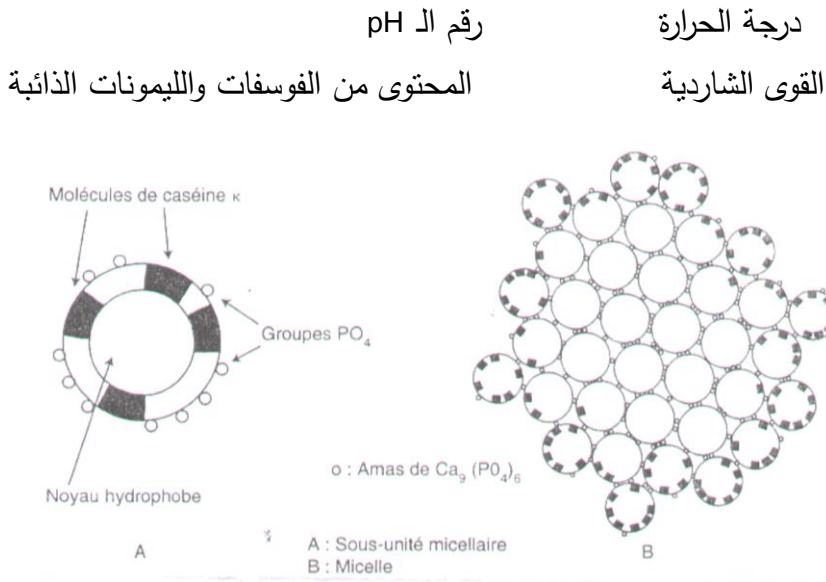
الجدول (1-9): التركيب المتوسطي لجسيمة الكازئين

(Cayot et Lorient 1998) غ/100 غ.

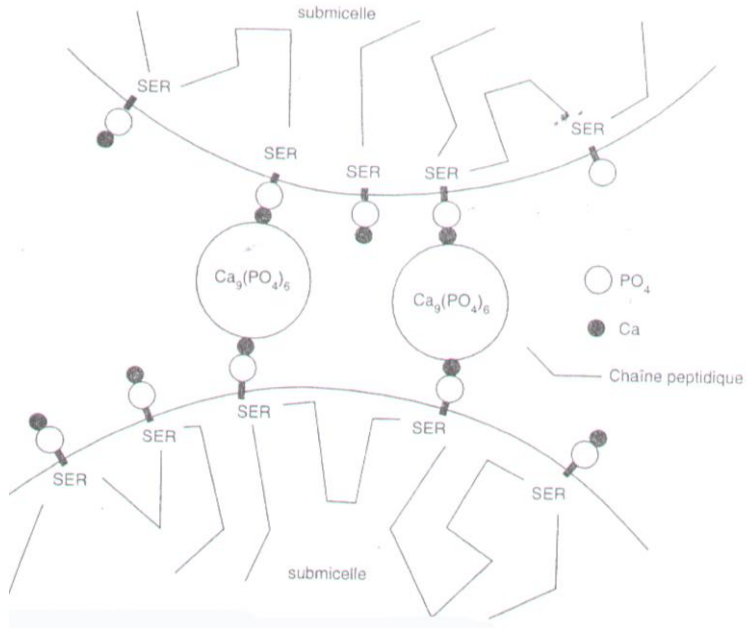
الكازئين		المكونات الملحية	
αS_1	33	الكالسيوم	2.9
αS_2	11	المغنزيوم	0.2
β	33	الفوسفور اللاعضوي	4.3
K	11	الليمنونات	0.5
γ	4		
المجموع	92		8

إن الجسيمات موجودة على شكل معلق ضمن الطور المائي للحليب ومن أهم المواد الذائبة اللاكتوز والأملاح المعدنية.

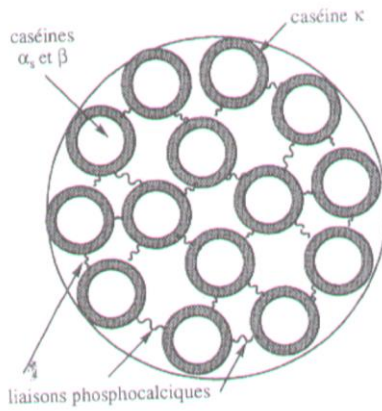
تركيب جسيمات الكازئين موضح في الشكل (1-1) وفقاً لـ Schmidt إن ارتباط تحت وحدات الجسيمة بفوسفات الكالسيوم موضح على الشكل (2-1) ويوجد الكالسيوم الذائب بشكل متوازن مع كالسيوم الجسيمات الذي يعتمد على عوامل متنوعة منها:



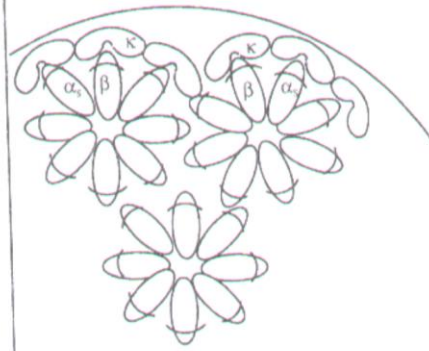
الشكل (1-1): تركيب جسيمة الكازئين



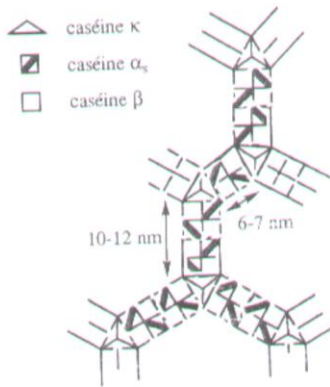
الشكل (1-2): مخطط لارتباط تحت وحدات الجسيمة بفوسفات الكالسيوم ويوضح الشكل (1-3) المقترحات الخاصة بنماذج جسيمة الكازئين.



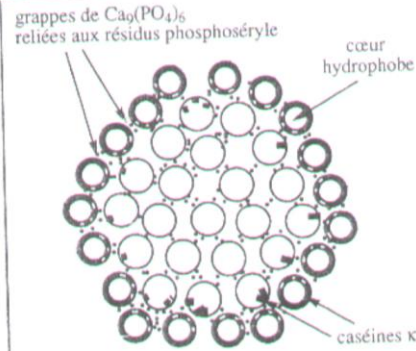
Modèle de Morr (1967)



Modèle de Waugh (1970)



Modèle de Garnier et Ribadeau-Dumas (1970)



Modèle de Schmidt (1980)

الشكل (3-1): النماذج المختلفة التي اقترحت لجسيمة الكازئين

ويوضح الشكل (4-1) النموذج العام لمكونات الحليب.

يؤدي رفع درجة الحرارة ورقم الـ pH وزيادة المحتوى من الكالسيوم الشاردين إلى زيادة معدل الكالسيوم والفوسفات ضمن الجسيمة وينتج من ذلك زيادة إبعادها. في حين أن الأثر المعاكس ناتج عن خفض رقم الـ pH وخفض درجة الحرارة أو ناتج من إضافة كلور الصوديوم والليمونات أو أية معقدة للكالسيوم.

انتقال الكالسيوم من الطور الجسمي باتجاه الطور المائي يترافق مع انحلال قسم من البروتينات ويحدث ذلك عند حفظ الحليب على درجة حرارة منخفضة مما يترتب عنه انخفاض في قطر الجسيمة وزيادة في طبقة الماء المحيط.

تؤدي المعاملات التكنولوجية إلى حصول تبدلات على المستوى المعدني قبل التبريد والتسخين والتركيز التي قد تكون عكوسة جزئياً ولكن لا يمكن إلغاؤها حتى على مستوى التركيب الجسيمي.

تتصف الجسيمات بالصفة الحامضية لأن شحنتها النهائية سلبية عند رقم pH الطبيعي. ويمكن تفسير أن التنافر يتعارض مع تقاربها وترسبها ويعزى إليه المحافظة على المعلق الغروي بالرغم من الكثافة المرتفعة لعددها وقرب المسافة بينها.

لا يمكن الاعتماد على فرق الكمون الكهربائي لوحده في المحافظة على ثبات الجسيمات لكن وجود عامل آخر يتدخل وهو درجة الإماهة.

تحتوي الجسيمات على 3.7 غ / من الماء في غ / من البروتين وقسم من هذا الماء غير متحرك على السطح ويشكل طبقة الإماهة والتي تحمي الجسيمة وتحافظ على ثباتها، ويضاف إلى ذلك وجود ميكانيكية أخرى تحافظ على الطور الغروي وهي التدافع الناتج والمرتبط في الكازئين كآبا بسبب طبيعة ألفه للماء في القسم C النهائي.

يسبب تحمض الحليب نزع ثبات النظام الغروي وكذلك البروتيناز المحلل للبروتينات وخاصة الكيموزين الذي يهاجم بشكل مفضل الكازئين كآبا.

وأخيراً يمكن الاستفادة من تطبيق المعاملات الحرارية في الحصول على منتجات الألبان وخاصة الكازئين.

1-3-2-3 البروتينات الذائبة: Soluble proteins

يشتمل القسم البروتيني الذائب عند رقم pH 4.9 كل البروتينات الأخرى باستثناء الكازئين. تتصف هذه البروتينات بقيمتها الغذائية وحساسيتها العالية لدرجة الحرارة المرتفعة.

من أهم بروتينات المصل بيتا لاكتوجلوبولين والفا لاكتا ألبومين والتي تمثل على التسلسل 45 % و 25 % من البروتينات الذائبة أما المجموعة الثانية فهي متكونة من سيروم ألبومين وبروتينات المناعة التي أصلها من الدم 12 % وبروتيوز بيتون (13 %) الذي يتشكل القسم الأكبر من تحلل الكازئين β بفعل البلاسمين.

لا تتخثر بروتينات المصل بفعل الأنزيمات المخثرة على عكس الكازئين ولقد استفيد من حساسية بروتينات المصل إلى الحرارة لصناعة أجبان المصل مثل ريكوتا Ricotta وتتميز أيضاً بروتينات المصل بدرجة ألفها للماء المرتفعة والتي يمكن الاستفادة منها في صناعة الأجبان لزيادة الاحتفاظ بالماء.

1-3-2-4 المواد الأزوتية غير الروتينية: Azote non protein

مواد ذات وزن جزيئي صغير ويتراوح محتواها في الحليب بين 1.5 و 2 غ / اللتر ويتبدل المحتوى وفقاً للتغذية.

تعتبر اليوريا المكون الأكثر أهمية وتمثل 20 - 30 % من المواد الأزوتية غير البروتينية. وضمن المواد الأزوتية غير البروتينية الأخرى القواعد العضوية والبيبتيدات والأحماض الأمينية الحرة.

1-3-3- العناصر المعدنية في الحليب: Minerals of milk

مجموعة من العناصر موجودة على حالة شوارد أو أملاح غير ذائبة على الرغم من أنها موجودة بكمية قليلة إلا أنها تعد مهمة جداً على المستوى التغذوي والتكنولوجي.

يتوافق تركيب الحليب لنوع ما مع احتياجات الوليد لنفس النوع حيث توجد علاقة بين محتوى الحليب من الكالسيوم والفوسفور وسرعة نمو الوليد ويختلف محتوى الحليب من العناصر المعدنية وفقاً للأنواع (الجدول 1-10) وتوجد علاقة مباشرة مع محتوى الحليب من البروتينات.

الجدول (1-10): التركيب المعدني لبعض أنواع الحليب غ / اللتر.

حليب	المرأة	الأبقار	الماعز	الأغنام
الكالسيوم	0.31	1.2	1.30	1.90
الفوسفور	0.15	0.9	0.95	1.5
المغنزيوم	0.037	0.12	0.12	0.16
البوتاسيوم	0.52	1.5	1.6	1.25
الصوديوم	0.15	0.45	0.40	0.45
الكلور	0.50	1.15	1.40	0.70

يمكن أن يتأثر محتوى الحليب قليلاً وفقاً للتغذية ومن أهم العناصر المعدنية الكالسيوم والفوسفور والبوتاسيوم والصوديوم والمغنزيوم والكلور والليمونات.

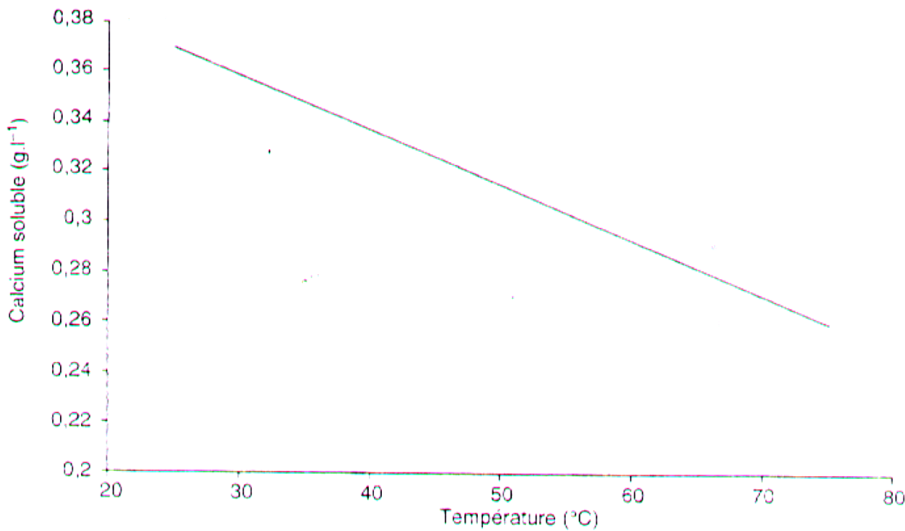
توجد بعض العناصر المعدنية على الحالة الذائبة والقسم الآخر موجود على الحالة الذائبة وعلى الحالة الغروية مرتبطاً في جسيمة الكازئين، يمثل القسم الغروي

65 % من الكالسيوم و 50 % من الفوسفور اللاعضوي و 60 % من المغنزيوم و 8 % من الليمونات أما العناصر الذائبة فهي موجودة تحت أشكال عديدة.

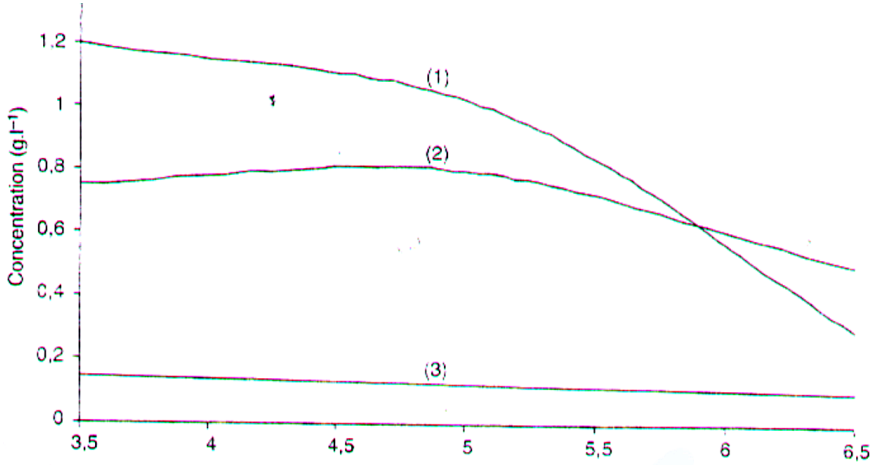
- البوتاسيوم والكلور والصوديوم موجودة على الحالة الشاردية.
- الفوسفات والليمونات موجودة على شكل أحادي وثنائي وثلاثي الفوسفات وتوجد حالة توازن بين الأشكال الغروية والذائبة وبين الأشكال المتشردة وغير المتفككة، التي يمكن أن تتغير بفعل عوامل متنوعة منها:

- درجة الحرارة التي تخفض الشكل الذائب (الشكل 1-5).
- رقم الحموضة الذي يزيد من الشكل الذائب للكالسيوم والفوسفور (الشكل 1-6).

أما العناصر الأخرى فهي موجودة بكميات محدودة جداً وتتوزع وفق طبيعة الوسط وشروطه بين الطور المذيب والعناصر المتوزعة كالجسيمات وحبيبات المادة الدسمة.



الشكل (1-5): تطور الكالسيوم الذائب وفقاً لدرجة الحرارة.



الشكل (1-6): تطور الكالسيوم الذائب 1 والفوسفات الذائبة 2 والمغنسيوم 3 وفقاً لرقم الحموضة pH.

1-3-4 - اللاكتوز : Lactose

موجود بمعدل 47-52 غ/الليتر ويعتبر المكون الأكثر انتشاراً في حليب الأبقار حيث يساهم بدور مهم خصوصاً قيمته التغذوية وقابليته للتخمر ويعتبر أساس صناعة بعض المنتجات اللبنية. سكر ثنائي مرجع يوجد تحت شكلين α , β الشكل (1-7) يتميز ببعض الخصائص الفيزيائية ويتكون من الجلوكوز والجالاكتوز.

إن العلاقة بين α/β تساوي 1.68 ولكنها تنخفض تدريجياً مع ارتفاع درجة الحرارة وأما سرعة الدوران التي تنظم التوازن بين α , β تعتمد بشكل أساسي على درجة الحرارة ورقم الحموضة.

يتم الحصول على الشكل α أحادي الماء بالتبلور على درجة حرارة أقل من 93.5 م° أما الشكل β اللامائي ويتم الحصول عليه على درجة حرارة أعلى من 93.5 م°.

قدرته المحلية ضعيفة بالمقارنة مع السكروز والعلاقة قريبة من 1 إلى 3 يمكن أن يتخمّر اللاكتوز بفعل العديد من البكتريا والخمائر حيث ينتج حمض اللبن وحمض بروبيونيك وحمض بيوتيريك والخل.

فالتخمّر اللبني ناتج من بكتريا حمض اللبن الموجودة طبيعياً في الحليب أو المضافة كبادئ حيث يتحول اللاكتوز إلى حمض اللبن.

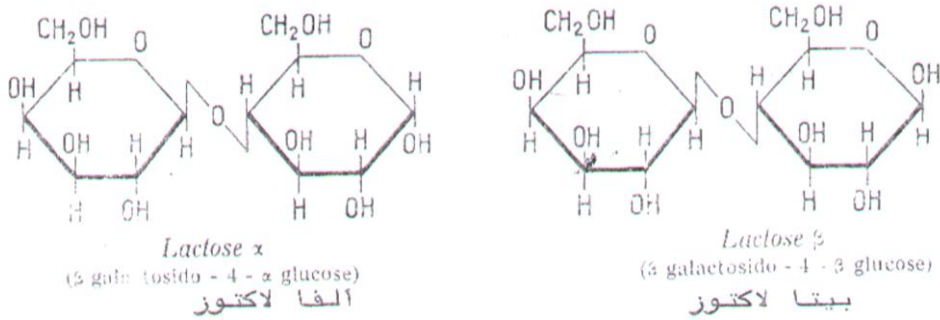
التخمّر البروبيوني المحرض بفعل بكتريا *Propionibacterium* نتيجة تحول اللاكتات الناتجة من التخمّر اللبني إلى حمض بروبيونيك وحمض الخل المسؤولة عن الطعم الخاص بالأجبان المطبوخة وغاز ثاني أوكسيد الكربون المسؤول جزئياً عن العيون ضمن الأجبان.

التخمّر الزبدي الناتج من التخمّر بفعل البكتريا المتبوعة *Clostridium* حيث تتحول اللاكتات إلى حمض الخل وحمض البيوتيريك المسؤول عن الروائح غير المستساغة كالعفونة والطعم اللاذع مع إنتاج غاز CO_2 و H_2 المسؤول عن الانتفاخ المتأخر في الأجبان المضغوطة والمطبوخة.

التخمّر الكحولي حيث يتحلل اللاكتوز إلى جلوكوز وجالاكتوز ويتحول الجلوكوز بدوره إلى كحول إيثيلي ويمكن للخمائر أن تحول اللاكتات إلى إيثانول ومواد عطرية وتشارك أيضاً في إنضاج الأجبان.

ويمكن لبعض الأحياء الدقيقة الأخرى مثل بكتريا الكوليفورم أن تخمر اللاكتوز منتجة بالإضافة إلى حمض اللبن، حمض الخل و H_2 و CO_2 حيث

تسبب هذه الغازات الانتفاخ في المبكر للأجبان وتكون مسؤولة عن الطعم والرائحة غير المقبولة وغير المستساغة.



الشكل (1-7): سكر اللاكتوز.

1-3-5 - الفيتامينات: Vitamins

مواد مهمة وضرورية وبعضها يساهم بدور مرافق أنزيمي وإن استهلاك ليتر من الحليب يغطي الاحتياجات اليومية من الفيتامينات حمض الفوليك وA، B₁₂، B₂، B₁ (الجدول 1-11).

بالنسبة للفيتامينات الأليفة الذوبان في الماء كمجموعة فيتامين B تعتمد قليلاً على العوامل الخارجية نظراً لأن مصدرها الأساسي هو الاصطناع الحيوي بفعل بكتريا الكرش.

أما الفيتامينات الذوابة في المادة الدسمة فهي موجودة بنسب متغيرة ومتبدلة وفقاً لتأثير التغذية والتعرض للأشعة الشمسية.

الجدول (1-11): فيتامينات حليب الأبقار. وفقاً لـ Mathieu , 1985

الفيتامينات الذوابة في الماء	المحتوى في الحليب مغ/الليتر	الاحتياجات اليومية مغ	% للتغطية عند استهلاك ليتر من الحليب
------------------------------	-----------------------------	-----------------------	--------------------------------------

33	2 – 1	0.7 – 0.3	B ₁ ثيامين
80	2.8 – 1.2	2 – 1.2	B ₂
34	12 – 8	4 – 2.8	B ₅
7	2 – 1.5	0.7 – 0.3	B ₆
100	– 0.001 0.002	0.006 – 0.003	B ₁₂
23	100 – 70	22 – 20	C
		0.040 – 0.15	H (بيوتين)
50	0.2 – 0.1	0.04 – 0.05	حمض فوليك
5	20 – 10	1 – 0.4	PP
30	1.8 – 1	0.6 – 0.3	الفيتامينات الذوابة في المادة الدسمة
30	35 – 5	1 – 0.5	A روتينول
6.5	25 – 10	1.5 – 0.8	D كالسيفيرول
		0.1	E توكوفيرول
			K

(Jeantet *et al*,2008., Schuck *et al*,2012., Jouzier et
Cohen-Maurel, 1995.,)

1-3-6- الأنزيمات: Enzymes

يحتوي الحليب على عدد كبير من الأنزيمات ولقد اكتشف أكثر من 60
أنزيماً من ضمن هذه الأنزيمات مجموعة تبرز خصائص هامة (الجدول 1-12)
ويمكن أن نشير إلى بعضها.

- 1- اللاكتوبيروكسيداز يتميز بفعالية مثبطة لنمو بعض البكتريا في الحليب الخام ويتميز بمقاومته لدرجة الحرارة المرتفعة مما يسمح في تحديد درجة الحرارة التي تعرض لها الحليب المبستر.
- 2- الكتالاز معدله مرتبط بعدد الكريات البيض ويسمح في الكشف عن حدوث مرض التهاب الضرع أو وجود حليب السرسوب.
- 3- الفوسفاتاز القلوي يبين صحة تطبيق البسترة حيث تثبط فعاليته عند تطبيق البسترة الصحيحة.
- 4- ليبوبروتين ليباز مسؤول عن تحلل الجليسيريدات الثلاثية وتشكيل الأحماض الدسمة الحرة التي تظهر الطعم والرائحة المتزنخة.
- 5- البروتيناز القلوي أو البلاسمين أصله من الدم ومسؤول عن تفكك كازئين بيتا وتشكيل كازئين جاما وبروتينوز بيتون رقم 5 و 8.

الجدول (1-12): أهم أنزيمات الحليب وفقاً لـ Mathieu 1985

الأنزيمات	التوزيع	رقم pH الأمثل	الوزن الجزيئي غ/مول	المحتوى مغ/الليتر
أنزيمات الأكسدة والإرجاع:				
لاكتوبيروكسيداز	المصل	6.5 - 6.8	80.000	10 - 70
اكسانتين اوكسيداز	الغشاء	7	600.000	120 - 160
كتالاز	الغشاء	6.8 - 7	240.0000	
أنزيمات التحلل:				
فوسفاتاز قلوي	الغشاء	7 - 10	170.000	
الليزوزيم	المصل	8	14000 - 18000	0.01 - 0.18
الليباز الطبيعي	كازئين	7 - 9	50000	1 - 2
بروتيناز حامضي	كازئين	4	36000	
بروتيناز قلوي	كازئين	7.5 - 8	48000	

الفصل الثاني

الخصائص الفيزيائية الكيميائية للحليب

Physical and chemicals properties of milk

- 1-2 طعم الحليب.
- 2-2 لون الحليب.
- 3-2 الثوابت الفيزيائية المتعلقة بالمحلول.
- 1-3-2 نقطة الغليان.
- 2-3-2 الناقلية الكهربائية.
- 3-3-2 نقطة التجمد.
- 4-2 اللزوجة.
- 5-2 معامل الانكسار.
- 6-2 حالة الماء.
- 7-2 كثافة الحليب.
- 8-2 المادة الصلبة الكلية.
- 9-2 درجة الحموضة.
- 10-2 رقم الحموضة.
- 11-2 دلالة المقارنة بين رقم pH الحليب ودرجة الحموضة.

الفصل الثاني

الخصائص الفيزيائية الكيميائية للحليب

Physical and chemicals properties of milk

مكونات الحليب موجودة تحت أشكال فيزيائية مختلفة. فالمحاليل الحقيقية تتكون من مواد موجودة على الحالة المتشردة أو الكتل الصغيرة الفردية المتوزعة ضمن المذيب، وهي مواد تتصف بقطر أقل من 1 ن م nm ويمكنها المرور ضمن أغشية نصف نفوذه، كأغشية الترشيح فوق العالي، وأن قوى التجانس بين الجزيئات الصغيرة والمذيب تكفي للمحافظة على توزيعها فاللاكتوز والأملاح المعدنية الذائبة موجودة في محلول حقيقي.

أما المحاليل الغروية فتمثل المواد الموجودة تحت شكل جزيئات أبعادها أكبر من 1 ن م nm. يمكن لهذه المواد أن تكون مكونة من كتل جزيئية صحيحة أو فردية كبيرة لا يمكنها عبور أغشية الترشيح فوق العالي. يعتمد ثبات هذه المكونات بشكل أساسي على الشحنات الكهربائية الموجودة على سطح الجزيئات وأحياناً على درجة الإماهة.

تساهم الشحنات الكهربائية الموجودة على السطح في منعها من التقارب ويؤدي معادلة الشحنات إلى اضطراب هذا الثبات. ضمن هذه المجموعة توجد الألبومينات والجلوبولينات والكازئين الذائب والفسفات الغروية.

أما المعلق الغروي فيتكون من جسيمات ذات وزن جزيئي مختلف ومن ضمن هذه المجموعة الكازئين. ونميز أيضاً وجود المستحلب حيث يتوزع الطور الدهني تحت شكل حبيبات ضمن الطور السائل. توزع الليبيدات ضمن الماء فيتشكل مستحلباً للمادة الدسمة في الحليب.

عندما تتعادل الشحنات الكهربائية الموجودة على سطح الجزيئات يؤدي ذلك إلى نزع ثبات الكازئين أما معادلة الشحنات الكهربائية للألبومينات والجلوولينات لا يكفي وحده لنزع الثبات.

1-2- طعم الحليب Flavor of milk

للحليب طعم مقبول ولطيف مستساغ وقليل الحلاوة. تؤدي الطرائق الحديثة في إنتاج الحليب وتبريده إلى المحافظة على طعمه ولكن يخشى ظهور بعض عيوب الطعم الناتجة عن البكتريا الأليفة لدرجة الحرارة المنخفضة التي تسبب تحلل بعض مكونات الحليب.

2-2- لون الحليب: Color of milk

يؤثر لون الحليب بشكل كبير في صناعة الألبان كونه يعد الدليل على غناء الحليب بالمادة الدسمة ويسبب انعكاس الأشعة على الكتل الجزيئية الموجودة في المعادن مثل جسيمات الكازئين وحبيبات المادة الدسمة وفوسفات وسترات الكالسيوم إلى إعطاء اللون الأبيض للحليب، وتختلف درجة اللون الأبيض وفقاً لعدد وحجم الكتل في المعلق، وإن انخفاض حجم الجسيمات نتيجة إفقارها بالكالسيوم بفعل حفظ الحليب على درجة حرارة منخفضة يمكن أن يؤثر في اللون الأبيض ويزداد اللون الأبيض في الحليب المتعرض لعملية التجنيس بسبب زيادة عدد حبيبات المادة الدسمة. أما اللون الأزرق في الحليب الفرز فناتج من التركيز المنخفض للكتل كبيرة الوزن الجزيئي الموجودة في المعلق فأنواع الحليب غير الطبيعية الغنية في الصوديوم والبوتاسيوم تتميز بلون حليب أقل شدة وذلك لأن كازئينات الصوديوم والبوتاسيوم أكثر ذوباناً من كازئينات الكالسيوم مما ينتج منه انخفاض في حجم الجسيمات. الألبومينات والجلوبولينات الموجودة في المصل على شكل

كتل صغيرة جداً لا يمكنها المساهمة في لون الحليب وغناء المصل بالريبوفلافين يعطيه اللون الأصفر المخضر.

تحتوي المادة الدسمة على صبغات صفراء تتعارض مع اللون الأزرق في الحليب ويختلف محتوى الحليب من الكاروتينات وفقاً للتغذية والعرق فالأعلاف الخضراء والجزر تعتبر مصادر مهمة للكاروتينات والتي تؤثر على لون حليب الأبقار يضاف إلى ذلك أن عروق الأبقار الحلوب مثل جربي تنتج حليباً يحتوي على مادة دسمة أكثر اصفراراً من حليب أبقار هولشتاين.

2-3 الثوابت الفيزيائية المتعلقة بالمحلول:

2-3-1 نقطة الغليان: Boiling point

في ظروف الضغط الجوي العادي تقدر نقطة غليان الحليب 100.17-100.5 م° ونقطة غليان الماء 100 م° تعتمد نقطة غليان الماء مثل نقطة التجمد على عدد الكتل الموجودة في المحلول ولذلك تزداد درجة الغليان مع زيادة التركيز وتتنخفض مع الضغط وسنتناولها على المستوى العملي عند تركيز الحليب لصناعة الحليب المركز المحلى أو غير المحلى.

2-3-2 الناقلية الكهربائية: Electrical conductivity

تعتمد إمكانية النقل الكهربائية في الحليب بشكل أساسي على عدد الشوارد والكتل المستخدمة ويعزى إلى الشوارد الحرة كالبيوتاسيوم والصوديوم والكلور الدور الأكثر أهمية في الناقلية.

تقدر الناقلية الكهربائية بحدود 0.005 أوم/سم على درجة حرارة 20 م° وتتنخفض الناقلية الكهربائية عند إضافة الماء. توجد علاقة إيجابية بين الناقلية الكهربائية وعدد الخلايا الجسدية ولكن عند تجاوز عدد كريات البيض 500.000/مل بالتهاب الضرع حيث تتجاوز 0.005 أوم/سم بسبب ارتفاع المحتوى من الكلور.

2-3-3 نقطة التجمد: Freezing point

تعد نقطة تجمد الحليب من أهم الخصائص الفيزيائية الشائعة وتتراوح بين - 0.54 - 0.55 م° وتبين التجارب أن نقطة التجمد تتذبذب ضمن مجال -0.53 و -0.57 م° وفقاً للفصول. يرتبط انخفاض نقطة التجمد بالمواد الذائبة ولذلك تؤدي إضافة الماء إلى رفع نقطة التجمد ويسبب إضافة 1% من الماء إلى رفع نقطة التجمد حوالي 0.0055 م°. يسبب بقاء الحليب على درجة حرارة مرتفعة عند تطبيق المعاملات الحرارية مثل البسترة ارتفاع نقطة التجمد ويعطي نفس النتيجة عند إضافة الماء بسبب حدوث تغيرات في التوازنات الملحية مما يرفع من نقطة التجمد.

تؤدي زيادة الشوارد والجزئيات الذائبة في الحليب إلى انخفاض في نقطة التجمد لأن كل جزيء من اللاكتوز ينتج أربعة أجزاء من حمض اللبن. تنخفض نقطة التجمد حيث تؤدي زيادة كل درجة دورنيكية واحدة انخفاضاً في نقطة التجمد مقداره 0.004 م° وارتفاع درجة الحموضة 10 D° عن درجة الحموضة الطبيعية يتوازن مع إضافة ماء بنسبة 7.4%.

وتتخفض نقطة التجمد أيضاً عند إضافة 1 غ من ثاني كرومات البوتاسيوم / ليتر بمقدار 0.025 م°.

2-4 اللزوجة: Viscosity

تعرف اللزوجة بأنها مقاومة السائل للجريان وتنتج من احتكاك الكتل التي تكون السائل. ترتبط اللزوجة في الحليب بعدد وحجم الكتل الموجودة ودرجة الحرارة، ولذلك فهي مرتبطة في محتوى الحليب من البروتينات والمادة الدسمة أما تأثير اللاكتوز والأملاح المعدنية أقل أهمية.

لزوجة الماء تساوي 1 سنتي بواز على درجة حرارة 20 م° أما لزوجة الحليب كامل الدسم تساوي 2.1 على نفس درجة الحرارة و1.8 سنتي بواز للحليب الفرز. توجد علاقة بين حجم وعدد الحبيبات الدسمة واللزوجة، فزيادة اللزوجة في الحليب المتعرض إلى التجنيس يمكن تفسيره بادمصاص البروتينات على سطح الحبيبات وتساهم أيضاً درجة إماهة البروتينات بدور هام في اللزوجة.

2-5 معامل الانكسار: Refraction Indic

يستفاد من معامل الانكسار في المجال العملي لتكنولوجيا الألبان حيث تقدر درجة تركيز الحليب عند معاملته بالترشيح فوق العالي.

- بالارتشاح المعاكس.
- بالتبخير تحت تفريغ.

ويمكن الاستفادة منه في تقدير محتوى الحليب المركز من السكر.

2-6 حالة الماء: Water form

يحتوي الحليب على 87.5 % من الماء أي ما يساوي 900 غ تقريباً في اللتر ويوجد على شكلين:

- الماء المرتبط ويشكل قسماً قليلاً (3.7 %) ويرتبط بقوة في المواد الموجودة على شكل مستحلب وعلى شكل معلق. وهذا الماء لا يشكل قسماً من الطور المائي الحقيقي ولذلك لا يذيب اللاكتوز ويرتبط بشكل أساسي في البروتينات.
- الماء الحر يشكل القسم الأكبر من الماء وهو المسؤول عن إذابة اللاكتوز والأملاح وهو مستقل عن الأملاح غير الذائبة. وتمثل فعالية الماء الطريقة المناسبة في إظهار جاهزية الماء ضمن المواد الغذائية كونه يسمح في تحديد العتبة المعينة التي لا تستطيع الأحياء الدقيقة النمو في قيمة أقل منها.

ويعبر عن فعالية الماء: $a_w = \frac{p_w}{p^0_w}$

حيث a_w فعالية الماء

p_w الضغط الجزئي على درجة حرارة معينة عند التوازن

p^0_w الضغط الجزئي لبخار الماء النقي ضمن نفس الشروط.

ويتوقف نشاط الأحياء الدقيقة وفقاً للقيم الآتية:

- البكتريا: $a_w 0.91$

- الخمائر: $a_w 0.88$

- الفطور: $a_w 0.80$

- البكتريا المتحملة للملوحة: $a_w 0.75$

2-7 كثافة الحليب: Density of milk

كثافة حليب معين ليست ثابتة ولكنها تختلف وفق عاملين متعاكسين:

1- تركيز العناصر الذائبة والعناصر الموجودة بشكل معلق أي المواد

الصلبة اللادھنية فترتفع الكثافة طردياً مع تركيز هذه العناصر.

2- محتوى الحليب من المادة الدسمة حيث تنخفض الكثافة بطريقة

عكسية مع محتوى الحليب من المادة الدسمة لأن كثافة المادة

الدسمة أقل من 1 ولذلك تكون كثافة الحليب الفرز أعلى من كثافة

الحليب كامل الدسم.

فيما يتعلق بحليب الأبقار تتراوح الكثافة بين 1.028 و 1.032 غ/مل وتؤدي

إضافة الماء إلى انخفاض الكثافة. يمكن أن يكون للحليب الفرز والحليب المضاف

إليه الماء الكثافة نفسها ولذلك لا يكفي قياس الكثافة لوحده في كشف غش الحليب

بإضافة الماء، تصل كثافة حليب السرسوب إلى 1.034 لارتفاع محتواه من المادة الصلبة الكلية. إن كثافة مكونات الحليب على درجة حرارة 30 م° هي كالآتي:

0.913	- المادة الدسمة
1.92	- المادة الصلبة اللادهنية
1.63	- اللاكتوز
1.35	- البروتينات
5.5	- الرماد

فعند معرفة تركيب الحليب يمكن معرفة كثافة الحليب حسابياً وفق المعادلة الآتية:
الكثافة على درجة حرارة 30 م° =

$$\frac{100}{\frac{\text{المادة الدسمة \%}}{0.913} + \frac{\text{اللاكتوز \%}}{1.63} + \frac{\text{بروتين \%}}{1.35} + \frac{\text{الرماد \%}}{5.5} + \frac{\text{الماء \%}}{1}}$$

وفي الوقت الحالي تستبدل الكثافة بمفهوم الوزن النوعي والذي يساوي كتلة حجم معين مقسوماً على كتلة نفس الحجم من الماء على درجة حرارة 20 م°.

2-8 المادة الصلبة الكلية: Total solids

يتراوح محتوى أنواع الحليب المختلفة من المادة الصلبة الكلية بين 100 و600 غ/التر ويعود هذا الفرق إلى محتوى الحليب من المادة الدسمة. فيما يتعلق بحليب الأبقار يتراوح المحتوى بين 125-130 غ/التر أما قيمة المادة الصلبة اللادهنية في أبقار الدول الأوروبية تتراوح بين 90 و102 غ/التر ولذلك فكل قيمة أقل من 87 يترك مجالاً للشك في غش الحليب بإضافة الماء.

المادة الصلبة اللا دهنية = المادة الصلبة الكلية - المادة الدسمة

ولقد استخدمت مجموعة من الثوابت لكشف غش الحليب بإضافة الماء منها الثابت الجزئي البسيط CMS والذي يمكن حسابه وفق المعادلة التالية:

$$CM.S = \frac{1000}{S} (L + 11.9 \text{ NaCl})$$

الثابت الجزئي المبسط

حيث:

- L: اللاكتوز المائي غ/لتر.
- NaCl كلور الصوديوم غ/لتر.
- S: حجم المصل الناتج عن لتر من الحليب ويساوي بشكل متوسطي 943 مل.

وتتراوح قيمة الثابت الجزئي المبسط بين 74 و 79 ولذلك أية قيمة أقل من 70 تسمح في التأكد من غش الحليب بإضافة الماء.

2-9 درجة الحموضة: Titratable acidity of milk

يمكن التعبير عن درجة الحموضة بعدة تعابير، الدرجة الدورنيكية D° وتعبّر عن عدد مل من ماءات الصوديوم تسع النظامي اللازمة لمعادلة الحموضة الطبيعية في 100 مل من الحليب في وجود دليل فينول فتالين. تتراوح درجة الحموضة في الحليب الطبيعي بين 16-18 D° .

$$1 - D^{\circ} \text{ تساوي } 0.1 \text{ غ/لتر من حمض اللبن}$$

- أما درجة SH Soxhlet – Henkel

فهي حجم ماءات الصوديوم ربع النظامي اللازمة لمعادلة الحموضة في 100 مل من الحليب في وجود دليل فينول فتالين كل $SH = 2.25 D^{\circ}$ ، وتتراوح درجة الحموضة الطبيعية بين 7-8.5 SH.

درجة الحموضة المعايرة هي نتيجة لعدة تفاعلات تمثل الحموضة الطبيعية والتي تساوي بشكل متوسطي 18 مل من ماءات الصوديوم النظامية اللازمة لواحد لتر من الحليب، ومصدر الحموضة:

- الحموضة الناتجة عن الكازئين المسؤولة عن 5/2 من الحموضة الطبيعية.
- الحموضة الناتجة عن المواد المعدنية وآثار الأحماض العضوية وتشكل 5/2 من الحموضة الطبيعية.
- التفاعلات الثانوية الناتجة عن الفوسفات وتعادل 5/1 الحموضة الطبيعية أما الحموضة المتطورة ناتجة من حمض اللبن والأحماض العضوية الأخرى الناتجة عن التفكك الميكروبي لسكر اللاكتوز وبشكل محتمل تحلل الليبيدات في الحليب المتحلل.

10-2 رقم pH الحليب: The pH of milk

تتصف جميع أنواع الحليب بتفاعل شاردي قريب من التعادل، يتصف حليب الأبقار بتفاعل حامضي بسيط ويتراوح بين 6.6-6.8 بسبب وجود الكازئين والفوسفات ويعتبر رقم الحموضة غير طبيعي في حليب الأبقار إذا كان أقل من 6.6 أو أعلى من 6.9. يبدي حليب السرسوب تفاعلاً حامضياً بسيطاً ولذلك له رقم حموضة أقل من 6.6 بسبب المحتوى المرتفع من البروتينات. يتبدل رقم الحموضة من نوع حليب إلى آخر وذلك وفقاً للتركيب الكيميائي، خصوصاً المحتوى من الكازئين والفوسفات فرقم الحموضة pH المتوسطي لحليب الأغنام الغني في الكازئين 6.5 أما حليب المرأة الفقير في الكازئين فهو متعادل وقلوي بسيط ويتراوح رقم الحموضة بين 7-7.5.

يمثل رقم الـ pH الحموضة الطبيعية وعليه تعتمد الخصائص الهامة مثل ثبات الكازئين.

2-11 دلالة المقارنة بين pH الحليب ودرجة الحموضة:

يمكن لبعض أنواع الحليب أن يكون لها رقم الحموضة نفسه وتبرز الثبات نفسه في المعاملات الصناعية وتتسم بالحالة الطازجة نفسها ولكنها مع ذلك تظهر درجات حموضة مختلفة (الجدول 2-1).

الجدول (2-1): العلاقة بين نوعية الحليب ورقم الحموضة ودرجة الحموضة.

درجة الحموضة D°	رقم الحموضة pH	نوعية الحليب
22	6.7	1-حليب غني دون حموضة متطورة
18	6.7	2-حليب عادي دون حموضة متطورة
14	6.7	3-حليب فقير دون حموضة متطورة
22	6.3	4-حليب في حالة تحلل وارتفاع الحموضة
14	7.2	5-حليب قلوي (التهاب ضرع)

في المنشآت الصناعية كالتعقيم والتركيز يطبق الاختبار المناسب على أساس درجة الحموضة ومن المفروض رفض الحليب رقم 1 و4، بالنسبة للحليب رقم 4 يعد ذلك طبيعياً كونه حامضياً أما بالنسبة للرقم 1 يعد غير صحيح بسبب ارتفاع المحتوى من المادة الصلبة الكلية إضافة إلى أن هذا الحليب يشكل وسطاً منظماً قوياً، ولذلك يكون تبدل رقم الحموضة أقل سرعة بالمقارنة مع الحليب رقم 2 و3 تحت تأثير حمض اللبن الناتج من التخمر اللبني. من المعروف أن أنواع الحليب التي تتصف بحموضة طبيعية مرتفعة يمكن حفظها مدة أطول بالمقارنة مع أنواع الحليب المساوية لها بالنوعية الصحية أو التي حموضتها الطبيعية أقل.

تبين المعطيات الموضحة في الجدول (2-2) أن أرقام pH والحموضة المعاييرة غير مرتبطة بشكل دقيق بين بعضها.

الجدول 2-2 أرقام pH الحليب ودرجة الحموضة.

درجة الحموضة D°	نوع الحليب	pH
18-16	حليب أبقار طبيعي	6.8-6.6
15	حليب قلوي أو مغشوش بإضافة الماء، حليب في نهاية موسم الإدرار	6.8 وأعلى
20-19	حليب حامضي ضعيف أو حليب السرسوب	6.6-6.5
20	حليب لا يتحمل التعقيم على درجة حرارة 110 م°	6.4
21	حليب مركز فيه المادة الصلبة اللا دهنية 20%	6.35
22	حليب لا يتحمل الطبخ على 100 م°	6.3
22	حليب مركز فيه المادة الصلبة اللا دهنية 30%	6.25
24 أو أكثر	حليب لا يتحمل البسترة 72 م°	6.1
60-55	حليب يتخثر على درجة الحرارة العادية	5.2
13-9	المصل الطازج الناتج عن الأجبان	6.5
120	مزرعة بكتريا حمض اللبن الكروية	4.5
250	مزرعة بكتريا حمض اللبن العصوية	3.9

على المستوى العملي يتم الاهتمام بدرجة الحموضة بشكل أعلى باستثناء الحالات التي لا يمكن تجنب قياس رقم الحموضة pH مثل التعقيم والأجبان المصهورة وزيدة التخزين. (Alais et al 2018., Alais,1984)

الفصل الثالث

إنتاج الحليب Production of milk

1-3 تكوين الحليب وإفرازه.

2-3 الاصطناع الحيوي لمكونات الحليب.

3-3 العوامل المؤثرة في تكوين الحليب وتركيبه.

الفصل الثالث

إنتاج الحليب Production of milk

1-3 تكوين الحليب وإفرازه: Elaboration and ejection of milk

1-1-3 تشريح الضرع:

يشتمل الضرع على أربعة أرباع منفصلة ومستقلة وينتهي كل ربع بحلمة ويتشكل من:

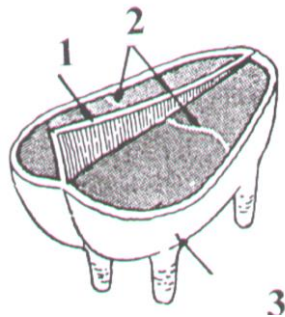
- الجلد أو الغلاف المحيط.
- النسيج الداعم الذي يربط الضرع مع الجدار البطني الداخلي.
- الأغشية الرقيقة التي تفصل بين الربع الأمامي والخلفي.
- الأوعية الدموية والأعصاب: توجد أوعية عديدة ويتم تروية الضرع بالشرابين والأوردة والأوعية الليمفاوية. خلال الإدرار يصبح معدل مرور الدم أعلى بـ 3 إلى 5 مرات بالمقارنة مع حالة الفترة الجافة وتقدر كمية الدم اللازمة لتشكيل لتر من الحليب بنحو 250-500 لتراً. انظر الشكل (1-3).

- نسيج الغدة له مظهر مسامي إسفنجي لوجود الأوعية الدموية والليمفاوية والقنوات الناقلة للحليب ويتكون من:

الأسناخ ذات الشكل الدائري 100-300 ميكرون والتي يتوضع بداخلها الخلايا المفرزة وتشكل الأسناخ العناقيد الذي يشتمل العنقود على 10-120.

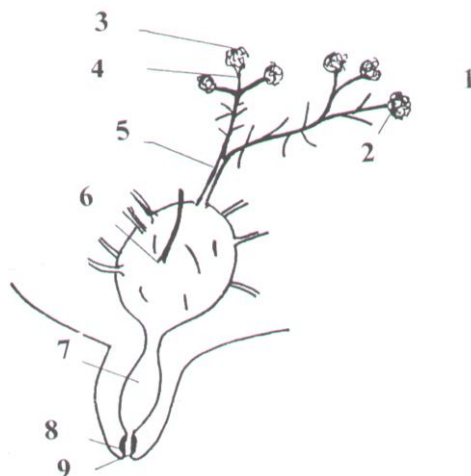
- القنوات الموجودة بين الفصيصات.
 - القنوات الموجودة بين الفصوص.
- ترتبط القنوات مع بعضها بعضاً من الداخل باتجاه الخارج حتى الوصول إلى قناة جامعة والتي تنقل الحليب إلى جوف الغدة الذي يصل حجمه إلى 500 سم³.

- يتصل حوض الغدة بقناة وحيدة تؤدي إلى خارج الضرع والذي يصل طولها 8-12 مم.
 - حوض الحلمة 15-40 سم³.
 - العضلة العاصرة.
- انظر الشكل (1-3) الذي يبين مظهر تخطيطي للضرع.



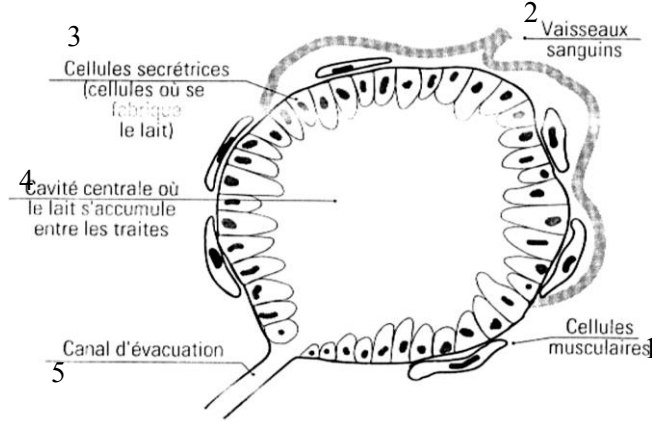
الشكل (1-3): مظهر تخطيطي للضرع.

- 1- غشاء سميك بين النصف الأيمن والنصف الأيسر.
- 2- غشاء رقيق يفصل الربعين الأمامي عن الخلفي.
- 3- غلاف الأنسجة الضامة.



الشكل (2-3): مظهر تشريحي للضرع.

- 1 الفص.
2 الأسناخ.
3 قنوات ضمن الفصيصات.
4 قنوات ضمن الفصوص.
5 قناة ناقلة للحليب.
6 حوض الربع.
7 حوض الحلمة.
8 العضلة العاصرة.
9 قناة الحلمة.



الشكل (3-3): مظهر تخطيطي للسنخ.

- 1 خلايا عضلية.
2 أوعية دموية.
3 خلايا مفرزة للحليب.
4 حوض السنخ.
5 قناة ناقلة للحليب.

3-1-2 تطور الضرع: Mammal development

إن تطور الضرع يعتمد على الفعالية الجنسية للحيوان والتي تكون تحت تأثير الهرمونات المفرزة.

- فولكولين Fulliculine (المبيض - المشيمة) حيث يحرض نمو الضرع وتطوره.
- بروجيسترون (الجسم الأصفر) يحرض نمو الاسناخ وتطورها.
- بدون الحمل يلاحظ تطور دوري للضرع.

- مع الحمل: حتى الشهر الرابع ينخفض التطور.
- خلال الشهر الرابع تتطور الأنسجة الطلائية.
- بدءاً من الشهر الخامس أو السادس يتطور نسيج الغدة ويتحول السائل المفرز شيئاً فشيئاً إلى السرسوب.
- خلال الإدرار يستمر الضرر في التطور وخلال الشهرين الأولين. عند النضوب يلاحظ الاختفاء التدريجي للأسناخ مع بقاء القنوات الجامعة للحليب ضعيفة النمو.

3-1-3 انطلاق الإدرار:

- تتحكم مجموعة من العوامل الهرمونية في انطلاقة وإفرازه الحليب:
- **خلال الحمل:** تفرز المشيمة هرمونات أوستروجين المثبطة لإفراز هرمون البرولاكتين (هرمون مسؤول عن تكوين الحليب).
- **قبل الولادة:** ينخفض معدل الأستروجين وتنقص فعاليته المثبطة إزاء البرولاكتين.
- **بعد الولادة:** توقف فعالية المشيمة وينطلق الإدرار بالتفاعل مع الغدة النخامية لإفراز البرولاكتين.
- ينخفض معدل البرولاكتين تدريجياً بالابتعاد عن الولادة.

3-1-4 آلية تكوين الحليب:

- ما تزال آلية مرور العناصر من الدم إلى الأسناخ لتشكيل الحليب غير معروفة بشكل كامل.
- تعتبر بعض الأملاح بسهولة حيث يتم الاصطناع الحيوي للحليب في حين أن قسماً منها لا يستطيع العبور. لقد تأكد وجود فروق في التراكيز بين الحليب والدم كالعناصر المعدنية فمثلاً:

الحليب	الدم	
10	1	البوتاسيوم
15	1	الكالسيوم
1	5	الصوديوم
1	5	الكلور

وتصل بعض العناصر مباشرة من الدم، كالماء والفيتامينات والمواد الملونة وقسم من الأملاح والأحماض الأمينية والجلوبولين والمواد المسؤولة عن الرائحة والطعم أما الأقسام الأخرى التي يتم اصطناعها ضمن خلايا النسخ فهي:

- المادة الدسمة.
- اللاكتوز.
- ألبومينات.
- الكازئين.

عند إخضاع الحيوان إلى إجهاد أو إصابته بالأمراض تضطرب عملية الاصطناع الحيوي وبذلك يتغير تركيب الحليب. يتم اصطناع مكونات الحليب ضمن الخلايا المفردة في الأسناخ حيث يتراكم الحليب ضمن الأسناخ والقنوات الناقلة بانتظار الحلابة.

يبدأ الاصطناع الحيوي في نهاية الحلابة حيث يفرز القسم المائي والبروتينات والمادة الدسمة التي تعبر إلى حوض السنخ. عند امتلاء الأسناخ يزداد ضغط الحليب مانعاً من تحرر المادة الدسمة حيث تستطيع المكونات الصغيرة والماء أن تعبر حتى يستقر التوازن بين ضغط الحليب وضغط الدم 25-40 مليمتراً من الزئبق.

عند الحلابة ينخفض الضغط وتصبح الأسناخ فارغة مما يسمح للخلايا في تحرر الحبيبات الدسمة المحتجزة ولذلك يزداد معدل المادة الدسمة في نهاية الحلابة.

3-1-5 آلية ضخ الحليب:

بين الحلبتين يتراكم الحليب ضمن جوف الأسناخ في الضرع، ولا يمكن للحليب الانسياب خارج الضرع إلا في حالة الأنسجة الضعيفة، ولذلك يتوجب تحضير الحيوان للحلبة. لقد تأكد تأثير العوامل المحيطة كالروائح والضجيج ومن تحضير البقرة كالتنظيف وتدليك الحلمة.

يحرص التنشيط انسياب عصبي يصل إلى المخ والذي يتفاعل مع الغدة النخامية التي تفرز هرمون أوسيتوسين *ocytocine* الذي يصل إلى خلايا الضرع عن طريق الدورة الدموية ويحدث تقلصات للأسناخ مما يؤدي إلى خروج الحليب خلال مدة 20-60 ثانية بعد بداية التدليك ويستغرق فعل الهرمون 8 دقائق. عند وصول الهرمون يرتفع الضغط الأسموزي ضمن الضرع. إذا تعرض الحيوان للإزعاج والمضايقة كالضجيج والضوضاء أو ضرب الحيوان يؤثر ذلك في انسياب عصبي إلى المخ مما يسبب في إفراز هرمون أدرينالين المفرز من الغدد فوق الكظرية، ويصل عن طريق الحركة الدموية مما يؤدي إلى تقلص الشرايين الدموية مسبباً الاحتفاظ بالحليب حيث يمنع هرمون أدرينالين فعل أوسيتوسين. ووفقاً لضخ الحليب يمكن أن نميز:

- حليب حوض الغدة: إن وجود قناة ضمن الحلمة قبل الحلبة تعرض انسياب الحليب بفعل الجاذبية لكمية من الحليب تتراوح بين 25-35% من الإنتاج الكلي ويكون المحتوى من المادة الدسمة ضعيفاً.

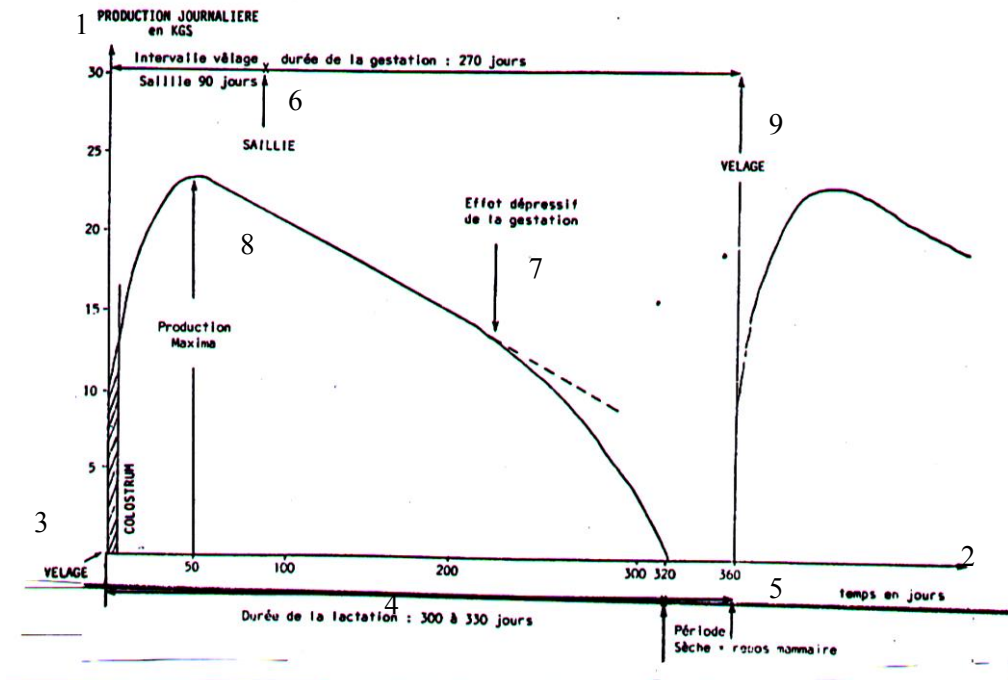
- حليب الأسناخ: بعد التدليك ينساب الحليب ضمن أحواض الأسناخ ويشكل 50 إلى 75% من الحليب الكلي ويكون المحتوى مرتفعاً من المادة الدسمة.

- الحليب المتبقي عند تطبيق حقن لهرمون أوسيتوسين يلاحظ انسياب 10-15% من الإنتاج الكلي والذي يمتاز بارتفاع المحتوى من المادة الدسمة ولا يستخرج هذا الحليب أو جزء منه بالحلبة التقليدية

3-1-6 منحنى الإدرار : Lactation curve

بعد الولادة تزداد كمية الحليب بسرعة للوصول إلى القيمة المرتفعة بين الأسبوع الثالث والأسبوع الخامس ويتناقص بعد ذلك ببطء ثم يزداد التناقص خلال الشهرين الأخيرين. يكون معدل المادة الدسمة ومعدل المواد الآزوتية مرتفعاً عند الولادة، وينخفض بعد ذلك خلال الشهر الأول، ويحافظ على هذا المستوى خلال الشهر الثاني، ويعود للارتفاع من جديد حتى النضوب، ويكون المجال أكثر ارتفاعاً لكميات المواد الدسمة مقارنة مع معدل المواد الآزوتية. يوضح الشكل (3-4) منحنى الإدرار.

يمكن أن يضطرب منحنى الإدرار بفعل عوامل مرتبطة بالحيوان أو عوامل مرتبطة في الوسط.



الشكل (3-4): منحنى الإدرار.

2 الزمن / اليوم.

1 الإنتاج اليومي/كغ.

- 3 الولادة.
- 4 مدة الإدرار.
- 5 فترة النضوب.
- 6 التلقيح.
- 7 تأثير الحمل.
- 8 الإنتاج الأعظمي.
- 9 الولادة الثانية.

2-3 الاصطناع الحيوي لمكونات الحليب:

Constituents biosynthesis of milk

1-2-3 السكريات: الاصطناع الحيوي لسكر اللاكتوز:

يتم الاصطناع الحيوي لسكر اللاكتوز ضمن خلايا السنخ في الغدة بدءاً من سكر الجلوكوز حيث يتحول قسم من الجلوكوز إلى جالاكتوز.

مصدر جلوكوز الدم:

- جلوكوز الأمعاء الدقيقة.
 - قسم من حمض بروبيونيك C3 يتحول إلى جلوكوز في الكبد.
 - تحول بعض الأحماض الدسمة الطويلة.
 - نزع المجموعة الأمينية لبعض الأحماض الأمينية.
- يرتبط الاصطناع الحيوي في وجود لاكتوز سينتيزاز والذي يتكون بدوره من بروتين A جالاكتوزيل ترانسفيراز Galactosyle transferase بروتين B ألفا لاكتا ألبومين حيث يسمح في تكوين اللاكتوز وفق المخطط الآتي:
- جلوكوز ← جلوكوز 6- فوسفات ← جالاكتوز UDP
- جلوكوز + جالاكتوز UDP في وجود ألفا لاكتا ألبومين يعطي اللاكتوز

2-2-3 الاصطناع الحيوي للمواد الآزوتية:

تقسم البروتينات إلى مجموعتين وفقاً لأصلها:

البروتينات المأخوذة من الدم مباشرة وتشكل 5-10% من بروتينات الحليب وهي سيروم ألبومين، وبروتينات المناعة حيث يختلف محتوى الحليب منها فيكون

مرتفعاً عند فترة السرسوب أو حالة التهاب الزرع. البروتينات الناتجة من الأحماض الأمينية الحرة في الدم والتي مصدرها إما من الأحماض الأمينية في الأمعاء الدقيقة وإما البروتينات الميكروبية الناتجة نفسها من الأمونياك ضمن الجهاز الهضمي. يتم الاصطناع الحيوي لبروتينات الحليب تحت تأثير وآلية هرمونية ووراثية مثل:

- الكازئين
- ألفا لاكتو ألبومين
- بيتا لاكتو جلوبولين
- بروتينوز ببتون

فيما يتعلق باليوربا المكون السائد ضمن المواد الأزوتية غير البروتينية ويمثل 20-75% تأتي مباشرة من الدم وتركيزها في الحليب يتساوى مع تركيزها في الدم أما بقية المواد الأزوتية غير البروتينية فتشتمل على أحماض أمينية حرة وقواعد آزوتية. إذن المواد الأزوتية غير البروتينية مصدرها غذائي أو ناتجة عن الاستقلاب.

3-2-3 الاصطناع الحيوي للمادة الدسمة:

يتم في الأمعاء امتصاص الأحماض الدسمة الناتجة من الهضم في الكرش والتي تمثل الأحماض الدسمة الطيارة وبنسبة أقل حمض سيتاريك وحمض أوليك وأحماض دسمة مشبعة طويلة السلسلة حيث تعبر هذه الأحماض إلى الدم وتلتحق في الأحماض الدسمة الموجودة في الدم.

الأحماض الدسمة الموجودة مسبقاً في الدم ناتجة بشكل أساسي من الاصطناع الحيوي الذي يحدث على مستوى:

- الكبد.
- الأنسجة الشحمية.

وفي الكبد يتم الاصطناع الحيوي للأحماض الدسمة المشبعة C18 ، C16 والأحماض غير المشبعة وحيدة الرابطة المزدوجة 1: C16 أو 1: C18 أما الأحماض غير المشبعة 2: C18 و 3: C18 لا يتم اصطناعها حيويًا.

تبدي الخلايا المفترزة ثلاثة نماذج من الفعالية:

- فعالية الاصطناع الحيوي مباشرة من حمض بيتا هيدروكسي بيوتيريك للوصول إلى 10 ذرات من الكربون.

- بوساطة مالونيل COA المنشطة بفعل مرافق أنزيمي، في حالة الأحماض الدسمة الطيارة ويستفاد منها في إطالة السلسلة بإضافة متتالية لذرتي كربون تنشأ من حمض الخل. فإذا كان حمض الخل المصدر الطبيعي فتنشأ الأحماض المشبعة مزدوجة العدد الكربوني وإذا كان حمض بروبيونيك هو المصدر الطبيعي فتنشأ الأحماض الدسمة مفردة العدد الكربوني.

3-2-3-1 فعالية جمع الأحماض الدسمة:

يتم أخذ الأحماض الدسمة الموجودة في الدم والتي تتكون من أحماض دسمة غير مشبعة 1: C18 أو أحماض دسمة مشبعة 1: C18 و 1: C16 وتتوضع الأحماض الدسمة على الجليسيرول وفق ما يلي:

- حمض بيوتيريك على الموقع رقم 3.
- حمض بالميتيك والذي مصدره الدم يتوضع على الموقع 2.
- حمض البالميتيك المتشكل يتوضع على الموقع 1 أو 3.

يمكن أن تتشكل الجليسيريدات الفعالة على مستوى الخلية بدءاً من الجليسرول والذي يأتي بشكل خاص من جلوكوز الدم.

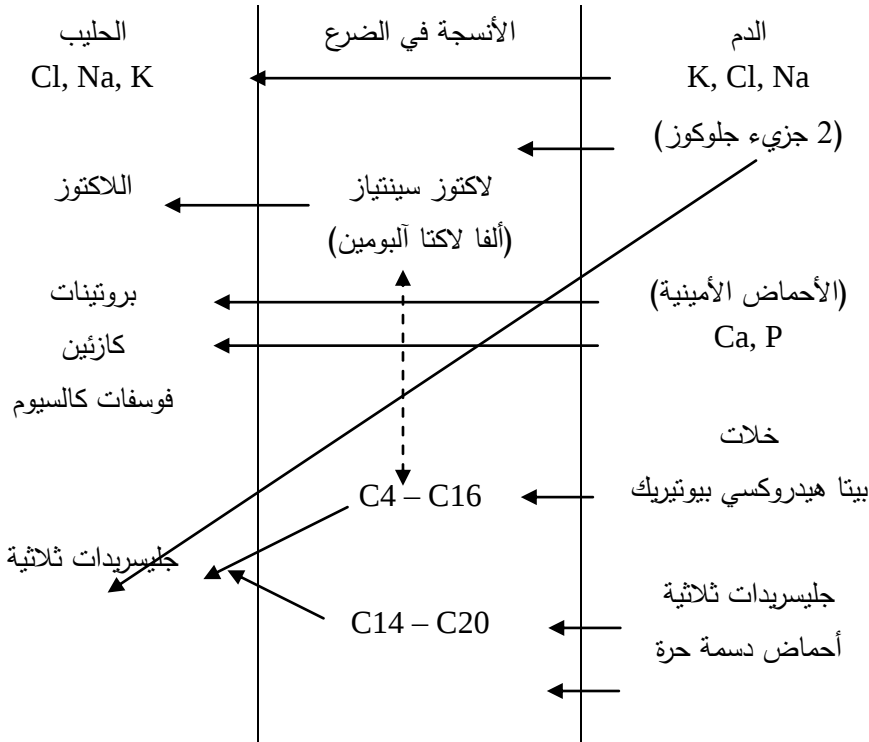
3-2-2-3 فعالية نزع الإشباع:

توجد فعالية خاصة في نزع الإشباع لحمض سيتاريك إلى حمض أوليك ويستفاد من هذه الفعالية لتصحيح آثار الهدرجة التي تمت ضمن الكرش معطية للمادة الدسمة الحالة السائلة.

في الضرع يتم الاصطناع الحيوي للأحماض الدسمة تحت فعل جزئي للبروتينات وهذا ما يفسر العلاقة الإيجابية بين معدل المادة الدسمة ومعدل المواد الآزوتية فعند زيادة معدل الآزوت فإنه يترافق مع زيادة معدل المادة الصلبة.

3-2-4 مخطط الاصطناع الحيوي لمكونات الحليب

نوضح فيما يلي المخطط الخاص بالاصطناع الحيوي لمكونات الحليب الشكل (3-5).



الشكل (3-5): الاصطناع الحيوي لمكونات الحليب.

3-3 العوامل المؤثرة في تكوين الحليب:

Factors that affect of structure of milk

يتبدل تركيب الحليب والكمية المفروزة وفقاً لعوامل عديدة ويعد معرفة هذه التبدلات هام جداً للعاملين في مجال التصنيع أو المهتمين في مجال التغذية حيث تختلف أنواع الحليب في إمكانية تحويلها إلى الزبدة أو إلى الأجبان وتختلف أيضاً قيمتها الغذائية.

من أهم العوامل الأساسية:

(1) العوامل المرتبطة بالحيوان.

(2) العوامل المرتبطة في التربية وجمع الحليب.

3-3-1 العوامل المرتبطة في الحيوان:

3-3-1-1 - تأثير العرق: العامل الوراثي Genetic factor: يختلف معدل

المادة الدسمة في الحليب وفقاً للعرق فأبقار النورماندي الفرنسية تمتاز بمعدل أعلى من الفريزيان الفرنسية وقد يصل الفرق إلى 3 غ في الألف والفرق بين الفريزيان الفرنسية والهولشتان يصل إلى 2 غ في الألف.

فيما يتعلق بالمواد الآزوتية يصل الفرق في المعدل الآزوت إلى 2.2 في الألف بين الفريزيان الفرنسية والنورماندي وكذلك يصل الفرق إلى 1.9 بالألف بين الهولشتان والفريزيان الفرنسية.

بالنسبة للعلاقة بين المواد الآزوتية إلى المادة الدسمة فإنها ثابتة 0.86 وقد تكون العلاقة أكثر ارتفاعاً 0.90-0.92 في المناطق التي يتواجد فيها الأبقار الفريزيان الحمراء.

ولا بد من الإشارة إلى أن للتغذية الأثر الهام على العلاقة بين المعدل الآزوت ومعدل المادة الدسمة وأن التغذية على سيلاج الذرة تخفض العلاقة إلى 0.83.

أما تأثير الانتخاب على تركيب الحليب يمكن توضيحه كما يلي:

- الانتخاب على أساس كمية الحليب يخفض من معدل المادة الدسمة والمعدل الآزوت.

- الانتخاب على معدل المادة الدسمة والمعدل الآزوت يخفض من كمية الحليب وإن الانتخاب على أساس معدل المادة الدسمة أو المعدل الآزوت فإنه يزيد معدل المادة الدسمة بنسبة أعلى من المعدل الآزوت.

- الانتخاب على أساس واحد لكمية المادة الدسمة أو المواد الآزوتية فإنه يزيد الآخر وفي كل الحالات تزداد كمية المادة الدسمة بدرجة أعلى من المواد الآزوتية.

- إن الانتخاب على أساس الكمية للمادة الدسمة أو المواد الآزوتية فإنه يزيد المعدل المماثل فالانتخاب على أساس كمية المواد الآزوتية يزيد معدل المادة الدسمة.

3-3-2 العوامل الفيزيولوجية: Physiological factors

يمكن التطرق إلى الحالات الآتية:

3-3-2-1 حليب السرسوب: Colostrum

تفرز الخلايا قبل وبعد الولادة بعدة أيام سائلاً يمتاز بتركيب مختلف عن تركيب الحليب الطبيعي يطلق عليه حليب السرسوب والتي تتضح مكوناته من خلال الجدول (1-3).

الجدول (1-3) تركيب حليب السرسوب غ/اللتر

الحلاية الأولى	حلاية اليوم الأول	اليوم الثاني	اليوم الثالث	اليوم العاشر	
1.061	1.040	1.034	1.032	1.032	الكثافة
252	176	158	136	131	المادة الصلبة الكلية
50	46	43	40	39	المادة الدسمة

35	45	65	85	160	المواد الآزوتية
27				30	الكازئين
4.5				40	ألبومينات
0.7				60	جلوبولينات
49	43	41	35	30	اللاكتوز
8	8	9	10	12	الأملاح

يبدأ إفراز البروتينات قبل عشرة أيام من الولادة ويمكن استخراج سائلاً من الضرع يشابه في تركيبه حليب السرسوب حيث يحتوي على 0.8 إلى 1 غ من الآزوت/كغ مصدره بروتينات المناعة.

يتطور بسرعة حليب السرسوب حيث يتزايد اللاكتوز وبترافق ذلك مع انخفاض في كل من الألبومينات والجلوبولينات والأملاح المعدنية والفيتامينات والليستين.

لدى مقارنة الخصائص الفيزيائية الكيميائية للسرسوب مع الحليب الطبيعي يلاحظ الارتفاع في: الكثافة - درجة الحموضة - اللزوجة - الناقلية الكهربائية - وانخفاض في معامل الانكسار.

ومن الخصائص التي لم تتبدل نقطة التجمد، السرسوب سائل أصفر اللون لزوجته مرتفعة يتصف بتفاعل حامضي حيث تتراوح درجة حموضته بين 25 و 30 D⁰ ويعتبر السرسوب غير صالح للتصنيع كونه:

- يتخثر بالحرارة المرتفعة

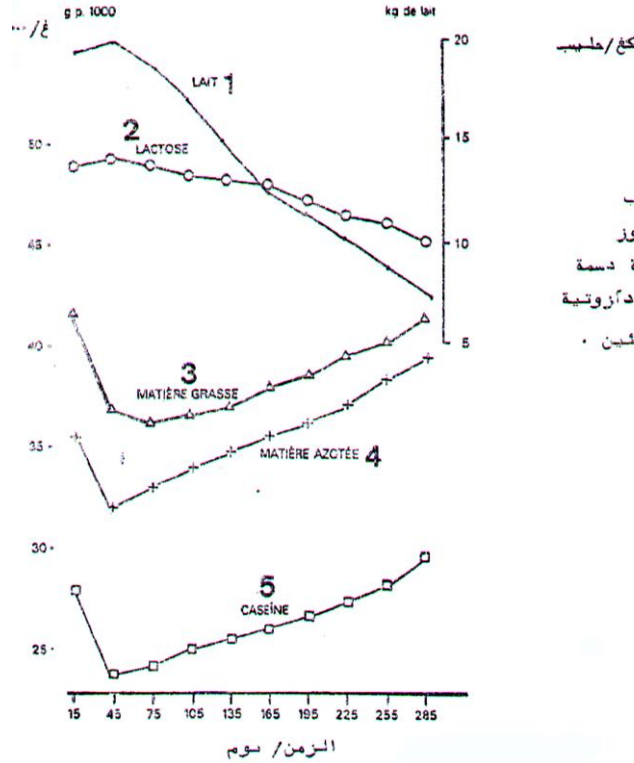
- لا يتخثر بالمنفحة

- له تأثير سلبي على انفصال المصل.

3-2-3-2 طور الإدرار : Stage of lactation

يوضح الشكل (3-6) تطور المكونات الأساسية للحليب وفقاً لطور الإدرار. تصل كمية الآزوت المفزة إلى حدها الأقصى مبكراً ومن هنا تأتي أهمية تغطية الاحتياجات الغذائية في بداية الإدرار أما معدل الكازئين فيزداد خلال موسم الإدرار

بعكس المواد الآزوتية غير البروتينية التي تتناقص أما العلاقة بين الكازئين والمواد الآزوتية الكلية فتختلف قليلاً خلال الإدرار بعد فترة السرسوب. في نهاية موسم الإدرار يلاحظ انخفاض في البروتينات التي يتم اصطناعها حيويًا ضمن الخلايا المفرزة وزيادة في البروتينات المترشحة من الدم.



الشكل (3-6) تأثير طور الإدرار على تركيب الحليب.

بالنسبة للمواد الدسمة يصل حدها الأعظمي بعد فترة أطول من الفترة اللازمة للمواد الآزوتية ويحافظ على هذا المستوى خلال مدة ثلاثة إلى أربعة أسابيع أما الفوسفوليبيدات فيرتفع محتواها في حليب السرسوب ويتناقص خلال الإدرار ليرتفع من جديد في نهاية موسم الإدرار. عند نهاية مرحلة الإدرار يلاحظ:

- انخفاض في فعالية الغدد البنوية.
 - انخفاض في اصطناع الأحماض الدسمة قصيرة السلسلة.
 - زيادة في الرقم اليودي.
 - ارتفاع محتوى الحليب من حمض الأوليك.
- أما فيما يتعلق بالعناصر المعدنية، فيؤثر موسم الإدرار على التركيب المعدني للحليب وتكون العلاقة بين الكالسيوم إلى الفوسفور مساوية واحد في حليب السرسوب في حين أنها تساوي 1.5 إلى 1.7 في نهاية موسم الإدرار. ينخفض المحتوى من اللاكتوز واليوتاسيوم في نهاية الإدرار وبالمقابل يزداد المحتوى من كلور الصوديوم أما المحتوى من الحديد والزنك يتناقص تدريجياً في حين يبقى مستوى الحديد ثابتاً.

3-2-3-3 نهاية طور الإدرار:

- يتميز الحليب في فترة نهاية الإدرار بخصائص مشابهة للحليب الناتج من الحيوانات المعمرة حيث يلاحظ التبدلات والتغيرات الآتية:
- زيادة في معدل الكريات البيض والإنزيمات المحللة للدهن والبروتينات.
 - ظهور الطعم المتزنخ والمر.
 - انخفاض في معدل الكازئين مما يقلل من مردود الأجبان.
 - زيادة المحتوى من كلور الصوديوم والذي يسبب الطعم المالح وتأخر في ارتفاع درجة الحموضة.

3-2-3-4 مستوى الإنتاج:

- ينخفض معدل الآزوت عند ارتفاع معدل الإنتاج أما معدل الكازئين يبقى ثابتاً أما كمية الكازئين تبقى ثابتة مع معدل المواد الآزوتية الكلية.

3-2-3-5 الاختلافات اليومية الفردية:

يعود مصدر الاختلافات إلى ظروف وشروط الحلابة ويعبر عنها كنسبة مئوية وفقاً للعلاقة

$$\frac{\text{(القيمة في اليوم + 1) - القيمة في اليوم}}{\text{القيمة في اليوم}}$$

ولقد تأكد وجود الاختلافات التالية:

- كمية الحليب 5-6%.
- المحتوى من اللاكتوز 2-3%.
- المحتوى من المواد الأزوتية الكلية 2-3%.
- معدل المادة الدسمة 8% أو أكثر.

3-2-3-6 عدد مرات الإدرار : Number of lactation

تبين الدراسات المتعلقة بتأثير عدد مرات الإدرار على معدل المادة الدسمة والأقسام الأزوتية. أن تأثر معدل المادة الدسمة بعدد مرات الإدرار ضعيف ومع ذلك ينخفض معدل المادة الدسمة مع تقدم عمر الحيوان وأن الملاحظات المشار إليها على معدل المادة الدسمة متشابهة مع تأثير عدد مرات الإدرار على المواد الأزوتية ولقد تأكد أن انخفاضاً في معدل الكازئين تدريجياً مع تقدم عمر الحيوان في حين أن اختلاف وتبدلات المواد الأزوتية غير البروتينية قليل.

3-2-3-7 الاحتفاظ في الحليب:

الاحتفاظ بالحليب سببه عدم استخراج الحليب وبقائه ضمن الضرع ويعود ذلك

إلى:

- الإجهاد.
- اعتلال في الحلمة.

- عدم اكتمال الحلابة.
 - عدم تطبيق الحلابة.
- وينتج من الاحتفاظ بالحليب ضمن الضرع انخفاض في اللاكتوز لعبوره في الدم والبولة والمواد الآزوتية والمادة الدسمة والمواد المعدنية والمادة الصلبة اللادهنية، في حين يزداد المحتوى من كلور الصوديوم وتحدث تبدلات في الكازئين نتيجة فقد من الفوسفور والكالسيوم المترافق مع هضم جزئي بفعل البروتياز ولذلك ينخفض مردود الأجبان الناتج.
- فيما يتعلق بالخصائص الفيزيائية الكيميائية يلاحظ انخفاض في درجة الحموضة حتى D^{10} وزيادة في رقم الـ pH والناقلية الكهربائية، أما نقطة التجمد فتبقى ثابتة ولذلك يجب تجنب بقاء الحليب ضمن الضرع بفضل:
- تجنب الإجهاد.
 - العناية بالضرع المصاب.
 - الانتباه إلى عمل آلة الحلابة.
 - تطبيق عمليات الحلابة بشكل منتظم وكامل.

3-2-3 الحالة الصحية: التهاب الضرع Mastitis

ندعو مرض التهاب الضرع الالتهاب الذي يصيب واحد أو عدة أرباع الضرع الناتج بسبب وجود بعض الجراثيم التي تصيب الضرع وتعرض ظهور التهابه، ونشير بصورة أساسية إلى:

<i>Streptococcus</i>	<i>agalactiae</i>
<i>Streptococcus</i>	<i>dysagalactiae</i>
<i>Streptococcus</i>	<i>uberis</i>
<i>Streptococcus</i>	<i>zooepdemicus</i>
<i>Streptococcus</i>	<i>faecalis</i>
<i>Staphylococcus</i>	<i>aureus</i>

Escherichia coli
Corynebacteriine pyogenes
Proteus
Klebsiella oxiaca
Pseudomonas aeruginosa

ومن أهم الأسباب المؤدية إلى التهاب الضرع:

- عناية صحية سيئة خلال الحلابة ووضع غير صحيح للأكواب خلال الحلابة مما يسمح في دخول الميكروبات وانتشارها ضمن الضرع.
- الشروط السيئة للتربية وعدم النظافة.
- الاحتفاظ بالحليب ضمن الضرع وكل إجهاد يخفض من المقاومة الطبيعية للضرع.
- جروح الحلمات بفعل آلات الحلابة والأسلاك الشائكة مما يخفض من فعالية منع دخول البكتريا.

يعد التهاب الضرع غير السريري غير واضح ولا يمكن كشفه إلا بتطبيق بعض الاختبارات الخاصة حيث يتضح زيادة في عدد الكريات البيض، أما التهاب الضرع السريري فلا يمثل سوى 2-5% من الحالات ويمكن كشفه بالاختبارات الحسية ويعد مؤشر خطر للإصابة حيث يلاحظ وجود كتل متخثرة من الحليب ضمن الشخبات الأولى، ويتغير تركيب الحليب ويصبح خيطياً ولونه مائل للأصفر مع ازدياد الثخانة وعدد الخثرات. عند التهاب الضرع يحدث إتلافاً للخلايا المفرزة مع تجمع الحليب نظراً لانسداد بعض القنوات المفرزة وينتج عن إتلاف الخلايا انخفاضاً في الاصطناع الحيوي وزيادة في النفاذية عبر الأنسجة المريضة مما يؤدي إلى امتصاص اللاكتوز وارتشاح مصل الدم ويترتب عنه زيادة في عدد

الكريات البيض عديدة النواة، مما يعكس العلاقة بين الخلايا وحيدة النواة إلى الخلايا عديدة النواة حيث تصبح أقل من 0.5 في حين أنها في الحالة الطبيعية تتراوح بين 0.5 و 1 ولذلك يعد زيادة عدد الخلايا عديدة النواة دلالة ومؤشر على حدوث حالة مرضية.

من أهم النتائج المترتبة من التهاب الضرع انخفاض في كمية الحليب حيث توجد علاقة بين النسبة المئوية للفقد يومياً ومعدل الخلايا.

معدل الخلايا المتوسطي (خلية/مل)	الفقد في الإنتاج %
400.000	3.5
700.00	6.5
1000.000	7.5
1.5000.000	10

ويحتوي الحليب بشكل طبيعي على خلايا حيوية يتراوح عددها بين 50.000 و 200.000 ويزداد الرقم لأسباب فيزيولوجية خاصة مع تقدم العمر وفي بداية ونهاية موسم الإدرار ويصل العدد إلى 500.000. من أهم التبدلات الكيميائية الناتجة عن مرض التهاب الضرع حدوث انخفاض في المكونات التي يتم اصطناعها حيويًا وزيادة في المكونات الراشحة من الدم. الجدول (2-3)

الجدول (2-3): التغيرات الكيميائية للحليب الناتج عن التهاب الضرع غ/ل

مصل الدم	الحليب	التغيرات في حالة التهاب الضرع
اللاكتوز	48	انخفاض
البروتينات الذائبة	6.5	زيادة
الكازينات	27	انخفاض
ليبيدات كلية	38.5	انخفاض

جليسريدات ثلاثية	0.5	38	
كلوستيريديات	1.0	آثار	
العناصر المعدنية	9.3	7.3	زيادة
الفوسفور	0.1	1	
الكالسيوم	0.1	1.2	
الصوديوم	3.4	1	
البوتاسيوم	0.3	1.5	
الكلور	3.5	1	
حمض الليمون	آثار	2	انخفاض

ووفقاً للنتائج يمكن أن نسجل الملاحظات الآتية:

- ينخفض معدل المادة الدسمة والجليسريدات الثلاثية في حين يزداد معدل الكوليسترول.

- تزداد نسبة البروتينات الذائبة ضمن المواد الآزوتية وترتفع الزيادة كلما ازدادت مدة مرض التهاب الصرع، ويرافق ذلك انخفاض نسبة الكازئين ويتلازم مع زيادة بروتينات المناعة وسيروم ألبومين ضمن البروتينات الذائبة، ووفقاً للمراجع يمكن توضيح التبدلات الأساسية الملاحظة على البروتينات كما يلي:

ألفا ألبومين	قليل التغير
بيتا لاكتو جلوبيولين	انخفاض
بروتينات المناعة	3×
سيروم ألبومين	1+68%
كازئين α_1	قليل التبدل
كازئين β	انخفاض
كازئين k	1+69%

أما المواد الآزوتية غير البروتينية يزداد معدلها في الأرباع المصابة بالتهاب الضرع. بالنسبة للعناصر المعدنية يلاحظ انخفاض في العناصر المعدنية التالية: البوتاسيوم والكالسيوم والفوسفور وحمض الليمون والمغنسيوم في حين يزداد المحتوى من كلور الصوديوم ويزداد رقم الحموضة والناقلية الكهربائية والإنزيمات ويحدث انخفاضاً في معامل الانكسار ودرجة الحموضة التي تصبح أقل من D14، وتكون العلاقة بين الخلايا وحيدة النواة إلى الخلايا عديدة النواة أقل من 0.5 ولذلك يصبح الحليب مالحاً ومر الطعم ويميل لونه إلى الرمادي ويختلف مظهر الحليب وفقاً لنوع الجراثيم.

من أهم النتائج المترتبة عن التهاب الضرع يمكن الإشارة إلى المستويات التالية:

- بالنسبة للمنتج، يصل الفقد حتى 10% مما يؤثر على الاستثمار والدخل يضاف إليها تكاليف المعالجة والفقد من عدم جمع الحليب.

- بالنسبة للمستهلك، من النادر حدوث تسمم غذائي ناتج عن الجراثيم المسببة لالتهاب الضرع ومع ذلك يمكن لبعض الجراثيم إفراز المواد السامة التي تتصف بتحملها للحرارة المرتفعة حيث تفرز بعض البكتريا الميكروبية بعض المواد المسببة لالتهاب البلعوم والأمعاء. أما وجود المضادات الحيوية في الحليب قد يسبب بعض حالات التحسس ولذلك يمنع جمع وتصنيع الحليب المحتوي على المضادات الحيوية.

- بالنسبة للمصنع، نتيجة التهاب الضرع تحدث تبدلات كيميائية وفيزيائية حيث يرتفع رقم الحموضة ويزداد عدد الخلايا الجسدية التي تعيق من عمل بكتريا حمض اللبن وتسبب هذه التبدلات الكيميائية والفيزيائية إلى اضطراب في عمليات التصنيع بسبب:

- ارتفاع بطيء في درجة الحموضة.

- تخثر سيء للحليب بالمنفحة وتكون الخثرة الناتجة طرية مما يزيد الفقد وينخفض المردود مع صعوبة انفصال المصل.
- الطعم غير مقبول والنكهة غير مستساغة خاصة في اللبن الخائر والزبدة بسبب الاختلال في التوازن بين الميكروبات.
- تخثر الحليب عند تعرضه للمعاملة الحرارية المرتفعة.

3-3-3 العوامل المرتبطة في الاعلاف

. يسبب وضع الأبقار على العشب الأخضر بشكل مفاجئ ومبكر إلى انخفاض في المحتوى من المادة الدسمة ويمكن الحد من ذلك بالتغذية التدريجية بتقديم القش والتبن قبل الانتقال إلى المراعي الخضراء وتبين أن الأعلاف الخضراء الفتية لها أثر منشط بسبب غناها بالسكريات والمواد ذات الفعالية الهرمونية مما يزيد المحتوى من المادة الدسمة 10% بشكل متوسطي وكذلك زيادة في كمية الحليب والمحتوى من المواد الأزوتية من 8-10%. فيما يتعلق بالأبقار المتغذية على عليقة متوازنة يؤدي تناولها العشب الأخضر وخلال فترة طويلة إلى انخفاض المحتوى من المادة الدسمة.

تؤدي إضافة كسبة النخيل وحبوب فول الصويا إلى ارتفاع منتظم في المحتوى من المادة الدسمة أما كسبة القطن والكتان فليس لها تأثيرا.

3-3-4 إيواء الحيوانات Animal stabilization

يجب أن تكون الحظائر متسعة مع توفر الشروط المناسبة:

- التهوية
 - الإضاءة
 - درجة الحرارة للمحافظة على صحة الحيوان.
- يسبب انخفاض الحرارة تشققاً في الحلمات ويترتب عنه صعوبة تطبيق الحلابة نظراً للألم الموجه وينتج منه الاحتفاظ بالحليب وظهور التهاب الضرع.

تساهم الشروط المحيطة بالحيوان كالنظافة وحالة الفرشة والمسافات التي يعبرها الحيوان وأماكن الجلوس في خفض تلوث الحليب بالمخلفات عند الحلابة، ولذلك يجب أن تبنى المنشأة بطريقة تسهل التخلص من الماء المتبقي والمخلفات مع تأمين وجود المصارف الكافية والانحدار الذي يسهل من الجريان. (Mathieu, 1985)

3-4-1 العوامل المناخية Climatically factors

3-4-1-1 الفصل: Season

يؤثر الفصل في تغير منحنيات الإدرار، حيث يكون غناء الحليب من المادة الدسمة والمادة الصلبة اللا دهنية في حده الأدنى في منتصف الصيف، وفي حده الأعظمي في نهاية الخريف، أما كمية الحليب فتتغير بطريقة معاكسة ويعزى هذا التغير إلى طبيعة الأغذية والعلائق المقدمة للحيوانات.

3-4-1-2 درجة الحرارة: Temperature

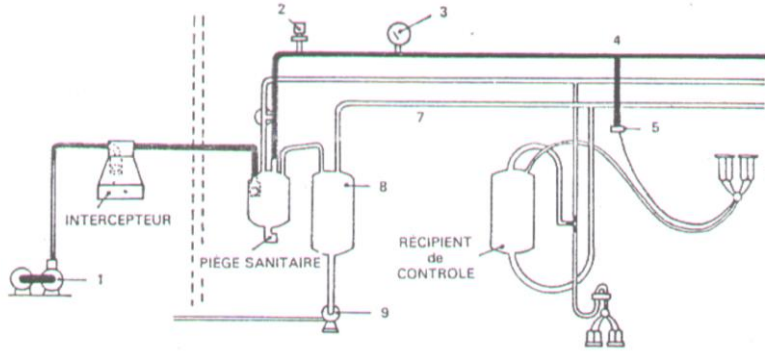
تعد درجة الحرارة من العوامل الهامة، وتبين الدراسات التي أجريت على الحيوانات ضمن غرف مكيفة حدوث انخفاض في كمية الحليب وزيادة المحتوى من المادة الدسمة وفق الطريقة الآتية:

- التغير بسرعة عند ارتفاع درجة الحرارة عن 27°م بسبب سوء التغذية وفقدان الشهية، فعلى درجة حرارة 40°م يهبط الإنتاج إلى 20% من القيمة المتوسطة على درجة حرارة 10°م.
- التغير التدريجي عندما تنخفض درجة الحرارة إلى أقل من 5°م ويلاحظ أن التغير ضئيل بين درجة حرارة 5 و 20°م.

3-1-4-3-3 عملية الحلابة: Milking operation

تهدف الحلابة إلى استخلاص الكمية العظمى من الحليب الموجود في الضرع ويجب تطبيقها دون أي أثر سلبي على صحة الحيوان ويجب أن يكون الحليب جيد النوعية.

خلال الحلابة يتعرض الحليب إلى تلوث وتحلل تختلف درجة أهميته وفقاً للأدوات، والمعدات المستخدمة، وآلة الحلابة. يكون الحليب ضمن الضرع على الحالة المعقمة إذا كان الحيوان في حالة صحية جيدة وتزداد البكتيريا في الحليب مع العمليات التي يخضع إليها خلال الحلابة ويمكن أن يخضع الحليب إلى تبديلات فيزيائية كيميائية والتي قد تؤثر على الخصائص التكنولوجية للحليب مثل تنشيط تحلل المادة الدسمة. يوضح الشكل 3-7 آلة الحلابة.



الشكل (3-7): آلة الحلابة.

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1- مضخة تفريغ. | 6- كوب الحلابة. |
| 2- منظم. | 7- قنوات الحليب. |
| 3- دليل الفراغ. | 8- استلام الحليب. |
| 4- قنوات التفريغ. | 9- مضخة الحليب. |
| 5- النابض. | |

ويجب أن تتوفر في أماكن الحلابة الشروط الآتية:

- أن تكون مهواة ومضاءة بشكل كاف لتجنب تكاثف الماء.
 - أن تكون الأرضية والجدران سهلة التنظيف ووجود ميل كاف لتسهيل جريان الماء والتخلص منه.
- مهما يكن المكان الذي تجري فيه الحلابة، يجب توفر مكان منفصل لحفظ الحليب.
- يجب أن تكون صالة الحلابة متسعة وتتوفر مساحة ثابتة وألا تقل عن 2م / لكل رأس ويتم تنظيفها يومياً.
 - تجنب التلامس مع الأعلاف وفرشة الحيوانات قبل مدة نصف ساعة من الحلابة للحد من تلوث البيئة والوسط بالغبار.
 - يجب أن تكون أماكن حفظ الحليب معزولة عن صالة الحلابة ومحكمة الإغلاق لمنع وصول الطيور والقوارض والحيوانات الأخرى.
- فيما يتعلق بأجهزة ومعدات آلة الحلابة وضغط الحليب يجب:
- 1- أن تطبق عمليات الغسيل والتنظيف بسهولة للحد من خطر تلوث الحليب.
 - 2- تجنب الفعل الميكانيكي الذي يسبب تحلل المادة الدسمة لوجود التحريك ودخول الهواء.
 - 3- تجنب نقل الحليب مسافات طويلة والانتباه إلى نقاط الاتصال وقطع التبديل والوصلات.
 - 4- تجنب دخول الحليب بسرعة وتجنب تغير السرعة وتذبذب الفراغ وسوء استخدام المضخة وتجنب دخول الهواء على مستوى الوصلات وهبوط الحليب كونه يشكل رغبة.
 - 5- يجب تنظيم آلة الحلابة لتلافي الآثار السلبية على الضرع والتأكد من عملها وصيانتها وفحصها سنوياً.

- 6- الانتباه إلى مستوى الزيت والضغط ومضخة التفريغ ودخول الهواء عند المخلب والنابض.
- 7- تبريد الحليب إلى درجة حرارة 4°م في مدة أقل من ساعتين وتجنب رفع درجة حرارة الحليب إلى درجة أعلى من 10°م عند خلطه بحليب طازج.
- 8- الانتباه إلى المكثف ووضعه في مكان تتوفر فيه التهوية الجيدة والتخلص من الغبار للحصول على التبريد الصحيح.
- 9- أن تكون الأسطح الموجودة بتماس مع الحليب ناعمة لمنع تشكل الرواسب المعدنية والشقوق وتآكل السطح وتشقق القطع المطاطية التي تعتبر العوائق في التنظيف والتعقيم الفعال.
- 10- تغيير أكواب الحلابة سنوياً.

3-3-5 تطبيق الحلابة: Milking

يجب تجنب زيادة الفترة الفاصلة بين الحلابتين بحيث لا تتجاوز 14 ساعة حتى لا يؤدي إلى الاحتفاظ في الحليب ضمن الضرع، مما يشكل اضطراباً في آلية عمل الضرع ويسهل من حدوث مرض التهاب الضرع والعمل على تطبيق الحلابة الصباحية ضمن المدة التي يجمع بها الحليب خلال فترة 2-3 ساعات وهي فترة كافية لتأمين تبريد الحليب.

تشمل الحلابة المراحل الآتية:

- 1 - فحص الشخبات الأولى والتخلص منها في وعاء خاص تستقبل هذه الكمية على مصفاة تبين الدلالات الأولى لالتهاب الضرع السريري (وجود كتل ناعمة) وعدم رمي الشخبات على الأرض أو تركها على اليد خوفاً من أن تكون ملوثة.
- 2 - يجب تحضير الضرع بغسل الحلمات وتنشيفها بعناية للحد من التلوث الخارجي قبل وضع أكواب الحلابة ويمكن استخدام الماء الفاتر للغسيل برشه باستخدام مغسلة فردية وتطبيق التنشيف لتجنب جريان الماء الملوث ضمن أكواب

الحلابة، أما تطبيق الغسيل بدون التنشيف ستكون له آثار سلبية ولذلك تستخدم قطع قماش جافة أو قطع من الورق الخاص الذي يستخدم لمرة واحدة. بغض النظر عن المظهر الصحي فآثر التدليك المترافق مع الغسيل وتنشيف الحلمات ينشط من الانعكاس العصبي الضروري لتطبيق الحلابة بشكل سريع وكامل.

3 - يجب تطبيق الحلابة بالسرعة الممكنة مع تجنب أي إجهاد أو إزعاج يكون له الدور السلبي للانعكاس العصبي، مما يثبط من خروج الحليب وتكون النتيجة الاحتفاظ في الحليب ضمن الضرع.

4 - يجب الانتباه إلى التنظيم الدقيق لعمل آلة الحلابة، ومن مستوى الفراغ، وسرعة النبض، ومعدله وتجنب رض أو جرح الحيوان، ووضع أكواب الحلابة بسرعة بعد تحضير الضرع للاستفادة الكاملة من الانعكاس العصبي في ضخ الحليب والذي تتراوح مدته بين 4-5 دقائق.

4- يجب تجنب إدخال الهواء عند وضع وسحب أكواب الحلابة لتلافي تذبذب الفراغ ومنع اقتلاع المخالب في نهاية الحلابة وتتنزع أكواب الحلابة بعد إغلاق وصول الفراغ (تجنب حلابة زائدة عن فترة 4-5 دقائق / لكل بقرة).

3-3-6 تبريد وحفظ الحليب:

Cooling and conservation of milk

بعد الانتهاء من الحلابة يجب تبريد الحليب إلى درجة حرارة 4°م لنقله إلى مراكز التصنيع ولذلك عندما يصبح مستوى الحليب عند مستوى المجس الحراري، يجب تجنب تشغيل مجموعة التبريد الآلية مع التحريك المعتدل خلال التبريد لتجنب الفعل الميكانيكي السلبي المؤثر في أكسدة وتحلل المادة الدسمة، يجب الحد من رفع درجة الحرارة دائماً بحيث لا تزيد عن درجة حرارة 10°م والوصول إلى درجة حرارة 4°م للحد من نمو وانتشار البكتيريا، علماً بأن التبريد لا يوقف من نمو

البكتريا المحبة للبرودة والتي يزداد عددها وفقاً لدرجة حرارة الحفظ ومدة الحفظ حتى ولو كانت نوعية الحليب الميكروبيولوجية جيدة، فلا يمكن حفظه لمدة أكثر من يومين دون خطر أو تفكك في نوعيته .
(Jeantet *et al* 2017., Jeantet *et al*,2011., Jeantet *et al*,2012., Mathieu ,1985)

الفصل الرابع

مكروبيولوجيا الألبان

Dairy microbiology

- 1-4 -تحديد المجموعات الأربع الأساسية للأحياء الدقيقة.
- 2-4 - توصيف الاحياء الدقيقة وفق شكلها واحتياجاتها للنمو.
- 3-4 - الفعاليات الميكروبية الأساسية في الحليب.
- 4-4 - الأحياء الدقيقة الاساسية في الحليب.
- 5-4 -بكتريا حمض اللبن.
- 6-4 - بكتريا البروبيوتيك.
- 7-4 - البكتريا الممرضة.
- 8-4 -الفطور المنتجة للمواد السامة.
- 9-4 -الفيروسات
- 10-4-تسعير الحليب وفق النوعية المكروبيولوجية.

الفصل الرابع

مكروبيولوجيا الألبان: Dairy microbiology

تسمح الدراسة المكروبيولوجية بتحديد الخصائص والسيطرة على المجموعات الأربعة للأحياء الدقيقة أو الميكروبية الموجودة في الوسط الغذائي والحليب. إن الأحياء الدقيقة منتشرة في كل الأوساط: في الماء وفي التربة وفي الحيوانات والنباتات ولدى الإنسان ونهتم في هذا الفصل بتحديد خصائص الأحياء الدقيقة وفقا لتركيبها أو شكلها ومعرفة احتياجها من المواد اللازمة لنموها، أو تحديد خصائصها الاستقلابية ودورها في تحويل المواد الغذائية ومنتجات الألبان مما يسمح في النهاية معرفة وجودها والحد من فعلها أو تثبيطها أو قتلها والحد من نموها ومن ثم السيطرة عليها

4-1- تحديد المجموعات الأربع الأساسية للأحياء الدقيقة

تتميز الأحياء الدقيقة بأنها متناهية في الصغر ولا ترى أو تكتشف بالعين المجردة ومن غير الممكن كشف وجودها وإن النظافة واتباع القواعد الصحية يخفض من مشاكلها.

تتضاعف الأحياء الدقيقة وتتغذى وتتأقلم وتفرز مخلفاتها أو المنتجات الثانوية الناتجة عن استقلابها والتي قد تكون مفيدة أو ضارة أو خطرة على صحة الإنسان.

1-1-4 الفيروسات Viruses

تعد الفيروسات من أصغر الأحياء الدقيقة وإن حجمها يقع ضمن النانومتر أو ميلي مليون من المتر وتتصف بأنها متطفلة ولذلك فهي بحاجة لكائن حي لكي تنمو وتنتشر.

2-1-4 البكتريا Bacteria

وتتصف البكتريا بأنها أكبر من الفيروسات بمعدل 1000 مرة، وإن أبعادها عدة ميكرونات والبكتريا موجودة على الحالة الخضرية التي يمكنها تحت هذا الشكل أن تتغذى وتتضاعف وتحرر بعض المنتجات الثانوية الناتجة من استقلالها. يمكن لبعض البكتريا مثل: *Bacillus*، *Clostridium* القدرة على إنتاج الأبواغ مما يسمح لها في مقاومة الشروط غير المناسبة مثل البرودة والحرارة المرتفعة وعدم وجود الهواء والحموضة أو عدم وجود المواد المغذية.

وضمن هذه الظروف لا يمكن لهذه البكتريا أن تتضاعف وتبقى في حالة ساكنة حتى تتوفر الظروف المناسبة لتتبع وتعود إلى الشكل الخضري. يمكن لهذه البكتريا ان تبقى عدة أشهر أو عدة سنوات على الحالة المتبوعة ويمكن التخلص منها بتطبيق المعاملة الحرارية المرتفعة أو الحموضة العالية. ووفقا لفعالية البكتريا يمكن ان تصنف البكتريا ضمن مجموعتين: البكتريا النافعة والبكتريا الضارة.

البكتريا المفيدة Non pathogenic bacteria

تستخدم البكتريا المفيدة في مجال الالبان التي تسمى البادئات لصناعة اللبن الخاثر والأجبان والقشدة الحامضية وبعض منتجات الألبان المتخمرة. تستخدم بكتريا حمض اللبن لإنتاج الحموضة في الحليب ويمكن استخدام البكتريا اللبنية في إنتاج الأجبان اما بكتريا حمض البروبيونيك فتستخدم في إنتاج بعض أنواع الأجبان المطبوخة.

البكتريا الضارة: Pathogenic bacteria:

يمكن لبعض البكتريا أن تكون مسؤولة عن بعض عمليات التحلل والتفكك المتنوعة مسببة ظهور العيوب في المنتجات اللبنية، مثل وجود المواد اللزجة في الحليب أو القوام اللزج لبعض الاجبان أو تخثر الحليب المترافق مع إنتاج الروائح الكريهة الناتجة من عمليات استقلابها ، مثل تحلل المادة الدسمة وتحلل البروتينات وإنتاج الغازات في الحليب له أثر سلبي يتصف بانتفاخ الاجبان وهذه ناتجة عن فعالية البكتريا الملوثة. إن ظهور العيوب السابقة ناتج من تلوث بالبكتريا الضارة بسبب سوء عمليات التصنيع وعدم المراقبة والانتباه على شروط النظافة، أما في المعامل فيتم إضافة البادئات المنتخبة ضمن شروط محددة وخاصة بالتصنيع.

4-1-3- الخمائر Yeasts

إن ابعاد الخمائر أكبر من ابعاد البكتريا بمعدل 10 إلى 40 مرة وهي بيضوية الشكل ومستطيلة في بعض الأحيان وتنمو وتنتشر مشكلة البراعم ولم يتحدد حتى الآن وجود خمائر ضارة ضمن الحليب ومنتجاته وتوجد بعض الخمائر التي تساهم في إنضاج الاجبان وبعض الخمائر تدخل في صناعة بعض منتجات الالبان المتخمرة مثل الكيفير والكوميس.

ويمكن ان توجد الخمائر ذات الأثر السلبي التي تسبب التحلل وإنتاج الروائح والكحول ويمكن ان تؤدي إلى فقد في المردود. إن الخمائر ليست ممرضة ولكن التحلل الغذائي بفعل الخمائر يمكن أن يكون دليلا لوجود الاحياء الدقيقة الممرضة وهذا يدل على انه لم يتم السيطرة على عمليات التصنيع.

4-1-4- الفطور أو الأعفان Molds

بشكل عام تتصف الفطور بأنها أكبر من الخمائر بعشر مرات، ولها تركيب يشابه الشجرة ولها قسم هوائي يدعى الهيفاء، وقسم اخر ضمن المادة الغذائية يدعى المشيجة وتتكاثر بالأبواغ.

توجد بعض الفطور النافعة والمستخدمه في صناعة بعض الأجبان مثل أجبان الروكفورت والكاممبرت. وتوجد أيضا بعض الفطور التي تتصف بأنها لها فعل سلبي على القوام وإنتاج بعض الروائح الكريهة. في النهاية توجد بعض الفطور السامة التي تفرز المواد السامة في المواد الغذائية ولذلك يجب التخلص من المواد المتعفنة نظراً لانتشار المواد الضارة ضمن المادة الغذائية والتي تشكل خطراً على صحة المستهلك. إن الفطور من الأحياء الدقيقة الهوائية إجباريا وهي بحاجة للأكسجين للنمو والانتشار ولذلك تنمو على سطح المنتجات الغذائية والأجبان.

4-1-5 بعض المبادئ الأساسية في تسمية البكتريا

نستخدم أحيانا الجنس الميكروبي ولا نسمي النوع ولكن نضيف بجانبه الرمز sp ونستخدم أحيانا بعض التعابير لتحديد الأحياء الدقيقة فمثلا نقول:

1- الكوليفورم: لتحديد الأحياء الدقيقة والتي تفيد كدليل للإشارة عن إمكانية وجود التلوث من مخلفات الحيوان والإنسان وهذه الأحياء الدقيقة لها أسماء

علمية مثل: *Escherichia coli*, *Enterobacter sp.*

2- السالمونيلا الخاصة بالبكتريا جنس *Salmonella*.

3- البكتريا العنقودية الذهبية جنس *Staphylococcus*.

4- بكتريا حمض اللبن للإشارة للبكتريا المنتجة لحمض اللبن مثل الأجناس:

Lactobacillus, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*

5- بكتريا البروبيونيك ونشير بذلك إلى البكتريا التي تنتج حمض بروبيونيك

ضمن الأجبان السويسرية وجنسها: *Propionibacterium*

6- بكتريا البيوتيريك وهي المنتجة لحمض البيوتيريك المسؤول عن الروائح

السيئة وانتفاخ وانفجار الأجبان أما جنس البكتريا فهو: *Clostridium*

ويشار أحيانا إلى السلالة الذي تفيد في تحديد أحد الأحياء الدقيقة ضمن نوع محدد أو تحت النوع

4-2- توصيف الأحياء الدقيقة وفق شكلها واحتياجاتها للنمو

يمكن وصف الأحياء الدقيقة وفق شكلها وكذلك حسب صبغة جرام وإمكانية تشكيل الكبسولة والأبواغ ثم سنتطرق إلى احتياجاتها من المواد الضرورية لنموها

4-2-1 الخصائص الشكلية Morphological properties

يمكن ملاحظة ثلاثة أشكال أساسية للبكتريا الموجودة في المنتجات اللبنية: الشكل الكروي والشكل العصوي واما الشكل الثالث فهو مثل شكل الفاصلة،

2-2 الخصائص الفيزيولوجية Physiological properties

من المعروف وجود خمسة عوامل محددة لها تأثير على نمو الميكروبات وتضاعفها:

- درجة الحرارة.
- فعالية الماء.
- رقم الحموضة.
- الاحتياج من الأكسجين.
- المواد المغذية المستخدمة.

1- درجة الحرارة

تتصف الأحياء الدقيقة بأن لها درجة حرارة دنيا وعظمى ومثلى للنمو وأن درجة الحرارة الدنيا هي الدرجة الأكثر انخفاضاً والتي يكون عندها نمو البكتريا في حده الأدنى وإلى الأدنى من ذلك تكون البكتريا في حالة مثبطة، وتدعى مرحلة الكمون، أما درجة الحرارة العظمى فهي الدرجة المرتفعة التي تسمح في نمو الميكروب وإلى الأعلى من ذلك تتلف الميكروبات وكلما ارتفعت درجة الحرارة عن درجة الحرارة العظمى كما ازدادت سرعة التخلص من الميكروب.

إن درجة الحرارة المثلى هي الدرجة المناسبة لنشاط البكتريا وسرعة نموها ويمكن القول ان مدة الجيل تكون أقصر ما يمكن ويتباطأ نمو البكتريا وتضاعفها كلما ابتعدنا عن درجة الحرارة المثلى.

كما هو موضح في الجدول (1-4) توجد ثلاثة صفوف للأحياء الدقيقة وفق درجة حرارة النمو:

- المحبة لدرجة الحرارة المنخفضة.

- المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة.

- المحبة لدرجة الحرارة المرتفعة.

تتصف بعض البكتريا بمقاومتها للبسترة ونقول عن هذه البكتريا أنها متحملة لدرجة الحرارة المرتفعة. إن الأرقام الموجودة في الجدول (1-4) هي أرقام نظرياً متوسطة ولكن لكل جنس أو لكل نوع منطقة نمو محددة.

الجدول (1-4) تصنيف الأحياء الدقيقة وفق درجة حرارة النمو.

درجات الحرارة م°			
العظمى	المثلى	الدنيا	المحبة للبرودة
30	22	0	المحبة لدرجة الحرارة المنخفضة
45	35	5	المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة
70	55	40	المحبة لدرجة الحرارة المرتفعة

البكتريا المحبة للبرودة Psychrophilic bacteria

تعد البكتريا المحبة للبرودة من الأحياء الدقيقة في المنتجات اللبنية شديدة الأهمية بسبب قدرتها على النمو بين درجة حرارة بين 0 و 4 م° وهي درجة الحرارة التي ينصح عندها حفظ الحليب. يبين الجدول (2-4) أهم الأحياء الدقيقة المحبة للبرودة في الحليب.

اهم الأحياء الدقيقة المحبة للبرودة في الحليب. الجدول (2-4)

<i>Alcaligenes</i>
<i>Bacillus</i>
<i>Clostridium</i>
<i>Listeria</i>
<i>Yersinia</i>
بكتريا حمض اللبن (تحمض الحليب على درجة حرارة منخفضة)
الخمائر (من الأحياء الدقيقة المخمرة)
الفطور او الأعفان (من الأحياء الدقيقة الهوائية الإجبارية)

عندما يكون تلوث الحليب بالأحياء المحبة لدرجة المنخفضة ضعيفا، فإن درجة التحلل بطيئة على درجة الحرارة التي يحفظ عليها الحليب 4 م° مما يسمح في إطالة فترة الحفظ.

ومن أسباب تفكك الحليب يعود للأنزيمات المفرزة من الميكروبات وأن هذه الفعالية الأنزيمية ضرورية للتغذية ولتقديم الطاقة للأحياء الدقيقة. في حالة البكتريا المحبة

للبرودة فإنها تحرر الأنزيمات التي تحلل البروتينات والمادة الدسمة في الحليب للحصول على مكونات صغيرة الوزن الجزئي يمكن أن ضمن الخلية الميكروبية. إن هذه الأنزيمات المفزة تتصف بأنها مقاومة لدرجة الحرارة المرتفعة أي مقاومة لدرجة حرارة البسترة وبالتالي فإن البكتريا تتلف بالبسترة في حين أن أنزيماتها تحافظ على فعاليتها.

بما أن الأنزيمات المفزة هي الليباز والبروتياز لذلك يلاحظ طعم وروائح غير مستساغة خلال الحفظ. ويلاحظ أيضا أن تحلل البروتينات بفعل البروتياز يخفض من ثبات التوزع الجسيمي للحليب المعقم بالمعاملة الحرارية العالية. في مجال صناعة الأجبان عند وجود البكتريا المحبة للحرارة فإنه يسبب الفقد بالبروتينات ويكون له تأثير على المردود إضافة إلى ظهور طعم غير مقبول للجبين بعد الإنضاج وذلك لأن البكتريا المحبة للبرودة الملوثة تنافس بكتريا البادئ ومن ثم تؤثر في ارتفاع درجة الحموضة. عند إطالة فترة حفظ الحليب على درجة حرارة 4-0°م قبل البسترة فإن البكتريا المحبة للبرودة تكون مهيمنة وخصوصا جنس *Pseudomonas*.

البكتريا المحبة للحرارة المتوسطة Mesophilic bacteria

تعد البكتريا الممرضة والكوليفورم من البكتريا المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة ويجب أخذها بعين الاعتبار، لأنها الأكثر أهمية في منتجات الألبان اما بقية البكتريا الموجودة فهي قليلة الأهمية نظراً لضعف تأثيرها في المنتجات اللبنية. إن وجود الكوليفورم بكميات كبيرة دلالة على عدم اتباع الشروط الأساسية للنظافة

الصحية عند جمع ونقل الحليب ولأن هذه الاحياء الدقيقة وخصوصا:

Enterobacter sp, Escherichia coli

يمكن أن توجد في الماء الملوث ومخلفات الحيوان وضمن مواد التحلل المتفسخة ونسمي هذه الاحياء الدقيقة المؤشر والدليل فبمقدار ما يزداد عدد الكوليفورم في الحليب كل ما ازداد احتمال وجود الاحياء الدقيقة الممرضة حيث تتواجد بكتريا الكوليفورم والبكتريا الممرضة في الأماكن نفسها وتتطلب الاحتياجات الغذائية نفسها ولذلك في مجال صناعة الالبان تعد الكوليفورم دليل على عدم النظافة وسوء تجميع الحليب ويوضح الجدول (3-4) الأسباب الأساسية لوجود غير مألوف للبكتريا المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة.

يمكن لبكتريا الكوليفورم أن تخمر اللاكتوز منتجة حمض اللبن وحمض الخل وحمض سكسونيك وحمض فورميك وأن لهذه الاحماض تأثير في خفض رقم حموضة الحليب.

يمكن لبكتريا الكوليفورم ضمن بعض الشروط ان تنتج أيضا بعض المكونات الكحولية مثل الكحول الإيثيلي وبوتان ايدبول وايضا يمكنها إنتاج الغازات وخاصة ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين مما يسبب انتفاخ الأجبان ويمكنها أن تنتج روائح غير مستساغة في منتجات الألبان.

فيما يتعلق بالبكتريا الممرضة فإن اغلبها من البكتريا المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة وعند حفظ الحليب على درجة الحرارة أعلى من 5°م مع عدم احترام قواعد النظافة يحسن من وجود ونمو البكتريا الممرضة المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة على حساب البكتريا الطبيعية والاساسية للحليب والمحبة لدرجة الحرارة المتوسطة.

الجدول (3-4) أسباب وجود البكتريا المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة في الحليب:

البكتريا المحبة لدرجة الحرارة المنخفضة.
- مدة حفظ طويلة بين الحلابة وتطبيق المعاملة الحرارية. - درجة حرارة حفظ غير مناسبة وعدم احترام قواعد سلسلة التبريد. - تنظيف سيء للأدوات والمعدات عند الحلابة والتصنيع. - نوعية سيئة للماء المستخدم. - التلوث من الهواء وبالتالي نوعية سيئة للهواء اوترك النوافذ والابواب مفتوحة او استخدام عبوات لنقل الحليب بدون اغطية. - التلوث من التربة.
البكتريا المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة.
- تبريد غير مناسب خلال مراحل التصنيع وفي صالة الحلابة وفي أماكن الإنتاج. - تنظيف سيء للأدوات والمعدات. - عدم نظافة القائمين على العمل خلال مراحل التعامل مع الأغذية. - وجود الحيوانات الأهلية وعدم كفاءة نظام التخلص من القوارض.
البكتريا المحبة لدرجة الحرارة المرتفعة.
- السيلاج. - الأرضية. - غسيل سيء لحلمات الضرع.

البكتريا المحبة لدرجة الحرارة المرتفعة Thermophilic bacteria

في مجال الألبان ندعو البكتريا المحبة لدرجة الحرارة المرتفعة الأحياء الدقيقة التي تنمو في الحليب أو في المنتجات اللبنية الموجودة على درجة حرارة 55م وما فوق، وهي غير قادرة على النمو على درجة حرارة أقل من 40 م وهي لا تشكل الهواجز في مجال الألبان إلا أن هذه البكتريا مصدرها السيلاج والارضية وعدم نظافة ضرع الأبقار وبالتالي وجود البكتريا المحبة لدرجة الحرارة المرتفعة يشكل دليلاً على عدم النظافة في المزرعة (الجدول 4-3)

البكتريا المتحملة لدرجة الحرارة المرتفعة Thermoduric bacteria

إن الأحياء الدقيقة المتحملة لدرجة الحرارة العالية تشكل أحد الصفوف المشار إليها سابقاً مثل المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة والمحبة لدرجة الحرارة المنخفضة أو المحبة لدرجة الحرارة المرتفعة. هذا الصف من الأحياء الدقيقة لا يمكن تعريفه وفق درجة حرارة النمو بل وفقاً لمقاومته لدرجة الحرارة المرتفعة. في مجال الصناعات اللبنية نعرف الأحياء الدقيقة المتحملة لدرجة الحرارة المرتفعة بأنها البكتريا التي تتحمل درجة حرارة البسترة وبالتالي فهي تقاوم درجة الحرارة المرتفعة وعلى درجات حرارة أعلى من درجات الحرارة العظمى وإن وجود أعداد كبيرة من الأحياء الدقيقة المتحملة لدرجة الحرارة المرتفعة دليل على عدم النظافة.

يمكن الإشارة إلى بعض البكتريا المتحملة لدرجة الحرارة المرتفعة التي من البكتريا المحبة للبرودة، التي تتصف بإنتاجها للبروتيناز والليباز مثل البكتريا

Bacillus, Alcaligenes

بعد تطبيق المعاملة الحرارية مثل البسترة فإن هذه البكتريا مقاومة لدرجة حرارة البسترة، بالتالي يمكنها ان تنشط على درجة حرارة التخزين مسببة ظهور روائح غير مستساغة مع إنتاج أنزيمات البروتياز والليباز وقد ممكن في مردود الاجبان.

عندما تكون مادة غذائية ملوثة بالأحياء المحتملة لدرجة الحرارة المرتفعة، فإن مدة صلاحية هذه المادة قصيرة نظراً لعدم التخلص منها بالمعاملة الحرارية العادية غير التعقيم نظراً لفعل أنزيماتها خلال التخزين على درجة حرارة 4م.

2- دليل الماء المتاح أو فعالية الماء Aw

تحتاج الميكروبات مثل كل الكائنات الحية إلى الماء لكي تنمو وتنتشر نظراً لأن الماء يشكل الوسط الذي تكون فيه العناصر المغذية الضرورية كالسكريات والبروتينات سهلة الامتصاص.

تحتاج الميكروبات إلى الماء كي تكون فيه العناصر المغذية الأساسية على الحالة الذائبة للتضاعف والازدياد وإن عدم وجود الماء يؤدي إلى توقف نموها ولكن ليس بالضرورة أن تموت، لأن بعض البكتريا قادرة أن تشكل الأبواغ أو الكبسولة، ويمكنها أن تقاوم الجفاف عدة سنوات وتعود للنمو عند توفر الشروط المناسبة كالرطوبة المناسبة. يعبر عن فعالية الماء للدلالة على كمية الماء المتاح في المادة الغذائية ويتم العمل في الصناعات اللبنية على تطبيق الطرائق كلها التي تسمح في خفض كمية الماء المتاح ضمن المادة الغذائية ويمكن الإشارة إلى أهم الطرائق المطبقة للحد من كمية الماء المتاح: التجميد، وإضافة الملح، والسكريات والتجفيف الجزئي أو الكلي للمنتج. تحتاج البكتريا للماء لتنمو وأن درجة احتياجها أعلى من

الخمائر والفطور، ولذلك نرى وجود الخمائر والفطور بشكل أساسي في المنتجات الغذائية التي تتصف بمحتوى قليل من الماء المتاح كالأجبان.

تقرأ فعالية الماء على سلم مدرج من 0 وحتى 1 حيث يتصف الماء المقطر بفعالية للماء مقدارها 1 وإن الخلايا البكتيرية لا تستطيع ان تنمو في المواد الغذائية عند فعالية للماء اقل من 0.85 في حين أن العديد من الفطور والأعفان الممرضة والتي تسبب الفساد والتحلل تستطيع أن تنمو في المادة الغذائية عند فعالية من الماء اقل من 0.85 نظرا لأن فعالية الماء مرتفعة فيعد الحليب مادة غذائية سهلة الفساد والتحلل، ويوضح الجدول (4-4) قيم فعالية الماء لمنتجات الألبان المتنوعة.

الجدول (4-4) قيم فعالية الماء Aw لمنتجات الألبان المتنوعة.

المنتج	فعالية الماء Aw
الماء	1
الحليب	0.99-0.98
الحليب المكثف والأجبان الطازجة	0.97-0.93
عدة نماذج من الاجبان	0.93-0.91
الأجبان المتخمرة	0.91-0.87
الحد الأدنى لنمو البكتريا	0.85
الحليب المكثف المحلى	0.87-0.80
أجبان البارميزان	0.8-0.7
الحليب المجفف	0.2

3- رقم الحموضة pH

ضمن المجال الغذائي نستخدم قيم رقم الحموضة pH بين 1 و 14 لتحديد إذا كانت المادة الغذائية حامضية أو متعادلة أو قلوية. وضمن المجال الغذائي نعد أن المادة الغذائية التي يكون رقم حموضتها بين 5.5 و 8.5 بأنها مواد غذائية متعادلة وذلك لان أغلب الاحياء الدقيقة يمكن ان تنمو وتنتشر، إلا أن رقم الحموضة الأمثل لنمو أغلب البكتريا يتوضع بين 6.5 و 7.5.

ويمكن خفض رقم الحموضة لمنع النمو الميكروبي بإضافة الحمض مثل حمض اللبن بتطبيق عملية التخمر اللبني كما هو الحال في اللبن الخاثر والأجبان والقشدة الحامضية. وتتصف الخمائر والفطور بأنها أكثر مقاومة للحموضة من البكتريا أي عند رقم حموضة أقل من 5.5 أما الأحياء الدقيقة الممرضة التي توجد في المواد الغذائية فيمكنها أن تتضاعف ضمن مجال لرقم الحموضة يتراوح بين 4.6 وحتى 9.0 علما بان منتجات الألبان والتي من ضمنها الحليب تقع ضمن هذا المجال، وبالتالي فهي تشكل مادة هامة لنمو ونشاط الأحياء الدقيقة.

4- احتياج البكتريا من الأكسجين

يمكن أن نصنف ونميز الأحياء الدقيقة وفق متطلباتها من الأكسجين فنجد أربعة صفوف من الاحياء الدقيقة:

- هوائية اجبارية.
 - لاهوائية اجبارية.
 - اختيارية.
 - مطلوبة للقليل من الهواء.
- إن الأحياء الدقيقة الهوائية الإجبارية تتطلب وجود الأكسجين في الوسط لكي تستطيع أن تنتشر أو تتضاعف ولا يمكن لهذه الأحياء الدقيقة أن تنتشر في المواد الغذائية المغلفة وتحت التفريغ أو ضمن وسط هوائي مبدل ولكنها لا تموت

بانتظار عودة الظروف المناسبة، وتوفر الأكسجين من جديد كما هو الحال في الأحياء عند توفر جيوب هوائية. من ضمن الأحياء الدقيقة الهوائية الإجبارية نشير بصورة خاصة إلى الفطور وبعض البكتريا المسببة لبعض العيوب في المنتجات اللبنية *Pseudomonas*

إن الأحياء الدقيقة الهوائية الاختيارية يمكنها ان تنمو وتنتشر في حال توفر الأكسجين أو عند غيابه وضمن هذه البكتريا نشير إلى بكتريا حمض اللبن والكوليفورم والكثير من البكتريا التي تسبب الفساد والتحلل والبكتريا الممرضة مثل: *Salmonella, Staphylococcus*

أما البكتريا التي لا تتطلب الأكسجين إلا بكميات قليلة وان وجود الأكسجين بمستوى مرتفع يمكن أن يكون له تأثير سلبي. يوضح الجدول (4-5) تصنيف الأحياء الدقيقة وفقا لحاجتها من الأكسجين
الجدول (4-5) تصنيف أهم الأحياء الدقيقة وفقا لحاجتها من الأكسجين

الهوائية الإجبارية	
<i>Brevibacterium sp</i>	– <i>Micrococcus sp.</i> – <i>Pseudomonas sp.</i>
-الفطور او الأعفان	
اللاهوائية الاجبارية	
<i>Clostridium sp.</i> <i>Propionibacterium sp.</i>	
اللاهوائية الاختيارية	
<i>Listeria sp.</i> <i>Lactobacillus sp, Lactococcus sp, Leuconostoc sp,</i> <i>Streptococcus sp</i>	

<i>Bacillus</i> sp.
<i>Salmonella</i> sp.
<i>Staphylococcus</i> sp.
<i>Escherichia</i> sp. <i>Enterobacter</i> sp.
المتطلبة لكمية قليلة من الهواء
<i>Bifidobacterium</i> sp.
<i>Campylobacter jejuni</i>

1- المواد المغذية

تحتاج الأحياء الدقيقة مثل كل الكائنات الحية إلى المواد المغذية لتنمو وتنتشر ولذلك فهي تستخدم السكريات والمادة الدسمة والبروتينات والعناصر المعدنية الموجودة تحت أشكال عديدة في المنتجات اللبنية، وإن هذا الاستخدام يعتمد على فعاليتها الانزيمية المرتبطة في وجود الأنزيمات مثل بيتاجالاكتوزيداز والبروتيناز والليباز.

تستطيع الكثير من الميكروبات أن تتضاعف بسهولة في الحليب نظرا لتركيبه الغني بالبروتينات ولذلك يعد الحليب من المواد الغذائية التي تشكل وسطا مناسباً لنمو الأحياء الدقيقة الخطرة ومن جهة أخرى فإن وجود سكر اللاكتوز كمصدر للسكريات يحد من نمو بعض البكتيريا التي ليس لها القدرة على تحلل سكر اللاكتوز.

4-3- الفعاليات الميكروبية الأساسية في الحليب

4-3-1 - إنتاج الحموضة Acidity production

خلال نمو بعض بكتريا حمض اللبن تفرز بيتا -جالاكتوزيداز الذي يحلل سكر الحليب اللاكتوز إلى الجلوكوز والجالاكتوز بشكل عام إن الجلوكوز الناتج عن هذا التحلل سيختمر إلى أحماض عضوية وغاز ثاني أكسيد الكربون وفي بعض الحالات يتم إنتاج الكحول، وإن هذا الإنتاج من الأحماض سيعمل على خفض رقم الحموضة المتميز برائحة وطعم حامضي يمكن ان يؤدي إلى تخثر الحليب عند رقم الحموضة 4.6 يوضح الجدول (4-6) بكتريا حمض اللبن الأساسية التي تحمض منتجات الألبان.

الجدول (4-6) الأحياء الدقيقة الأساسية المنتجة للحموضة في المنتجات اللبنية.

مع إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون	بدون إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون
<i>Lactobacillus</i> (m-t)	<i>Streptococcus</i> (m)
<i>Lactococcus</i> (m)	<i>Lactobacillus</i> (m-t)
<i>Leuconostoc</i> (m)	<i>Lactococcus</i> (m)
<i>Microbacterium</i> (m-td)	

(m) - بكتريا محبة درجة الحرارة المتوسطة.

(t) - بكتريا محبة لدرجة الحرارة المرتفعة.

(td) - بكتريا متحملة لدرجة الحرارة المرتفعة.

إن أغلب البكتريا الأساسية في الحليب محبة لدرجة الحرارة المتوسطة ما عدا *Microbacterium* يتم إتلافها بالمعاملة الحرارية المناسبة كالبيسترة عندما يكون تعدادها الأولي منخفضاً وفي الحالة المعاكسة، فإن هذه البكتريا المتحملة للحرارة العالية تسبب تحمض الحليب خلال حفظه بعد البيسترة.

تعد حموضة الحليب الدليل للحكم على النوعية الميكروبيولوجية للحليب واتباع سلسلة التبريد الصحيحة للحليب الخام ولأجل ذلك يتم قياس رقم الحموضة وتقدير درجة حموضة الحليب عند استلامه في معامل الألبان. ضمن الشروط العادية على سبيل المثال يتم تقدير إنتاج حمض اللبن بفعل بكتريا حمض اللبن المنتخبة ضمن المنتجات اللبنية المخمرة مثل:

Lactobacillus, Lactococcus, Streptococcus, Leuconostoc

وكذلك يتم تقدير إنتاج حمض البروبيونيك في الأجبان المطبوخة بفعل *Propionibacterium*

في الحالة التي يتم فيها التخمض ضمن شروط لم يتم السيطرة عليها فإن ارتفاع الحموضة يتم بفعل البكتريا البرية والمترافق بإنتاج أحماض مختلطة المتميزة بروائح خاصة بها مع إنتاج حمض بيوتيريك بفعل بكتريا *Clostridium sp.*، ويضاف إلى ذلك إن درجة الحموضة الشديدة يمكن أن تؤثر في فعالية بكتريا البادئ عند صناعة الأجبان بسبب انخفاض رقم الحموضة.

4-3-2- إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون CO2 production

بعض بكتريا حمض اللبن لا تنتج سوى حمض اللبن عند التخمير وتدعى متجانسة التخمير، في حين أن البعض من بكتريا حمض اللبن تنتج ثاني أكسيد الكربون وبعض المنتجات الثانوية بالإضافة لحمض اللبن وتدعى هذه البكتريا غير متجانسة التخمير أو منتجة الغاز.

بالإضافة لبكتريا حمض اللبن غير متجانسة التخمير، فإن بعض البكتريا غير بكتريا حمض اللبن تسبب الحموضة مع إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون كمنتجات ثانوية لعملية التخمير وأن أصل هذه البكتريا مصدره مخلفات الحيوان والتربة. إن وجود هذه البكتريا دليل على أن إنتاج الحليب وجمعه وتصنيعه لم يتم في شروط من النظافة.

وفي النهاية يمكن لبعض الخمائر عند عملية التخمير أن تحول اللاكتوز إلى كحول مع إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون. يوضح الجدول (4-7) الأحياء الدقيقة الأساسية المنتجة للغاز في منتجات الألبان.

الجدول (4-7) الأحياء الدقيقة الأساسية المنتجة للغاز في منتجات الألبان.

بكتريا لبنية	بكتريا غير لبنية
<i>Lactococcus</i> (m)	<i>Escherichia coli</i> (c, m)
<i>Leuconostoc</i> (m)	<i>Enterobacter</i> (c, m)
<i>Microbacterium</i> (m, td)	<i>Clostridium</i> (t, p, m, td)
	<i>Bacillus</i> (t, p, m, td)
	الخمائر والفطور

(m) - بكتريا محبة درجة الحرارة المتوسطة.

(t) - بكتريا محبة لدرجة الحرارة المرتفعة.

(td) - بكتريا متحملة لدرجة الحرارة المرتفعة.

(c) - الكوليفورم.

(p) - البكتريا المحبة للبرودة.

4-3-3 إنتاج عديد السكريات والبروتينات Polysaccharides and proteins production

تستخدم بعض الأحياء الدقيقة السكريات أو بروتينات الحليب لبناء مكونات أكبر وأطول تدعى على التسلسل عديد السكريات وعديد البروتينات ونقول عن هذه البكتريا بأنها منتجة لمواد خيطة لزجة تساهم في رفع الثخانة وزيادة القوام ويوضح الجدول (4-8) الأحياء الدقيقة المنتجة للمواد الخيطية.

الجدول (4-8) الاحياء الدقيقة المنتجة للمواد اللزجة.

<i>Pseudomonas</i> (p)
<i>Enterobacter</i> (c, m)
<i>Escherichia coli</i> (p, c)
<i>Leuconostoc</i> (m)
<i>Lactobacillus</i> (m, t)
<i>Streptococcus</i> (m, t)

(m) - بكتريا محبة درجة الحرارة المتوسطة.

(t) - بكتريا محبة لدرجة الحرارة المرتفعة.

(c) - الكوليفورم.

(p) - البكتريا المحبة للبرودة.

إن انتاج المكونات ذات مثل عديد السكريات يزيد من القوام وثخانة الحليب.

4-3-4 - تحلل البروتينات Proteolysis

خلال فعالية الميكروبات الاستقلابية يمكنها بفضل انزيماتها (البروتياز) الاستفادة من بروتينات الحليب حيث تؤدي هذه العملية إلى إنتاج مواد ثانوية شديدة التنوع من بينها الببتيدات ذات السلسلة القصيرة والسلسلة الطويلة والأحماض الأمينية ومشتقات الأحماض الأمينية ويوضح الجدول (4-9) أهم الأحياء الدقيقة المحللة للبروتينات في المنتجات اللبنية

الجدول (4-9) الأحياء الدقيقة الأساسية المحللة للبروتينات في المنتجات اللبنية.

<i>Bacillus</i> (p, m, t, td)	<i>Flavobacterium</i> (p)
<i>Pseudomonas</i> (p)	<i>Alcaligenes</i> (p)
<i>Clostridium</i> (p, m, t, td)	الخمائر والفطور المحبة للبرودة والمتحملة للحرارة المرتفعة

(m) - بكتريا محبة درجة الحرارة المتوسطة.

(t) - بكتريا محبة لدرجة الحرارة المرتفعة.

(td) - بكتريا متحملة لدرجة الحرارة المرتفعة.

(p) - البكتريا المحبة للبرودة.

خلال إنضاج الأجبان يساهم تحلل البروتينات في الحصول على القوام والروائح الخاصة بنماذج الأجبان وإذا لم يتم التحكم في درجة تحلل البروتينات بسبب وجود تلوث بكتيري في الحليب الخام، فإنه يحدث فقداً في السيطرة على البادئ مما يؤدي إلى ظهور الطعم المر والروائح غير المرغوبة وقوام غير مناسب للأجبان.

4-3-5- تحليل المادة الدسمة Lipolysis

يمكن لبعض الاحياء الدقيقة أن تحلل المادة الدسمة بفعل الليباز حيث يحلل الليباز المادة الدسمة في الحليب مشكلاً الأحماض الدسمة الحرة مسبباً ظهور الروائح زنخة في منتجات الألبان.

وتتصف منتجات الألبان ذات المحتوى المرتفع من المادة الدسمة بأنها أكثر حساسية للتحلل بفعل الأحياء الدقيقة المحللة للمادة الدسمة. في الصناعات اللبنية تتم المحاولة للتخلص من هذه الأحياء الدقيقة والتي تكون في الغالب مسؤولة عن الفعالية المحللة للبروتينات، وتتميز هذه الأحياء الدقيقة بأنها محبة لدرجة الحرارة المنخفضة والمتحملة لدرجة الحرارة المرتفعة كما يبين الجدول (4-10) أهم الأحياء الدقيقة المحللة للمادة الدسمة في المنتجات اللبنية.

الجدول (4-10) الأحياء الدقيقة الأساسية المحللة للمادة الدسمة في المنتجات اللبنية.

	<i>Bacillus</i> (p, m, t, td) <i>Pseudomonas</i>(p) <i>Clostridium</i> (p, m, t, td) الخمائر والفطور المحبة للبرودة والمتحملة للحرارة المرتفعة
--	--

(m) - بكتريا محبة درجة الحرارة المتوسطة.

(t) - بكتريا محبة لدرجة الحرارة المرتفعة.

(td) - بكتريا متحملة لدرجة الحرارة المرتفعة.

(p) - البكتريا المحبة للبرودة.

ضمن الشروط التي لا يمكن فيها السيطرة فإن من أهم النتائج المترتبة من تحليل المادة الدسمة ظهور روائح قوية وطعم متزنخ بفعل الأحياء الدقيقة الملوثة في الحليب الخام.

4-4- الأحياء الدقيقة الأساسية في الحليب.

يمكن توزيع الأحياء الدقيقة حسب أهميتها إلى مجموعتين كبيرتين: الأحياء الدقيقة الداخلية أو الأصلية والأحياء الدقيقة الملوثة. أما الأحياء الدقيقة الملوثة فتقسم بدورها إلى تحت صنفين:

الأحياء الدقيقة المسببة للفساد والأحياء الدقيقة الممرضة.

4-4-1- الأحياء الدقيقة الأصلية Original microorganisms

عندما يكون مصدر الحليب حيواناً سليماً ويتم جمع الحليب في شروط صحية جيدة فإن محتواه من الأحياء الدقيقة لا يتجاوز 5000 خلية في مل. إن الأحياء

الدقيقة الاصلية تشمل الأحياء الدقيقة كلها الموجودة في الحليب عند خروجها من الضرع وأن هذه الاحياء الدقيقة على علاقة قوية مع التغذية والعرق والعوامل الأخرى. عند خروج الحليب من ضرع البقرة يكون عملياً على الحالة المعقمة وأن الأجناس السائدة ضمن الأحياء الدقيقة الاصلية تتكون من الأحياء الدقيقة المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة كما هو مبين في الجدول (4-11).

الجدول (4-11) الأحياء الدقيقة في الحليب الخام.

الأحياء الدقيقة	%
<i>Micrococcus</i> sp.	90-30
<i>Lactobacillus</i>	30-10
<i>Streptococcus -Lactococcus</i>	أقل من 10
البكتريا السالبة لصبغة جرام	أقل من 10

4-4-2- الأحياء الدقيقة الملوثة Contaminant microorganisms

والأحياء الدقيقة الممرضة Pathogenic microorganisms

كما هو الأمر بالنسبة للأحياء الدقيقة المسببة للفساد فإن الأحياء الدقيقة الممرضة هي من ضمن الاحياء الدقيقة الملوثة للحليب. إن وجود الأحياء الدقيقة الممرضة في الحليب له ثلاثة مصادر أساسية: الحيوان والبيئة المحيطة والإنسان. من الأحياء الدقيقة الأساسية الممرضة الموجودة في المنتجات اللبنية:

Salmonella sp, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*,
Clostridium perfringens, *Bacillus cereus*, *Yersinia*
enterocolitica, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*,
Campylobacter jejuni, *Shigella sonnei*

وبعض الفطور.

4-5- بكتريا حمض اللبن *Lactic bacteria*

إن البادئات اللبنية تشتمل على العديد من البكتريا المتنوعة والتي تشترك بخصائص عامة:

- تخمر السكريات منتجة حمض اللبن بشكل أساسي.
- إيجابية لصبغة غرام.
- سلبية الكتالاز.
- غير متجانسة التطفل.

من ضمن 11 جنسا من بكتريا حمض اللبن يهمننا بالدرجة الأولى البكتريا المستخدمة في صناعة الالبان المتخمرة الأساسية وهي:

Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc, Streptococcus

يتصف الجنس *Lactobacillus* بأنه عصوي الشكل ويختلف عن الأجناس الثلاثة الأخرى كروية الشكل، *Lactococcus Leuconostoc* ، *Streptococcus*

من أهم خصائص بكتريا حمض اللبن *Streptococcus* بأنها نشيطة على درجة 45 م°

أما بكتريا حمض اللبن *Lactococcus* فتتميز بانها متجانسة التخمر أي أن المنتج الأساسي الناتج عن تخمر السكريات هو حمض اللبن في حين أن بكتريا حمض اللبن *Leuconostoc* غير متجانسة التخمر أي تنتج عن عملية التخمر كميات هامة من حمض الخل أو الكحول بالإضافة إلى حمض اللبن تحتوي البادئات اللبنية على العديد من السلالات والانواع اللبنية مشكلة البادئات المختلطة.

-البكتريا المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة ودرجة الحرارة المرتفعة

Thermophilic and mesophilic bacteria

يمكن التمييز بين أنواع البكتريا اللبنية بدرجة الحرارة المثلى للنمو فبكتريا البادئات اللبنية التابعة *Lactococcus*، *Leuconostoc* تتصف بانها محبة لدرجة الحرارة المتوسطة أي أن درجة الحرارة المثلى لنموها تتوضع بين 25 و 35 م° في حين أن عدد من البكتريا يتصف بانه محب لدرجة الحرارة المرتفعة أي أن درجة الحرارة المثلى لنموها تقع بين 37 و 45 م° مثل:

Lactobacillus dellbrueckii ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Bifidobacterium*

يجب معرفة خصائص سلوكية بكتريا البادئ وفقاً لدرجة الحرارة الحرجة في تصنيع منتجات الألبان حيث تفيد درجة الحرارة في التحكم بسرعة إنتاج حمض اللبن خلال التصنيع، وتشكل نقطة مهمة في السيطرة على التوازن بين البكتريا. ويتطلب أيضا معرفة درجة الحرارة القصوى للنمو وخاصة عند تصنيع بعض نماذج الاجبان المطبوخة التي تخضع إلى مرحلة الطبخ. يوضح الجدول (4-12) بعض خصائص بكتريا حمض اللبن مع درجة الحرارة.

الجدول (4-12) بعض الخصائص الفيزيولوجية لبكتريا حمض اللبن.

فعالية الماء Aw	درجة الحرارة العظمى م°	درجة الحرارة المثلى م°	رقم الحموضة الأمثل للنمو	النوع
0.96	39-34	32-28	6-6.5	<i>Lc. cremoris</i>
0.95	42-40	34-29	6-6.5	<i>Lc. lactis</i>
	42-40	34-30	6-6.5	<i>Lc.</i>
0.93	49	42-40	6-6.5	<i>diacetylactis</i>

<i>S.</i>	5.5-6	46-43	52	
<i>thermophilus</i>	5.5-6	46-43	52	0.95
<i>Lb. Bulgaricus</i>		37-30	45	0.94
<i>Lb. helveticus</i>	5.5-6			0.95
<i>Lb. casei</i>		30	45	
<i>Lb. acidophilus</i>	5.5-6	27-20	36-34	
<i>Lb. kefir</i>				
<i>Ln. lactis</i>		41-37	45	
<i>Ln. cremoris</i>				0.96
<i>Bf. Bifidum</i>				0.98

تخمير اللاكتوز Lactose fermentation

- تكمن الوظيفة الأولى لبكتريا حمض اللبن في إنتاج حمض اللبن ويمكن تقسيم بكتريا حمض اللبن إلى مجموعتين:
- متجانسة التخمر التي تتصف بأن 90% من سكر اللاكتوز يتحول إلى حمض اللبن
- غير متجانسة التخمر حيث أن 50 % من سكر اللاكتوز يتحول إلى حمض اللبن والبقية عبارة عن أحماض عضوية أخرى ومواد مسؤولة عن النكهة مثل داي استيل ومادة استيل الدهيد. إن إنتاج مادة داي استيل مرتبط في تخمر السترات وتعتمد عملية التخمر هذه على:

1- رقم حموضة الوسط.

2- الأوكسجين في الوسط.

3- عملية التحريك والخلط.

4- المحتوى من السترات.

5- المحتوى من بعض عوامل النمو (عناصر مغذية).

6- فعالية الماء والأوكسجين.

تتصف بكتريا حمض اللبن بأنها قليلة التطلب للأوكسجين وتتحمل وجود الهواء ولكن عند ازدياد المحتوى من الهواء يصبح سلبياً كون العلاقة بين بكتريا حمض اللبن والأوكسجين على علاقة مع الماء الأكسجيني المنتج من الخلايا في وجود الهواء، ولذلك يجب استبعاد الماء الأكسجيني نظراً لأن وجوده يكون خطراً على الصحة.

تتأثر بكتريا حمض اللبن كغيرها من الأحياء الدقيقة بفعالية الماء أي بالماء المتاح في الوسط كما هو موضح في الجدول (4-12)

يمكن أن نغير من فعالية الماء وفق ثلاث طرائق في الصناعات اللبنية:

1- تبخير الماء أو تركيز المكونات الصلبة في الحليب (الحليب المركز غير المحلى).

2- إضافة الاملاح (الأجبان).

3- إضافة السكر (الحليب المركز المحلى).

فعلى سبيل المقارنة إن فعالية الماء عند القيم 0.99 و 0.97 و 0.95 تتوافق على التسلسل مع محاليل من كلور الصوديوم 1.2 و 4.3 و 7.5% أو مع محاليل من السكر 18 و 37 و 50%

البادئ والمنتجات اللبنية Starter and dairy products

يوضح الجدول (4-13) الاستخدام الصناعي لبادئات بكتريا حمض اللبن

الجدول (4-13) الاستخدام الصناعي لبكتريا حمض اللبن

الدور	الاستخدام في الصناعة	انوع
- إنتاج الحموضة خلال التصنيع: المساهمة في انفصال المصل ونزع حموضة والتحكم في القوام وتنشيط البكتريا الممرضة. - تحلل البروتينات خلال الإنتضاج ويتم تشكيل مواد مرة الطعم إذا لم تتم السيطرة على شروط الإنتضاج.	- أغلب الاجبان: شيدار وموزاريللا والقشقوان وجودا وكاممبرت والاجبان الطازجة وفيتا والروكفورت. -القشدة الناضجة. -الزبدة. - اللبن الخض.	<i>Lc. lactis</i> <i>Lc. cremoris</i>
- انتاج حمض اللبن والمواد المسئولة عن نكهة الزبدة من السترات. - إنتاج الغازات.	-بعض الاجبان: جودا والاجبان الزرقاء وكاممبرت - القشدة الناضجة. -الزبدة. - اللبن الخض.	<i>Lc. diacetylactis</i>
- إنتاج الحموضة خلال التصنيع. -تحلل البروتين خلال الإنتضاج. - إنتاج النكهة. - انتاج سكريات عديدة في اللبن الخاثر.	- اللبن الخاثر. - الأجبان: موزاريللا واجبان ايطالية جرانا بارميزان وكاممبرت واجبان سويسرية.	<i>S. thermophilus</i>
-إنتاج الحموضة خلال التصنيع. -تحلل البروتين خلال الإنتضاج. -تحرر الجالاكتوز للاسمرار. -إنتاج النكهة. -أنتاج سكريات عديدة في اللبن الخاثر.	- اللبن الخاثر. - الأجبان: موزاريللا.	<i>Lb. bulgaricus</i>
-إنتاج الحموضة خلال التصنيع. -تشكل مواد مرة الطعم.	- الأجبان: موزاريللا وسويسرية.	<i>Lb. helveticus</i>
-إنتاج الحموضة خلال التصنيع.	- اللبن الخاثر. - اجبان شيدار.	<i>Lb. casei</i>
-رفع درجة الحموضة خلال الإنتاج. -المساهمة في خصائص البروبيوتك.	-اللبن الخاثر. - حليب الأسيد فيلس.	<i>Lb. acidophilus</i>
-رفع درجة الحموضة خلال الإنتاج.	- إنتاج النكهة.	<i>Lb. Kefir</i>

	-أنتاج سكريات عديدة في اللبن الخاثر . - الكيفير .	
<i>Ln. lactis</i> <i>Ln. cremoris</i>	-الاجبان: جودا والأجبان الزرقاء كامميرت وفيتا والأجبان الطازجة وجبن الكوخ. -القشدة الحامضية.	- تخمر السطرات لإنتاج النكهة. - المساهمة في إنتاج جودا والمحافظة على جيوب في الاجبان الزرقاء >
<i>Bf. bifidum</i> <i>Bf. Longum</i>	-اللبن الخاثر . - بعض الاجبان .	- إنتاج القليل من الحموضة. -المساهمة في خصائص البروبيوتيك والطعم.

فساد وتحلل منتجات الألبان

يوضح الجدول (4-14) أهم عمليات الفساد والتحلل الميكروبي لمنتجات الألبان
الجدول (4-14) - أهم عمليات التفكك والفساد الميكروبي في منتجات الألبان

الفعل الميكروبي	النتائج المتوقعة	المجموعات والانواع الميكروبية
التحمض	-انخفاض رقم الحموضة أو تخثر الحليب -انفصال مصل اللبن -نزع ثبات جسيمات الحليب المعقم	بكتريا حمض اللبن (المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة) <i>Lactococcus, Streptococcus</i> <i>Lactobacillus, Leuconostoc</i>
انتاج الغاز	-تشكل الرغوة في الحليب - انتفاخ العبوات -انتفاخ الأجبان	بكتريا حمض اللبن (المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة والمرتفعة) <i>Lactococcus</i> <i>Leuconostoc</i> <i>Mycobacterium</i> البكتريا المتبوعة (المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة والمرتفعة) <i>Clostridium,</i> <i>Bacillus</i>

انتاج المواد اللزجة بكتريا حمض اللبن <i>Leuconostoc. Lactobacillus,</i> <i>Streptococcus</i> الكوليفورم (المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة) <i>Enterobacter, Escherichia</i> البكتريا المحبة للبرودة <i>Pseudomonas</i>	-ارتفاع لزوجة الحليب - تشكيل مواد لزجة في الاجبان -اجبان جيلاتينية	
تحلل البروتينات البكتريا المتبوعة (المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة والمرتفعة <i>Bacillus</i> <i>, Clostridium</i> البكتريا المحبة للبرودة <i>Pseudomonas, Flavobacterium,</i> <i>Alcaligenes</i>	- الطعم المر - روائح غير مستساغة - انخفاض في المردود	
تحلل المادة الدسمة البكتريا المتبوعة (المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة والمرتفعة) <i>Bacillus, Clostridium</i>	- تزنخ منتجات الألبان - رائحة حمض	

انتاج الكحول	-روائح البيرة او الخمائر -انتفاخ الاغلفة	الخمائر (المحبة للحرارة المتوسطة والمنخفضة)
أسباب التلوث بالآحياء الدقيقة المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة	أسباب التلوث بالآحياء الدقيقة المحبة لدرجة الحرارة المنخفضة	البكتريا المحبة للبرودة <i>Pseudomonas</i> الخمائر والأعفان
- التلوث من الأرض والتربة - والغبار وضرع الحيوان والاجهزة - والمعدات في المزرعة - عدم تطبيق سلسلة التبريد - فترة طويلة لتخزين الحليب - عدم اتباع الشروط الصحية -عدم تطبيق عمليتي الغسيل - والتعقيم بشكل كافي	- التلوث من الهواء: نوافذ وأبواب مفتوحة - التلوث من الأرضية ك المعدات الموجودة - على الأرضية غير المغسولة جيدا - عدم تطبيق سلسلة التبريد - فترة طويلة لتخزين الحليب - نوعية الماء سيئة	

4-6- بكتريا البروبيوتيك: Probiotic bacteria

تضاف بكتريا حمض اللبن بشكل تقليدي وتستخدم في مجال المنتجات اللبنية بهدف حفظ الحليب على شكل اللبن الخاثر والاجبان أو بغية تطوير وتحسين الروائح أو القوام وتتباين بكتريا البروبيوتيك عن البكتريا اللبنية بأن ليس لها الدور التكنولوجي الذي تم الإشارة إليه إنما لها نتائج على صحة المستهلك.

تعرف بكتريا البروبيوتيك بأنها مضاف ميكروبي على الحالة الحية والذي له فوائد على صحة المضيف بتحسين التوازن بين الفلورا المعوية.

4-6-1 الخصائص والأنواع

يبين الجدول (4-15) بعض الأنواع من بكتريا البروبيوتيك المستخدمة في المنتجات اللبنية. من أكثر الأجناس المستخدمة نشير إلى: *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*

وتوجد بعض الخصائص المشتركة مثل أنها:

- عصوية الشكل.
- موجبة لصبغة غرام.
- سلبية الكتالاز.
- غير متبوعة.

وتختلف عن بعضها حيث تنتج بكتريا البروبيوتيك *Bifidobacterium* حمض الخل وأن شكلها عصوي غير منتظم، أما بكتريا حمض اللبن، *Lactobacillus* فلا تنتج حمض الخل ولها شكل عصوي منتظم
لقد ركزت الاعمال الحديثة في استخدام بكتريا البروبيوتيك على المزارع البكتيرية وتبين أيضا أن الكيفير يشكل منتجا مهما لخصائصه الوظيفية حيث تتدخل الخمائر مثل بكتريا البروبيوتيك وتبين أن الخميرة *Saccharomyces boulardii* مفيدة ضد الاسهال العرضي الناتج من *Clostridium difficile*

الجدول (4-15) بعض الأنواع من بكتريا البروبيوتيك المستخدمة في المنتجات اللبنية

النوع	الجنس
<i>acidophilus</i> <i>crispatus</i> <i>jobmsonii</i> <i>paracasei</i> <i>plantarium</i> <i>reuteri</i> <i>rhamnosus</i>	<i>Lactobacillus</i>
<i>adolescentis</i> <i>bifidium</i> <i>breve</i> <i>infantis</i> <i>lactis</i> <i>longum</i>	<i>Bifidobacterium</i>
<i>facalis</i> <i>faecium</i>	<i>Enterococcus</i>
<i>Acidilactici</i>	<i>Pedi coccus</i>

4-6-2-أثرها على الصحة:

سنشير إلى أهم أكثر النتائج الإيجابية لبكتريا البروبيوتيك:

1- المحافظة على الفلورا المعوية.

تنشيط البكتريا الممرضة وعدم تسبب أثر سلبي حتى لدى المضيف الذي يعاني من ضعف في النظام المناعي والحد من الاسهال ومن النمو المفرط للبكتريا في الأمعاء الدقيقة

2- الحد من عدم تحمل اللاكتوز.

3- تحسين معامل الهضم.

4- الحد من نمو الخلايا السرطانية.

5- تنشيط النظام المناعي بدون اية أثر سلبي.

6- خفض محتوى الكولسترول في الدم.

7- تحسين القيمة التغذوية.

8- التخفيف من أثر بعض المشاكل الكلوية.

9- السيطرة على بعض المشاكل الخاصة بالمرأة.

4-6-3- إضافة بكتريا البروبيوتيك ضمن المنتجات اللبنية

إن إضافة بكتريا البروبيوتيك ضمن المواد الغذائية يتطلب أخذ بعين الاعتبار اختيار السلالة والهدف من استخدام السلالة على أن يتم ذلك وفقا للمعايير التكنولوجية.

يجب تحديد النقاط الحرجة لبقاء بكتريا البروبيوتيك على الحالة الحية من المعمل وحتى المستهلك والتعامل مع الموزعين لتحديد السلالات المناسبة ونوضح فيما يلي الشروط السلبية المؤثرة في بكتريا البروبيوتيك عند صناعة المنتجات اللبنية:

- التجميد (القشدة أو اللبن الخاثر في المثلجات).

- المعاملات الحرارية (البسترة).
 - درجات حرارة الحضانة (الأجبان والقشدة الحامضية).
 - التمليح (الأجبان).
 - إضافة السكر (اللبن الخاثر).
 - وجود الاكسجين (اللبن الخاثر والأجبان).
- ويتطلب أحيانا عند تطوير المواد الغذائية الوظيفية بالبروبيوتيك تطبيق بعض التغيرات في تطبيق التصنيع كما هو الحال في بعض الأمثلة المبينة في الجدول
- (16-4)

الجدول (4-16) بعض الطرائق المستخدمة لتحسين نمو بكتريا البروبيوتيك.

المنتج	الطريقة
اللبن الخاثر والألبان المتخمرة	- خفض درجة الحرارة إلى 37 م° - إضافة مضادات أكسدة أو استخدام بكتريا تستهلك الأكسجين - زيادة نسبة بادئ البروبيوتيك
اللبن الخاثر والألبان المتخمرة	- خفض درجة الحرارة إلى 37 م° - إضافة مضادات أكسدة أو استخدام بكتريا تستهلك الأكسجين - زيادة نسبة بادئ البروبيوتيك
اللبن الخاثر والأجبان	- إغناء الحليب بعوامل النمو - خفض معدل البادئات التكنولوجية أو تأخير إضافتها
الأجبان	- رفع درجة حرارة التصنيع أو الطبخ - في حالة أجبان الشيدر تضاف عند التملح
المثلجات	- عدم تحريك المزعة في الهلام يزيد من قوتها على البقاء وخاصة إذا توافر وجود بعض المكونات التي تتصف بخصائص امتصاصها.

4-7- الجراثيم الممرضة: Pathogenic bacteria

الجراثيم الممرضة هي الجراثيم التي تسبب التسمم الغذائي والتي تنتشر بشكل واسع في الطبيعة ولذلك تلوث المواد الغذائية والتي منها الحليب والأجبان وقد يكون التلوث داخلياً في حالة مرض التهاب الضرع أو خارجياً، من أهم مصادر

التلوث الماء، والأشخاص، والمخلفات البشرية والحيوانية. من ضمن الجراثيم الممرضة نشير بصورة خاصة إلى:

Listeria monocytogenes

Staphylococcus aureus

Salmonella

Yersinia enterocolitica

E. coli

Campylobacter

Brucella

Bacillus cereus

Mycobacterium

Coxiella burnetti

Clostridium botulinum

بالإضافة إلى بعض الفطور المنتجة للمواد السامة والفيروسات. في مجال الأجبان تتواجد الجراثيم الممرضة الآتية:

Staphylococcus

Escherichia coli

Listeria momocytogenes

Salmonella

تتميز هذه الجراثيم بخصائص شكلية وبيوكيميائية وبقدرة في التسمم وفقاً للشروط الموجودة بها ضمن الأجبان.

***Listeria monocytogenes* 1-7-4**

عصوية موجبة لصبغة غرام، غير متبوعة ومتحركة وموجبة الكتالاز وسالبة الأوكسيداز.

تنمو على درجة حرارة تتراوح بين 1 و 40°م ودرجة الحرارة المثلى 37°م، أما رقم الحموضة الأمثل فهو 7 ويمكن نموها ضمن مجال مقداره 6-9، موجودة في كل الأماكن، ويتلوث الحليب عن طريق الضرع أو من الوسط الخارجي عبر الماء والتربة والوحل والمخلفات، أما في الأجبان فيحدث التلوث بعد البسترة بفعل تلوث الأدوات المستخدمة أو الماء والأشخاص. تسبب الليستريا الممرضة للإنسان وخاصة الأشخاص الذين يعانون من نقص في المناعة أما المرأة المصابة تتعرض إلى مشاكل منها الإجهاض أو الولادة المبكرة ويعاني الوليد من التهاب السحايا أو تسمم الدم أما الأشخاص المسنين يعانون من مشاكل دماغية، وقد تصل بعض الحالات إلى الموت خاصة لدى الأشخاص الذين يعانون من نقص المناعة. تؤدي البسترة على درجة حرارة 72°م/15 ثانية للتخلص من الليستريا وتحمل مستوى من الملح 10% وفعالية الماء 0.92. تسبب ارتفاع درجة الحموضة تثبيط نمو الليستريا.

***Staphylococcus aureus* 2-7-4**

- كروية وموجبة لصبغة غرام.
- لا هوائية اختيارية غير متحركة وموجبة الكتالاز.
- منتشرة في كل الأماكن.

ويعد النوع *Staphylococcus* من الأنواع المنتجة للمواد السامة.

درجة الحرارة المثلى لنموها 37°م وتنشط ضمن مجال حراري بين 6 و 46°م ورقم الحموضة الأمثل 7.6 وتنشط ضمن مجال مقداره 4 و 9.8. تحمل تركيز من كلور الصوديوم 10% وفعالية ماء منخفضة حتى 0.83.

يحدث التلوث عن طريق الحيوان بسبب التهاب الضرع أو عن طريق الإنسان ويعدُّ الحليب الخام من أهم مصادر التلوث حيث توجد على جلد الحيوان وأغشيته وضمن الجروح الجلدية وآلات الحلابة الملوثة من الإنسان المصاب بالتهابات جلدية أو عن طريق أجهزة التنفس.

يحدث التسمم الغذائي عند استهلاك منتجات غذائية ملوثة بالبكتريا حيث تنمو وتزداد وتفرز المواد السامة التي تسبب للأشخاص الاستفراغ والتقيؤ مع آلام بطنية المترافقة مع إسهال بعد مدة 30 دقيقة وحتى ثماني ساعات بعد الاستهلاك وقد تحدث بعض المضاعفات مثل التجفاف والتشنج العضلي.

قد يؤدي تطبيق المعاملة الحرارية 54-60° م خلال 4-24 دقيقة إلى قتل وإتلاف مليون جرثومة/مل بالمقابل تظهر بعض المواد السامة المفرزة مقاومة لدرجة الحرارة المرتفعة.

4-7-3 السالمونيلا: *Salmonella*

- متحركة وسالبة لصبغة غرام.

- لا هوائية اختيارية.

تنشط ضمن مجال حراري 5-45° م مع درجة حرارة مثلى 37° م وتنشط ضمن مجال لرقم الحموضة 4.5-9 مع رقم حموضة pH أمثل 6.5-7.5. من أهم البكتريا الممرضة للإنسان *Salmonella typhi*، *S. paratyphi*، *S. sendaii*.

تعد أمعاء الطيور من أهم مصادر التلوث وكذلك الحيوانات الأهلية في المزارع وليس بالضرورة أن تكون الحيوانات مريضة ولكنها تحملها على مخلفاتها، مما يؤدي إلى تلوث البيئة والماء والتربة والمواد الغذائية والتي منها منتجات الألبان والبيض واللحوم والمنتجات النباتية. من علامات الإصابة حمى مرتفعة تترافق مع إعياء وآلام ووجع في الرأس وتسبب أيضاً آلام بطنية وإسهال وغثيان

واستقراغ مع انحطاط في القوى والذي يظهر بعد 12-24 ساعة من دخولها الجسم وتستمر لمدة 2-6 أيام، وقد يترتب عنها نتائج خطيرة لدى إصابة الأطفال. تعد البسترة كافية لقتل عدد مرتفع من السالمونيلا ولكن الأجبان الملوثة تكون وسطاً لنمو السالمونيلا إذا كان رقم الـ pH أعلى من 4.95. خلال الإنضاج تساهم بكتريا حمض اللبن في منع وتنشيط والتخلص من السالمونيلا وتعتمد الفعالية المثبطة على نوع البكتريا فمثلاً *Ln. lactis* تبدي فعالية أضعف بالمقارنة مع *Lc. lactis* ، *Lc. cremoris* أما البكتريا المنتجة لدرجة الحموضة المرتفعة مثل *Streptococcus thermophilus* *L. bulgaricus* فإنها تساعد على التخلص من السالمونيلا.

***Yersinia enterocolitica*: 4-7-4**

بكتريا ألفية لدرجة الحرارة المنخفضة وسالبة لصبغة غرام وهوائية ولا هوائية اختيارية، إيجابية الكتالاز وسالبة الأوكسيداز وتخمر الجلوكوز وترجع النترات إلى نترات و متحركة على درجة حرارة 30° م وغير متحركة على درجة الحرارة 37° م. موجودة في الحليب الخام واللحم الخام والماء والتربة والنباتات ويمكن أن تنمو ضمن مجال حراري مقداره من 0 حتى 40° م مع درجة حرارة مثلى 29° م وكذلك تنمو ضمن مجال pH 4-10 مع رقم pH أمثل 7.2-7.4. توجد ثلاثة أنواع ممرضة للإنسان والحيوان *Y. pseudotuberculosis* , *Y. enterocolitica* , *Y. pestis* . تسبب البكتريا آلام بطنية والإسهال وحمى حرارية 39-40° م خلال عدة أيام ثم تهبط إلى 38° م خلال عدة أسابيع. أهم مصادر التلوث الحليب بالشوكولاتة حيث تتحمل 5% من كلور الصوديوم، لا تتحمل المعاملات الحرارية المطبقة عادة وتتلف حتى على 65° م/ خلال عشرة دقائق ولذلك فهي موجودة حصراً في الحليب الخام والمنتجات المصنعة من الحليب الخام أو الحليب المبستر الملوث.

تؤثر درجة الحموضة في نموها، ولذلك ينخفض عددها خلال 2-4 أيام وعند pH 4.6 تنخفض كليا خلال مدة 3-5 أيام.

:Escherichia coli 5-7-4

سالبة لصبغة غرام وغير متبوعة ولا هوائية اختيارية، بعضها متحرك وبعضها الآخر غير متحرك. تنمو ضمن مجال حراري 4-46°م مع درجة حرارة مثلى 37°م وضمن مجال لرقم الحموضة 4.6-9.5 موجودة بكمية مرتفعة في أمعاء الإنسان والحيوان 10⁸/غ.

:Campylobacter jejuni 6-7-4

بكتريا على شكل منحني أو حلزوني. شديدة التحرك سالبة لصبغة غرام إيجابية الأوكسيداز لا تتخمّر ولا تحمض السكريات. تعدّ لحوم الدواجن الخام والحليب الخام ولحم الخنزير من أهم مصادر التلوث الغذائي. تشتمل على خمسة أنواع: *C. sputorum* ، *C. concisus*، *C. coli*، *C. jejuni*، *C. fetus*

تسبب الإجهاض للحيوانات، أما الإنسان فيعاني من آلام بطنية مع الإسهال وحمى حرارية ترتفع من 38-38.5°م مع الإعياء والاستقراغ وتتم الحضانة في مدة 3 أيام.

تتصف بعدم مقاومتها رقم الحموضة المنخفض 3.5-4.5 ورقم الحموضة الأمثل 6.5-7 وتنشط ضمن مجال حراري بين 25 و 45°م أما درجة الحرارة المثلى فهي 42-45°م، ولا تتحمل مستوى مقداره 1.5% من كلور الصوديوم ويتوقف نشاطها عند 2%. تعد البكتريا حساسة للمعاملات الحرارية المطبقة

كالبسترة والتحمض وتسخين الخثرة ويعتبر استهلاك الحليب الخام المصدر الأساسي الذي يشكل خطراً على المستهلك.

:Brucella 7-7-4

هوائية إجبارية سالبة لصبغة غرام وغير متحركة وغير متبوعة إيجابية الكتالاز وسلبية الأوكسيداز وتنمو ضمن مجال لرقم الحموضة 6.6-7.4 مع رقم حموضة أمثل 6.8 أما درجة الحرارة المثلى 37°م وتنشط ضمن مجال 20-40 °م وتحمل تركيز كلور الصوديوم 1% كحد أقصى. وتؤدي إصابة الإناث لدى الحيوانات بالإجهاض ويحرض وجودها خلال الإدرار ظهور مرض التهاب الضرع غير السريري. يشتمل الجنس *Brucella* على ستة أنواع: *B. abortus*, *B. melitensis*, *B. suis*, *B. ovis*, *B. canis*, *B. neotomae*.

تعد البروسيلا من البكتيريا الممرضة للإنسان والحيوانات المنتجة للحليب كالأبقار والأغنام والماعز وتتم العدوى من الاحتكاك أو التماس المباشر أو عن طريق الحليب الخام أو مشتقاته المصنعة من الحليب الخام، تؤدي البسترة إلى القضاء على البروسيلا والتي تطبق على درجة حرارة 72-75°م خلال 12-15 ثانية أو بالتعقيم أو بالغليان لمدة 10 دقائق.

:Bacillus cereus 8-7-4

بكتيريا منتشرة بكثرة في الطبيعة، عصوية كبيرة متبوعة وتتصف بأبواغها بمقاومة درجة الحرارة المرتفعة هوائية أو لا هوائية وموجبة الكتالاز وسالبة الأوكسيداز تنمو على درجة حرارة مثلى 30-37°م وضمن مجال حراري 5-55°م وضمن مجال لرقم الحموضة 4.5-9.3 وعند فعالية الماء 0.95 وتتصف البكتيريا بتحملها كلوريد الصوديوم حتى 7.5%. تفرز البكتيريا نموذجين

من المواد السامة الأول يسبب الإسهال والثاني الإعياء فالمادة السامة المسببة للإسهال غير ثابتة حرارياً بين 4 و 25° م وتثبيط فعاليتها بالتسخين لمدة 56° م خلال 5 دقائق أما المادة السامة المسببة للإعياء فتقاوم حتى درجة حرارة 126° م خلال 90 دقيقة وتبقى مدة شهرين على درجة حرارة 4° م.

وتتصف بمقاومتها لفعل التريپسين والببسين ورقم حموضة pH 2 حتى 11.

من أهم أعراض المادة السامة المسببة للإسهال حدوث إسهال شديد يترافق مع آلام بطنية خلال 6 إلى 15 ساعة من استهلاك المادة الغذائية ويلاحظ الغثيان ولكن نادراً ما يحدث الاستفراغ وتنتهي الأعراض بعد مدة 24 ساعة. أما المادة السامة للإعياء فتعرض الغثيان والاستفراغ خلال مدة 1 إلى 5 ساعات بعد استهلاك المادة الغذائية وتترافق مع آلام مبرحة في البطن.

4-7-9 عصية كوخ: *Mycobacterium tuberculosis*

M. bovis

عصوية مستقيمة أو ملتوية تؤدي الإصابة بهذه البكتيريا في الوصول إلى أعضاء عديدة وبصورة خاصة الإصابات الرئوية وتساهم المواد الغذائية وبشكل خاص الحليب الخام في نقل مرض السل إلى الإنسان ولكنها حساسة للمعاملة الحرارية ولذلك لم تعد موجودة في الحليب المبستر وحالياً لم تشر المراجع إلى حدوث التلوث عن طريق الأجبان وخاصة الأجبان المطبوخة حيث تفرز بكتيريا حمض بروبونيك بعض المواد المبيدة لعصية كوخ.

4-7-10 *Coxiella burnetti*

متطفلة على الحيوانات اللبون كالأبقار والأغنام والماعز وينتقل التلوث من حيوان لآخر بوساطة القرادة المتطفلة عليها ولاحظ وجودها ضمن اللعاب والبول والمخلفات البرازية وتتميز أعراض الإصابة بالتهاب الملتحمة والضرع حيث يفرز الحيوان المصاب الجرثومة ضمن الحليب ويصاب الأشخاص الذين يعملون بتماس

مع الحيوانات في المزارع والمسالخ أو الأشخاص العاملين في صناعة الأجبان. عند إصابة الإنسان تكون الجرثومة مسؤولة عن الحمى Q التي تترافق بفقدان الشهية وآلام عضلية ووجع الشقيقة وفي حالة ارتفاع الحمى قد يؤدي إلى التهاب السحايا.

تتلف الجرثومة على درجة حرارة 71.7°C م خلال 15 ثانية أو 62.8°C م / 30 دقيقة.

: *Clostridium botulinum* 11-7-4

عصوية موجبة لصبغة غرام متبوعة لا هوائية إجبارية وأبواغها مقاومة لدرجة الحرارة المرتفعة وتمتاز البكتيريا بإفراز مادة سامة ضمن المواد الغذائية حيث تتميز في الوقت الحالي المواد السامة الآتية: A , B , C1 , C2 , D , E , F , G والإنسان حساس للمواد السامة من النماذج A,B,E,F وتقسّم المواد السامة إلى مجموعتين حيث تشمل المجموعة الأولى على *C. botulinum* المحللة للبروتينات (A , B , F) والمجموعة الثانية غير محللة للبروتينات . تنمو بكتيريا المجموعة الأولى ضمن مجال حراري $34-37^{\circ}\text{C}$ م وكحد أدنى $15-20^{\circ}\text{C}$ م ويتم إفراز المواد السامة ضمن الشروط الحرارية المرتفعة نفسها وتعريضها إلى 121°C م / خلال 16 ثانية يؤدي إلى انخفاض العدد إلى العشر بالإضافة إلى نمو عند مستوى 10% من كلور الصوديوم وفعالية الماء 0.94.

فيما يتعلق بالمجموعة الثانية تعد درجة الحرارة المثلى 30°C م وتنمو كحد أدنى عند درجة حرارة 5°C م وتفرز المواد السامة ضمن الشروط الحرارية نفسها، وتتصف أبواغها بأنها أقل مقاومة لدرجة الحرارة المرتفعة مقارنة مع المجموعة الأولى وأن قيمة D تساوي 1-1.87 دقيقة على درجة حرارة 80°C م وتنشط عند فعالية الماء أعلى من 0.95 ومستوى 5-6% من كلوريد الصوديوم ورقم الحموضة الأمثل قريب من 7 ويتوقف النشاط عند pH 4.5. يحدث التلوث عند

استهلاك المواد الغذائية المحفوظة أو المواد الغذائية غير المعقمة بشكل كاف أو عند استهلاك المواد الطازجة كالأسمك واللحوم. من أعراض الإصابة اضطرابات في العيون وتجفاف الفم والبلعوم والعطش الزائد وعند اشتداد الإصابة تزداد التشنجات العضلية والقصور الكلوي.

4-8- الفطور المنتجة للمواد السامة: Toxic molds

يمكن لبعض الفطور إنتاج بعض المواد السامة خلال تحولها في المواد الغذائية، ويحدث التلوث في الأجبان وفقاً لثلاثة مصادر:

- المواد السامة الموجودة في أغذية الحيوانات.
- من الفطور المستخدمة في صناعة الأجبان مثل:

Penicillium roqueforti

P. camemberti

- المواد السامة المفترزة من الفطور الملوثة للأجبان من ضمن التوكسينات الموجودة في أغذية الحيوانات والموجودة في الحليب افلاتوكسين M_1 الناتج من تحول افلاتوكسين B_1 والذي يفرز من

Aspergillus flavus و *A. parasiticus*.

يتميز أفلاتوكسين M_1 بمقاومته لدرجة الحرارة المرتفعة ولا يتأثر أيضاً بالتبريد ويتصف بوجوده ضمن الحليب المفرز وله قدرة مسرطنة.

تفرز بعض المواد المستقبلية السامة بفعل الفطور المستخدمة في صناعة الأجبان ولذلك يجب استخدام فقط الفطور غير المنتجة لروكفوريتين وحمض سيكوبيازونيك.

4-9- الفيروسات: Virus

مكونة من جزيء من الحمض النووي المغلف ويحتاج إلى خلية مضيفة ليتضاعف ويزداد عدده ويتم تلوث الحليب إما خارجياً من الماء والمخلفات أو داخلياً من خلايا الضرع للأبقار المصابة.

تؤدي المعاملة الحرارية على درجة حرارة 62°م خلال 30 دقيقة أو 71.7°م خلال 15-17 ثانية لتثبيط أغلب الفيروسات مثل الفيروسات القلاعية، أما الفيروسات الدماغية لا تثبط على درجة حرارة 62°م خلال 30 دقيقة. بالنسبة للفيروس *Coxsackie A* لا يثبط إلا على 85°م خلال 20 ثانية

4-10- تسعير الحليب وفق النوعية الميكروبيولوجية.

وفقاً للتشريع الفرنسي عند تقدير ثمن الحليب على أساس النوعية الميكروبيولوجية يجب أن تؤخذ في البداية أربع عينات شهرياً تبرد إلى درجة حرارة قريبة من الصفر وتحلل خلال 24 ساعة من أخذ العينة وتقدر النوعية وفقاً للمعايير الآتية:

العلامة 3	الحليب الذي محتواه أقل من 100.000/مل	جيد النوعية
العلامة 2	الحليب الذي محتواه 100.000-500.000/مل	متوسط النوعية
العلامة 1	محتوى الحليب أعلى من 500.000/مل	سيء النوعية.

.. (Liquet et Corrieu ,2006 Papademos, 2014., Puniya ,2015 Giraud, 2012)

(منصور .1975، حداد ومنصور 1980،، الميدع .1992،، الميدع .1994،، حرفوش.2011)

الفصل الخامس

المعاملات المطبقة في صناعة الألبان

Treatment of dairy technology

- 1-5 فرز الحليب.
- 2-5 التنقية الفيزيائية.
- 3-5 تنظيف الحليب.
- 4-5 معاملة الحليب بالترشيح الفائق.
- 5-5 آثار المعاملات التكنولوجية.

.

الفصل الخامس

المعاملات المطبقة في صناعة الألبان Treatment of dairy technology

1-5- فرز الحليب: Skimming

1-5- 1 الفرز التلقائي:

يمكن فصل المادة الدسمة تلقائياً بترك الحليب ضمن أوعية متسعة على درجة حرارة 7-8م° خلال مدة 12-24 ساعة حيث يتم انفصال أكثر من 85% من المادة الدسمة ويبقى نحو 5 غ/لتر من الحليب الفرز، الفرز التلقائي ناتج من تجمع عكوس لحبيبات المادة الدسمة على شكل عناقيد بفضل بروتينات المناعة Euglobulin، وتصد هذه الكتل ذات الكثافة أقل من 1 إلى السطح بفعل الفرق في الكثافة مع الحليب الفرز آخذة معها بعض الجسيمات والميكروبات والبقايا الخلوية.

1-5- 2 فرز الحليب بالطرد المركزي:

يسخن الحليب على درجة حرارة أعلى من 30 م° ويمكن فرز الحليب على درجة حرارة البسترة، إنما لا يلاحظ تحسن في الفرز على درجة حرارة أعلى من 40 م° ويرسل الحليب ضمن مخروط الفراز وتفصل مكوناته إلى قسمين:

- الحليب الفرز على الطرف الخارجي للمخروط.
 - يتجمع القسم المركز بالمادة الدسمة في مركز الفراز.
- تزداد كفاءة الفرز مع ازدياد سرعة الدوران وقطر الفراز ويصل عدد الدورات في الفرازات الصغيرة إلى 8000 دورة / دقيقة ويستفاد أيضاً من عملية الفرز في التخلص من الشوائب الموجودة في الحليب التي تترسب على الجدار الخارجي

لمخروط الفرز مشكلة طبقة، وقد صممت الأجهزة الحديثة للتخلص منها بشكل آلي. عند الفرز يصل الحليب إلى قاعدة المخروط ويتوزع في المنطقة المحايدة بوجود الأطباق إلى طبقات رقيقة مما يسهل الفصل وينتقل الحليب عمودياً باتجاه الأعلى ضمن ثقوب الأطباق، ولذلك تخرج السوائل المنفصلة من مخرجين مميزين. من أهم فوائد أجهزة الفرز الحديثة:

1. الكفاءة في الفرز حيث يصل محتوى الحليب من المادة الدسمة إلى أقل من 0.5 غ / لتر، نتيجة للتخلص من آثار التجنيس الجزئي للمادة الدسمة وتلافي الصدمات القوية ومنع خفض حجم الحبيبات.
 2. عدم تشكل الرغوة الناتجة عن الغازات في الحليب.
 3. خروج الحليب باتجاه المبستر تحت ضغط كاف.
 4. إمكانية تنظيم وتعديل دسم الحليب بإعادة خلط القشدة والحليب الفرز.
 5. تستخدم في الوقت الحاضر أجهزة فرز بطاقة 25000 ل/ساعة وتحتوي على أكثر من 200 صحنًا وبزاوية 45°.
- من أهم الشروط الواجب مراعاتها عند تطبيق الفرز:
1. يجب أن تكون درجة الحرارة 35-40 م° فإذا كانت درجة الحرارة مرتفعة يخشى من تبدل البروتينات وترسبها، أما إذا كانت درجة الحرارة منخفضة فترتفع اللزوجة ويكون الفرز غير كامل.
 2. يجب عند تطبيق الفرز أن تكون سرعة الفرز في حدها الأقصى وإلا يكون الفرز غير كامل.
 3. لنوعية الحليب تأثير كبير فعند استخدام حليب حامضي يمكن أن يتشكل الراسب على الجدار ويسد مسار الحليب الفرز، فتقل كفاءة الفرز، ولذلك من الضروري تنظيف الجهاز وتوقيفه من وقت لآخر

4. ضرورة تنظيف المخروط بعد كل عملية فرز لأن المخروط غير النظيف يكون مصدراً لتلوث مهم في القشدة والحليب.

5-2- التنقية الفيزيائية: Physic epuration

يخضع حليب الاستهلاك بشكل عام إلى عملية تنقية فيزيائية قبل البسترة أو التعقيم حيث يتم التخلص من الشوائب والكتل وقسم من الأحياء الدقيقة وتطبق على درجة حرارة 50-60 م° وفق إحدى الطريقتين:

- الترشيح عبر أنسجة مضغوطة أو طبقة من السيللوز ويمكن إلحاق المرشح ضمن جهاز البسترة.

- التنقية بالطرد المركزي وهي أكثر فعالية حيث يمرر الحليب ضمن المخروط الدوار على سرعة عالية جداً وهي أجهزة مشابهة للفرزات ولكنها منظمة بطريقة معينة لا تسمح في فصل المادة الدسمة ويتم التخلص من الشوائب الراسبة على الجدران آلياً وهي طبقة من الوحل وتعتبر هذه الطريقة فعالة خاصة في حالة الحليب المعقم لتجنب تشكيل طبقة بنية تتوضع في قاع الزجاجات.

5-3- تنظيف الحليب: Bactofiguation

تستخدم هذه الطريقة لمعاملة الحليب المبستر والمعقم وتعتمد على الاستفادة من آثار المعاملة الحرارية على درجة 75 م° المرافقة مع تطبيق طرد مركزي على سرعة عالية وتؤدي إلى التخلص من 90% من الخلايا البكتيرية عند تسارع 10.000g، يشتمل جهاز التنظيف على مخروط دوار يحتوي على ثقب قطرها 0.3 مم للتخلص من الرواسب. عند إخضاع الحليب إلى الفعل المنظف على درجة حرارة 75 م° يتم التخلص من 90% من الجراثيم أي من البكتريا وأبواغ البكتريا. تؤدي عملية التنظيف بهذه الطريقة إلى التخلص من الحليب المعقم بالمعاملة

الحرارية الفائقة من البكتيريا الميتة ومن ثم التخلص من المواد السامة التي يمكن أن تحتويها والتخلص أيضاً من الخلايا الجسدية المتبقية بعد البسترة حيث يصل معدل التخلص من الجراثيم إلى نسبة 99.5% وذلك عند تطبيق الطرد المركزي.

5-4- معاملة الحليب بالترشيح الفائق:

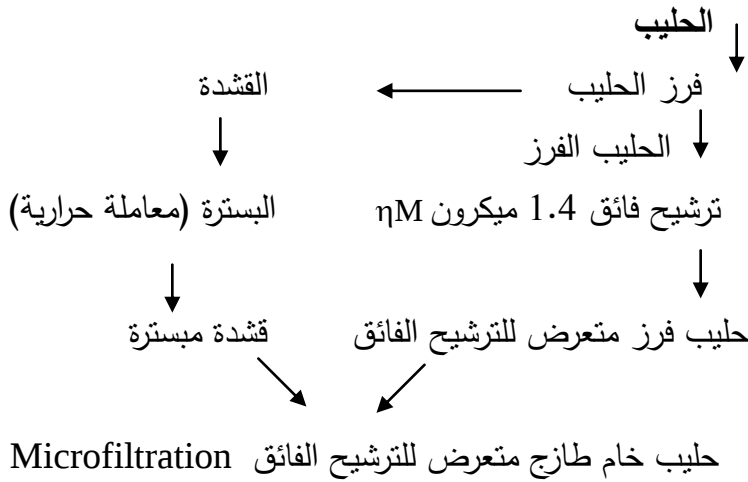
Microfiltration treatment

يستفاد من تقنية الترشيح الفائق في معاملة الحليب للاحتفاظ بالبكتيريا والخلايا الجسدية حيث يخضع الحليب إلى ضغط مقداره يتراوح بين 0.2 و 0.5 بار مع استخدام أغشية تتصف بمسامات تتراوح أبعادها بين 20 μm /ميكرون حتى 0.1 ميكرون μm ويصل معدل الترشيح إلى عدة مئات (لتر/ساعة/م²).

5-4-1 التنقية البكتيرية: Bacteriological eputation

تلوث الأحياء الدقيقة الحليب وهي مكونات حية وحيدة الخلية وتنتمي إلى المملكة النباتية البكتيريا والخمائر والفطور يضاف إليها الفيروسات. تختلف أبعادها من 4 ميكرون μm / للخمائر وحتى 0.7-1.5 μm ميكرون للبكتيريا وفقاً للجنس أما أبعاد الفيروسات 0.05 ميكرون μm . تتنوع مصادر تلوث الحليب بالأحياء الدقيقة فالأعلاف وأماكن التربية تعد مصدر التلوث بالبكتيريا الأليفة لدرجة الحرارة المنخفضة وبكتيريا حمض اللبن ويمكن أن يحدث التلوث عن طريق الإناث اللبن، التي تنقل البكتيريا الممرضة كالحمل المأطية وعصية السل والعنقودية الذهبية أو حتى الفيروسات. عند تجميع الحليب في ظروف غير صحية يمكن أن تصل الحمولة الجرثومية في الحليب إلى 1 مليون/مل أما عندما تكون ظروف جمع الحليب صحية فيصل عدد الجراثيم إلى مستوى 10.000 وحتى 100.000 جرثومة/مل. بفعل التلوث سيتحلل التركيب الكيميائي للحليب ولذلك من المهم العمل منع فعل الأحياء الدقيقة على الحليب إما بالمحافظة على درجة حرارة

منخفضة وهي شروط غير مناسبة لنشاط البكتريا وإما بإتلاف وقتل الأحياء الدقيقة وهذا ما يتحقق بالبسترة والتعقيم وهي معاملات حرارية تقليدية أو حتى التخلص منها بتعريض الحليب إلى أجهزة الطرد المركزي العالي. يمكن أيضاً التخلص من البكتريا باستخدام الترشيح الفائق. يعامل الحليب بأغشية لها مسامات مناسبة تسمح في الاحتفاظ بالأحياء الدقيقة وتأمين مرور وعبور مكونات الحليب، الحجم المتوسطي للأحياء الدقيقة حوالي 1 ميكرون ηM وأبعاد الحبيبات الدسمة أعلى من حجم الأحياء الدقيقة وقد يصل إلى 5 ميكرون مما يؤدي إلى الاحتفاظ بها ولذلك إن انتخاب الأحياء الدقيقة يجب أن يطبق على الحليب الفرز وفق المخطط الآتي:



وهي من أهم المراحل التكنولوجية الضرورية للتخلص من الأحياء الدقيقة بالترشيح الفائق، في البداية يفرز الحليب ثم يعامل الحليب الفرز بالترشيح الفائق أما القشدة فتتعرض إلى معاملة حرارية لإتلاف الأحياء الدقيقة الممرضة وخفض العدد الكلي ثم تخطط القشدة المبسترة مع الحليب المعامل بالترشيح الفائق للحصول

على حليب كامل الدسم مع مستوى منخفض من الأحياء الدقيقة. أما الشروط العملية للتخلص من الأحياء الدقيقة بالترشيح الفائق فهي كالآتي:

أغشية ستيريلوكس Sterriolx قطرها 1.4 ميكرون ηM باستخدام مضخة طرد مركزي على درجة حرارة 50°م ومعدل ترشيح مقداره 500-680 ل/ساعة/م² وبسرعة جريان 6.3-7.5 م/ثانية وخفض الحجم 20 مرة ووفقاً للنتائج، تعبر جميع مكونات الحليب باستثناء 0.5% من الكازئين الكلي وتطبيق الترشيح الفائق يسمح في تحضير حليب يحتوي على عدد ضعيف من الجراثيم 10-100 جرثومة/مل، ويمكن حفظه لمدة أطول تصل 15 يوماً بدلاً من 7 أيام، ويتصف هذا الحليب باحتوائه على جميع البروتينات على الحالة الطبيعية غير المتبدلة وبصورة خاصة المواد ذات الفعالية الحيوية مثل اللاكتوفيرين والفيتامينات وبالمقابل تبقى الإنزيمات الطبيعية وخاصة البروتياز التي يمكن أن تحلل الحليب خلال الحفظ.

5-4-2 - الاحتفاظ بالخلايا الجسدية:

مصدر الخلايا الجسدية في الحليب بشكل أساسي من الدم وخلايا أنسجة الضرع فالخلايا التي مصدرها الدم تتوزع ضمن نماذج عديدة وفقاً لحجمها: الخلايا العديدة النواة 12 ميكرون ηM ، الخلايا الليمفاوية الصغيرة 7-8 ميكرون والمتوسطة 12-15 والكبيرة 15-20 ميكرون أما الخلايا وحيدة النواة فتصل أبعادها إلى 12-15 ميكرون ηM ، وتوجد بعض الخلايا الطلائية التي تصل أبعادها إلى 10-30 ميكرون بالإضافة إلى وجود قطع من السيتوبلازما للخلايا المفردة 5-30 ميكرون ηM .

يعد وجود هذه الخلايا طبيعي ضمن حدود معينة وقد يصل العدد في حليب الأبقار إلى 500.000/مل وقد حددت التشريعات الأوروبية العدد المسموح به، ويرفض الحليب عند تجاوز الأرقام الخاصة بالمواصفات. وجود أرقام عالية دليل على حدوث التهاب في الضرع، فتتميز الخلايا الجسدية بغناها في الإنزيمات التي

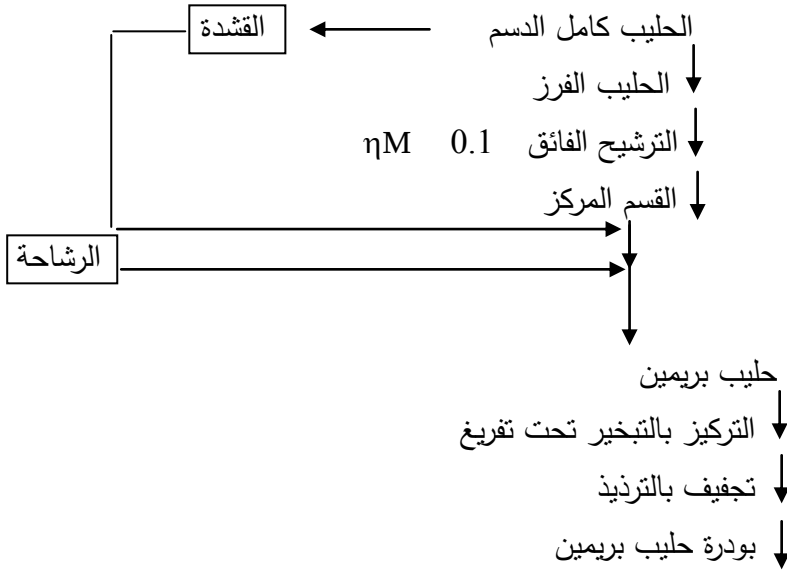
يمكن أن تسبب تفكك مكونات الحليب ولذلك فالتخلص منها يمكن أن يساهم في زيادة الثبات. يؤدي استخدام الأغشية الفائقة في الاحتفاظ بالخلايا الجسدية والسماح في مرور وعبور كل مكونات الحليب ضمن الشروط الآتية:

- درجة الحرارة 50 م°.
- الأغشية 12 ميكرون ηM .
- معدل الترشيح 2000 ل/ساعة/م2.
- سرعة الجريان 4.6 م/ثانية.
- الضغط 1.7 بار.
- معدل خفض الحجم 25 مرة.

ويمكن وفق الشروط السابقة الاحتفاظ بـ 95.8 % من الخلايا الجسدية.

4-5-3 الحليب الخاص بريمين: Primin milk

عبارة عن حليب بودة خفض فيه معدل البروتينات الذائبة إلى الكازئين حيث يؤدي خفض العلاقة بين البروتينات الذائبة إلى الكازئين إلى تخثر الحليب حتى بعد تطبيق معاملة حرارية مرتفعة. عند تطبيق المعاملة الحرارية على الحليب الطبيعي يتشكل معقداً من الكازئين كابا وبيتا لاكتوجلوبولين يمنع من حصول المرحلة الأولى في التخثر الإنزيمي ولا يمكن استخدام الحليب في صناعة الأجبان. إن خفض محتوى الحليب من بيتا لاكتو جلوبولين يسمح في الحد من تشكل المعقد ومن ثم يمكن استخدام الحليب في صناعة الأجبان. يمكن الحصول على الحليب وفق المخطط الآتي:



- الأغشية 0.1 ηM .

- درجة الحرارة 52 م°.

- سرعة الجريان 7.5 م/ثا.

- معدل الترشيح 75 ل/ساعة/م².

- معامل خفض الحجم 3.

وتطبق تقنية الترشيح الفائق للحصول على بودرة حليب Primin ضمن

الشروط العملية الآتية:

تستخدم الرشاحة الناتجة عن الترشيح فوق العالي الخالية من بروتينات المصل مع القسم المركز الناتج مع الترشيح الفائق للحصول على المركز البروتيني المطلوب حيث يركز بالتبخير تحت تفريغ ويجفف بالترذيذ ويتم الحصول على بودرة حليب حيث يكون معدل بيتا لاكتوجلوبولين منخفضاً.

5-5- آثار المعاملات التكنولوجية:

Effect of technologic treatments

5-5-1: آثار التسخين:

يخضع الكازئين وبروتينات المصل خلال التسخين إلى تبدلات تختلف طبيعتها وفقاً لعوامل عدة منها:

- رقم الحموضة pH.
 - درجة الحرارة.
 - مدة المعاملة الحرارية.
 - طبيعة وتركيز المكونات المعدنية والعضوية الموجودة.
- عند تطبيق درجات حرارة معتدلة أقل من 100°م وهي درجات الحرارة المطبقة عند البسترة وتركيز الحليب، يلاحظ تشوه وتغير في بيتا لاكتوجلوبولين واعتباراً من درجة حرارة 80°م تتبلمر البروتينات الموجودة في المحلول مشكلة الهلام.
- أما على درجة حرارة أعلى من 100°م يحدث تغير وتبدل لقسم كبير من بروتينات المصل وينجم عنه صعوبة تحليل البروتينات بفعل البروتيناز وخاصة الكيموزين.

تتحسن هذه التفاعلات الناتجة عن التشوه الحراري للبروتينات فعند تسخين الحليب عدة دقائق على درجة حرارة 90°م وهي معاملة حرارية أولية تطبق عند تعقيم وتركيز وتجفيف الحليب فينتج عنه تشكل معقد بين كازئين كابتا وبيتا لاكتوجلوبولين الذي سيزيد من ثبات البروتينات إزاء التعقيم على درجة حرارة 120-140°م أو إزاء التخثر الإنزيمي.

بدأ من درجة حرارة 110-120°م تعتمد ثباتية الطور البروتيني على رقم الحموضة بشكل دقيق.

يمكن تمييز نموذجين من الحليب:

- **النموذج الأول:** الذي يبدي الحد الأدنى من الثباتية على درجة حرارة 140 م° عند رقم حموضة 6.8.

- **النموذج الثاني:** والذي تتزايد ثباتيته بطريقة مستمرة مع رقم الحموضة.

توجد عدة عوامل تؤثر على هذه السلوكية إزاء المعاملات الحرارية:

1 - يؤدي تحليل السطح الجسمي وتغيره على أثر تثبيت بروتينات المصل إلى تغيرات في الكمون الكهربائي وإمالة الجسيمات.

2 - انخفاض رقم الحموضة خلال التسخين يجعل الحليب حساساً إزاء التخثر الحراري وينتج انخفاضاً في رقم الحموضة بفعل تشكل الأحماض العضوية مثل حمض فورميك اعتباراً من اللاكتوز.

3 - تطبيق التسخين الشديد للكالزئين وخاصة على درجة حرارة 110 م° يسبب تحليل المجموعات الفوسفورية ويتم نزع الفوسفور بسرعة أعلى من تحرر المواد الآزوتية البروتينية وتبين التجارب أن تسخين محلول كازئينات الصوديوم لمدة 5 ساعات على درجة حرارة 120 م° يحرق 80% من الفوسفور و 20% من المواد الآزوتية غير البروتينية وقسم كبير من الفوسفور موجود على شكل معدني. يؤدي التسخين إلى قطع بعض الروابط الببتيدية فالكازئين كبا يحرق ببتيدياً يتشابه مع كازئينو جليكو ببتيدي الناتج عن تحليل كازئين كبا بالمنفحة وينتج منه انخفاضاً في ثبات الجسمية بفضل انخفاض مقدرة الكازئين كبا على ثباتية أقسام الكازئين الأخرى إزاء الكالسيوم المتشرد.

4 - على الرغم من المحتوى المرتفع من الماء يسبب التعقيم حدوث تفاعل ميلارد ويصبح قسم من الليزين غير ضروري وتؤدي هذه التبدلات على الليزين في منع الطور الثاني من التخثر بفعل الكيموزين، ويعتقد أن تفاعلات الاسمرار تتدخل في ظاهرة تهلم الحليب المعقم بالمعاملة الحرارية فوق العالية خلال التخزين.

5 - يؤثر تركيز الحليب وزيادة المادة الصلبة الكلية على الثبات إزاء التسخين فزيادة التركيز تخفض بشكل واضح الثباتية الحرارية للحليب وتزيد من خطورة التهلم خلال التخزين. يؤدي تطبيق المعاملة الحرارية فوق العالية (معاملة حرارية 140 م° خلال عدة ثواني) وهي المعاملة المطبقة عند التعقيم للحليب إلى انخفاض ثباتية الجسيمات خلال التخزين ويلاحظ التهلم بعد عدة أشهر من الحفظ ويعود ذلك إلى:

- (1) - تثبيط غير كامل لبروتيناز الحليب أو البروتيناز المتحمل للحرارة المرتفعة الناتج من البكتريا الأليفة لدرجة الحرارة المنخفضة.
- (2) - تشكيل غير كامل للمعقد الذي يحمي الجسيمة ويزيد من ثباتها وسببه شروط تسخين متبدلة. انظر إلى الجدول 5-1 والذي يوضح آثار التسخين على مكونات الحليب.

5-5-2 آثار التبريد: Effect of cooling

يحرص تبريد الحليب على درجة حرارة منخفضة إلى تبدلات مهمة على مستويين الأول نزع ثباتية الجسيمات والثاني تحلل بروتيني محدود. يغير التبريد التوازنات الملحية وخصوصا الفوسفور والكالسيوم بين الجسيمات والطور الذائب ويلاحظ ازدياد محتوى المصل من الكالسيوم والفوسفور والكالزئين مع تغير رقم الحموضة بين الدرجة 38 م° و 6 م°.

من أهم النتائج المترتبة في الخصائص التكنولوجية:

- 1- إطالة في الزمن اللازم للتخثر.
 - 2- تغيرات في متانة الخثرة وانفصال المصل.
 - 3- انخفاض في مردود الأجبان يمكن أن يصل 10%.
- ومن الممكن استعادة الخصائص الأصلية للحليب في:
- إضافة كلور الكالسيوم.

- تطبيق الانضاج الأولي.
- تطبيق معاملة حرارية 60 م° خلال 30 دقيقة يمكن أن تعيد امتصاص الكازئين بيتا ضمن الجسيمة.
- إعادة تنظيم رقم الحموضة إلى القيمة الأساسية.

الجدول 5-1: آثار التسخين على مكونات الحليب.

المواد المتغيرة	التغيرات الممكنة	النتائج الأساسية
اللاكتوز	- تفكك وتشكيل الأحماض العضوية	- انخفاض ال pH - تكمول - تأثير على نمو بكتريا حمض اللبن
اللاكتوز + البروتينات	- تفاعل ميلارد	- انخفاض في القيمة الغذائية - الاسمرار - تشكل مكونات مرجعه
بروتينات المصل (بيتا لاكتوجلوبولين)	- ظهور مجموعات SH حرة - تشوه وتغير البروتين	- الطعم المطبوخ - نظام مرجع - تسبخ - منع تشكيل القشدة
بروتينات المصل والكازئين	- تشكل أمونياك - تشكل طبقة على سطح الحليب - تشكل معقد بين كازئين كبا وبيتا لاكتوجلوبولين - تفكك السلاسل الجانبية	- تأثير في الطعم - تشكل جلد الحليب - زيادة الثباتية الحرارية - انخفاض في القيمة الغذائية
الكازئين	- تفكك الجزيء ونزع المجموعات الفوسفورية - تغيرات في الحالة الجسيمية	- تخثر معلق الكازئين على درجة الحرارة المرتفعة - التخثر والتهمل للحليب
العناصر المعدنية	- تحول التوازن الملحي للكالسيوم والفوسفور باتجاه الحالة غير الذائبة - تغيرات في سطح الجسيمة	- معاملة حرارية أولية لزيادة الثباتية - تأخر في تخثر الحليب بالمنفحة - تأثير في ثباتية الجسيمة - انخفاض رقم pH الحليب - ترسب أملاح الكالسيوم الذائبة
المادة الدسمة	- تحلل - تشكل لاكتون	- تحرير الأحماض الدسمة - طعم غير مستساغ
الفيتامينات	- إتلاف بعض الفيتامينات خاصة B ₁ , C, B ₁₂	- انخفاض في القيمة الغذائية

الأنزيمات	- تنشيط فعالية الأنزيمات على درجة حرارة تتراوح بين 60-100°م	- توقف الفعاليات الإنزيمية خاصة الليباز والبروتياز - مراقبة البسترة
الغازات	فقد في CO ₂	ارتفاع بسيط في رقم الحموضة ونقطة التجمد

تزيد عملية حفظ الحليب على درجة حرارة منخفضة من تفكك الكازئين بيتا إلى كازئين جاما ووفقاً لدرجة حرارة التبريد ومدة الحفظ يختلف محتوى الحليب من كازئين جاما والذي يتراوح بين 2 إلى 10%. عند التبريد يهاجر قسم من الكازئين بيتا إلى الطور الذائب ويتحلل بفعل البروتياز الطبيعي في الحليب أو بروتيناز ميكروبي ناتج من البكتريا المحبة للبرودة، مؤدياً إلى تشكيل كازئين جاما وبروتينوز بيتون وحدياً تبين أيضاً أن كازئين كبا وكازئين S1 α يمكن أن تتحلل بفعل البروتياز الطبيعي للحليب مشكلة على التسلسل الكازئين λ والكازئين ϵ ويؤدي تحلل البروتين المحدود المتنوع إلى تغير في التركيب الجسيمي وبصورة خاصة الخصائص الفيزيائية والتكنولوجية للكازئين مثل :

- التخثر الإنزيمي.
- خصائص خثرة الأجبان.
- عيوب في الطعم تظهر خلال الإنضاج.

5-5-3 - المعاملات الميكانيكية:

- يستخدم التجنيس في المجال الصناعي بشكل أساسي ضمن حالتين:
- ثباتية مستحلب المادة الدسمة في الحليب لتجنب صعود المادة الدسمة وتشكل القشدة بفعل الجاذبية حيث يشكل الحليب الفرز الطور المبعثر.
- ثبات الخثرة الحامضية شديدة الإماهة للحصول على عجينة ناعمة متجانسة ويشكل المصل الطور المبعثر.

- آثار التجنيس متعددة عندما يكون الضغط المطبق مرتفعاً حيث يصيب فقط حبيبات المادة الدسمة ولذلك يجب الانتباه إلى طاقة الترقيق المطبقة ودرجة الحرارة المحسوسة عند مستوى صمام التجنيس.

1 - انخفاض قطر حبيبات المادة الدسمة يشكل الأثر الأساسي في الحليب، ينتج عن تطبيق التجنيس تكسير الحبيبات التي قطرها 4-5 ميكرون وتحولها إلى حبيبات صغيرة قطرها 1 ميكرون ويطبق على درجة حرارة 60م°.

2 - من أهم النتائج الأساسية المترتبة عن التجنيس تغيرات في الغشاء المحيط بالحبيبات فنظرياً حبيبة دسمة قطرها 5 ميكرون ستعطي 125 حبيبة قطرها 1ميكرون والأغشية الجديدة المكونة لا يمكن تغطيتها بشكل كلي من مكونات الغشاء الأساسي ولذلك تدخل بروتينات الحليب وخاصة الكازئين ويزداد القسم البروتيني بحوالي 4 مرات ويرتفع من 0.6 إلى 2.6% من المادة الدسمة.

3 - يتخرب تركيب البروتينات خلال التجنيس تحت الضغط المرتفع حيث يلاحظ انخفاض في الآروت الكازيني وزيادة في القسم المنفصل مع البروتينوز ببتون، ويزداد الاحتفاظ بالمادة الدسمة ضمن الخثرة الناتجة عن التخثر الإنزيمي عند تطبيق التجنيس، ويتضح أن التأثير المبدل أو المشوه لفعل بروتينات المناعة (أجلوتونين) يشكل السبب الأساسي في فقد إمكانية انفصال الدسم مما تزداد معه ثباتية المستحلب.

4 - من النتائج الثانوية ازدياد اللزوجة وازدياد شدة اللون الأبيض ولكن الحليب المجنس يتميز بسهولة تحلل المادة الدسمة بفعل تنشيط الليباز وإمكانية التلوث بالبكتريا والنتائج السلبية المترافقة عن ذلك بعد إتلاف فعالية المواد الرافعة أجلوتونين ولهذا السبب تتميز نوعية الحفظ للحليب المجنس بنوعية أقل من الحليب غير المعامل بالتجنيس ولكن في حالة تحلل المادة الدسمة تكفي البسترة في منع تحلل المادة الدسمة حيث يثبط الليباز الطبيعي في الحليب.

(أبو غرة.1991.، طيفور.1990.، المیدع.2008.، طيفور وهدال.1990.،
(Karoui ,2018., Walstra *et al.*2005., Vuillemard, 2018.,
Veisseyre, 1979)

Liquid milk

- 6-1 عموميات.
- 6-2 بسترة الحليب.
- 6-3 نوعية الحفظ والتلوث بعد البسترة.
- 6-4 تعقيم الحليب.
- 6-4-1 المعاملة غير المستمرة.
- 6-4-2 المعاملة الحرارية فوق العالية.
- 6-5 تعبئة حليب الاستهلاك.
- 6-6 التعبئة المعقمة.
- 6-7 مراقبة الحليب المبستر.
- 6-8 مراقبة الحليب المعقم.
- 6-8 فساد الحليب.

Liquid Milk

- حليب الجاموس الممدد بالماء لخفض المحتوى من المادة الدسمة مع إضافة بودرة حليب الأبقار لإعادة التوازن بين المادة الصلبة اللادهنية والمادة الدسمة.
- الحليب المتهلم.

من أهم المراحل الأساسية في صناعة حليب الاستهلاك:

- 1- المعاملات التي تؤمن الحفظ لمدة زمنية مختلفة بقتل الجراثيم التي تشكل خطراً على صحة الإنسان ضمن الشروط المحددة.
- 2- التعبئة والتعليب ضمن عبوات مناسبة خضعت إلى تطور مهم.

2-6 بسترة الحليب: Pasteurization of milk

تطبق البسترة المنخفضة على درجة حرارة 63°م خلال 30 دقيقة في أمريكا وتعد معاملة حرارية معتدلة وغير قاسية حيث يكون التبدل والتغير في خصائص الحليب وتركيبه محدوداً.

تتطلب هذه المعاملة زمناً كافياً لحجز الحليب ولذلك يخشى أن تتضاعف البكتيريا الأليفة لدرجة الحرارة المرتفعة إذا لم تتخذ الاحتياطات الخاصة ولا تصلح هذه الطريقة إلا في معاملة الحليب الفقير في الأحياء الدقيقة مع الإشارة إلى ضرورة تجنب تشكيل الرغوة التي تحسن من بقاء البكتيريا التي لا تتحمل المعاملة الحرارية حيث تكون درجة الحرارة في الرغوة أكثر انخفاضاً.

أما البسترة السريعة فتطبق على درجة حرارة 72°م خلال 15 ثانية وهي الأكثر انتشاراً وتطبق حالياً البسترة السريعة الخاطفة 85°م خلال عدة ثوان. ضمن كل أنواع البسترة ترفع درجة حرارة الحليب إلى الدرجة المطلوبة بعد التنقية الفيزيائية ويحافظ على درجة الحرارة خلال الزمن المطلوب ويبرد الحليب بسرعة ويوجه إلى مكان التعبئة مع الانتباه والاهتمام الشديد في كل الأقسام التي تشكل خط سير الحليب مع تجنب إعادة التلوث بعد البسترة.

لا يمكن بسترة كل أنواع الحليب:

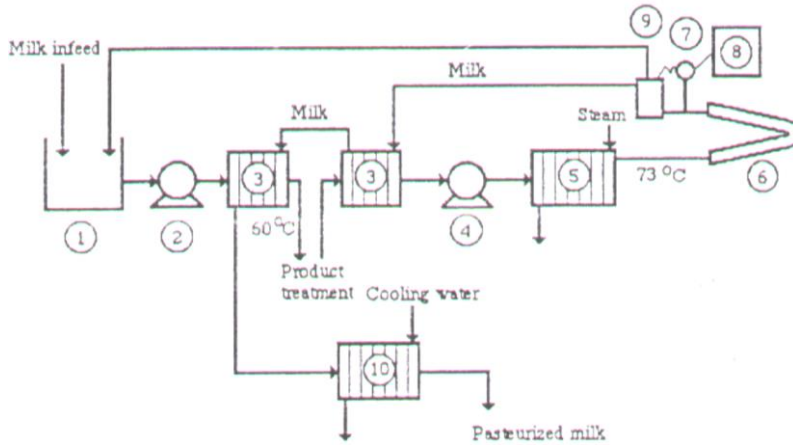
1. الحليب الحامضي كونه لا يتحمل المعاملة الحرارية المرتفعة.
2. الحليب شديد التلوث بالبكتيريا المتحملة للحرارة المرتفعة ضمن الشروط العادية للبسترة.
3. وجود أنواع من الحليب غير مستقرة خلال التسخين بالرغم من أن حموضتها طبيعية وتعود هذه الحالة إلى التركيب الكيميائي للحليب ويمكن الكشف عنه باختبار الكحول.

6-3- نوعية الحفظ والتلوث بعد البسترة:

تعتمد مدة حفظ الحليب المبستر:

- (1) - على المحتوى من الجراثيم المتحملة للحرارة المرتفعة وبصورة خاصة البكتيريا المحبة للبرودة أو درجة الحرارة المنخفضة حيث تنشط وتتمو عند تبريد الحليب ونشير بصورة خاصة إلى *Bacillus* و *Microbacterium*.
- (2) إعادة تلوث الحليب الممكنة، يمكن أن تصل مدة حفظ الحليب المبستر المعبأ إلى 7 أيام على الأقل عند درجة حرارة 6° م قبل ظهور العيوب في العبوات أما الحليب المبستر عالي الجودة فيمكن حفظه لمدة 8 إلى 10 أيام على درجة حرارة 6° م. تؤدي التعبئة في ظروف معقمة إلى تجنب إعادة التلوث وتحسين نوعية الحفظ أما عند حدوث التلوث بعد البسترة فإنه يزيد من عدد الميكروبات في الحليب التي تعيق حفظ الحليب جيداً ولذلك قبل رفع درجة الحرارة التسخين يجب الانتباه والمراقبة الكاملة لخط البسترة. من أهم البكتيريا التي تلوث الحليب بعد البسترة البكتيريا المحبة للبرودة مثل *Pseudomonas* وهي بكتيريا غير متبوعة بالإضافة إلى وجود نسب ضعيفة من البكتيريا الأليفة لدرجة الحرارة المنخفضة المتبوعة مثل *Bacillus* وتشتمل البسترة المراحل الآتية:

- (1) الحليب الخام - اختبار الكحول 68%.
- تنظيم محتوى الحليب من البروتين (أعلى من 28 غ/لتر).
- البحث عن المضادات الحيوية.
- (2) الفرز - تنظيم المحتوى من المادة الدسمة.
- (3) التجنيس.
- (4) البسترة.
- (5) التعبئة.
- (6) التخزين.
- انظر الشكل (1-6) بسترة الحليب.



الشكل (1-6): مخطط لعملية بسترة الحليب

خزان الحليب	1	حجز الحليب	6
مضخة تغذية	2	مقياس حراري	7
قطاع التبادل الحراري	3	مسجل حراري	8
مضخة	4	صمام تحويل	9
قطاع التسخين	5	قطاع التبريد	10

4-6 تعقيم الحليب: Sterilization of milk

يهدف التعقيم إلى قتل كل الأحياء الدقيقة الموجودة في الحليب بما فيها الأبواغ لإطالة حفظ الحليب مدة طويلة ضمن عبوات كتيمة وعازلة وفي عدم وجود البكتريا الضارة بالإنسان.

تختلف المعاملة الحرارية المطبقة ضمن الشروط المختلفة وفقاً للحليب المعامل بشكل حر أو ضمن عبوات بالإضافة إلى طبيعة العبوات، فالأوعية الزجاجية المستخدمة تخلق مجموعة من المشاكل وخاصة قابليتها للكسر حيث يتم التعقيم على درجة حرارة 120°C م خلال مدة 20 دقيقة أما التعقيم في التيار المستمر المطبق بالمعاملة الحرارية فوق العالية UHT خلال عدة ثوان وتعد معاملة وحيدة مما يتطلب وجود تعبئة معقمة.

يشتمل التعقيم المراحل الآتية:

- 1- رفع درجة حرارة الحليب إلى 60°C م.
- 2- تنقية فيزيائية.
- 3- تخلية تحت تفريغ.
- 4- التجنيس حيث تستخدم بعض الأجهزة التي تمتاز بالتجنيس مع التنقية الفيزيائية.

وعند تطبيق التعقيم ضمن العبوات الزجاجية يمكن أن يحدث ذلك على مرحلتين:

- الأولى: تعقيم أولي على درجة حرارة 130 إلى 140°C م خلال عدة ثواني.
- الثانية: تعبئة على درجة حرارة 70°C م والتعقيم ضمن أجهزة على درجة حرارة 115 إلى 120°C م خلال مدة 15 إلى 20 دقيقة.

يكمن الهدف عند تطبيق معاملة حرارية في إتلاف البكتريا والتخلص منها مع الحد من التغيرات والتبدلات التي تصيب مكونات الحليب وخصائصه الفيزيائية والكيميائية.

تختلف شدة المعاملة الحرارية وفقاً لشروط المعاملة ونماذج الأجهزة المستخدمة ومهما تكن درجة تبدل المكونات في الحليب وتغيرها فكل المعاملات الحرارية تصل إلى النتيجة الميكروبيولوجية نفسها.

ونشير إلى الشروط العامة التي تخفض من التبدلات:

- تطبيق المعاملة بعيداً عن الهواء.

- تطبيق المعاملة الحرارية في وقت سريع للوصول إلى أهداف المعاملة الحرارية، فالتغيرات الناتجة عن البسترة والمعاملة الحرارية فوق العالية UHT في تيار من الحليب المستمر تكون محدودة بالمقارنة مع التعقيم بالطريقة التقليدية ضمن العبوات المسدودة.

- المجانسة بالتسخين لتجنب الفط الموضعي لارتفاع الحرارة وللوصول إلى الأثر الحراري بشكل كامل.

6-4-1 المعاملة غير المستمرة:

يخضع الحليب الخام إلى معاملة حرارية أولية ويعبأ ضمن العبوات وفي هذه الحالة يطبق التعقيم وتعتبر طريقة محبذة على المستوى الصحي لاستبعاد إعادة التلوث بعد تطبيق المعاملة الحرارية، أما على المستوى الاقتصادي فتختلف فعاليتها في الطاقة بالمقارنة مع الطريقة المستمرة يضاف إلى ذلك معدل التغير والتبدل الذي يصيب مكونات الحليب وتوجد نماذج عديدة منها:

6-4-1-1 نظام التعقيم غير المتحرك: حيث يطبق التعقيم على درجة حرارة

110-115° م خلال 30 دقيقة ويطبق التبريد تدريجياً بإدخال الماء الفاتر ثم الماء البارد، تعبأ العبوات وتوضع ضمن صندوق غير متحرك خلال كل المعاملة وتطبق على مستوى المنشآت الصغيرة.

6-4-1-2 نظام التعقيم المتحرك: تستخدم منشأة تكون فيها التغذية بالبخر مستمرة وتحت ضغط حيث يتم التعقيم ضمن البرج. ترتبط غرفة التعقيم بالبخر تحت الضغط بالوسط الجوي عبر عمودين من الماء المتناظرين ويجب الارتفاع ضمن شروط تحافظ على توازن ضغط البخر. توجه العبوات الزجاجية إلى أعلى العمود الأول حيث ترتفع درجة الحرارة تدريجياً من 70 وحتى 100°م باتجاه غرفة التعقيم حيث تكون درجة الحرارة بشكل متوسطي 115-120°م وتخرج من العمود الثاني حيث تخضع إلى تبريد تدريجي.

6-4-2 المعاملات الحرارية فوق العالية: U.H.T

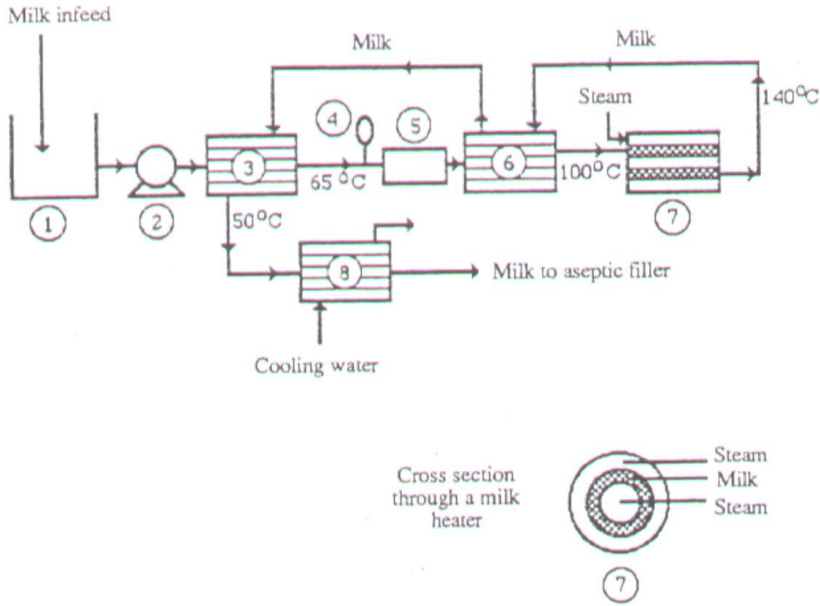
تعتمد المعاملة الحرارية فوق العالية على رفع حرارة الحليب 135-150°م خلال عدة ثوان وتبين التجارب أن المعاملة الحرارية 136°م/16 ثانية أو 144°م خلال 2.3 ثانية تؤدي إلى تشوه في بروتينات المصل 74%، تستخدم هذه المعاملة وفق الحالات الآتية:

- 1- التعقيم الأولي للحليب قبل التعبئة في العبوات.
- 2- في التعقيم مع التعبئة المعقمة.
- 3- معاملة الحليب قبل التركيز والتجفيف.

6-4-2-1 المعاملة الحرارية فوق العالية غير المباشرة:

يعرض الحليب إلى المعاملة الحرارية بالمبادلات الصفائحية أو الأنبوبية المطبقة على المبستر ولكن بدرجة حرارة أعلى، يسبب ارتفاع حرارة بعض المصاعب الخاصة بالتمدد والوصلات.

من النادر أن تتجاوز درجة الحرارة 145°م يضاف إلى ذلك أن ارتفاع درجة الحرارة وانخفاضها ليس آنياً ويلاحظ على الحليب اللون الأسمر الخفيف والطعم المطبوخ البسيط. انظر الشكل (6-2).



الشكل (2-6): تعقيم الحليب بالمعاملة الحرارية فوق العالية غير المباشرة.

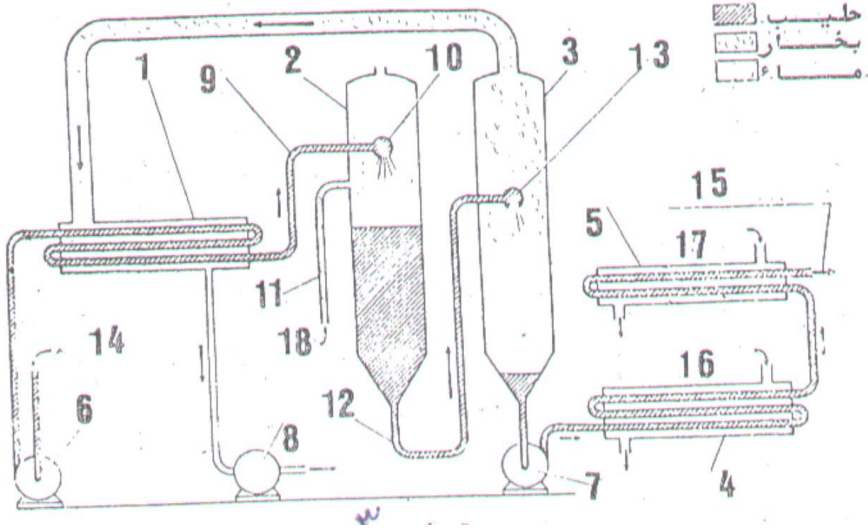
1	حوض موازنة .	5	المجنس.
2	مضخة.	6	مبادل حراري أنبوبي.
3	مبادل حراري أنبوبي.	7	مسخن أنبوبي تحت ضغط عال.
4	جهاز تخلية.	8	مبرد.

6-4-2-2 التسخين المباشر بالبخار:

تعتمد الطريقة على خلط البخار مع الحليب مما يرفع درجة الحرارة إلى 140-150° م وتتصف بفعل قوي ولذلك تكون التبدلات الناتجة عند تطبيق هذه المعاملة أقل من الطريقة غير المباشرة ويتميز الحليب الناتج بنوعية صحية أجود.

6-4-2-2-1 طريقة حقن البخار في الحليب: يحقن البخار ضمن تيار من الحليب المسخن ويوجه الحليب إلى حجرة تحت التفريغ حيث يفقد الحليب بخار الماء وتنخفض درجة حرارته. تختلف درجة حرارة التسخين الأولى بين

50 و 80° م ويمكن بين المرحلتين تطبيق التخلية وترتفع درجة الحرارة إلى 150° م حيث يطبق التعقيم انظر الشكل (3-6).



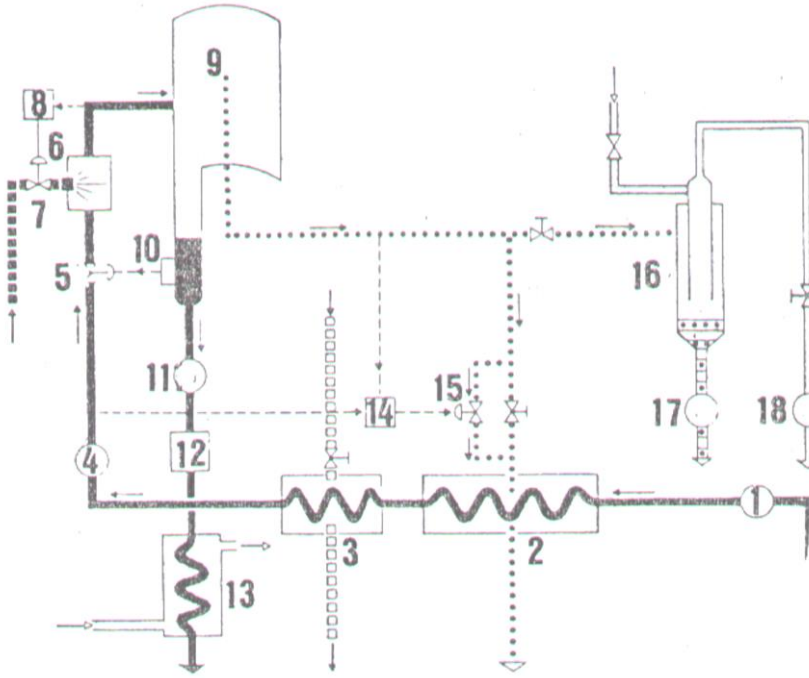
الشكل (3-6): مخطط عمل المعقم Lagailharre

- | | | | |
|---------------|------------------|---------------------|----------------|
| 1- مسخن. | 2- وعاء. | 3- تحت تفريغ. | 4- مبرد. |
| 5- مبرد. | 6- مضخة. | 7- مضخة مثقلة. | 8- مضخة تفريغ. |
| 9- أنبوب. | 10- مخرج. | 11- أنبوب البخار. | 12- أنبوب. |
| 13- مخرج. | 14- وصول الحليب. | 15- حليب معقم مبرد. | |
| 16- ماء بارد. | 17- ماء مثليج. | 18- البخار. | |

4-6-2-2-2 طريقة ترميز الحليب ضمن البخار:

يسخن الحليب إلى درجة حرارة 70° م ثم يرذذ ضمن حجرة يضخ ضمنها البخار تحت الضغط فترتفع درجة الحرارة إلى 145° م خلال جزء من الثانية ثم يمرر الحليب إلى حجرة التبخير تحت تفريغ حيث ينفصل بخار الماء من الحليب

وتنخفض حرارة الحليب إلى 75° م ويبرد الحليب بالماء البارد ثم بالماء المتلج.
انظر الشكل (4-6):



الشكل (4 - 6) مخطط لطريقة التعقيم المباشر بخلط البخار مع الحليب.

- 1- مضخة. 2-3 مسخن. 4- مضخة. 5- صمام. 6- حقن.
البخار.
7- تنظيم البخار. 8- مراقبة درجة الحرارة. 9- غرفة تحت التفريغ.
10- مجمع. 11- مضخة. 12- مجنس. 13- مبادل. 14- منظم.
15- صمام التحويل. 16- تكاثف البخار. 17- استخلاص البخار.
18- التخلص من القسم غير قابل للتكاثف.

5-6 تعبئة الحليب المستهلك:

Packaging of consumed milk

توجد نماذج عديدة من العبوات للحليب المبستر والحليب المعقم:

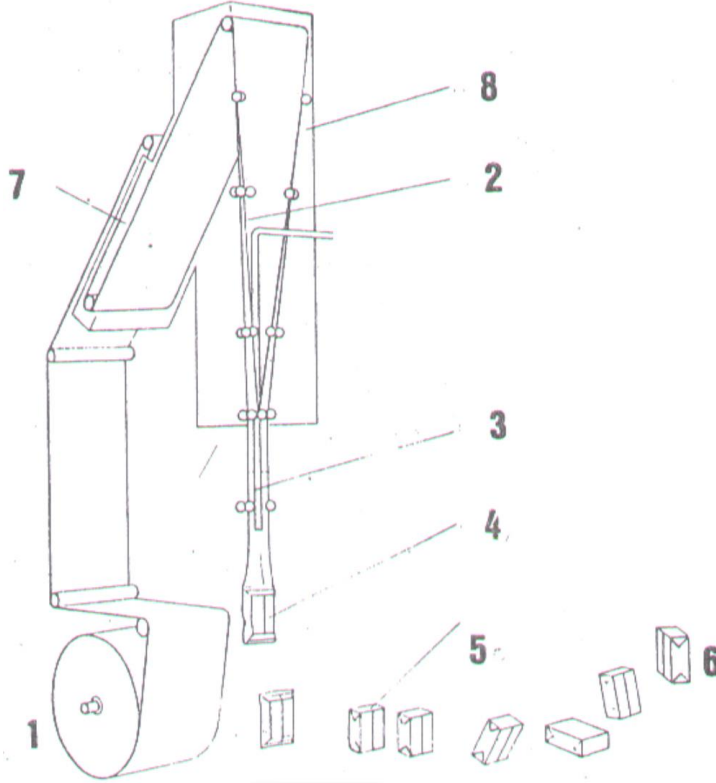
- عبوات زجاجية مظهرها متجانس.
- عبوات من الكرتون المعقد (أوراق مغلفة بطبقة من البلاستيك).
- عبوات من مادة بلاستيكية.
- قشرة مرنة من بولي اتيلين المكونة من أكياس عند التعبئة.
- عبوة تتشكل قبل التعبئة بالنفخ وتمتاز بمتانة مختلفة الصلابة.
- يعتمد اختيار العبوات على: - الاعتبارات العلمية والتقنية.
- الاعتبارات الاقتصادية.
- ذوق المستهلك.

- تمتاز العبوات الزجاجية بأنها: - لا تتفاعل مع مكونات الحليب
- غير نفوذه للغازات
- غير نفوذه للرطوبة.

وبالمقابل لها عيوب خاصة على مستوى النوعية كونها شفافة للأشعة الشمسية حيث يلاحظ فقد في فيتامين C و 2B مع ظهور طعم غير طبيعي، أما العبوات الكرتونية تستخدم لمرة واحدة وعلى المستوى الاقتصادي ليس ضرورياً حجز رأس مال معين ثمن العبوات المخزنة وإجراء الغسيل عند استعادة العبوات الزجاجية.

6-6 التعبئة المعقمة: Aseptic packaging

يجب أن تتحقق التعبئة المعقمة والطريقة المطبقة Tetrapak أو Tetra Bric حيث تتشكل العبوات من لفافة من الكرتون المعقد وتتم التعبئة بمرور الكرتون على حمام يحتوي على الماء الأوكسجيني وفي وجود هواء ساخن جداً. الشكل (5-6).



الشكل (5-6): مخطط عمل منشأة للتعبئة المعقمة Tetra Brik

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| 1- لفافة من الكرتون. | 2- تشكيل أنبوب من الكرتون. |
| 3- سيلان الحليب. | 4- تطبيق عملية اللحام. |
| 5- أخذ الشكل النهائي. | 6- النقل. |
| 7- حمام من الماء الأوكسجيني. | 8- غرفة معقمة. |

7-6 مراقبة الحليب المبستر: Control of pasteurized milk

يجب أن تتطابق خصائص الحليب المبستر العادي والحليب المبستر عالي الجودة مع المعايير المطلوبة.

- الحليب المبستر العادي المعبأ:

وفقاً للمعايير يجب أن يتصف الحليب المبستر بما يلي:

- 1- أن يكون نظيفاً وتقدر درجة نظافته باختبار الترشيح.
- 2- أن يكون خالياً من الجراثيم الممرضة التي تقتل بالبسترة.
- 3- أن يكون الاختبار سلبياً إزاء البكتريا المنتجة للأندول/مل.
- 4- أن يكون اختبار الفوسفاتاز القلوي سلبياً.
- 5- ألا يحتوي على أكثر من 1/مل من الكوليفورم عند التصنيع وعلى أكثر من 10 من الكوليفورم عند تاريخ تقديمه للمستهلك.

- الحليب المبستر عالي الجودة:

وفقاً للمعايير المطلوبة يجب أن يتصف الحليب المبستر عالي الجودة

بما يلي:

- 1- أن يكون اختبار الفوسفاتاز القلوي سلبياً
- 2- أن يكون اختبار البيروكسيداز إيجابياً.
- 3- عدم احتوائه على المضادات الحيوية والمواد المعقمة.
- 4- يجب ألا يحتوي على أي من الجراثيم الممرضة التي تقتل بالبسترة.
- 5- ألا يحتوي على أكثر من 1 جرثومة/مل من الكوليفورم عند التصنيع وعلى أكثر من 10/مل عند تقديمه للمستهلك.

8-6 مراقبة الحليب المعقم: Control of sterilized milk

(1) الحليب الذي يتصف بفترة فقط أقل من 15 يوماً بعد التصنيع: تجرى

الاختبارات الآتية:

- تعداد الأحياء الدقيقة الهوائية على درجة حرارة 30° م و 50° م.
- تقدير درجة الحموضة فيجب أن تكون أقل من 18 D.
- قياس رقم الحموضة pH.
- الاختبارات الحسية.

تطبيق الحضانة بالنسبة للحليب المعقم بالطريقة التقليدية خلال:

- 7 أيام على درجة حرارة 55° م.
- 21 يوماً على درجة حرارة 30° م.

أما بالنسبة للحليب المعقم بالمعاملة الحرارية العالية فيطبق التحضين على درجة حرارة 30° م لمدة سبعة أيام. وتجرى الاختبارات والفحص بعد التحضين:

- 1- الأحياء الدقيقة الهوائية على درجة حرارة 30° م و 50° م.
- 2- قياس رقم الحموضة.
- 3- اختبار الغليان.
- 4- الاختبارات الحسية.
- 5- تقدير درجة الحموضة.

ووفقاً للنتائج يجب أخذ المعايير الآتية:

- 1- عدم وجود أي من العيوب في الطعم والرائحة والتخثر البروتيني
- 2- الثباتية إزاء المعاملة الحرارية.
- 3- يجب أن يكون التغير في رقم الحموضة pH قبل وبعد التحضين أقل من 0.2.
- 4- درجة الحموضة تعادل 18 D أو 1.8 غ حمض اللبن /لتر.
- 5- عدم التخثر بالكحول.

(2) الحليب الذي يتصف بفترة حفظ أطول من 15 يوماً بعد التصنيع:

يجب أن تتطابق خصائص الحليب وثباته حتى التاريخ المحدد للاستهلاك وذلك بتطبيق الاختبارات الآتية:

- اختبار الغليان.
- قياس رقم الحموضة.
- الاختبارات الحسية.

يجب أن تكون النتائج متطابقة مع نتائج الاختبارات السابقة المطبقة على الحليب الذي يتصف بفترة حفظ أقل من 15 يوماً.

6-9 فساد الحليب: Alteration of milk

6-9-1: الحليب المبستر:

الطعم المطبوخ ناتج من التسخين الزائد وتختلف شدته وفقاً للمعاملة الحرارية. إن التلوث الميكروبي الذي يحصل خلال التعبئة يمكن أن يكون مصدره آلات التعبئة أو الأغلفة أو حتى الوسط المحيط، إن وجود الجراثيم المتبوعة المحتملة للحرارة المرتفعة قد يكون مصدرها الحليب نفسه أو حوض التخزين والتبريد أو الأجهزة والمعدات المستخدمة للتسخين على درجة حرارة البسترة لا يقضي عليها لذلك يمكن وجودها في الحليب المبستر وتترجم الظواهر الفيزيائية والكيميائية بتحلل الدسم بفعل الليباز أو أكسدة المادة الدسمة ولتجنبها يجب منع وصول الأشعة إلى الحليب والتخزين على درجة حرارة أقل من 6°م ويجب أيضاً التحكم في الصدمات الميكانيكية.

6-9-2: الحليب المعقم: Sterilized milk

- الطعم المطبوخ: تزداد شدة الطعم المطبوخ في الحليب المعقم بالمقارنة مع الحليب المبستر وبشكل خاص في الحليب المعقم ضمن العبوات الزجاجية.

- أكسدة المادة الدسمة في حالة الحليب المعقم بالعبوات الزجاجية بسبب الأشعة الشمسية.
- عدم الثبات المرتبط في النشاط الميكروبي والذي يبتدىء من التعبئة في حالة الحليب المعقم بالمعاملة الحرارية فوق العالية مثل حالة الحليب المبستر.
- عدم الثبات المرتبط في التركيب الكيميائي.
- بقاء الجراثيم المقاومة للحرارة المرتفعة كالجراثيم المتبوعة في الحليب المعقم.

(Mayade *et al*,2007., Veisseyre, 1979., Jeantet *et al*,2011.,)

الفصل السابع

الحليب المركز والحليب المجفف

Concentrated and dry milk

- 1-7 الحليب المركز.
- 1-1-7 طريقة تركيز الحليب.
- 2-1-7 الحليب المركز المحلى.
- 3-1-7 الحليب المركز غير المحلى.
- 2-7 الحليب المجفف.
- 1-2-7 الطرائق المستخدمة في التجفيف.
- 2-2-7 الحليب المجفف بطريقة التريذ.

الفصل السابع

الحليب المركز والحليب المجفف

Concentrated and dry milk

7-1- الحليب المركز : Concentrated milk

يعد تركيز الحليب وتجفيفه من الطرائق المهمة التي تسمح في حفظه لفترة طويلة إذ يستخدم الحليب المركز والحليب المجفف لأغراض خاصة، وتكمن الفائدة الأساسية في تصدير ونقل المنتجات من فصل لآخر أو من بلد إلى بلد آخر، ويمتاز الحليب بأهمية اقتصادية كونه يعمل على تلافي نقل كمية كبيرة من الماء.

يمكن الحصول على نموذجين من الحليب المركز :

- **الحليب المركز العادي**: الناتج بدأً من الحليب الخام أو الحليب الفرز ويستخدمه المستهلك بدلاً من الحليب العادي حيث يركز بمعدل $1/2$ أو $1/3$ ويخضع إلى معاملة التعقيم بعد تركيزه وتجنيسه وتعبئته ضمن عبوات معدنية محكمة الإغلاق تعقم ضمن المعقم.

- **الحليب المركز المحلى**: الذي يستخدم في تغذية الأطفال وينتج من الحليب كامل الدسم ويصنع أيضاً الحليب المركز الفرز أو كامل الدسم المحلى لصناعة الحلويات وهو حليب غير معقم. عند تصنيع الحليب المركز، يتطلب ذلك استخدام حليب من النوعية الممتازة مع العناية الفائقة عند استلامه:

- يجب ألا تتجاوز درجة الحموضة D^{018} .
- يجب ألا يتخثر باختبار الكحول.
- يجب ألا يتخثر في اختبار الغليان في وجود محلول فوسفات أحادي البوتاسيوم 6.8 % حيث يخلط 5 مل من الحليب مع 1 مل من محلول فوسفات أحادي البوتاسيوم ويترك الخليط مدة خمس دقائق ضمن حمام

مائي على درجة حرارة الغليان ويطبق الاختبار لمعرفة إمكانية تركيز الحليب. بعد انتخاب الحليب وتنقيته فيزيائياً بالترشيح أو الطرد المركزي ينظم محتواه من المادة الدسمة والمادة الصلبة الكلية للحصول على التركيب النهائي (الجدول 7-1)

الجدول (7-1): تركيب الحليب المركز %.

حليب مركز محلى	حليب مركز غير محلى	
9-8	9.5-9	المادة الدسمة
23-21	23-22	المادة الصلبة اللا دهنية
-	42.5-42	السكروز
70-69	26-25	الماء

ويتم تنظيم تركيب الحليب إما بإضافة القشدة أو الحليب الفرز وفقاً لحالة الحليب المستخدم، فإذا كان لدينا المعطيات الآتية:

M	وزن الحليب المستخدم	كغ
g	محتوى الحليب المستخدم من المادة الدسمة	غ/كغ
e	محتوى الحليب المستخدم من المادة الصلبة اللا دهنية	غ/كغ
g ₁	محتوى القشدة من المادة الدسمة	غ/كغ
e ₁	محتوى القشدة من المادة الصلبة اللا دهنية	غ/كغ
g ₂	محتوى الحليب الفرز من المادة الدسمة	غ/كغ
e ₂	محتوى الحليب الفرز من المادة الصلبة اللا دهنية	غ/كغ
L	وزن الحليب الفرز	كغ
C	وزن القشدة	كغ

في الحالة الأولى عندما يكون R₁ أعلى من R₂ نضيف القشدة

$$\frac{e}{g} = R_1 \quad \text{حيث}$$

$$\frac{E}{G} = R_2$$

E المادة الصلبة اللا دهنية في الحليب المركز غ/كغ
G المادة الدسمة في الحليب المركز غ/كغ

وتقدر كمية القشدة الواجب إضافتها إلى وزن الحليب المستخدم M وفق العلاقة التالية:

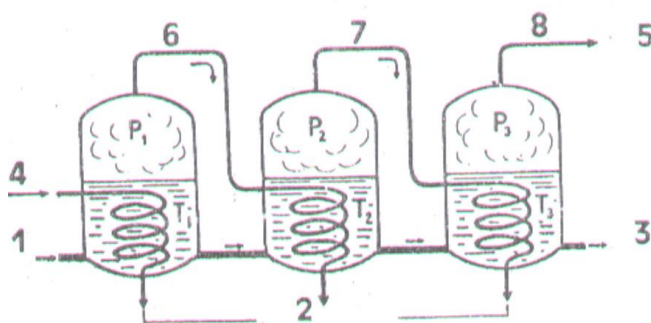
$$C = \frac{M(e - R_2 g)}{R_2 g_1 - e_1}$$

أما في الحالة الثانية عندما تكون R_2 أعلى من R_1 . نضيف الحليب الفرز وتقدر كمية الحليب الفرز الواجب إضافتها إلى وزن الحليب المستخدم M وفق العلاقة التالية:

$$L = \frac{M(g - \frac{e}{R_2})}{\frac{e_2}{R_2} - g_2}$$

1-7-1 طريقة تركيز الحليب: Concentration of milk

يستخدم في تركيز الحليب أجهزة تبخير تحت تفريغ متعددة التأثير وذلك للاقتصاد في كمية البخار اللازمة، فعند استخدام جهاز سداسي الأثر تنخفض كمية البخار إلى 0.12 كغ لكل كغ من الماء المتبخر. يفضل بشكل عام أن تكون درجة الحرارة 50°م في التأثير الأول وتحت تفريغ 74 سم زئبق وللحصول على حليب مركز عادي كامل الدسم محتواه من المادة الصلبة الكلية 34% فإنه يجب أخذ 72% من ماء الحليب بخفض حجمه من 2.7 إلى 1. انظر الشكل (1-7)



الشكل (1-7): مبدأ التبخير تحت تفريغ ثلاثي التأثير.

- 1- الحليب المراد تركيزه.
- 2- الماء المتكاثف.
- 3- الحليب المركز.
- 4- البخار.
- 5- باتجاه المكثف ومضخة التفريغ.
- 6- التأثير الأول.
- 7- التأثير الثاني.
- 8- التأثير الثالث.

2-1-7 الحليب المركز المحلى: Sweetened condensed milk

يضاف السكر إلى الحليب الموجه في صناعة الحليب المركز لتأمين حفظ المنتج النهائي دون تطبيق التعقيم حيث يرفع السكر الضغط الأسموزي مثبتاً ومانعاً لنمو الأحياء الدقيقة ويمكن عد الحليب المركز المحلى مربي الحليب، انظر إلى الجدول (2-7).

الجدول (7-2): مخطط صناعة الحليب المركز المحلى.

- 1- استلام الحليب وتطبيق الاختبارات الخاصة بالنوعية.
- 2- التنقية الفيزيائية.
- 3- تنظيم العلاقة بين المادة الدسمة والمادة الصلبة اللا دهنية.
- 4- تطبيق التسخين الأولي.
- 5- إضافة السكر.
- 6- تبخير تحت التفريغ.
- 7- تبريد وإضافة اللاكتوز.
- 8- تبريد إضافي مع تبلور اللاكتوز.
- 9- التعبئة ضمن عبوات أو أنابيب.
- 10 - وضع المعلومات.
- 11- التخزين.

ويتم تصنيع الحليب المركز المحلى وفق الخطوات الآتية:

- 1 - إخضاع الحليب إلى اختبارات النوعية.
- 2 - تطبيق عملية الطرد المركزي للتخلص من الشوائب.
- 3 - تنظيم محتوى الحليب من المادة الدسمة والمادة الصلبة اللا دهنية.
- 4 - تعريض الحليب إلى معاملة حرارية أولية على درجة حرارة 105-110°م خلال عدة ثوان وتهدف هذه المعاملة:
- تثبيط فعالية الليباز لتلافي فعله اللاحق على المادة الدسمة مما يسبب في ظهور الطعم المتزنخ.
- التخلص من القسم الأكبر من ميكروبات الحليب.
- تسهيل إذابة السكر المضاف إلى الحليب قبل تركيزه.

- تسخين الحليب قبل تطبيق التبخير تحت التفريغ.
- تجنب زيادة اللزوجة وترسب ليمونات الكالسيوم المرافقة لفوسفات الكالسيوم والمغنزيوم في العلب خلال التخزين.
- 5 - إضافة السكر إلى الحليب على شكل محلول معقم 70% من السكر عالي النقاوة حيث يضاف عادة 17 كغ من السكر إلى 100 لتر من الحليب.
- 6 - تركيز الحليب بالتبخير تحت تفريغ على درجة حرارة تتراوح بين 48-53°م وتحت تفريغ 74 سم زئبق، من المهم عدم تجاوز درجة حرارة 55°م لتجنب تحلل السكريات وزيادة اللزوجة.
- 7 - تتراوح درجة التركيز بين 2.5-2.6 حيث تصل كثافة الحليب المركز المحلى عند خروجه من جهاز التبخير تحت تفريغ إلى قيمة قريبة من 1.3 ولذلك يجب تطبيق التبريد بسرعة لتجنب التسخين الزائد مما يحسن من زيادة اللزوجة ويزيد من اللون المائل للبنّي.
- 8 - نظراً لأهمية مرحلة التبريد ولذلك تعد المرحلة الأكثر دقة وأهمية في التصنيع حيث يجب تجنب الحصول على القوام الرملي غير المستساغ لدى المستهلك فوجود اللاكتوز فوق الإشباع خلال التبريد يمنع من تبلوره فإذا طبق التبريد وكان بطيئاً يبدأ تشكل بلورات على درجة حرارة تتراوح بين 40-50°م ثم تكبر البلورات تدريجياً مع ازدياد فترة التبريد ويتم الحصول في النهاية على بلورات كبيرة من اللاكتوز تضافي على الحليب المركز المحلى القوام الرملي. لتجنب هذه الظاهرة يمكن توجيه التبلور والحصول على بلورات عديدة صغيرة لا يشعر بها المستهلك، وهذا يتطلب الحصول على عدد من البلورات يصل إلى 300.000 /مل من الحليب ويتحقق ذلك بتبريد مفاجئ للحليب إلى درجة حرارة 30-32°م عند خروج الحليب من جهاز التركيز ومن جهة أخرى يمكن تسريع التبلور بإضافة اللاكتوز

إلى الحليب خلال التبريد بمعدل 150-200 غ/طن من الحليب أو إلى الحليب المركز بنسبة 0.02%.

9 - يطبق التبريد في أحواض مزدوجة الجدران يعبرها السائل المبرد ومجهزة بخلاط لتحريك الحليب وتوزيع بلورات اللاكتوز اللا مائي وزيادة التبادل الحراري.

10 - بعد بقاء الحليب مدة 25-35 دقيقة على درجة حرارة 30°م يتم الاستمرار في التبريد البطيء للوصول إلى درجة حرارة 15°م.

11- يعبأ الحليب المركز المحلى ضمن عبوات معدنية وتسد وتكون محكمة الإغلاق.

12 - تخزين العبوات على درجة حرارة أقل من 10°م لتجنب زيادة اللزوجة وتكون كمية الحليب المركز الناتج 19.2 كغ من استخدام 50-53 لتراً من الحليب.

خلال التخزين يمكن أن تظهر بعض العيوب في الحليب المركز المحلى مثل زيادة ثخانة الحليب والتي تعود إلى تغيرات فيزيائية كيميائية أي تغيرات خاصة في البروتينات خلال التصنيع أو تبدلات أصلها ميكروبي ناتجة من التلوث بعد تطبيق المعاملة الحرارية الأولية، وفي هذا المجال يلاحظ ازدياد في درجة الحموضة عن D¹⁸ بعد إعادة تشكيل الحليب مع انطلاق غازات كريهة سببها تخمرات ناتجة عن نشاط بعض الخمائر والبكتيريا المتحملة للوسط على الرغم من ارتفاع المحتوى من السكر ويترافق ذلك عادة بانتفاخ العلب.

7-1-3 الحليب المركز غير المحلى: Plain condensed milk

يتألف من حليب مركز سحب حوالي 45% من ماء الحليب ويجب أن يخضع الحليب إلى عملية التعقيم بعد التعبئة لتأمين الثبات النهائي للمنتج.

انظر الجدول (7-3) يبين مخطط صناعة الحليب المركز غير المحلى
الجدول (7-3): مخطط صناعة الحليب المركز غير المحلى.

- 1- استلام الحليب وتطبيق الاختبارات الخاصة بالنوعية.
- 2- تنقية فيزيائية.
- 3- تنظيم محتوى الحليب من المادة الدسمة والمادة الصلبة اللا دهنية.
- 4- التسخين الأولي.
- 5- تبخير تحت تفريغ.
- 6- التجنيس.
- 7- تنظيم تركيب الحليب وإضافة الأملاح المثبتة.
- 8- التعبئة في عبوات.
- 9- التعقيم مع التحريك.
- 10 - التبريد.
- 11 - مراقبة العبوات.
- 12 - التخزين.
- 13 - التسويق.

ويتم التصنيع وفق الخطوات الآتية:

1. استلام وفحص نوعيته.
2. تطبيق التنقية الفيزيائية وتنظيم المحتوى من المادة الدسمة والمادة الصلبة اللا دهنية.
3. تطبيق معاملة حرارية مرتفعة 105-110°م خلال عدة ثواني أو 120-130°م خلال ثلاثين ثانية للتخلص من أغلب الأحياء الدقيقة الموجودة في الحليب وإتلاف فعاليات الأنزيمات يضاف إليها منع تكاثر الحليب المركز ضمن العبوات خلال التعقيم.
4. التبخير تحت تفريغ للوصول إلى كثافة 1.15.

5. تطبيق التجنيس لمنع انفصال المادة الدسمة خلال التخزين وارتفاع اللزوجة الذي يحسن من القوام مع زيادة قابلية هضم الحليب.
6. تبريد الحليب بمعزل عن الوسط الخارجي لتجنب التلوث والوصول إلى درجة حرارة 7-8°م لمنع النمو الميكروبي. لا يخشى في هذه المرحلة من تبلور اللاكتوز.
7. إضافة الأملاح المثبتة مثل ليمونات أو فوسفات الصوديوم بنسبة 0.2% للحد من خطر تخثر الحليب ضمن العلب خلال التعقيم.
8. تعبئة الحليب المركز غير المحلى ضمن عبوات معدنية محكمة الإغلاق والتأكد من ذلك بوضعها ضمن حمام مائي على درجة حرارة 80°م وتستبعد العبوات التي ينطلق منها فقاعات الهواء.
9. يطبق التعقيم بالبخار ضمن المعقم على درجة حرارة 115°م خلال 20 دقيقة حيث توضع العبوات ضمن صندوق متحرك مع المحور ضمن المعقم لتجانس التبادل الحراري
10. تطبيق التبريد ضمن المعقم بعد التخلص من البخار ويتطلب الوصول إلى درجة حرارة 20°م حوالي 15 دقيقة.
11. تخزين العينات على درجة حرارة 25-27°م لمدة 2-3 أسابيع لكشف العبوات المتخمرة أو المتخثرة. يمكن الحصول على كمية من الحليب المركز غير المحلى مقدارها 19.68 كغ بدأ من 43-46 لتراً من الحليب.

ومن العيوب الخاصة في الحليب المركز غير المحلى:

- تشكل كتل من المادة الدسمة سببه عدم تطبيق جيد لعملية التجنيس.
- تخثر الحليب وسببه عدم كفاية الأملاح المثبتة أو عدم تطبيق التحريك خلال المعاملة الحرارية.

- ارتفاع درجة حموضة الحليب وسببه نمو ميكروبي.
- ارتفاع اللزوجة مع تهلم الحليب خلال التخزين على درجة حرارة أقل من 15°م ويعتقد أن سبب حدوثه تحلل محدود للكازين K وينتج عنه عدم حماية بقية أقسام الكازئين الأخرى في وجود الكالسيوم.

7 - 2 الحليب المجفف: Dry milk

يمكن تمييز عدة أنواع من بودرة الحليب:

- بودرة الحليب الفرز.
 - بودرة الحليب كامل الدسم.
- يسبب وجود المادة الدسمة في بودرة الحليب إمكانية حدوث الأكسدة وزيادة التزنخ خلال التخزين.

يوضح الجدول رقم (4-7) التركيب المتوسطي لأنواع الحليب المجفف.

الجدول رقم (4-7): التركيب المتوسطي لأنواع الحليب المجفف %

	الماء	المادة الدسمة	اللاكتوز	المواد الآزوتية	العناصر المعدنية	الصلبة اللا دهنية
حليب بودرة فرز	4-3.5	1.5-1	52-50	37-34	10-9.5	95.5-94.5
حليب بودرة كامل الدسم	4-2	26	37-35	29-27	8-7.5	72-70

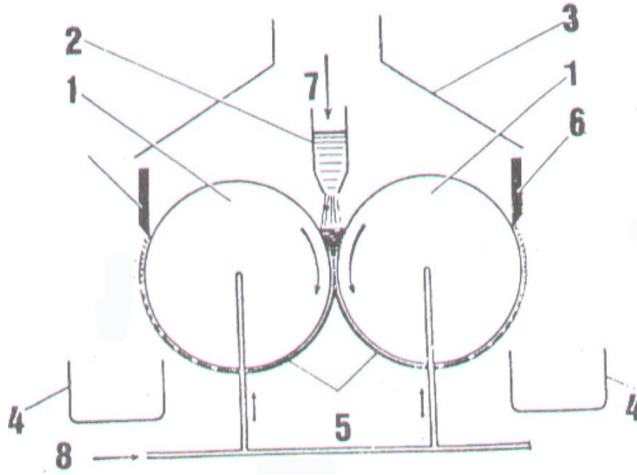
7-2-1 الطرائق المستخدمة في التجفيف:

تتوزع طرائق تجفيف الحليب ضمن مجموعتين:

- طريقة التجفيف بالأسطوانات.
- طريقة التجفيف بالتريز.

7-2-1-1 طريقة التجفيف بالأسطوانات:

تشتمل أجهزة التجفيف على أسطوانتين قريبتين من بعضهما ويتم التسخين بمرور البخار على درجة حرارة 130-150°م حيث تدوران باتجاهين متعاكسين ويسقط الحليب بين الأسطوانتين ويتوزع على سطحهما بشكل متجانس، ويكون التجفيف سريعاً حيث تتشكل طبقة من الحليب المجفف يتم فصلها بسكاكين كاشطة ويسحب بخار الماء المتشكل من مخرج فوق الأسطوانتين. تؤدي المعاملة الحرارية التي يخضع إليها الحليب خلال التجفيف إلى تبدلات محسوسة في التركيب الكيميائي والفيزيائي للحليب وهذا ما يزيد الاتجاه لاستخدام طريقة التجفيف بالترذيد. الشكل (2-7)



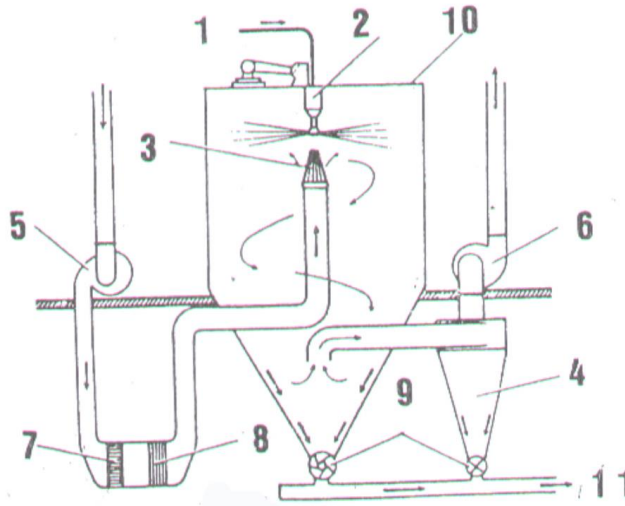
الشكل (2-7): تجفيف الحليب بطريقة الاسطوانات

- | | | |
|---------------------------|---------------------------|----------|
| 1- الأسطوانة الساخنة. | 2- ميزاب الحليب. | 3- شافط. |
| 4- استعادة الحليب المجفف. | 5- قشرة من الحليب المجفف. | |
| 6- سكاكين كاشطة. | 7- دخول الحليب. | 8- بخار. |

7-2-1-2 طريقة التجفيف بالترذيز:

تعتمد هذه الطريقة على ترذيز الحليب بشكل قطيرات ناعمة جداً ضمن برج كبير يعبره تيار من الهواء الساخن ويكون التجفيف آنياً وتسقط بودرة الحليب في قاع البرج.

يختلف شكل برج التجفيف فقد يكون على شكل مخروطي أو أسطواني مخروطي ويشتمل على نافذة من البلور لمراقبة العمل وعلى باب للدخول إلى البرج لإجراء التنظيف. الشكل (7-3)



الشكل رقم (7-3): تجفيف الحليب بطريقة الترذيز.

- | | | | |
|----------------------|------------------|-----------------------|---------------------|
| 1- وصول الحليب. | 2- المرذاذ. | 3- موزع الهواء الحار. | 4- استعادة البودرة. |
| 5- مهوي. | 6- شافط. | 7- مرشح. | 8- مصدر حراري. |
| 9- موزع خروج الحليب. | 10- برج التجفيف. | 11- خروج الحليب. | |

تختلف أنظمة التبريد والتي تتواجد في القسم العلوي للبرج ويمكن تصميمها وفق أحد المبادئ الآتية:

- 1 - إرسال الحليب تحت ضغط شديد عبر بخاخ مثقب له فتحات ناعمة.
- 2 - إرسال الحليب إلى برج التجفيف تحت دفع الهواء المضغوط.
- 3 - إرسال الحليب على عنفة أفقية تدور بسرعة 25000 دورة / دقيقة حيث يقذف الحليب على شكل رذاذ ناعم بفعل شدة الطرد المركزي.

يعبر البرج تيار من الهواء الساخن المرشح والتي تصل درجة حرارته إلى 150-160°م ويصل الهواء الساخن إلى قرب جهاز تبريد الحليب، ويحرك بطريقة زوبعية تسمح بهبوط البودرة في قاعدة البرج باتجاه المخرج ويتم سحب البودرة والهواء وتوجه نحو نظام فصل يسمح في أخذ الحليب وتعبئته ضمن العبوات. تمتاز طريقة التبريد بأن الحليب الناتج يتميز بخصائص أحسن من الحليب المجفف بطريقة الأسطوانات نظراً للتبدل المحدود في تركيب الحليب حيث إن قطيرات الحليب المرسلة إلى البرج تجف بسرعة ويكون إعادة تسخين الحليب محدوداً بفعل التبخير الآني لمائه.

2-7-2 الحليب المجفف بطريقة التبريد:

يختلف مخطط التصنيع وفقاً لنوعية البودرة كاملة الدسم أو البودرة الفرز وخاصة أن نوعية البودرة الفرز الناتجة تتحكم في شروط التصنيع. انظر المخطط العام للتجفيف في الجدول (5-7).

الجدول (5-7): المخطط العام لصناعة بودرة الحليب بالترذيد.

- 1 - استلام الحليب ومراقبة النوعية
- 2 - فرز الحليب تنظيم المحتوى من المادة الدسمة والمادة الصلبة اللا دهنية
- 3 - الحليب الفرز تنقية فيزيائية
- 4 - معاملة حرارية أولية 72°م/15 ثانية تجنيس
- أو معاملة حرارية مرتفعة معاملة حرارية أولية
- 5 - تبخير تحت تفريغ تبخير تحت تفريغ
- 6 - تجفيف تجفيف
- 7 - تبريد تبريد
- 8 - غرلة غرلة
- 9 - تعبئة تعبئة تحت الآزوت
- 10 - تخزين تخزين
- 11 - تسويق تسويق
- حليب فرز محضر على درجة حرارة حليب كامل الدسم محضر على منخفضة أو مرتفعة درجة حرارة مرتفعة

7-2-1 الحليب المجفف كامل الدسم: Whole dry milk

يمكن إيجاز مراحل تصنيع بودرة الحليب كامل الدسم وفق المراحل الآتية:

- 1 - استلام الحليب واختبار نوعيته.
- 2 - تنقية الحليب بالطرد المركزي.
- 3 - تنظيم محتوى الحليب من المادة الدسمة.

4 - تعريض الحليب إلى معاملة حرارية أولية على درجة حرارة 95°م خلال 2-3 دقائق أو 110-130°م خلال 15-30 ثانية وتهدف المعاملة

الحرارية إلى:

- قتل القسم الأكبر من الجراثيم الموجودة وإتلافها.
 - تثبيت فعالية الليباز وبعض أنزيمات الأكسدة.
 - تحسين تحرير مجموعات سيلفوهيدريل من البروتينات.
- والتي يستفاد منها كمضاد للأكسدة حيث تشكل حماية للمادة الدسمة في بودرة الحليب خلال التخزين.

5 - يركز الحليب حتى مستوى 30-40% من المادة الصلبة الكلية للاقتصاد في الطاقة وتخفيض حجم السائل الموجه للتريز والحصول على تحبب أقل لبودة الحليب.

6 - يوجه الحليب المركز إلى برج التجفيف ويتم الحصول على بودرة الحليب التي تتعرض إلى الغرلة وتعباً ضمن عبوات معدنية أو ضمن أكياس من الكرتون. بدءاً من 100 كغ من حليب محتواه من المادة الدسمة 31 غ/لتر يمكن الحصول على 12.5 كغ من بودرة حليب محتواه من المادة الدسمة 26%. من أهم المصاعب التي تواجه في الحصول على الحليب المجفف تعبئته وتخزينه. فعلى الرغم من المعاملة الحرارية الأولية لا يمكن استبعاد خطر التزنخ ويمكن أن تحدث الأكسدة التلقائية للمادة الدسمة تحت تأثير عوامل عديدة كالأشعة والحموضة والحرارة ووجود العناصر المحفزة كالحديد والنحاس ولذلك تتم تعبأة بودرة الحليب ضمن عبوات معدنية في وجود غاز خامل كالأزوت أو الكربون علماً بأن نسبة الأكسجين المتبقي يجب أن تكون أقل من 0.02 سم³ في الغرام من البودرة ويمكن حفظ الحليب المجفف مدة 2-3 سنوات بدون تحلل.

2-2-7-2 الحليب المجفف الفرز: Skim dry milk

يتم تصنيع الحليب المجفف الفرز ضمن شروط متبدلة وفقاً للنوعية المطلوبة ويمكن أن نميز بين بودرة محضرة على درجة حرارة منخفضة وبودرة حليب محضرة على درجة حرارة مرتفعة. في البداية يجب أن تكون نوعية الحليب الخام المستخدم عالية الجودة ويتراوح عدد الأحياء الدقيقة بين 100.000 و200.000/مل.

- تطبيق المعاملة الحرارية الأولية على درجة حرارة 72°م/15 ثانية.
- يركز الحليب على درجة حرارة أقل ما يمكن.
- يجفف الحليب ضمن البرج حيث تكون درجة حرارة الهواء الساخن 160°م ويفضل أن تكون درجة حرارة البودرة 70-72°م حيث يبرد الحليب بعدها إلى 30-32°م.
- يصل مستوى الرطوبة في المنتج النهائي 4%.

في البلاد التي تستخدم بودرة الحليب في صناعة المعجنات يفضل إخضاع الحليب إلى معاملة حرارية قوية تؤدي إلى تبدل وتشوهها البروتينات الذائبة للمحافظة على خصائص الطراوة والمطاطية للعجينة ولذلك تطبق المعاملة الحرارية على درجة حرارة 80-82°م خلال 15-20 دقيقة أو خلال عدة ثوان على درجة 120-130°م ثم يركز الحليب ويجفف على درجة حرارة أعلى من درجة حرارة الحليب السابق ويكون التبريد أبطأ للحصول على رطوبة 3.7%.

2-2-7-3 صناعة الحليب المجفف آني الذوبان على مرحلتين:

- تعتمد هذه الطريقة على إخضاع بودرة الحليب للمعاملة الآتية وتتضمن:
- ترطيب بودرة الحليب بهدف تراكم وتكتل البودرة وتبلور اللاكتوز.
- تطبيق عملية تجفيف ثانية يليها التبريد السريع.

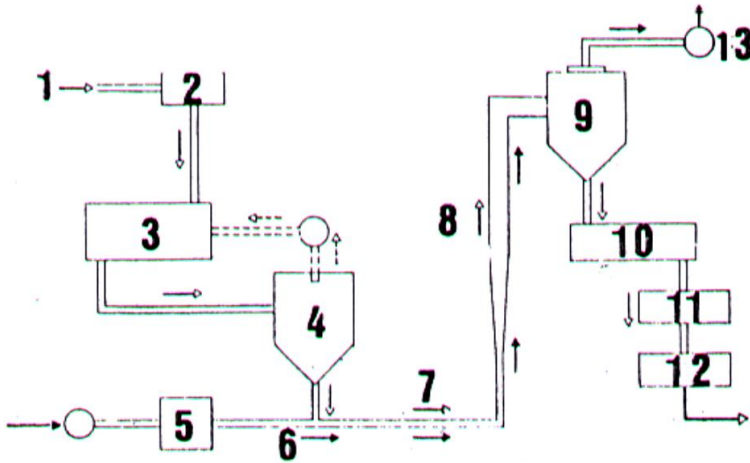
تختلف تقنية التصنيع وفقاً لترطيب البودرة وتجفيفها وهل يطبق على نفس الجهاز أو على جهازين مختلفين.

في الحالة الأولى تصل بودرة الحليب على شكل طبقة رقيقة بفعل حركة اهتزازية إلى القسم العلوي من غرفة التجفيف حيث ترطب بالبخار تحت ضغط وتجفف البودرة المسترطبة في القسم الداخلي حتى 3.8% بتيار من الهواء الساخن درجة حرارته 115-138°م وتعاير بودرة الحليب ضمن مصافي هزازة.

أما الطريقة الثانية

الموضحة على الشكل (4-7)، فتعامل البودرة بتيار سريع من الهواء الرطب ضمن المجمع أو المكنل ويتم الحصول على كتل من البودرة قطرها يتراوح بين 7.5 و 15مم ويكون المحتوى من الرطوبة يتراوح بين 15-20% ويطبق التجفيف بتيار من الهواء الساخن درجة حرارته تتراوح بين 135-148°م. للوصول إلى محتوى من الماء يتراوح بين 2.5-3.6%.

تبرد البودرة بتيار هوائي بارد وتتعرض إلى غريلة وتعبأ البودرة المبردة على درجة حرارة 43°م.



الشكل رقم (4-7): طريقة Cherry Burrel للحصول على حليب أني الذويان.

- 1- دخول بودرة الحليب. 2- مصفاة. 3- قطاع الكتل حيث يتم ترطيب البودرة بإدخال الهواء الرطب. 4- مجمع للبودرة الرطبة. 5- إعادة تسخين الهواء. 6- الهواء الحار.
- 7- بودرة رطبة. 8- تجفيف البودرة الرطبة باحتكاك مع الهواء الحار.
- 9- مجمع بودرة آنية الذوبان. 10- طاولة هزازة مبردة. 11- اسطوانات معايرة.
- 12- تعبئة. 13- شافط الهواء الرطب.

7-2-2-4 الحليب المجفف كامل الدسم آني الذوبان:

تستخدم طريقة تجفيف رغوة الحليب كامل الدسم، ويتم الحصول على حليب مجفف وفق المراحل الآتية:

- 1 - تسخين الحليب على درجة حرارة 63°م وتجنيسه على مرحلة واحدة بضغط 175 باراً.
 - 2 - بسترة الحليب على درجة حرارة 72°م / 15 ثانية.
 - 3 - تجنيس الحليب على مرحلتين 280 و 35 باراً على درجة حرارة 75°م.
 - 4 - تبريد إلى درجة حرارة 13°م.
 - 5 - حقن الآزوت السائل حيث تتشكل الرغوة
 - 6 - تجفيف تحت تفريغ أو ضمن برج التجفيف.
 - 7 - تعبئة الحليب المجفف بعد طحنه في وجود غاز الآزوت.
- خارج هذه النوعية الخاصة في الحصول على مادة مضمونة على المستوى الصحي فإن هذه المنتجات لا يمكن تمييزها عن منتجات الاستهلاك الموجودة على الحالة السائلة أو على الحالة المجففة.

تصنع بعض الدول الأوروبية بعض أنواع الحليب المجفف لتصديره إلى دول العالم الثالث ويتصف الحليب بغنائه بفيتامين A, D_3 ضمن النسب والكميات المتوافقة مع تشريعات ومواصفات منظمة الزراعة والأغذية ومنظمة الصحة العالمية FAO / OMS.

Jeantet et al,2011., Jeantet et al,2012

الفصل الثامن

الألبان المتخمرة

Fermented milk

1-8 اللبن الخاثر.

2-8 المنتجات اللبنية المتخمرة الأخرى.

3-8 الألبان المتخمرة الكحولية.

4-8 المنتجات المتنوعة المتخمرة.

5-8 الخصائص التغذوية للألبان المتخمرة.

الفصل الثامن

الألبان المتخمرة

Fermented milk

الألبان المتخمرة: Fermented milk

يقصد بالألبان المتخمرة جميع المنتجات التي يتم الحصول عليها بتخمير الحليب بفعل بكتريا حمض اللبن وقد تستخدم في بعض الحالات الأحياء الدقيقة الأخرى مثل الخمائر وتتميز الألبان المتخمرة عن الأجبان الطازجة الناتجة بالتخمير الحامضي بأنها لا تتعرض إلى تطبيق انفصال المصل عن الهلام. تؤدي عملية التخمير إلى تغير في مكونات الحليب وخصائصه الحسية فبعض التحولات مشتركة عند تصنيع الألبان المتخمرة المتنوعة مثل التخمض وتشكيل الخثرة وبعضها متخصص لكل نموذج من الألبان المتخمرة مثل تشكل المواد المنكهة والعطرية والغاز والكحول وتحلل البروتينات.

تصنع منتجات الألبان المتخمرة من نوع حليب واحد مثل حليب الأبقار والأغنام والماعز والجاموس والفرس أو من خلأطها وتمتاز المنتجات عن بعضها بتركيب الحليب والمحتوى من المادة الصلبة الكلية والمادة الدسمة وفي هذا المجال يمكن أن تصنع المنتجات من:

- حليب كامل الدسم أو حليب غني في المادة الدسمة أو حليب فرز أو حليب متعرض إلى عملية فرز جزئية.
- حليب يضاف إليه الماء أو حليب مركز وفق طرائق عديدة منها: التبخير تحت تفريغ أو الترشيح الفائق والترشيح الدقيق أو إضافة بودرة الحليب وزيادة تركيز البروتينات بإضافة الكازئين أو الكازئينات وتمتاز خصائص المنتج وفقاً ل:
- خصائص بكتريا حمض اللبن والأحياء الدقيقة الأخرى المستخدمة.

- درجة حرارة الحضانة.
- المعاملات التكنولوجية.
- المواد المضافة كالسكر والثمار والمربيات والمنكهات الطبيعية والملونات.

لقد بدأ بتحضير الألبان المتخمرة من عدة قرون في آسيا الوسطى وحوض البحر الأبيض المتوسط وفي المناطق التي تشكل فيها عملية التخمير طريقة لحفظ الحليب بخفض رقم الحموضة الذي يكسب الحليب الطعم الحامضي والمذاق الخاص ولقد تم تحسين تصنيع المنتجات المتخمرة على المستوى الحسي والغذائي وفقاً لنظام الحماية لبعض الأفراد مع تحسين طرائق حفظ وتوزيع هذه المنتجات.

تبرز هذه المنتجات أهمية خاصة في البلدان النامية بسبب حموضتها والتي تميزها كمواد غذائية صحية دون أي ضرر لدى المستهلكين وخاصة للأشخاص الذين لا يتحملون اللاكتوز بسبب نقص اللاكتاز الوراثي والمكتسب ويضاف إلى ذلك القيمة الغذائية العالية والخصائص الحسية التي يفضلها المستهلك إضافة إلى سهولة تصنيعها وتوزيعها. عند استهلاك اللبن الخاثر فإن 90% من مكوناته، يتم هضمها خلال مدة ساعة مقابل 30% من مكونات الحليب وأن لاكتاز بكتريا حمض اللبن يحلل 20 إلى 30% من اللاكتوز الموجود في الحليب.

8-1 اللبن الخاثر: Yoghurt

اللبن الخاثر عبارة عن الحليب المتخمّر بفعل بكتريا حمض اللبن الأليفة لدرجة الحرارة المرتفعة *thermophilus* *Streptococcus* و *Lactobacillus bulgaricus* حيث تؤدي عملية التخمير إلى تحول الحليب إلى هلام متماسك ويستهلك على هذه الحالة دون انفصال المصل عنه أو يمكن أن يستهلك بعد تحريكه وخلطه والحصول على قوام قشدي أو سائل.

وفقاً للتشريع الغذائي لمنظمة الأغذية والزراعة الدولية FAO ومنظمة الصحة OMS 1977 يعرف اللبن بالخاثر بأنه الحليب المتخثر بفعل بكتريا حمض اللبن المتخصصة *Lb.bulgaricus* , *Str.thermophilus* المضافة إلى الحليب المبستر أو المركز جزئياً أو المتعرض إلى عملية فرز جزئية أو إغنائه بالمادة الصلبة الكلية مع إضافات أو دونها مثل بودرة الحليب أو بودرة الحليب الفرز ويجب أن تبقى البكتريا في المنتج النهائي على الحالة الحية وبعدد كبير . ووفقاً للتشريع الفرنسي يعرف اللبن الخاثر بأنه منتج يتم الحصول عليه من تخمر الحليب بفعل بكتريا حمض اللبن *Str.thermophilus*، *Lb. bulgaricus* المضافة بشكل متلازم ومتوازن إلى الحليب المبستر، وأن تبقى على الحالة الحية بعدد يصل إلى 10 مليون بكتريا / غ في حده الأدنى ويحضر من حليب طازج يمكن إغنائه ببودرة الحليب بمعدل أقصاه 5% بحيث يحتوي على 0.8 غ/ 100 من حمض اللبن في الحد الأدنى.

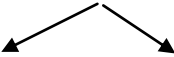
8-1-1 تقنية التصنيع: Processing technology

يمكن الإشارة إلى وجود نموذجين من اللبن الخاثر، اللبن الخاثر المتماسك الطبيعي حيث تتم عملية التخمر بعد تعبئة الحليب مع البادئ ضمن عبوات. أما اللبن الخاثر المحرك فتتم عملية التخمر للحليب مع البادئ ضمن أحواض ويخضع الهلام أو الخثرة الناتجة إلى التحريك والخلط لخفض لزوجته ويعبأ بعد ذلك ضمن العبوات.

انظر إلى مخطط التصنيع.

مخطط لصناعة اللبن الخاثر:

- استلام الحليب (فحص نوعية الحليب ومدى صلاحيته للتصنيع).
- تنقية فيزيائية وتنظيم المحتوى من المادة الدسمة.

- تركيز الحليب أو إضافة بودرة الحليب.
 - تطبيق المعاملة الحرارية 80°م / 30 دقيقة أو 95°م / 5 دقائق.
 - التجنيس.
 - التبريد إلى درجة حرارة 45°م .
 - إضافة بكتريا حمض اللبن المتخصصة وخلطها بشكل متجانس 3 %.
- 

التعبئة ضمن عبوات

تطبيق الحضانة في الأحواض
- الحضانة
- مدة الحضانة ثلاث ساعات للوصول إلى درجة حموضة 80-90 درجة دورنيكية أو رقم حموضة 4.6
- التحريك والخلط.
 - التبريد 4°م .
 - التبريد 4°م .
 - إضافة ممكنة (الملونات، المنكهات، الثمار) - التسويق والاستهلاك.
 - التعبئة.
 - التسويق والاستهلاك.

اللبن الخاثر المحرك اللبن الخاثر المتماسك

Preparation of milk: 2 تحضير الحليب: 1-8

يجب أن تكون المادة الأولية على الحالة الطازجة أو معادة التركيب اعتباراً من بودرة الحليب الفرز والمادة الدسمة اللبنية اللامائية أو من حليب كامل الدسم معاد التركيب ويجب أن يكون متجانساً.

يجب أن تكون النوعية الميكروبيولوجية جيدة وأن يكون الحليب خالياً من المضادات الحيوية أو المثبطات الأخرى. يتبدل محتوى الحليب من المادة الدسمة وينظم محتوى الحليب من المادة الدسمة للحصول على المنتجات الآتية:

- اللبن الخاثر كامل الدسم ويكون المحتوى من المادة الدسمة في حده الأدنى 3% وعملياً يتراوح بين 3.00-4.5%.
- اللبن الخاثر المفروز جزئياً: ويكون محتوى الحليب من المادة الدسمة أقل من 30 % وعملياً يتراوح بين 1-2 %.
- اللبن الخاثر الفرز: ويكون محتوى الحليب من المادة الدسمة في حده الأعظمي 0.5% وعملياً يتراوح المحتوى من المادة الدسمة بين 0.1-0.5 %.
- يفضل عند استخدام الحليب كامل الدسم أو المتعرض إلى عملية فرز جزئية تعريضه إلى التجنيس لتجنب صعود المادة الدسمة خلال الحضانة وتحسين قوام اللبن وتسهيل هضم المادة الدسمة.
- في حالة الحليب الفرز يطبق التجنيس لتحسين قوام اللبن الخاثر بفعل تبدل وتغير البروتينات ويجدر الإشارة إلى أن بعض البلدان التي يطبق فيها التصنيع التقليدي يلاحظ وجود طبقة غنية بالمادة الدسمة على سطح المنتج.

8-1-3 تعديل تركيب الحليب Standardization

تتعلق لزوجة وقوام الحليب بشكل كبير بمحتواه من المادة الصلبة الكلية وتضفي المادة الدسمة المظهر والطعم الدهني وتخفي الطعم الدهني وتحسن أيضاً البروتينات من القوام وتخفي الحموضة، ووفقاً للتشريعات الدولية FAO، OMS يجب أن يكون الحد الأدنى للمادة الصلبة اللاذهنية 8.2%. مهما يكن المحتوى من المادة الدسمة على المستوى العملي يتراوح المحتوى من المادة الصلبة الكلية في اللبن الخاثر المصنع من حليب كامل الدسم أو الحليب المتعرض إلى فرز جزئي بين 14-16%. ومع أرقام متطرفة، 12-20% وفي الحالة التي يصنع فيها اللبن الخاثر من الحليب الفرز يتراوح المحتوى من المادة الصلبة الكلية بين 10 إلى 11%.

8-1-4 المعاملة الحرارية: Thermic treatment

بعد الانتهاء من تحضير الحليب فإنه يخضع إلى المعاملة الحرارية المناسبة وتهدف إلى:

1 - قتل الأحياء الدقيقة الممرضة التي يمكن أن تكون موجودة وكذلك التخلص من القسم الأكبر من الأحياء الدقيقة الكلية وتسمح المعاملة أيضاً في التخلص من المثبطات الطبيعية الموجودة وتنشيط بكتريا حمض اللبن نظراً لتشكل بعض عوامل النمو.

2 - تغير وتبدل لقسم هام من البروتينات الذائبة حيث تزداد القدرة في الاحتفاظ بماء اللبن الخاثر وتزداد درجة تثبيت بروتينات المصل على الكازئين. تغير هذه الظاهرة ذات الأثر المضاعف من خصائص القوام للخرقة الحامضية، حيث تمتاز الخرقة بالتماسك والقوام المترابط الذي يخفض من معدل انفصال المصل عن الخرقة خلال التخزين خاصة إذا حفظت المنتجات على درجة حرارة أكثر ارتفاعاً، أما اللبن الخاثر المحرك فيبيدي تجانساً كبيراً ولزوجة مرتفعة. يجب أن تؤدي المعاملة الحرارية إلى تبدل 80% من البروتينات الذائبة مما يزيد من معدل الاحتفاظ بالماء إلى ثلاث مرات ويتم الحصول على هذه النتائج بالترابط بين درجة حرارة التسخين والزمن.

على مستوى التصنيع في المنشآت الصغيرة يسخن الحليب ضمن أحواض مزدوجة الجدران بشكل غير مستمر 85° م / 30 دقيقة أو على درجة حرارة 95° م / 5 دقائق أما على مستوى المصانع الكبيرة فيكون التسخين مستمراً على درجة حرارة 92-95° م / 2-5 دقائق وذلك للحصول على نتائج جيدة.

ويمكن استبدال المعاملة الحرارية بتطبيق التعقيم بالمعاملة الحرارية المرتفعة UHT وتطبق على درجة حرارة 135-140° م خلال 3-4 ثوان إما بالحقن المباشر للبخر وإما بالتسخين غير المباشر عبر المبادلات الصفائحية أو الأنبوبية

إلا أن هذه الطريقة تسمح في الحصول على لبن خاثر يتصف بلزوجة منخفضة ويمكن تلافي هذه الحالة واختفائها باستخدام سلالات بكتريا منتجة للمواد السكرية المعقدة ومع ذلك تبقى الخثرة هشة وسهلة الكسر ولذلك يمكن زيادة المحتوى من المادة الصلبة الكلية بإضافة 2% من بودرة الحليب الفرز . عند تخزين الحليب على درجة حرارة منخفضة أو عند احتوائه على روائح غير مستساغة يفضل عند تطبيق المعاملة الحرارية ان ترافق بتطبيق عملية التخلية.

1-8-5 التجنيس: Homogenization

تترافق المعاملة الحرارية بتطبيق التجنيس وفق عوامل عديدة كدرجة الحرارة والضغط المطبق فمثلاً نطبق على درجة حرارة 50-60°م ضغطاً مقداره 150-200 بار وحالياً يطبق 250 بار على درجة حرارة تتراوح بين 85-90°م . يمكن تطبيق التجنيس قبل المعاملة الحرارية أو بعدها وفي هذه الحالة يعتقد أن يتحسن قوام اللبن الخاثر ولكن يخشى من إعادة التلوث.

في الحالة التي يتم التصنيع ضمن معامل صغيرة أو تصنيع تقليدي أو عائلي تتم إضافة البادئ إما من لبن خاثر مصنع قبل يوم ويضاف بمعدل ملعقة إلى لتر من الحليب وغالباً ما يؤدي ذلك إلى عمليات تخمر غير منتظمة بالإضافة إلى تبدل الخصائص الحسية، وغالباً ما تكون النوعية ضعيفة مع زيادة حدوث التلوث. أما التصنيع في المعامل الكبيرة يتطلب استخدام بادئ أو مزرعة من مخبر متخصص على شكل مجفد أو مجمد أو سائل مركز ويضاف البادئ بعد تحضير مزرعة الأم ومزرعة البادئ حيث تكون درجة حموضته D^{80} ويضاف بمعدل 2-3% على درجة حرارة مرتفعة من 45°م وتتراوح بين 42-46°م . يخلط البادئ مع الحليب بشكل متجانس علماً بأن درجة الحرارة المثلى لنشاط بكتريا البادئ الكروية تتراوح بين 42-45°م في حين أن درجة الحرارة المثلى للبكتريا العصوية

تتراوح بين 47-50° م. ووفقاً للمناطق يفضل المستهلك اللبن الخاثر قليل أو مرتفع الحموضة أو قليل أو عالي المحتوى من المواد المنكهة ولذلك فالخصائص المطلوبة تعتمد بشكل أساسي على السلالات المستخدمة وعلى درجة حرارة الحضانة .

عند خفض درجة الحرارة من 1 إلى 3 درجات (42-44° م) يتحسن نمو البكتريا الكروية وإنتاج المواد المنكهة أما عند ارتفاع درجة الحرارة 45-46° م يتحسن نمو البكتريا العصوية وإنتاج الحموضة. للحصول على منتج لطيف الطعم ويمتاز بنكهة جيدة يمكن استخدام بادئ فتي نسبياً قليل الحموضة وتكون البكتريا في بداية الطور اللوغاريتمي للنمو حيث تكون البكتريا الكروية في نشاطها الأعظمي وللحصول على لبن خاثر حامضي الطعم يستخدم بادئ أقدم وتكون السيادة للبكتريا العصوية المقاومة لدرجة الحموضة الأعلى وبعد إضافة البادئ يمكن أن نميز بين تصنيع اللبن الخاثر المتماسك واللبن الخاثر المحرك أو المخلوط.

8-1-6- اللبن الخاثر المتماسك (اللبن الخاثر الطبيعي) Set-yogurt

بعد إضافة البادئ إلى الحليب وتوزيعه بشكل متجانس عند درجة الحرارة المناسبة يوزع الحليب مع البادئ ضمن عبوات زجاجية أو كرتونية أو مواد بلاستيكية، وفي حالة اللبن الخاثر المحلى أو المعطر والمنكه فإن إضافة هذه المواد قبل التعبئة في العبوات. بعد التعبئة ووضع السدادات تنقل العبوات إلى الحاضنة (الهواء الساخن) ويمكن أحياناً استخدام حمام مائي لكي تتم عملية التخثر ويجب المحافظة على درجة الحرارة 42-46° م خلال التخمر ومن الضروري أن تكون درجة الحرارة متجانسة في كل نقاط الحاضنة للحصول على عملية تخمر منتظمة.

تدوم مدة الحضانة 3 ساعات ويحافظ على العبوات ضمن الحاضنة حتى الوصول إلى درجة حموضة تتراوح بين 80-90 °D وهي المدة الكافية للحصول على خثرة متماسكة وملساء وعدم وجود انفصال المصل. تبرد العبوات مباشرة بعد خروجها من الحاضنة وبأسرع ما يمكن إلى درجة حرارة 2-5 °م وذلك لإيقاف ارتفاع درجة الحموضة بـتثبيط ومنع نمو ونشاط بكتريا حمض اللبن، ويتم التبريد في غرفة مبردة ومهواة جيداً أو ضمن نفق التبريد ويخزن اللبن الخاثر بعد ذلك على درجة حرارة 2-4 °م خلال 12-24 ساعة لرفع المتانة تحت فعل التبريد وإمالة البروتينات.

1-8-7- اللبن الخاثر المحرك أو المخلط: Stirred yoghurt

يحافظ على الحليب المضاف إليه البادئ في حوض التخمر على درجة الحرارة المطلوبة 42-45 °م للوصول إلى درجة الحموضة المطلوبة والتي تكون في العادة أعلى من درجة حموضة اللبن الخاثر المتماسك وتتراوح درجة الحموضة بين 100 إلى 120 °D.

يطبق التقطيع والتحريك بإحدى الطرائق الآتية:

- التحريك والخلط الميكانيكي باستخدام خلاط له عنفة أو على شكل حلزون.

- امرار الخثرة ضمن مصفاة مع تطبيق تجنيس تحت ضغط منخفض وتهدف هذه العملية لإعطاء الخثرة المظهر الدهني ويجب تطبيقها بحذر فإذا كان التحريك قوياً مترافقاً مع إدخال الهواء فإنه يسمح في حدوث انفصال المصل وإذا كانت عملية التقطيع للخثرة غير كافية يخشى أن تصبح الخثرة شديدة الثخانة لاحقاً.

عند الانتهاء من التحريك والخلط تبرد الخثرة إلى درجة حرارة 10 °م ويطبق التبريد ضمن حوض التخمر ويكون بطيئاً وينتج عنه ارتفاع مستمر في درجة

الحموضة ولذلك يمكن أن يطبق التبريد بالمرور ضمن مبادلات صفائية أو أنبوبية أو سطوح كاشطة ويحسن تحريك الخثرة خلال التبريد من المظهر والطعم الدهني للبن الخاثر. بعد ذلك يعبأ اللبن الخاثر ضمن عبوات ويحفظ على درجة حرارة 2-4° م وعند الرغبة في إضافة المواد المنكهة أو مستخلص الثمار فإنها تضاف في لحظة التعبئة ضمن العبوات، يمكن إضافة السكر قبل الحضانة على شرط ألا يتجاوز 6% لتجنب إيقاف عملية التخمير وللحفاظ على اللبن الخاثر المحرك على شكل يكون قوامه نصف سائل فإن الخليط المضاف من السكر والفواكه يجب ألا يتجاوز 15%.

8-1-8- اللبن الخاثر للشرب: Drink yoghurt

وهو مادة متخثرة كاللبن الخاثر ويختلف عن اللبن الخاثر المحرك بحالته السائلة ويشابه بذلك المشروبات، ويتم الحصول عليه بخفض المحتوى من المادة الصلبة الكلية، ويتم الخلط والتحريك بإمرار اللبن الخاثر على مجنس تحت ضغط أقل من 50 بار حيث تنخفض اللزوجة بمعدل 50% من لزوجة اللبن الخاثر المحرك ويمكن أن يكون اللبن الخاثر للشرب طبيعياً أو منكهاً.

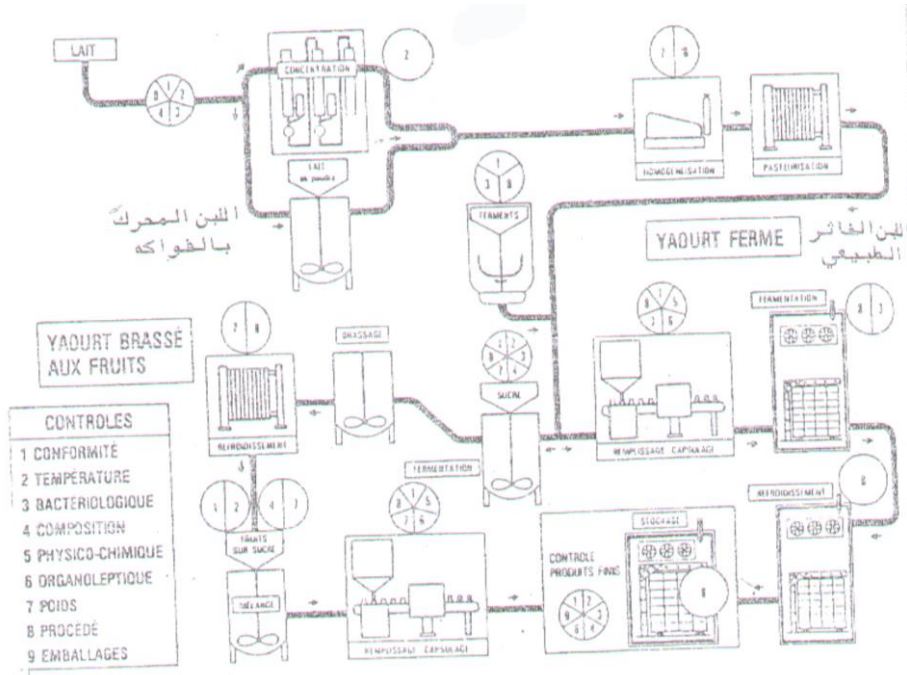
8-1-9- حفظ اللبن الخاثر: Conservation of yoghurt

عند تحضير اللبن الخاثر وفق تقنية محدودة وشروط صحية ومعينة يمكن حفظ هذه المنتجات حوالي ثلاثة أسابيع على شرط أن يحافظ على درجة حرارة منخفضة. عند عرض المنتجات في السوق يجب ألا تكون درجة الحرارة أعلى من 8° م.

إذا كانت المحافظة على اللبن الخاثر في درجة حرارة منخفضة يمنع من تضاعف البكتريا ولكن ذلك لا يمنع أو يوقف بشكل كلي الفعاليات الاستقلابية حتى ولو كان بطيئاً فيستمر إنتاج حمض اللبن وتحلل البروتينات وينجم عنه

انخفاض في المتانة والزوجة مع ظهور ببتيديات طعمها مر ولأجل ذلك تطبق في بعض البلاد وفق تشريعاتها المعاملة الحرارية بعد التخمر.

يوضح الشكل (1-8) مخططاً لصناعة اللبن الخاثر مع العمليات الملحقة.



الشكل (1-8): مخطط لصناعة اللبن الخاثر مع العمليات الملحقة.

1- المطابقة.

2- درجة الحرارة.

3- المراقبة البكتريولوجية.

4- مراقبة التركيب.

5- التركيب الفيزيائي الكيميائي.

6- الخصائص الحسية.

7- الوزن.

8- التصنيع (طريقة التصنيع).

9- التعبئة.

1-8- 10- مشاكل التصنيع: Difficult of processing

إن تطبيق المعاملة الحرارية ووجود رقم pH حامضي أقل من 4.6 بشكل عام والذي يتوافق مع وجود حوالي 1 غ من حمض اللبن /100 غ فإنه من غير الممكن وجود نمو أو نشاط للبكتيريا الممرضة في اللبن الخاثر أما عند حدوث التلوث الكبير وخاصة عند التعبئة بالبكتيريا الضارة فإنها تسبب مشاكل ومصاعب مزعجة وهذا ما يتطلب العمل ضمن أماكن نظيفة جافة وصحية بعيدة عن تيارات الهواء ولتجنب هذا التلوث يجب تطوير آلات التعبئة التي تسمح في التعبئة النظيفة عالية الجودة أو حتى معقمة. يمكن أن تكون بعض المواد المضافة خاصة السكر والثمار مسؤولة عن التلوث بالجراثيم المتنوعة ولذلك يجب الانتباه إليها. فيما يتعلق ببعض العيوب مثل عيوب الطعم والمظهر والقوام التي تظهر فجأة، فإن سببها بشكل عام أخطاء تقنية وأخطاء خاصة في المواد الأولية ذات النوعية السيئة أو اختيار السيئ للبادئ. ونبين فيما يلي أنواع العيوب وأسبابها المحتملة:

عيوب الطعم Defects of flavor

- | أصله | طبيعة الطعم |
|---------------------------------------|--------------------------|
| - حفظ مدة طويلة. | - الطعم المر: |
| - فعالية محللة للبروتينات عالية. | |
| - تلوث بالبكتيريا المحللة للبروتينات. | |
| - تلوث الخمائر. | - طعم كحولي أو خميري: |
| - نوعية سيئة للثمار. | - طعم فطري: |
| - فعالية سيئة للبادئ. | - عدم وجود الطعم والنكهة |
| - عدم التوازن بين السلاطات. | الخاصة باللبن الخاثر: |
| - زيادة البكتيريا الكروية. | |

- فترة حضانة قصيرة على درجة حرارة منخفضة. مادة صلبة كلية ضعيفة.
- انخفاض درجة الحموضة: تطبيق سيئ لعملية التخمير، معدل ضعيف للبادئ.
- فترة حضانة قصيرة وعلى درجة حرارة منخفضة.
- وجود ملتهفات الجراثيم في الحليب.
- ارتفاع درجة الحموضة: تطبيق سيئ لعملية التخمير. معدل مرتفع من البادئ.
- فترة حضانة طويلة وعلى درجة حرارة مرتفعة.
- التزنخ: تلوث بالبكتريا المحللة للمادة الدسمة.
- الطعم الطحيني للبودة الطعم المؤكسد: معاملة حرارية ضعيفة.
- إضافة كمية زائدة من بودرة الحليب.
- حماية سيئة إزاء الأشعة (عبوات زجاجية).
- وجود العناصر المعدنية (الحديد والنحاس).
- معاملة حرارية شديدة.
- تلوث ببكتريا حمض اللبن الوحشية والكوليفورم.
- طعم مطبوخ الطعم الحامضي اللاذع

- بادئ سيئ.

- ارتفاع المحتوى من المادة الدسمة.

الطعم الشحمي أو الدهني

عيوب في المظهر Defects of aspect

أسبابه

طبيعة العيب

- انفصال المصل:
- ارتفاع الحموضة وتطبيق سيئ لعملية التخمير على درجة حرارة مرتفعة.
- حفظ وتخزين خلال فترة طويلة.
- تبريد بطيء وخلط شديد.
- إضافة سيئة للثمار.
- تحريك اللبن الخاثر المتماسك.
- محتوى ضعيف من المادة الصلبة الكلية.
- تلوث بالخمائر والكوليفورم.
- إنتاج الغازات:
- وجود مستعمرات على السطح
- طبقة من القشدة على السطح
- تطبيق سيئ للتجنيس أو عدم تطبيقه.
- منتج غير متماسك
- تحريك وخلط سيئ.
- المنتج على غطاء
- قفل سيئ للمنتج.
- العبوة:

عيوب في القوام Textural defects

- انفصال الخثرة:
- تحريك واهتزاز خلال النقل بعد تطبيق
- تبريد سيئ في غرفة التبريد.
- ضعف تماسك الخثرة في
- إضافة ضعيفة من البادئ.

- اللبن الخاثر المتماسك: تطبيق سيئ للحضانة (زمن ودرجة حرارة منخفضة).
- تحريك ورج قبل إتمام التخثر.
- محتوى ضعيف من المادة الصلبة الكلية.
- سائل جداً (في اللبن الخاثر) - تحريك وخلط شديد.
- المحرك أو الممزوج: تطبيق سيئ للحضانة.
- تخمر سيئ.
- محتوى منخفض من المادة الصلبة الكلية.
- القوام اللزج: إضافة غير كافية من الثمار أو المنكهات.
- القوام الرملي: تطبيق الحضانة على درجة حرارة منخفضة.
- بادئ سيئ (وإنتاج مرتفع للزوجة).
- تسخين شديد وتجنيس على درجة حرارة مرتفعة.
- القوام الحبيبي: إضافة زائدة من بودرة الحليب.
- تحريك سيئ وتحمض غير منتظم وضعيف.
- تحريك وخلط سيئ واختيار سيئ للبادئ.
- ارتفاع المحتوى من المادة الدسمة.

2-8 - المنتجات اللبنية المتخمرة الأخرى: Dairy fermented products

توجد مجموعة من الألبان المتخمرة والتي تختلف عن بعضها بمادتها الأولية والأحياء الدقيقة وطريقة تصنيعها وقوامها وطعمها ومدة حفظها. يوجد قسم كبير من هذه المواد المتشابهة والموجودة تحت أسماء عديدة والكثير منها يحتوي على نوع واحد أو اثنين من بكتريا حمض اللبن الخاصة باللبن الخاثر بالإضافة إلى الأحياء الدقيقة الأخرى. فمنذ عدة سنوات حاول المصنعون البحث عن أسواق جديدة مستفيدين من الفكرة العلمية للعالم ميتشنيكوف Metchnikoff في بداية القرن العشرين واستهلاك المنتجات اللبنية المتخمرة، يمكن أن يكون لها أثر مناسب على الصحة ويشكل نظام حماية بفعل بكتريا حمض اللبن ولقد ظهر العديد من المنتجات المتنوعة التي تحتوي على بكتريا معوية مثل *Bifidobacterium* بالاشتراك مع بكتريا حمض اللبن وسنتطرق بشكل وجيز إلى تقنية أهم الألبان المتخمرة المصنعة منذ عصر بعيد أو قريب.

2-8-1 اللبن المتخمّر الأمريكي:

في أمريكا إلى جانب اللبن الخاثر يصنع نموذج من الألبان المتخمرة من الحليب الفرز أو الحليب المتعرض إلى عملية فرز جزئية بحيث يكون محتواه من المادة الدسمة يتراوح بين 1-2% والذي يتخمّر بفعل بكتريا حمض اللبن الأليفة لدرجة الحرارة المتوسطة والمتجانسة التخمر وغير متجانسة التخمر لإنتاج الحموضة والمواد المنكهة ويصنع اللبن الخاثر الأمريكي وفق الخطوات الآتية:

- 1 - إضافة 0.1 % من كلور الصوديوم إلى الحليب الفرز الذي يمتاز بنوعية عالية.
- 2 - تعريض الحليب إلى معاملة حرارية 85° م / 30 دقيقة أو 90° م / دقيقتين.
- 3 - تبريد الحليب إلى درجة حرارة 22° م.
- 4 - إضافة البادئ بمعدل 0.5-1% والذي يتكون من البكتريا المتجانسة التخمر

Lactococcus cremoris، *Lactococcus lactis* والبكتريا غير متجانسة التخمير *Leuconostoc cremoris*، *Leuconostoc lactis* ويوزع البادئ بشكل متجانس ضمن الحليب.

- 5 - يحضن الحليب مدة 14-16 ساعة على درجة حرارة 22° م للوصول إلى درجة حموضة مقدارها 80D° أي 0.8% من حمض اللبن.
- 6- عند الوصول إلى درجة الحموضة المطلوبة يبرد اللبن المتخمّر إلى درجة حرارة 10° م مع التحريك والخلط المتجانس واللطيف. ولتجنب انفصال المصل يجب أن تكون درجة حموضة اللبن المتخمّر أعلى من 76D°.
- 7 - يعبأ اللبن المتخمّر الأمريكي في عبوات زجاجية أو كرتونية باستخدام مضخات خاصة مع تجنب الدخول الزائد للهواء.
- 8 - تحفظ العبوات على درجة حرارة 4-5° م وتوزع خلال مدة 3 أيام.

2-8-2 اللبن المتخمّر البلغاري:

نوع من الألبان المتخمّرة يكون البادئ فيها من سلالات *Lactobacillus bulgaricus* ويصنع اللبن المتخمّر البلغاري وفق الخطوات الآتية:

- 1 - تطبق معاملة حرارية على درجة حرارة 85° م/ 30 دقيقة
- 2 - تبريد الحليب إلى درجة حرارة 37-38° م وإضافة البادئ المحضر من حليب فرز معقم بالطريقة القديمة.
- 3 - يحضن الحليب لمدة 10-14 ساعة للوصول إلى درجة حموضة 150-180D°.
- 4 - يبرد اللبن المتخمّر إلى درجة حرارة 10° م ويخزن على هذه الدرجة ويسوق وقد تصل درجة الحموضة إلى 3% من حمض اللبن.

2-8 3- لبن الأسيدوفيلس: *Acidophilus*

يصنع اللبن الأسيدوفيلس وفق الخطوات الآتية:

- 1 - يعرض الحليب كامل الدسم أو الحليب الفرز إلى معاملة حرارية مختلفة وفقاً لطريقة التصنيع 95° م/عدة ثوان أو التسخين 10 دقائق على درجة حرارة 90° م على مرحلتين أو تطبيق التعقيم بالمعاملة الحرارية المرتفعة 141-145° م أو التعقيم بالطريقة القديمة على درجة حرارة 115° م.
- 2 - تبريد الحليب إلى درجة حرارة 37° م.
- 3 - إضافة مزرعة البادئ بمعدل 1-5% من مزرعة نقية لبكتريا *Lactobacillus acidophilus* وتعزل هذه البكتريا من أمعاء الأطفال أو مخلفات أمعاء العجول الصغيرة.
- يعبأ الحليب ضمن زجاجات ويحافظ على هذه الدرجة حتى التخثر وهذا يتطلب فترة من الزمن مقدارها 20-24 ساعة.
- 4- يبرد اللبن المتخمر إلى درجة حرارة 5° م حتى الاستهلاك ويفضل أن يكون الاستهلاك سريعاً لتجنب الحموضة الزائدة، التي تصل إلى أعلى من 180°D المتزامنة مع انخفاض في عدد البكتريا الحية.

3-8 الألبان المتخمرة الكحولية:

Acholic and fermented products

3-8 1- الكوميس: *Koumiss*

منتج لبني متخمّر يصنع في هضاب آسيا الوسطى من حليب الفرس ويمكن أن يصنع منتج مشابه من حليب الإبل وأحياناً من حليب الأتان وتوجد مراكز عديدة تصنعه من حليب الأبقار المضاف إليه 2.5% من السكر ويتكون البادئ من خليط بكتريا حمض اللبن *Lactobacillus acidophilus*

و *Lactobacillus bulgaricus* ومن الخمائر *Kluyveromyces kefir* و *Torula*. ونوضح طريقة تحضير الكوميس من حليب الأبقار وفق الخطوات التالية:

- 1 - خلط كمية من السكر مع الحليب الفرز الساخن بمعدل 5% من السكر.
 - 2 - بسترة الحليب وتعرضه إلى درجة حرارة 90-92° م خلال 3-5 دقائق.
 - 3 - تبريد الحليب إلى درجة حرارة 26-28° م.
 - 4 - إضافة البادئ بمعدل 10% مع التحريك المستمر لمدة 20 دقيقة.
 - 5 - تحضين الحليب ضمن حوض مزدوج الجدران على درجة حرارة 26-28° م خلال مدة مختلفة وفقاً للمنتج المطلوب وبشكل عام تتراوح درجة الحموضة بين 70-80 D° ويتوقف ذلك على سرعة التبريد فإذا كان التبريد سريعاً يتوقف التخمر عند درجة 80 D° وإذا كان التبريد بطيئاً يتوقف عند 70 D°.
 - 6 - تخطط الخثرة الناتجة وتبرد وعند تطبيق التخمر الصناعي للكوميس يتم التحريك مع إدخال الهواء ضمن الخثرة خلال مدة 3-5 دقائق كل مدة ربع ساعة مع الاستمرار في التبريد للوصول إلى درجة حرارة 16-18° م ويتوقف عن التحريك عند الوصول إلى القوام السائل المتجانس.
 - 7 - يعبأ اللبن المتخمر ضمن عبوات سعتها 2/1 لتر ويتم سدها بحيث تسمح في إنتاج كمية متزايدة من الكحول وثاني أكسيد الكربون على درجة حرارة 20° م لمدة ساعتين.
 - 8 - يبرد الكوميس الناتج إلى درجة حرارة 4° م حتى التوزيع والتسويق ووفقاً لمدة التخمر، يمكن الحصول على ثلاثة نماذج من الكوميس:
- الكوميس الفتي أو اللطيف الناتج عن تخمر ليوم واحد ويحتوي على حوالي 0.1-0.3% من الكحول و 1% من حمض اللبن.

- الكوميس المتوسط، تخمر خلال مدة يومين ويحتوي على 1.2% من حمض اللبن و 0.2-0.5% من الكحول.
- الكوميس القوي والتخمر خلال مدة ثلاثة أيام ويحتوي على حوالي 1.4% من حمض اللبن ودرجة كحول عالية 3%.

8-3-2 الكيفير: Kefir

مشروب لبني أصله من القوقاز وينتشر في جميع دول المنطقة المحيطة، يحضر من حليب الأنواع المختلفة كالأغنام والماعز والأبقار. عند تحضيره ضمن شروط مثالية يمتاز الكيفير بمظهر ناعم مع وجود رغوة وقوام دهني ويتصف بمذاق طعم مختلف الحموضة وأحياناً طعم لاذع ومر، يجب أن تكون الخثرة متجانسة ولا تظهر أي انفصال للمصل. تستخدم حبيبات الكيفير بوضعها ضمن الحليب حيث يعطي مشروباً متخمرأ يحتوي على حمض اللبن والإيثانول مع تشكل الرغوة.

تقدم حبيبات الكيفير على الحالة المجففة ضمن قطع صغيرة صلبة صفراء أو بنية اللون وأحجام تساوي حجم البندقة وتتكون من خليط معقد من الأحياء الدقيقة على الحالة الكامنة ومن مادة سكرية متعددة أساسها الجلوكوز والجالاكتوز وتحتمي الأحياء الدقيقة بفعل الكازئين كمادة حاملة حيث يمكن حفظها لمدة سنة على الحالة المجففة وتتكون الأحياء الدقيقة من أنواع مختلفة منها:

- بكتريا عصوية غير متجانسة التخمر *Lactobacillus brevis*

- بكتريا عصوية محبة لدرجة الحرارة المتوسطة

Lactobacillus plantarum *Lb. caucasicus*

- وبكتريا عصوية محبة لدرجة الحرارة المرتفعة *Lb. bulgaricus*

- ومن بكتريا غير متجانسة التخمر من نوع *Leuconostoc*

- ومن الخمائر *Saccharomyces kefir*

وقد تترافق مع بعض الأحياء الدقيقة غير المرغوبة مثل بكتريا حمض الزبدة وحمض الخل وحمض بروبيونيك وبعض الفطور. ويحضر الكيفير من حليب كامل الدسم أو الحليب الفرز حيث توضع حبيبات الكيفير ضمن الحليب المجدد لنشاط البادئ. ضمن حبيبات الكيفير يوجد تعايش بين بكتريا حمض اللبن المنتجة للحموضة والمخثرة وبين الخمائر المنتجة للكحول وغاز CO_2 .

تنشط حبيبات الكيفير وفق الخطوات

1. توضع الحبيبات ضمن ماء مغلي ومبرد لمدة 6-8 ساعات يتم خلالها تبديل الماء عدة مرات.
2. توضع الحبيبات في محلول يحتوي على 10 غ/التر من بيكربونات الصوديوم.
3. تنتفخ الحبيبات وتصبح مرنة وكاشفة وتستبعد جميع الحبيبات الطرية والشفافة أو المائلة للون الرمادي ويحتفظ في الحبيبات المرنة والمنتفخة ويكون لونها واضحاً.
4. توضع الحبيبات المنتفخة ضمن حليب مغلي ومبرد على درجة حرارة 16-20°م بمعدل 10 غ من الحبيبات مقابل 100 غ من الحليب وتترك مدة 24 ساعة.
5. تصفى الحبيبات وتنتقل من جديد على درجة حرارة 16-20°م وتكون كمية الحليب أعلى من المرحلة السابقة.
6. يستمر في هذه العملية لمدة 4-5 أيام حيث يبدأ تخمر الحليب وقسم من الحبيبات يعوم على السطح مع انطلاق غاز CO_2 على مستوى الحبيبات.

7. بعد مدة 7-10 أيام من التبريد تطفو جميع الحبيبات على السطح بعد إضافتها بعدة ساعات وتصبح الحبيبات قادرة على تخثر الحليب خلال مدة 24 ساعة بمعدل إلى 30-40 من وزنها.
- فيما يتعلق بالتحضير الصناعي للكيفير اعتباراً من مزرعة الأم يمكن تلخيص تحضير الكيفير وفق الخطوات الآتية:
1. وضع حبيبات الكيفير الطازجة في وعاء يحتوي على الحليب المغلي والمبرد على درجة حرارة 15-20° م في مكان مظلم ويحرك الحليب كل مدة 2-3 ساعات.
 2. بعد مدة 24 ساعة تطفو الحبيبات على السطح ويكون البادئ جاهزاً يرشح الحليب ويتم الحصول على سائل له قوام دهني ورائحة الخميرة وطعم حامضي يمكن استخدامه كبادئ.
 3. يضاف البادئ إلى الحليب المحضر سابقاً والذي يحتوي على 3.2% من المادة الدسمة والمتعرض إلى معاملة حرارية 85-90° م / 3-5 دقائق والمبرد إلى درجة حرارة 20-25° م يحرك ويخلط البادئ مع الحليب في حوض التصنيع بشكل متجانس، تتم عملية التخمير الأولى خلال 12 ساعة.
 4. تحرك الخثرة الطرية الناتجة بلطف مع التبريد المستمر ضمن حوض التصنيع للوصول إلى درجة حرارة 12-15° م ويترك مدة 14-18 ساعة لحدوث التخمير الكحولي.
 5. تبرد الخثرة الناتجة إلى درجة حرارة 5-6° م.
 6. يعبأ الحليب ضمن عبوات زجاجية أو مع سدادات من الألمنيوم ويخزن على درجة الحرارة المنخفضة حتى الاستهلاك.
- ووفقاً لمدة التخمير الكحولي يمكن الحصول على ثلاثة نماذج من الكيفير:

- 1- الكيفير الفتى: سائل دهني له قوام متجانس رغوته قليلة وطعمه حلو محتواه قليل من الحموضة والكحول.
 - 2- الكيفير المتوسط: سائل دهني له رغوة وطعم دهني حامضي.
 - 3- الكيفير القوي: شديد الرغوة قوي النكهة وطعم حامضي لاذع.
- من مميزات الكيفير الجيد احتوائه على:
- 0.6-1% حمض اللبن ورقم الحموضة 4.2-4.5 pH
 - 0.6-0.8% من الكحول
 - 50% من غاز CO_2

4-8 المنتجات المتخمرة: Fermented products

- توجد منتجات عديدة من ضمنها الألبان الحامضية واللبن الخض.
- يستهلك الحليب المحمض في البلدان الحارة وخاصة أفريقيا والشرق الأوسط ويطلق عليه اللبن ويحضر من حليب غالباً يتعرض إلى عملية فرز جزئية أو عملية فرز كاملة وغالباً ما يستخدم الحليب المجفف في البلاد التي يكون فيها الإنتاج غير كاف حيث يستخدم الحليب المعاد التشكيل بخلط 1 كغ من بودرة الحليب الفرز مع 10 كغ من الماء ويصنع وفق الخطوات الآتية:
1. تعريض الحليب إلى معاملة حرارية مناسبة ويبرد على درجة حرارة 20-25°م.
 2. يضاف البادئ بمعدل 2.5-3% والذي يتكون من بكتريا حمض اللبن الأليفة لدرجة الحرارة المتوسطة.
 3. تطبق الحضانة لمدة 18-20 ساعة للوصول إلى التخثر والذي يتوافق مع درجة حموضة 65 إلى 70°D.

4. تخلط الخثرة المتشكلة بلطف وتنعم ويترافق ذلك مع التبريد للوصول إلى درجة حرارة 4-5° م.
5. التعبئة ضمن عبوات وتترك على درجة حرارة 4° م ويمكن حفظها لمدة أسبوع.
6. يمكن تحضير هذه المنتجات من حليب الأغنام والماعز وتستخدم بكتريا حمض اللبن الأليفة لدرجة الحرارة المتوسطة والمرتفعة ويمكن استخدام بعض السلالات التي تتصف بإنتاج المواد اللزجة والخيطية.
- أما اللبن الخض الناتج عن خض القشدة والحصول على الزبدة فيمكن استخدامه كمشروب مرطب أو يستخدم في تحضير وجبات غذائية ويمكن تصنيع لبن الخض اعتباراً من الحليب الحامضي وفق المراحل التالية:
- 1 - تحضير الحليب: بإضافة 0.1% من الملح لإعطاء الطعم إلى حليب فرز محتواه من المادة الدسمة 0.1-0.8% ورفع المحتوى من المادة الصلبة الكلية بإضافة 1-2% من بودرة الحليب الفرز.
- 2 - يسخن الحليب على درجة حرارة 80-90° م / 20-30 دقيقة.
- أو 90-95° م / 1-5 دقائق.
- يحسن التسخين من لزوجة وثبات المنتج.
- 3 - يبرد الحليب إلى درجة حرارة 21-22° م
- 4 - يضاف البادئ بمعدل 0.5-3% والذي يتكون من بكتريا حمض اللبن الأليفة لدرجة الحرارة المتوسطة.
- 5 - يحضن الحليب مدة 14-16 ساعة على درجة حرارة 22° م للوصول إلى درجة حموضة D⁸⁰ ورقم حموضة 4.6-4.7 حيث يتخثر الحليب.
- 6 - تبرد الخثرة إلى درجة حرارة 3-6° م مع التحريك اللطيف خلال مدة ساعتين ونصف.

7 - يمكن حفظ المنتج مدة أسبوعين على درجة حرارة 4°م.
بغية الحصول على منتج له قوام مشابه للبن الخض الطبيعي يمكن خض الخثرة
خلال 15 دقيقة وتطبيق التجنيس على درجة حرارة 5°م وضغط 5 بار.

5-8 الخصائص التغذوية للألبان المتخمرة:

Nutritive value of fermented products

5-8 1- الخصائص التغذوية للبن الخاثر: Nutritive value of yoghurt

1 - تحسين قابلية هضم البروتينات: يعتبر اللبن الخاثر أكثر قابلية للهضم
بمعدل مرتين بالمقارنة مع الحليب حيث يحتوي على أحماض أمينية حرة أعلى
بمرتين وتنتج هذه الخاصية من:

1- تطبيق المعاملة الحرارية.

2- التخثر الدقيق والناعم.

3- تأثير الحموضة المرتفعة.

4- أثر وفعل بكتريا حمض اللبن في تحلل البروتينات.

2 - تحسين امتصاص اللاكتوز: يسمح وجود بكتريا حمض اللبن في استقلاب
وتمثل اللاكتوز لدى الأشخاص الذين يعانون من نقص اللاكتاز ولا يحدث هذا
الفعل إذا تعرضت بكتريا حمض اللبن إلى معاملة حرارية التي تؤدي إلى قتلها
والتخلص منها، من ضمن الفرضيات العديدة للفعالية المحللة لسكر اللاكتوز من
قبل بكتريا حمض اللبن الحية في الجدار المعوي أن اللاكتاز المتحرر من خلايا
بكتريا حمض اللبن خلال عبورها المعوي يسهل من استقلاب اللاكتوز ويعتقد أن
الفعل الأساسي لهذه الظاهرة يعود *Lb. bulgaricus*.

3 - فعالية مضادة للميكروبات: من أهم فوائد اللبن استخدامه كمادة مضادة
للإسهال لدى الأطفال فالحموضة المرتفعة في اللبن الخاثر تقدم حماية خاصة إزاء
التلوث بالبكتريا الممرضة، ويجب الإشارة إلى أن بكتريا حمض اللبن تنتج مواداً

مثبطة مثل حمض بنزويك 15 إلى 30 مغ/كغ وبعض المضادات الحيوية المضادة للبكتريا.

4 - تنشيط النظام المناعي: لقد تبين وجود زيادة في إنتاج بروتينات المناعة IgG وتنشيط الخلايا الليمفاوية B وتظهر التجارب توقف التنشيط إذا تعرضت البكتريا إلى معاملة حرارية قاتلة ولذلك يتطلب تنشيط النظام المناعي وجود البكتريا الحية ضمن اللبن الخاثر، فتزداد المقاومة للأمراض ويعد اللبن الخاثر عامل وقاية ضد الالتهابات المعوية إزاء *E. coli. Salmonella* على شرط أن لا تكون الحمولة الجرثومية مرتفعة.

5 - الفعل المضاد للكوليسترول: تبين دراسات الألبان المتخمرة وخصوصاً أن اللبن الخاثر له فعل المضاد للكوليسترول.

6 - تأثيرها على الفيتامينات: تستهلك بعض الفيتامينات من قبل بكتريا حمض اللبن B12 ومن جهة أخرى ينتج بعضها حمض فوليك.

7 - قابلية الهضم للمادة الدسمة: بالرغم من أن الفعالية المحللة للدهن ضعيفة وقليلة لكنه تأكد وجود زيادة معنوية في المحتوى من الأحماض الدسمة الحرة في اللبن الخاثر.

8 - الجاهزية الحيوية للأملاح المعدنية: يسمح الخاثر في زيادة استقلاب الكالسيوم مقارنة مع الحليب وتمتاز العظام المتكونة خلال النمو بمقاومة ميكانيكية مرتفعة.

5-2 الخصائص التغذوية لبعض منتجات الألبان المتخمرة الأخرى:

سنشير لبعض الخصائص المتعلقة ببكتريا *Lactobacillus acidophilus* وبكتريا نوع *Bifidobacterium*.

1 - تنظيم الفلورا المعوية:

إن استهلاك منتظم لعدد مقداره 10^8 إلى 10^{12} من البكتيريا *Lb. acidophilus* و *Bifidobacterium* / يومياً يحسن من الإسهال لدى الأطفال وبصورة خاصة إذا كان المنتج يحتوي على *Bf. longum* ويشكل المنتج المحتوي على *Lb. acidophilus* الحماية إزاء المكورات العنقودية الذهبية *Staphylococcus aureus*

2 - الفعل المضاد للكوليسترول:

عند استهلاك منتج مخمر يحتوي على *Lb. acidophilus* ينخفض معدل الكوليسترول في الدم وهذا ناتج عن امتصاص مباشر للكوليسترول بفعل بكتيريا حمض اللبن وزيادة إفراغ الكوليسترول.

3 - ينظم فعالية الكبد:

الألبان المتخمرة بفعل *Bifidobacterium* تساهم بدور كبير في إزالة السمية خاصة إزاء الأمونياك والفينولات الحرة في حالة مرض تشمع الكبد.

4 - تنشيط النظام المناعي والفعل المضاد لتشكل الخلايا السرطانية:

تظهر النتائج أن الألبان المتخمرة المحتوية على *Lb. acidophilus* و *Lb. caesi* تنشط النظام المناعي حيث تخفض من فعالية *B. glucoromidase* و *nitroreductase* و *Agreductase* وهي إنزيمات متجمعة ومترابطة مع المواد المسرطنة وتبين أيضاً أن *Bf. adolescentis* و *Lb. acidophilus* تخفض من فعالية الإنزيمات السابقة.

(Veisseyre, 1979., Chandan ,2006., Liquet et Corrieu ,2006., Papademos, 2014., Puniya ,2015., Tamime ,2006., Walstra et al.2005.)

الفصل التاسع

الأجبان Cheeses

- 9-1 عموميات حول صناعة الأجبان.
- 9-2 تحضير الحليب في صناعة الأجبان.
- 9-3 التخثر.
- 9-4 انفصال المصل من الخثرة.
- 9-5 التمليح.
- 9-6 الإنضاج.
- 9-7 الخصائص الفيزيائية والكيميائية للأصناف المختلفة من الأجبان.
- 9-8 تصنيف الأجبان.
- 9-9 مردود الأجبان.
- 9-10 القيمة الغذائية للأجبان.
- 9-11 الأجبان المصهورة.

الفصل التاسع

الأجبان Cheeses

9-1 عموميات حول صناعة الأجبان:

تشكل الأجبان طريقة قديمة في حفظ البروتينات والمادة الدسمة وقسم من الكالسيوم والفوسفور، وتعد القيمة الغذائية والخصائص الحسية مهمة جداً للإنسان في كل المناطق. توجد نماذج عديدة من الأجبان وفقاً لطريقة التصنيع، ويطلق اسم الأجبان على المنتج المتخمر أو غير المتخمر الناضج أو غير الناضج الذي تم الحصول عليه حصرياً من المنتجات اللبنية الآتية:

- الحليب.

- الحليب المتعرض إلى عملية فرز جزئية أو كلية.

- القشدة.

- اللبن الخض.

والتي تستخدم بشكل خليط أو لوحدها وتم تخثرها جزئياً أو كلياً قبل انفصال المصل أو بعد التخلص من قسم محدد من الطور المائي. يشتمل تصنيع الأجبان المراحل التالية:

1 - تحضير الحليب وتنظيم محتواه من البروتينات والمادة الدسمة.

2 - تخثر الحليب والحصول على الهلام.

3 - التخلص من المصل والحصول على الخثرة.

4 - الإنضاج والحصول على الشكل النهائي للأجبان.

2-9 تحضير الحليب في صناعة الأجبان:

Preparation of milk for cheese making

تؤدي التبدلات النوعية والكمية للحليب إلى إيجاد حلول تكنولوجية وفق Mahaut, 2000 يعزى إليها وجود التنوع الكبير في الأجبان. يعتبر تحضير الحليب في صناعة الأجبان مرحلة أساسية للأسباب الآتية:

1 - رغبة المستهلك في الحصول على منتج يمتاز بنوعية ثابتة خلال أوقات مختلفة وأماكن متعددة.

2 - مظهر تشريعي: يجب أن تتطابق خصائص الجبنة وفقاً للتشريعات والمواصفات المطلوبة المتعلقة بالمحتوى من المادة الصلبة الكلية والعلاقة بين المادة الدسمة إلى المادة الصلبة الكلية والوزن الثابت والنوعية الصحية.

3 - مظهر تقني: ضرورة تحسين إمكانية تخزين الحليب المحفوظ على درجة حرارة باردة.

4 - آلية وميكانيكية الطرق التكنولوجية للزيادة الإنتاجية وتقليل دورها في الأجبان، كل ذلك يتطلب المعرفة الدقيقة لـ:

- الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحليب.
- سلوكية الحليب إزاء المعاملات التكنولوجية.
- التقنية المطبقة في كل مرحلة عند تصنيع الحليب.

2-9-1 تنظيم تركيب الحليب فيزيائياً وكيميائياً

Standardization of milk

يقصد به تنظيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحليب المستخدم في صناعة الأجبان وبصورة خاصة ينظم المحتوى من:

- المادة الدسمة.

- المواد البروتينية.
- التوازن المعدني.
- رقم pH.
- اللاكتوز.

2-2-9 Biological standardization :التنظيم الحيوي:

يسبب تبريد الحليب على درجة حرارة 3-5°م خلال مدة 72 ساعة إلى حدوث تغيرات في التوازن الملحي والتركيب الجسيمي، حيث يتحلل الكازئين بفعل البلاسمين (البروتيناز القلوي) وبروتيناز البكتريا الأليفة لدرجة الحرارة المنخفضة. عند استخدام الحليب المبرد في صناعة الأجبان ينخفض المردود الناتج بفعل تحلل قسم من الكازئين وفقد قسم من المواد الأزوتية ضمن المصل والمترافق أحياناً في ظهور الطعم المر. تساهم بكتريا حمض اللبن بدور هام في المراحل المختلفة عند تصنيع الأجبان، ويسمح إنتاج حمض اللبن في خفض رقم pH الحليب، وتساهم أيضاً مع الإنزيمات المخثرة في تغيير الخصائص الفيزيائية والكيميائية للوسط، الذي يؤثر على قوام الأجبان الناتجة وتساهم في تحضير شروط مناسبة لنمو بادئات الإنضاج (الخمائر والفطور) أو تضيفي على الأجبان الخصائص الحسية بفعل قدرتها على تحلل البروتينات ولذلك من الضروري الاهتمام في عملية التخمير. يؤدي تطبيق المعاملة الحرارية 63°م / 30 دقيقة، 72°م / 20-30 ثنائية إلى تخفيض العدد الأولي للبكتريا الطبيعية الموجودة في الحليب وفي الوقت نفسه تتأثر الخصائص التكنولوجية للحليب. يمكن استخدام بعض المعاملات لتنقية الحليب أو لتنظيف الحليب Bactofugation أو الترشيح الفائق كطرق بديلة للمعاملات الحرارية وذلك بالتخلص من 95 إلى 99% من البكتريا على درجة حرارة 30-50°م والتي منها كلوستريديا Clostridia دون أن تؤثر في الخصائص التكنولوجية. تهدف عملية التنظيم الحيوي إلى:

- تنظيم الزمن اللازم للتخثر.

- تحسين عوامل النمو.

- تنظيم رقم الحموضة المطلوب.

ويمكن توضيح مخططي الإنتاج وفقاً لنوعية الحليب المكروبيولوجية:

المخطط الأول: يطبق الإنضاج على درجة حرارة 30-35°م خلال مدة ساعة على الحليب جيد النوعية المكروبيولوجية، والمحفوظ على درجة حرارة 4°م لمدة 24 ساعة وذلك لخفض رقم الحموضة pH من 6.7 إلى 6.65.

المخطط الثاني: الإنضاج على درجة حرارة 30 - 35°م لمدة ساعة وذلك لخفض رقم الحموضة pH من 6.65 إلى 6.6 ويطبق على الحليب متوسط النوعية المكروبيولوجية حيث يكون العدد الكلي أعلى من 100.000/مل وعدد الأحياء الدقيقة الأليفة لدرجة الحرارة المنخفضة أعلى من 20.000/مل ويفضل تطبيق معاملة حرارية 63-65°م خلال 20 ثانية لتطبيق الإنضاج الحيوي والفيزيائي. يهدف تطبيق المعاملة الحرارية 72°م / خلال 15 ثانية قبل تطبيق الإنضاج على درجة حرارية مرتفعة إلى التخلص من البكتيريا الطبيعية في الحليب والبكتيريا المضافة عند تطبيق إنضاج أولي على درجة حرارة منخفضة وذلك لتجنب خطر ملتهبات الجراثيم والتلوث. من أهم بكتيريا حمض اللبن المستخدمة نشير بصورة أساسية إلى البكتيريا المتجانسة وفقاً لـ :

Lactococcus lactis spp lactis, Lactococcus lactis spp cremoris
Chanda, 2006.

تهدف إضافة البادئ بعد المعاملة الحرارية وتطبيق الإنضاج لمدة ساعة على درجة حرارة 30-35°م إلى توجيه والسيطرة على رقم الحموضة عند إضافة المنفحة وكذلك التحكم في درجة الحموضة خلال انفصال المصل وتعد هذه المرحلة مهمة جداً كونها تتحكم في المحتوى من العناصر المعدنية والمادة الصلبة

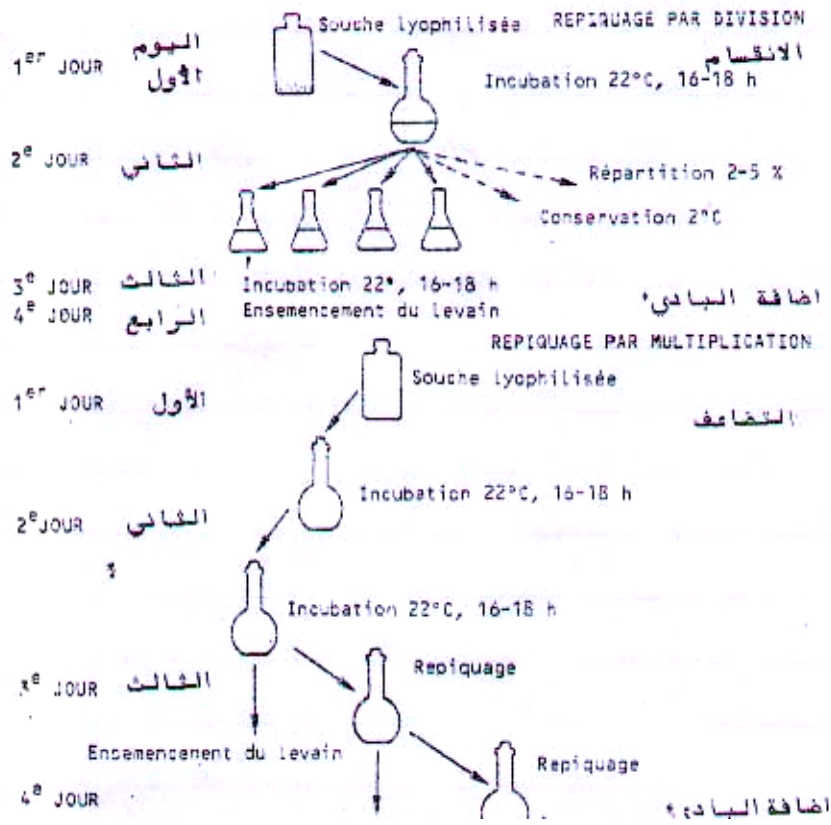
الكلية، (الجدول 9-1) وفقاً لـ Mahaut et al 2000 الجدول (9-1) أهم بكتيريا حمض اللبن المستخدمة في صناعة الأجبان والمنتجات الأخرى.

المنتج	الاسم الجديد	الاسم القديم	نموذج البادئ
			Mésophiles
← أجبان طازجة	<i>Lactococcus lactis</i> ssp <i>cremoris</i>	<i>Streptococcus cremoris</i>	
← أجبان فيفا	<i>Lactococcus lactis</i> ssp <i>lactis</i>	<i>Streptococcus lactis</i>	
	<i>Lactococcus lactis</i> ssp <i>cremoris</i>	<i>Streptococcus cremoris</i>	
	<i>Lactococcus lactis</i> ssp <i>lactis</i>	<i>Streptococcus lactis</i>	
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp <i>cremoris</i>	<i>Leuconostoc citrovorum</i>	
	<i>Leuconostoc lactis</i>	<i>Leuconostoc lactis</i>	
← أجبان طرية	<i>Lactococcus lactis</i> ssp <i>cremoris</i>	<i>Streptococcus cremoris</i>	
	<i>Lactococcus lactis</i> ssp <i>lactis</i>	<i>Streptococcus lactis</i>	
	<i>Lactococcus lactis</i> ssp <i>lactis</i>	<i>Streptococcus diacetylactis</i>	
← أجبان مضغوطة	<i>Lactococcus lactis</i> ssp <i>cremoris</i>	<i>Streptococcus cremoris</i>	
← زبدة	<i>Lactococcus lactis</i> ssp <i>lactis</i>	<i>Streptococcus lactis</i>	
← زبدة	<i>Lactococcus lactis</i> ssp <i>lactis</i> biovar <i>diacetylactis</i>	<i>Streptococcus diacetylactis</i>	
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp <i>cremoris</i>	<i>Leuconostoc citrovorum</i>	
← أجبان طرية	<i>Leuconostoc lactis</i>	<i>Leuconostoc lactis</i>	
			Thermophiles
	<i>Streptococcus salivarius</i> ssp <i>thermophilus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	
← اللبن الخائر	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp <i>bulgaricus</i>	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	
← موزاريلا	<i>Streptococcus salivarius</i> ssp <i>thermophilus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	
	<i>Lactobacillus helveticus</i>	<i>Lactobacillus helveticus</i>	
← أجبان مضغوطة	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp <i>lactis</i>	<i>Lactobacillus lactis</i>	

تحضر البادئ اعتباراً من مزارع بكتيريا سائلة مركزة أو مجففة أو مجفدة ويتطلب تحضير البادئات على مرحلتين:

- 1- تحضير مزرعة الأم.
- تحضير مزرعة البادئ والتي تمثل 1-2% من حجم الحليب المستخدم في التصنيع.

يتضمن تحضير مزرعة الأم سلسلة عمليات الزرع مع زيادة الحجم المزروعة وفق طريقتين بالانقسام أو التضاعف للحصول على البادئ المستخدم في التصنيع. تمتاز طريقة الانقسام بدرجة أمان عالية على المستوى البكتريولوجي، لكن حفظ السلالات لعدة أيام على درجة حرارة 2-4°م يمكن أن يؤدي إلى فقد في الفعالية أما طريقة التضاعف فتمتاز بفعالية مثلى للسلالات إلا أنه يخشى من خطر التلوث وعدم التوازن بين السلالات الشكل (9-1). يحضر البادئ في أحواض مزدوجة الجدران مجهزة بغطاء وخلط وينصح أيضاً باستخدام أحواض معزولة حرارياً للحد من التلوث. عند تحضير مزرعة الأم يستخدم الحليب المعقم الفرز بالطريقة القديمة (120°م / 20 دقيقة) أما عند تحضير البادئ المضاف يستخدم حليب مبستر فرز أو معامل حرارياً على درجة حرارة 90°م خلال 30 دقيقة مع الإشارة إلى ضرورة إضافة 1-2% عند تحضير المزارع.



الشكل رقم (9-1): تحضير البادئ.

3-9 التخثر: Coagulation

يحدث التخثر نتيجة تبدل غير عكوس للحالة السائلة في الحليب إلى الحالة نصف الصلبة والتي تدعى الخثرة وتتحكم خصائصها في انفصال المصل والخصائص النهائية للأجبان.

3-9 1- ثبات الجسيمات: Stability of micelles

جسيمات الكازئين مواد غروية أليفة للماء ويحافظ على ثباتها:

- الخصائص الفيزيائية للسطح.

- درجة الإمالة.

3-9-2 - التخثر الحامضي: Acidic Coagulation

9-3-2-1 ميكانيكية التخثر الحامضي:

التخثر الحامضي ظاهرة معقدة وتحتاج إلى فهم وتوضيح ما زال غير كاف لفهم التبدلات التي تحدث على التركيب وانفصال المصل، تؤدي إضافة شوارد الهيدروجين بالتخمر اللبني أو بإضافة مادة جلوكونو دلتا لاكتون أو CO_2 إلى تراجع في تشرّد الوظائف الحامضية ويترافق أو يتلازم ذلك مع إذابة وانحلال تدريجي للكالسيوم والفوسفات اللاعضوية للجسيمة، وتؤدي الحموضة في الوقت نفسه إلى إذابة جزئية للكالزئين $\alpha s1, \alpha s2, \beta, k$ على درجة الحرارة العادية وتزداد درجة الإذابة مع انخفاض درجة الحرارة إلى $4^\circ C$. عند رقم pH أقل من 5.2 يكون كل الكالسيوم الغروي والفوسفات على الحالة المنحلة وتسبب درجة الحموضة تفكك الكالسيوم المرتبط مع فوسفوسيرين مما يحرض تفريق الجسيمات وإعادتها على شكل تحت وحدات الجسيمة .

تؤدي زيادة الكالسيوم والفوسفات الذائبة إلى رفع القوة الشاردية مضعفة التفاعلات الكهربائية الراكدة ومخفضة الخصائص الأليفة للماء لأقسام الكالزئين β, k مما يزيد من إضعاف الروابط غير الأليفة للماء بين أقسام الكالزئين ويترجم ذلك بنزع البلمرة للكالزئين αs مؤدياً إلى إعادة تنظيم البروتينات على شكل شبكة يليها تشكل الهلام عند رقم pH 4.6.

9-3-2-2: العوامل المؤثرة في التخثر الحامضي:

تعتمد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للهلام اللبني على عوامل عديدة منها:

- المحتوى من البروتينات.

- درجة الحرارة.

- رقم pH النهائي وسرعة ارتفاع درجة الحموضة.
- إضافة العناصر المعدنية.

3-3-9 التخثر الإنزيمي للحليب: Enzymatic coagulation الأنزيمات المخثرة:

يوجد العديد من الأنزيمات ذات الأصل الحيواني والنباتي والميكروبي القادرة على تخثر الحليب:

- الأنزيمات من أصل حيواني: المنفحة (العجول، الخروف، الجدي) الببسين (الديك، الخنزير)

- الأنزيمات من أصل نباتي: فيسين Ficin، بروميلين Bromelaine

- الأنزيمات من أصل ميكروبي: أنزيمات فطرية *Endothia parasitica*، *Mucor pusillus*، *Mucor miehei*، أنزيمات بكتيرية *Bacillus subtilis* (Ramet 1984).

تعد المنفحة المستخرجة من معدة صغار المميزات غير المفطومة من أكثر الأنزيمات استخداماً، أما الأنزيمات البديلة الأخرى فهي أقل كلفة ولكنها تمتاز بفعالية عالية في تحلل البروتين، وتؤدي إلى الحصول على أجبان مرة الطعم وانخفاض في المردود. في الوقت الحالي، بفضل استخدام الهندسة الوراثية التي سمحت في إضافة مورث على بعض الأحياء الدقيقة مثل *Aspergillus Kluyveromyces* والتي تؤدي إلى الحصول مستحضرات تجارية.

3-3-9-1 ميكانيكية التخثر الإنزيمي:

تشتمل ميكانيكية التخثر الإنزيمي على ثلاث مراحل:

- التحلل الإنزيمي للكارئين كايا.
- تراكم الجسيمات منزوعة الثبات.
- التقصص وتشكيل الهلام.

9-3-3-1: التحلل الإنزيمي:

يتوافق الطور الإنزيمي بتحلل بروتيني محدود للكازئين كابا على الرابطة 105-106 حيث يتشكل (1) بارا كازئين غير ذواب (1-105) (2) كازئين ماكروبيتيد أليف الذوبان في الماء (106-169)، ويؤدي تحرر كازينو جليكو ببتيد إلى انخفاض في الشحنة السالبة للجسيمة أي انخفاض قوى التناثر ودرجة الإماهة المسؤولة عن ثبات الجسيمة.

9-3-3-2: تراكم الجسيمات:

عند رقم pH 6.6 وتحلل 80-90% من الكازئين كابا، والذي يتوافق مع 60% من الزمن اللازم لبدية التخثر يحدث التراكم نتيجة تشكل روابط كهربائية راکدة وروابط غير أليفة للماء بين الجسيمات المتغيرة.

9-3-3-3: تشكيل الهلام:

تخضع الجسيمات المتراكمة إلى إعادة تنظيم معمقة بسبب وجود روابط ذات طبيعة متنوعة تنشأ بين الجسيمات، (روابط ملحية، روابط غير أليفة للماء، روابط كهربائية راکدة) لتشكل الهلام المتكون من شبكة طرية تحتوي ضمنها المصل والمادة الدسمة. يوجد الكازئين الذي يمتاز بمحتوى مرتفع من العناصر المعدنية ضمن الهلام المتشكل، وهذا ما يضيف على هلام المنفحة الخصائص المميزة عن الهلام الحامضي اللبني، فهلام المنفحة مرن ومتماسك، وقابل للتقلص وغير مسامي.

9-3-2: العوامل المؤثرة في التخثر الإنزيمي:

توجد عوامل عدة قادرة أن تؤثر في تخثر الحليب والخصائص الفيزيائية والكيميائية للخرثرة الناتجة. وفقاً لـ Brule et al, 2017

9-3-3-2: تركيز الأنزيم:

يتناسب زمن التخثر عكسياً مع تركيز الأنزيم ضمن مجال حراري بين 25 و 40° م وخلال زمن تخثر يتراوح بين 2 و 40 دقيقة. يؤثر تركيز الأنزيم أيضاً على سرعة ازدياد المتانة والسرعة في الوصول إلى المتانة النهائية ولكنه لا يؤثر في المتانة النهائية.

9-3-3-2: درجة الحرارة:

درجة الحرارة المثلى لفعالية المنفعة تتراوح بين 40-42° م ولا يحدث التخثر على درجة حرارة أدنى من 10° م، ويكون الزمن في حده الأدنى عند درجة حرارة 40-42° م، ويزداد الزمن مع ارتفاع درجة الحرارة ولا يتخثر الحليب عند الوصول إلى درجة حرارة 65° م بسبب تثبيط فعالية المنفعة. يلاحظ انخفاض الزمن اللازم للوصول إلى المتانة النهائية عند ارتفاع درجة الحرارة عن 30° م علماً أن دليل المتانة ينخفض مع ارتفاع درجة الحرارة. إن Q_{10} للطور الإنزيمي يساوي 2 في حين أنه يساوي 15 في الطور الثاني للتخثر ولذلك تعتبر درجة الحرارة وسيطاً للفصل بين الطورين عند ترك المنفعة مع الحليب على درجة حرارة منخفضة، ويلاحظ حدوث الطور الإنزيمي وعدم التخثر وكفي تسخين الحليب للحصول على التخثر.

9-3-3-3: pH:

لرقم الحموضة تأثير مهم في خصائص الخرثرة، إذ يؤدي انخفاض رقم الحموضة إلى انخفاض الزمن اللازم للتخثر فعند المرور من PH 6.5 إلى 5.6

تزداد سرعة التخثر بمعدل 30 وهذا ناتج من سرعة تحلل الكازئين بمعدل 7 وأن انخفاض الـ pH يسرع في الوصول إلى المتانة أما المتانة النهائية فترتفع عند انخفاض رقم الحموضة من 6.6 إلى 6.0 بسبب وجود كمية مرتفعة من الكالسيوم المتشرد، في حين أن الانخفاض إلى رقم أدنى من 6 يفقد الكازئين معادنه، وتزداد درجة تبعثر التركيب الجسيمي ويصبح كلياً عند pH 5.2 وعلى درجة حرارة 40 °م مما ينتج عنه انخفاض وضعف في بنية الشبكة البروتينية .

9-3-3-3 الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحليب:

9-3-3-3-1: المحتوى من الكالسيوم:

يتطلب تشكل الهلام عند التخثر بالمنفحة وجود روابط فوسفو كلسية، التي تتأثر بالمحتوى الطبيعي للكالسيوم في الحليب، ويؤدي إضافة كلوريد الكالسيوم إلى زيادة الكالسيوم المتشرد والغروي، التي تؤثر في زيادة حجم الجسيمات وخفض الـ pH مما يقلل الزمن اللازم للتخثر وزيادة متانة الهلام.

9-3-3-3-2: المحتوى من الكازئين:

لا يؤثر المحتوى من الكازئين على زمن تخثر الهلام، نظراً لأن النسبة المئوية للتحلل في البداية مستقلة عن المحتوى من البروتينات وأن سرعة التحلل الإنزيمي متناسبة طردياً مع المحتوى من البروتينات، وبالمقابل فإن سرعة التراكم ومتانة الهلام تزداد مع ازدياد المحتوى من الكازئين.

9-3-3-3-3: أبعاد الجسيمات:

إن أبعاد الجسيمات مرتبط في الحصوص النسبية للكازئين $\alpha S1, \beta, k$ و $aS2$ وتبين وجود علاقة بين زمن التخثر وحجم الجسيمات، في حالة الجسيمات ذات القطر الصغير والغني في كازئين كابا، يكون التحلل أسرع. يتصف الهلام

المتشكل من حليب يحتوي على جسيمات صغيرة بمتانة أكبر بالمقارنة مع الحليب المحتوي على جسيمات كبيرة.

9-3-3-4: المعاملات المسبقة للحليب:

يؤدي تبريد الحليب لمدة 48 إلى 72 ساعة على درجة حرارة 2-3°م إلى تغيرات في التوازن الملحي وتركيب الجسيمات ويترتب عنه إطالة في الزمن اللازم لتخثر الحليب وتشكل هلام طري وينتج منه انخفاض في المرود. يمكن تصحيح هذه الآثار العكوسة: بإضافة كلوريد الكالسيوم - رفع درجة الحموضة بالإيضاج الحيوي - إضافة 10% من المادة الصلبة اللا دهنية - إضافة البروتينات.

يؤدي التسخين على درجة حرارة مرتفعة إلى نتائج سلبية على زمن التخثر ومتانة الهلام الناتج فمثلاً تطبيق المعاملة الحرارية 90°م خلال دقيقة يزيد زمن التخثر بمعدل 1.6 وازدياد الزمن اللازم للوصول إلى متانة K20 إلى 6.5 مرة وبقل دليل المتانة بمعدل 25% من القيمة الناتجة من الحليب الخام. ولا يتخثر الحليب المعامل على درجة حرارة 140°م خلال 15 ثانية ويمكن الحد وتخفيض الفقد في إمكانية التخثر الناتج عن تطبيق معاملة حرارية بزيادة علاقة الكازئين إلى البروتينات الذائبة، ولذلك عند صناعة الأجبان يمكن إخضاع الحليب إلى معاملة حرارية معتدلة 63°م / 30 دقيقة أو 72°م / 15 ثانية. وبطبق التجنيس في صناعة الأجبان الطازجة لزيادة الثبات والحصول على عجينة ناعمة. أخيراً توجد مجموعة من العوامل التي يمكنها التأثير على قابلية التخثر والخصائص الفيزيائية للهلام المتشكل. يوضح الجدول رقم (9-2) أنواع الهلام المتشكلة عن الترابط بين التخثر الحامضي والتخثر الإنزيمي الذي يؤدي إلى الحصول على هلام يتصف بقوام متبدل من شكل السوائل اللزجة وحتى الصلب المرن.

الجدول (9-2): أنواع الهلام الناتجة في تكنولوجيا الألبان وطريقة

الحصول عليها.

أنواع الهلام	اللبن	الخليط	المنفحة
--------------	-------	--------	---------

نقي اختياري	سائد		سائد	نقي	
اختياري	+	+	+	+	بكتريا حمض اللبن
50-40	40-20	30-16	8-1	-	أنزيم مخثر مل/100 لتر
6.8-6.7	6.75-6.55	6.45-6.15	6.7-6	-	pH عند إضافة المنفحة
45-40	40-30	38-28	28-18	43-20	درجة حرارة التخثر °م
15-10 دقيقة	45-25 دقيقة	20 دقيقة- 2.5 ساعة	14- 36 ساعة	3-18 ساعة	الزمن الكلي للتخثر
لا يوجد	أعلى من 6,5	5,8 < pH < 6,45	أقل من 4.6	لا يوجد انفصال المصل	pH عند انفصال المصل
حليب متخثر ومنكه	مضغوطة وغير مطبوخة	أجبان طرية	أجبان طازجة	ألبان متخمرة (اليو غورت)	نماذج الأجبان

9-4 انفصال المصل من الخثرة: Whey drainage

الهلام المتشكل بالتخثر الحامضي أو التخثر الإنزيمي يشكل طوراً وحالة فيزيائية غير مستقرة ووفقاً للتكنولوجيا المستخدمة يتكون المصل من الماء واللاكتوز والأملاح المعدنية والمواد الآزوتية والمادة الدسمة، وينفصل بسرعة متباينة وفقاً للخثرة المتشكلة، وتتوافق عملية النضح مع خروج المصل حيث تساهم بدور مهم في تجفيف الأجبان واستبعاد اللاكتوز وبعض العناصر المعدنية.

9-4-1 ميكانيكية انفصال المصل:

9-4-1-1: انفصال المصل من الخثرة الحامضية:

من المعروف أن الخثرة الحامضية متفتته ومكونة من شبكة من الكازئين منزوع العناصر المعدنية، ولذلك فهي محرومة من الروابط القادرة على خلق قوى

التقلص أو تشكيل ترسبات من الكازئين وفقاً لارتفاع درجة الحموضة. ويمتاز الهلام الحامضي بنفوذية عالية ويكون خروج المصل تلقائياً ولكنه محدود لانعدام التقلص. في نهاية مرحلة انفصال المصل تكون العجينة طرية وغير مترابطة ويصل المحتوى إلى مستوى يتراوح بين 75 وحتى 80%.

9-4-1-2: انفصال المصل من الخثرة الأنزيمية:

الخثرة الناتجة عن التخثر الإنزيمي مكونة من شبكة من الكازئين المنظمة جيداً وعند الترسب تتشكل روابط كلسية جديدة وروابط غير أليفة للماء تؤدي في النهاية إلى تقلص وانكماش الخثرة مما يسهل من خروج المصل الموجود ضمن الشبكة البروتينية. عندما لا يطبق أي فعل خارجي، يحتفظ الهلام بشكله الأساسي خلال فترة انفصال المصل. يمتاز الهلام بمسامية عالية ونفوذية ضعيفة ولذلك من الضروري لقطع هذا الطور ينبغي تطبيق بعض المعاملات الميكانيكية والحرارية والفيزيائية والكيميائية.

9-4-1-3: انفصال المصل من الخثرة الناتجة عن التخثر المختلط:

تمتاز الخثرة الناتجة من التخثر الخليط بخصائص وسيطة بين الخثرة الحامضية والخثرة الإنزيمية للتخلص من المصل حيث تكتسب الخثرة الحموضة التي تحسن من نفوذية خروج المصل.

9-4-2: العوامل المؤثرة في انفصال المصل:

من أهم العوامل المؤثرة في انفصال المصل يشار إلى المعاملات الميكانيكية والحرارية والفيزيائية والكيميائية والحيوية وشدتها وهي مرتبطة في خصائص قوام الخثرة الناتج عند التخثر وانفصال المصل. الخثرة الحامضية متفتته ولا تتحمل أي فعل ميكانيكي، ولذلك توضع الخثرة ضمن أكياس أو قطع من القماش أو تطبيق

الطرد المركزي للتخلص من المصل، أما الخثرة المختلطة ذات السيادة الحامضية فتتحمل قليلاً التقطيع في حين تمتاز الخثرة المختلطة ذات السيادة الأنزيمية بمطاطية عالية وتعتبر قادرة ويمكن بسهولة إخضاعها إلى المعاملات التي تسرع من خروج المصل.

9-4-2-1: التقطيع: Cutting

يهدف التقطيع إلى تقسيم الهلام إلى قطع متساوية لزيادة السطح الذي يسرع من خروج المصل وتزداد درجة انفصال المصل كلما ارتفعت درجة التقطيع. بشكل عام يطبق التقطيع بعد زمن يساوي 2 إلى 3 أضعاف الزمن اللازم لبداية التخثر.

9-4-2-2: التحريك: Stirring

يهدف التحريك إلى تجنب التهام حبيبات الخثرة وذلك للمحافظة على السطح الحر لخروج المصل، بالنسبة للخثرة الحامضية أو الخثرة المختلطة ذات السيادة الحامضية تمتاز بعدم تكثف الحبيبات في حين أن الخثرة الأنزيمية أو المختلطة مع سيادة التخثر الإنزيمي تحتاج إلى تحريك وبشكل مستمر لتحسين النقل الحراري. يجب أن يكون التحريك معتدلاً لتجنب فقد عن الكتل الصغيرة ضمن المصل وتختلف مدة التحريك وفقاً للمحتوى من المادة الصلبة الكلية المطلوبة التي تتراوح بين 90 و 120 دقيقة ويمكن التحريك وغسل حبيبات الخثرة بإضافة الماء لخفض المحتوى من اللاكتوز.

9-4-2-3: التسخين: Heating

يؤدي رفع درجة الحرارة إلى تسريع خروج المصل نظراً لانخفاض لزوجة المصل وزيادة الروابط غير الأليفة للماء التي تعمل على تقلص حبيبات الخثرة مما يساعد في خروج المصل.

تختلف درجة الحرارة المطبقة وفقاً لنموذج الأجبان:

20°م للأجبان الطازجة.

35°م للأجبان الطرية والمضغوطة.

35-57°م للأجبان المطبوخة بغية اختيار البكتريا الأليفة لدرجة الحرارة المرتفعة ويتم رفع درجة الحرارة بمعدل 1-2 درجة مئوية كل مدة دقيقتين لتجنب تشكل غلاف غير نفوذ. تغمر خثرة بعض أنواع الأجبان مثل الموزاريلا والقشقوان بعد الضغط ضمن المصل على درجة حرارة تتراوح بين 75-85°م خلال مدة تتراوح بين 10 و 20 دقيقة لاكتسابها المطاطية والقدرة على تشكيل الخيوط.

9-4-2: الضغط: Pressing

يهدف الضغط إلى إعطاء الشكل النهائي للأجبان والتخلص من المصل والهواء الموجود ضمن الحبيبات مما يؤدي لتحسين التحام الحبيبات، يعتمد مقدار الضغط ومدته على المحتوى من المادة الصلبة الكلية في الأجبان حيث تكون مدة الضغط عدة دقائق في الأجبان الطرية. وتصل إلى عدة ساعات مع الأجبان المضغوطة والمطبوخة. تطبق خلال عملية الضغط عمليات تقليب الأجبان ضمن القوالب وذلك لاستمرار خروج المصل والحصول على خثرة متجانسة.

9-4-2: ارتفاع درجة الحموضة:

يؤدي ارتفاع درجة الحموضة بفعل بكتريا حمض اللبن إلى انخفاض قيمة التناثر الكهربائي للكاربونات مع انخفاض في درجة إماهة الجسيمات المتزامن بنزع

العناصر المعدنية من الكازئين، والذي يؤدي في النهاية إلى تشكيل روابط جديدة تتراكم بتقلص الخثرة مع ازدياد النفاذية مما يسرع من خروج المصل.

9-5: التمليح: Salting

يهدف تمليح الأجبان إلى:

- تأمين استمرار خروج المصل.
 - المساهمة في تشكيل القشرة.
 - تنظيم فعالية الماء aw التي تتحكم في نمو الميكروبات والفعالية الأنزيمية خلال الإنضاج.
 - زيادة وتحسين الخصائص الحسية للأجبان.
- يتراوح محتوى الأجبان من الملح بين 0-2.5% ويمكن أن يصل إلى مستوى 3-4% في الأجبان الزرقاء أو بعض أصناف أجبان الماعز، يضاف إلى ذلك حفظ بعض الأجبان مثل فيتا / اليونان والدمياطي / مصر ضمن محلول ملحي حيث يصل المستوى إلى 8-15%، ولذلك يتطلب تحلية هذه النماذج من الملح قبل استهلاكها. يطبق التمليح وفق طريقتين:

- 1 - التمليح الجاف على سطح الأجبان أو بحقن الملح ضمن عجينة الأجبان.
 - 2 - التمليح بغمر الأجبان ضمن محلول مشبع لكور الصوديوم.
- خلال تمليح الأجبان في محلول ملحي يحدث فقد لبعض مكونات الجبنة مثل العناصر الذائبة والماء مما يترتب عنه فقد في الوزن يصل إلى 2-4% وبالمقابل يزداد محتوى الأجبان من كلور الصوديوم. تعتمد سرعة انتشار الملح في الأجبان على:

- نفاذية الخثرة.
- العلاقة بين السطح والحجم.

- رقم pH الخثرة.
 - رقم pH المحلول الملحي ودرجة الحرارة.
 - تحريك المحلول الملحي.
- يؤدي التمليح إلى خفض فعالية الماء ويتجانس الملح ضمن الأجبان الطرية بعد مدة 8 أيام عند التمليح بالمحلول الملحي ولكنه يحتاج إلى ثلاثة أيام عند تطبيق التمليح الجاف. ويؤدي الاستخدام اليومي للمحلول الملحي إلى إغناؤه بمكونات الخثرة ، كالبروتينات الذائبة ، واللاكتوز ، والأملاح المعدنية ، وحمض اللبن والكتل الصغيرة من الكازئين مع حدوث تطور سريع لرقم الحموضة حيث يستقر عند pH 4.7 في حالة استخدام الأجبان الطرية وبالمقابل يمكن أن يحدث التلوث بفعل الأحياء الدقيقة غير المرغوبة وهذا يتطلب ضرورة المراقبة الدائمة للخصائص الفيزيائية الكيميائية كالمحتوى من كلوريد الصوديوم، و pH ، ودرجة الحرارة والعكارة بالإضافة إلى المراقبة الميكروبيولوجية التي تتطلب تنقية المحلول الملحي، وتعقيمه بغية الحصول على الشروط المثلى للتمليح على المستوى الكيميائي والفيزيائي والميكروبيولوجي .

9-6- الإنضاج: Ripening

تتوافق عملية الإنضاج مع مرحلة الهضم الإنزيمي لمكونات الخثرة الناتجة فبعد التخلص من المصل تتكون الخثرة من المادة البروتينية والمادة الدسمة وقسم من المكونات الذائبة في الحليب. خلال الإنضاج تتحلل مكونات الخثرة تحت فعل الأنزيمات الموجودة ضمن الخثرة أصلاً والأنزيمات المضافة إلى الحليب كالأنزيمات المخثرة وأنزيمات البادئ أو الأنزيمات المفرزة خلال الإنضاج بفعل الاصطناع الحيوي للخمائر والبكتريا والفطور. تؤدي عملية التحويل المعقدة إلى إكساب عجينة الأجبان الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحسية الجديدة إذ يتغير

المظهر والقوام والتركيب المتزامن مع ظهور الرائحة والطعم والنكهة. وفقاً لنموذج الأجبان الخاضع إلى الإنضاج نشير إلى ما يلي:

- يتراوح محتوى الأجبان من الماء بين 35 و 60 % أما مستوى المادة الدسمة إلى المادة الصلبة الكلية فيتراوح بين 40 و 70% وتشكل المواد الآزوتية بالنسبة إلى المادة الصلبة اللادھنية بين 85 حتى 90%.
- يختلف محتوى الأجبان من العناصر المعدنية وفقاً لطريقة التختّر حيث يشكل 0.6 إلى 2.3 غ/100 غ في الأجبان الطرية مقابل 2.6-3 غ/100 غ في الأجبان المضغوطة ليصل إلى 2.9-3 غ/100 غ ضمن الأجبان المطبوخة.
- بالنسبة لرقم الحموضة فهو مرتبط بنموذج التختّر حيث يكون رقم الحموضة 4.75 إلى 4.8 في الأجبان الطرية مقابل 5.1 إلى 5.3 في الأجبان المضغوطة ويصل معدل الملح بين 1.5 و 2.5%.

9-6-1: عوامل الإنضاج: Factors affecting the ripening process

الأنزيمات المسؤولة عن إنضاج الأجبان مختلفة المصادر:

- الحليب
- الأنزيمات المخثرة.
- الأحياء الدقيقة المضافة على شكل البادئ.

9-6-2: العوامل المؤثرة في إنضاج الأجبان:

تساهم العوامل المؤثرة في نشاط الأحياء الدقيقة وإنتاج الغازات والفعالية الأنزيمية بدور مهم وأساسي في إنضاج الأجبان.

9-6-2-1: درجة الحرارة: Temperature

تعد درجة الحرارة العامل الأساسي في نمو الأحياء الدقيقة والفعاليات الأنزيمية خلال الإنضاج وتختلف درجة الحرارة المثلى وفقاً للأنواع:

الخمائر والفطور وبكتريا سطح الأجبان 20-25°م.
 بكتريا حمض اللبن الأليفة لدرجة الحرارة المتوسطة 30-35°م.
 بكتريا حمض اللبن الأليفة لدرجة الحرارة المرتفعة 40-50°م.
 أما درجة الحرارة المثلى للفعاليات الأنزيمية فتصل في حدها الأعظمي بالنسبة لليباز عند 35°م، أما الدرجة العظمى للبروتياز فتتوضع حول 45°م وتختلف درجة حرارة الإنضاج وفقاً لنموذج الأجبان وبشكل عام تنخفض درجة حرارة الإنضاج كلما ارتفع محتوى الأجبان من الرطوبة:

نوع الأجبان	درجة الحرارة
- الزرقاء	3°م
- الروكفورت	7-8°م
- الطرية	8-10°م
- المضغوطة	10-12°م
- المطبوخة	كهف بارد 12-13°م وكهف حار 20-22°م

6-9 - 2-2: pH:

بشكل عام تستطيع الخمائر والفطور النمو ضمن وسط حامضي عند رقم pH 4.5 أما البكتريا تفضل الوسط المتعادل على الرغم من أن بعض بكتريا حمض اللبن يمكنها النشاط والنمو في وسط حامضي فيه رقم الحموضة أقل من 5. تختلف الفعاليات الأنزيمية للأحياء الدقيقة وفقاً لتبدلات رقم الـ pH إذ أن رقم الحموضة الأمثل لأغلب البروتياز يتوضع ضمن مجال pH 5-6.5 في حين أن رقم الحموضة الأمثل لليباز يتراوح بين 7.5 و9، يتبدل رقم حموضة الأجبان خلال الإنضاج ففي الأجبان الطرية يرتفع رقم الحموضة من 4.5 إلى 7 بفعل

استهلاك الخمائر والفطور لحمض اللبن أما في الأجبان المضغوطة يبقى رقم الحموضة تقريباً بين 5 و 5.5.

9-6-2-3- فعالية الماء: Water activity

يعتبر نشاط الماء من العوامل المحددة لنشاط الأحياء الدقيقة وللفعالية الأنزيمية فالخمائر والفطور تتحمل فعالية ماء منخفضة بعكس بكتريا الكوليفورم. من العوامل المحددة لفعالية الماء محتوى الأجبان من الماء والملح، ويحدث انخفاض لفعالية الماء خلال الانضاج نظراً لفقد في الماء وبشكل عام يتم إنضاج الأجبان الرطبة بسرعة أعلى من الأجبان القاسية.

9-6-2-4: التهوية: Ventilation

وجود الهواء عامل مهم في نمو ونشاط الأحياء الدقيقة إذ تعد الخمائر والفطور وبعض أنواع البكتريا هوائية إجبارية ولذلك تنمو على سطح الأجبان عند توفر الأوكسجين وعلى العكس فالبكتريا المسؤولة عن إنتاج حمض بروبونيك وحمض بيوتيريك تعد لا هوائية إجبارية وتوجد ضمن الأجبان. فيما يتعلق ببكتريا حمض اللبن وخاصة العصوية غير متطلبة للهواء ولكنها تحتاج إلى وجود نسبة محددة من الأكسجين.

9-6-3: تطور المكونات خلال الإنضاج:

خلال الإنضاج يختفي سكر اللاكتوز لتحوله إلى حمض اللبن بفعل بكتريا حمض اللبن خلال عدة أيام ووفقاً للأحياء الدقيقة المسؤولة عن تخمر اللاكتوز
نميز:

- بكتريا حمض اللبن المتجانسة حيث يتحول 90-95% إلى حمض اللبن وكميات بسيطة من المنتجات الثانوية كالأيتانول وحمض الخل واسيت ألدهيد.
- بكتريا حمض اللبن غير متجانسة التخمر تعطي 50% حمض اللبن.
- بكتريا الكوليفورم تنتج حمض اللبن وحمض الخل وحمض الفورميك و H_2, CO_2 .
- تنتج الخمائر الإيتانول و CO_2 وكمية بسيطة من اسيت ألدهيد وأحماض عضوية، من أهم منتجات التخمر حمض اللبن الموجود وعلى شكل لاكتات في الأجبان والذي يستقلب بدوره وفق طرائق عديدة:
- يستهلك حمض اللبن بسرعة بفعل الخمائر والفطور خلال 4-7 أيام في الأجبان الطرية أما في الأجبان المطبوخة تتحول اللاكتات إلى حمض بروبيونيك وحمض الخل المسؤول عن الطعم مع إنتاج CO_2 المسؤول عن العيون في الأجبان المطبوخة.
- تتحول اللاكتات بفعل *B. tyrobutricum* إلى حمض بيوتيريك المسؤول عن الرائحة المتعفنة والطعم المتزنخ مع إنتاج H_2, CO_2 المسؤولة عن إنتفاخ الأجبان المتأخر في الأجبان المطبوخة. بالنسبة للمادة الدسمة فإن تحليلها خلال الإنضاج محدد في الأجبان المضغوطة وتشكل الأحماض الدسمة الحرة 0.2-0.3% في حين يرتفع الرقم إلى 3-10% في الأجبان الطرية ويمكن أن يصل إلى مستوى 10-25% في الأجبان الزرقاء. فيما يتعلق بالبروتينات، يتحلل الكازئين مما يزيد من مرونة ومطاطية الأجبان ويضفي عليها الطعم والنكهة حيث تشكل الأحماض الأمينية طليعة المواد المسؤولة عن النكهة وتقاس درجة الإنضاج بتحديد الآزوت الذائب عند pH 4.6 بالنسبة إلى الآزوت الكلي في نهاية الإنضاج وتختلف هذه النسبة وفقاً لنماذج الأجبان التالية:

- الأجبان الطرية 35%

- الأجبان المضغوطة 16-20%

- الروكفورت 25-50%.

9-7 الخصائص الفيزيائية والكيميائية للأصناف المختلفة من الأجبان:

تأخذ عملية انفصال المصل وارتفاع درجة الحموضة حيزاً هاماً في الحصول على خثرة حامضية أو خثرة أنزيمية كونهما العاملين الأساسيين المحددين لفعالية الماء aw والذي يتم الحصول عليه بتركيز جزئي للمادة الصلبة وبالتميلح ورقم الحموضة. الجدول (9-3).

الجدول (9-3): الخصائص المميزة لنماذج الأجبان وفقاً لرقم الحموضة

وفعالية الماء

نماذج الأجبان	رقم الحموضة pH	فعالية الماء aw
- الأجبان الطازجة	4.5 - 4.3	0.995 - 0.98
- الأجبان الطرية	4.8 - 4.5	0.99 - 0.97
- الأجبان المضغوطة	5.2 - 4.8	0.97 - 0.94
- الأجبان المطبوخة	5.5 - 5	0.905 - 0.885

حيث تتحكم فعالية الماء ورقم الحموضة بنمو الأحياء الدقيقة وفي التفاعلات الأنزيمية والحيوية خلال الإنضاج.

من المعروف وجود علاقة بين المحتوى من الماء وفعالية الماء في الأجبان ويمكن أيضاً الحصول على نماذج متنوعة من الأجبان وفقاً لارتفاع درجة الحموضة وانفصال المصل عن الخثرة (الجدول 4-9).

الجدول (9-4): نماذج تخثر المصل وانفصاله لأصناف الأجبان.

وفقاً لـ Ramet (1984)

الأجبان المطبوخة	الأجبان المضغوطة	الأجبان الطرية	الأجبان الطازجة	التخثر
42-30	38-30	36-28	28-18	درجة الحرارة °م
⁵ 10×5	⁵ 10×5	⁶ 10×5	⁶ 10×5	بكتريا حمض اللبن كلية/مل
6.75-6.6	6.7-6.55	6.5-6.45	6.7-6	رقم الحموضة عند إضافة المنفحة
45-25	35-20	30-18	5-1	كمية الأنزيم المخثر مل/100 لتر
0.3-0.1	0.4-0.1	3-0.12	16-6	زمن بداية التخثر بالساعة
0.6-0.2	0.8-0.2	0.4-0.3	48-14	الزمن الكلي للتخثر بالساعة
				انفصال المصل
أعلى من 6.55	أعلى من 6.5	6.4-5.8	أقل من 4.6	رقم الحموضة في البداية
0.3-0.2	1-0.5	10-1.5	15-10	التقطيع/(سم)
2-0.52	0.9-0.3	معدوم	معدوم	تحريك (الساعة)
5.5-5.0	5.2-4.8	4.8-4.5	4.5-4.3	رقم الحموضة في النهاية
70-60	60-48	45-37	35-15	المادة الصلبة الكلية %
40-25	32-28	24-21	20-16	المادة الصلبة اللادهنية %
3.5-2.9	3-2.6	2.3-0.6	0.5-0.3	الكالسيوم/المادة الصلبة اللادهنية %

تمتاز الخثرة الحامضية بارتفاع الرطوبة 75-80 % وانخفاض المحتوى من المعادن 0.3-0.5 % ورقم حموضة منخفض يتراوح بين 4.3-4.5 وتتصف بأنها غير متماسكة وتصنع بدون هيكلية أو شكل ومدة حفظها قصيرة.

أما الخثرة المختلطة مع سيادة التخثر الحامضي كالأجبان الطرية فتمتاز بمحتوى الرطوبة 65-60 % ورقم حموضة 4.6-4.8 ومحتوى من العناصر المعدنية 0.6-2.3 % ضمن المادة الصلبة اللاذهنية الهلامية ومدة حفظها أسابيع محدودة.

أما الخثرة المختلطة مع سيادة التخمر الإنزيمي كالأجبان المضغوطة فتمتاز بمحتوى من الرطوبة 50 % ورقم حموضة 4.8-5.2 واستبدال قسم من المصل بالماء لتخفيف المحتوى من اللاكتوز ويصل محتوى العناصر المعدنية إلى 2.6-3 % ضمن الصلبة اللاذهنية وتتصف أيضاً بالمرونة والمطاطية ومدة حفظها عدة أسابيع.

أما الخثرة الأنزيمية كالأجبان المضغوطة فتمتاز بمحتوى من الرطوبة 30-40 % ومحتوى من المعادن 2.6-3.5 % ضمن المادة الصلبة اللاذهنية. يمكن حفظها عدة أشهر ويصل وزن قرص الجبنة إلى قيم تتراوح بين 10-25 كغ في حين أن وزن أقراص الجبنة المضغوطة يتراوح بين 1-10 كغ.

9-8- تصنيف الأجبان: Classification of cheeses

إنَّ التنوع الكبير للأجبان يجعل تصنيفها صعباً ولكن يمكن الاستناد إلى النقاط الآتية لتصنيف الأجبان وفقاً لـ Mahaut, 2000:

- 1 - **طبيعة المادة الأولية:** حليب كامل الدسم، حليب فرز، حليب غني بالبروتينات، حليب معاملة بالترشيح الفائق، الحليب الطازج، الحليب المعاد التشكيل.
- 2 - **نوع الحليب:** حليب الأبقار والماعز والأغنام والجاموس والنوق وخلاتطها.
- 3 - **تركيب الأجبان:** المحتوى من المادة الصلبة الكلية والذي يؤثر على القوام وتتشكل أجبان قاسية وأجبان نصف قاسية وأجبان نصف طرية.

لا يمكن الأخذ إحدى هذه النقاط لوحدها كونها لا تسمح في تمييز نوع من الأجبان بشكل كامل، إضافة إلى أنها ناتجة من تأثير عوامل متعددة ومعقدة أحياناً متضاربة فبالإضافة لتركيب الحليب فإنها تختلف وفقاً لمستويات عديدة.

- الخصائص الميكروبيولوجية: وتتضمن تركيب البادئ المضاف ونشاطه خلال الإنضاج.

- الخصائص الكيميائية: المحتوى من الكالسيوم والماء والمادة الدسمة ومستوى كلور الصوديوم.

- الخصائص الكيميائية الحيوية: فعالية الأنزيمات المخزنة - فعالية الأحياء الدقيقة.

- الخصائص الفيزيائية مثل درجة الحرارة ورقم الحموضة والمدة الزمنية وفعالية الماء.

- العوامل الميكانيكية: شدة التقطيع، التحريك والضغط وتقليب الأجبان.

من ضمن هذه العوامل العديدة تبرز الأهمية الخاصة لدرجة الحموضة وارتفاعها خلال التخثر وانفصال المصل حيث تحدد الخصائص الأساسية للأجبان وينظم محتواها من العناصر المعدنية وفعالية الماء ورقم الحموضة وفعالية الأحياء الدقيقة والأنزيمات خلال الإنضاج والتي تؤثر على قوام الأجبان وطعمها.

ووفقاً للتشريعات القياسية الدولية لمنظمة الأغذية والزراعة FAO ومنظمة

الصحة العالمية OMS صنفت الأجبان ضمن تشريع يحمل الرقم 1978/8/6 حيث تصنف الأجبان وفقاً للمحتوى من الماء ضمن الأجبان منزوعة الدسم والمحتوى من المادة الدسمة ضمن المادة الصلبة الكلية مع الخصائص الأساسية خلال الإنضاج. الجدول (5-9).

الجدول (5-9): تصنيف الأجبان وفق المواصفة

رقم 1978/8/6 FAO / OMS

النموذج 1	النموذج 2	النموذج 3
محتوى الماء في المادة الصلبة اللا دهنية في الأجبان %	المادة الدسمة / المادة الكلية %	وفقاً لخصائص الإنضاج
أقل من 51 أجبان قاسية جداً 49-56 قاسية	أعلى من 60 غنية جداً بالدسم 45-60 كاملة الدسم	ناضجة بشكل أساسي على السطح

ضمن الأجبان 2- ناضجة بالفطور +على السطح ضمن الأجبان 3 طازجة	45-25 نصف دسم 25-10 ربع دسم أقل من 10 فقيرة بالدسم	63-54 نصف قاسية 69-61 نصف طرية أعلى من 69 طرية
---	--	--

9-9- مردود الأجبان: Yield of cheese

يسمح مردود الأجبان في تحديد كمية المادة المتبقية في الأجبان ويعبر عنها بعدة طرائق:

- كمية الأجبان المصنعة من 100 كغ من الحليب.
- كمية الحليب المستخدمة لتصنيع 1 كغ من الأجبان.
- كمية مكون ما أو مجموعة من المكونات الموجودة في قرص الجبن كالمادة الصلبة اللادهنية والمادة الدسمة والبروتينات ويمكن أيضاً التطرق إلى معدل الاستعادة:

$$\frac{\text{وزن الحليب} - \text{وزن المصل}}{\text{وزن الحليب}} = \frac{\text{وزن الأجبان}}{\text{وزن الحليب}} = \text{المردود الطازج}$$

$$= \frac{\text{المادة الصلبة اللادهنية للحليب} - \text{المادة الصلبة اللادهنية للمصل}}{\text{المادة الصلبة اللا دهنية للأجبان} - \text{المادة الصلبة اللادهنية للمصل}}$$

$$= \frac{\text{بروتين الحليب} - \text{بروتين المصل}}{\text{بروتين الأجبان} - \text{بروتين المصل}}$$

إن قيم المردود الناتجة عن صناعة الأجبان موضحة في الجدول (9-6) حيث يلاحظ أن المردود ومعدل الاستعادة يرتفعان كلما انخفض المحتوى من المادة الصلبة الكلية وعند ترتيب معدل الاستعادة تأتي المادة الدسمة أولاً ويليهما المواد الأروتية ثم الصلبة اللا دهنية نظراً لاستبعاد اللاكتوز مع المصل. ينخفض معدل استعادة المادة الدسمة عند ارتفاع شدة الفعل الميكانيكي كالتقطيع والتحرك وكما ذكرنا سابقاً خلال انفصال المصل ترتفع درجة الحموضة وتشكل الدور الأساسي

في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للأجبان وتطور خصائصها خلال الإنضاج وبالتالي فهي مسؤولة عن الخصائص الحسية للمنتج النهائي.

الجدول (9-6): القيم المتوسطة لمردود الأجبان وفقاً لـ /Mietton /1994

معامل الاستعادة %			مردود الأجبان كغ/100 كغ حليب	تركيب المصل غ/كغ			تركيب الأجبان %		نماذج الأجبان
مادة صلبة لا دهنية	مواد أزوتية	مادة دسمة		مواد أزوتية	مادة دسمة	صلبة	مادة دسمة % صلبة كلية	صلبة كلية	
48-44	84-82	-	45-35	8-6.5	0	62-58	-	13.5	أجبان طازجة فقيرة بالمادة الدسمة
44-38	92-77	98-96	18-16	8.5-8.4	1-0.5	65-64	40	38	أجبان طازجة
35-33	77-76	95-93	15-14	8.7-8.5	2-1	65-64	45-44	40	أجبان طرية
34-33	78-77	90-88	11-10.5	مختلف حسب معدل إضافة الماء			40	47-46	أجبان مضغوطة
32-31	75-73	88-82	9.5-8.5	9-8.8	6-4	72-70	48-45	61.5-60.5	أجبان مطبوخة

9-10- القيمة الغذائية للأجبان: Nutritive value of cheeses

يختلف محتوى الأجبان من البروتينات ويتراوح من 10-30 % ولذلك تعتبر الأجبان مصدراً ممتازاً للبروتينات (الجدول 9-7).

الجدول (9-7): القيمة الغذائية للأجبان.

البروتينات %	المادة الدسمة %	الكالسيوم غ/كغ	الطاقة ك جول/100غ	
10	9 – 0	1.6 – 1	6000 – 2000	الأجبان الطازجة
20	28 – 20	3.8 – 1,5	15000 – 11000	الأجبان الطرية
23 – 24	29 – 24	8.6 – 6.5	16000 – 13500	الأجبان المضغوطة
29 – 27	30 – 28	11 – 9	17000 – 16700	الأجبان المطبوخة
20	32 – 27	9.7 – 7.2	17500	الأجبان الزرقاء

تمتاز الأجبان وخاصة المضغوطة بأنها الأغنى في البروتينات وتصل القيمة إلى 30% متخطية نسبة البروتين في اللحم 20% وعند الأخذ بعين الاعتبار أن تحلل البروتينات خلال الإنضاج يحسن معامل الهضم والتحويل ويتراوح بين 97-98% مقابل 90% في الحليب.

تعد الأجبان المصدر الأهم للطاقة فمثلاً الأجبان المضغوطة والمحتوية على المادة الدسمة 45% تقدم حوالي 11300 ك جول أما البروتينات والسكريات تقدم 5000 ك جول. تعتبر الأجبان مصدراً ممتازاً للكالسيوم والفوسفور على الرغم من اختلاف المحتوى وفقاً لطريقة التصنيع والمحتوى من الماء أما الفيتامينات فهي موجودة بكميات متفاوتة فالفيتامينات الذوابة في المادة الدسمة وبشكل أساسي A,D موجودة على الليبيدات أما الذوابة في الماء

، PP₁₂ حمض بانتونيك يمكن اصطناعها حيويًا بفعل البكتريا والفطور. ووفقاً للمعايير المطلوبة من قبل أخصائي التغذية ينصح باستهلاك كميات كافية يومياً

وفقاً للعمر (الجدول 9-8).

الجدول (9-8): كمية منتجات الألبان التي ينصح باستهلاكها يومياً (غ)

الأجبان	الحليب	
30-20	600-500	طفل عمره 2-6 سنة
30	600-500	طفل عمره 7-11 سنة
50	500	يافع 12-15 سنة
80-50	500	الشباب
50-30	350	البالغ
50	500	النساء الحوامل
30	500	أشخاص مسنين

9-11 - الأجبان المصهورة Processed cheese

الأجبان المصهورة منتج يتم الحصول عليه بخلط مجموعة من الأجبان مختلفة الأصول والإنتضاج مع أملاح الصهر حيث يطحن الخليط ويسخن تحت تفريغ جزئي مع التحريك المستمر للحصول على كتلة متجانسة معبأة ضمن أغلفة واقية ويمكن إضافة بعض المواد اللبنية الأخرى ضمن المواد الأولية مثل الزبدة وبودرة الحليب وكذلك بعض المواد المضافة والمنكهة وتكون الأجبان الناتجة متجانسة وتمتاز بثباتها وسهولة حفظها ومن أهم ميزاتها:

- 1- منتجات لها قيمة غذائية عالية كونها تحتوي على مكونات الحليب،
- 2- منتجات تتصف بنوعية صحية عالية بفضل تطبيق المعاملة الحرارية المرتفعة إضافة إلى سهولة تسويقها حتى في البلاد الحارة.
- 3- إمكانية استهلاكها في كل الأوقات الحارة والباردة بالإضافة لتنوع استخدامها.

9-11-1 تكنولوجيا صناعة الأجبان المصهورة:

تصنع الأجبان المصهورة وفق الخطوات الآتية:

1- انتخاب واختيار المواد الأولية واختبار نوعيتها وفقاً لنموذج الأجبان المطلوبة مع التأكد من خصائصها الفيزيائية والكيميائية والميكروبية والحسية.

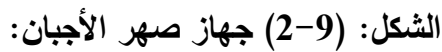
2- إزالة القشرة وتقطيع الأجبان وطحنها وقد تقسم إلى شرائح لتسهيل طحنها وسهولة إذابتها.

3- تحضير الخليط:

توزن المواد الأولية وتخلط حيث يضاف إليها الماء وأملاح الصهر مع تطبيق طحن أولي خلال عشر دقائق للحصول على خليط متجانس يسهل من فعل أملاح الصهر.

4- صهر الأجبان:

تستخدم أجهزة وفقاً للحجم أو الكميات حيث تشمل على أذرع وسكاكين مع أغطية محكمة الإغلاق وتسمح الأجهزة بتفريغ جزئي للتحكم في الإغلاق والتخلص من الهواء الذي يعيق الاستحلاب ويمكن حقن البخار والماء ومحاليل الأملاح المستخدمة في الصهر (الشكل 9-2). تمتاز الأجهزة بجدار مزدوج يسمح في تسخين إضافي ورفع درجة الحرارة إلى 75°م وبعضها يعمل تحت ضغط للوصول على درجة حرارة 120°م ويمكن تعقيم الأجبان المصهورة وفق المعاملة الحرارية العالية UHT التي تسمح في التعقيم الكامل للمنتج مع المحافظة على الخصائص الحسية والتغذية والطعم والرائحة وتفاعل ميلارد. يلي التعقيم تبريد الأجبان إلى درجة حرارة 80-90°م والوصول إلى مرحلة تشكيل بنية وتركيب الأجبان.



- 1- حقن منتجات.
- 2- تبريد غير مباشر.
- 3- تفرغ وتهوية.
- 4- خلاط.
- 5- تسخين مباشر.
- 6- سكاكين.
- 7- تسخين غير مباشر.
- 8- تسخين مباشر بالبخار.
- 9- محرك كهربائي.

5 - تجنيس الأجبان:

يمكن أحياناً تطبيق التجنيس لتحسين ثباتية مستحلب المادة الدسمة بفعل تكسير الحبيبات وتصغير حجمها وتحسين قوام ومظهر الأجبان المصهورة.

6 - التعبئة والتغليف:

يجب تجنب إعادة تلوث الأجبان عند التعبئة ولذلك تنقل الأجبان المصهورة ضمن أنابيب غير قابلة للأكسدة، وتعبأ ضمن أوراق من الألمنيوم أو ضمن عبوات

بلاستيكية تستعمل في المجال الغذائي قابلة للالتحام، ويمكن تعبئة الأجبان المصهورة ضمن عبوات معدنية وفق أشكال عديدة.

7 - تبريد الأجبان المصهورة:

تختلف طريقة التبريد وفقاً للمنتج فيكون سريعاً ضمن الأجبان المصهورة القابلة للمد ويكون التبريد بطيئاً للأجبان القاسية وأجبان القطع علماً بأن التبريد البطيء يحسن من ظهور تفاعل ميلارد Maillard.

8 - تخزين الأجبان المصهورة: Storage of processed cheese

يمكن تخزينها على درجة حرارة تتراوح بين 10-15° م لتجنب انفصال الدسم ويجب عدم حفظها على درجات حرارة منخفضة لتجنب تشكل مواد متكاثفة.

عند اتباع الشروط المثلى خلال المراحل المختلفة في التصنيع يمكن الحصول على منتج يمكن حفظه خلال فترة تتراوح بين 6 أشهر وسنة.

9-11-2 العوامل المؤثرة في صهر الأجبان: (El-Mayda, 1999)

1 - درجة إنضاج الأجبان:

عند الإنضاج تزداد درجة تحلل بروتينات الأجبان وكلما ازدادت درجة الإنضاج كلما قلت الخصائص المستحلبة ولذلك من الضروري المحافظة على الحد الأدنى من الكازئين غير المتحلل.

2 - تأثير رقم الـ pH:

يتم تشكيل بنية الأجبان المصهورة ضمن مجال لرقم الحموضة يتراوح بين 5.2 و6.2 وعند انخفاض رقم الحموضة عن 5 ينحل الكازئين ويفقد قدرته على الاستحلاب.

3 - أملاح الصهر:

للحصول على التركيب والبنية المطلوبة للأجبان يجب استخدام أملاح بولي فوسفات ضمن خليط من أملاح الصهر والذي يجب ألا يتجاوز 3%.

4 - تأثير الصهر الأولي:

يسمح الصهر الأولي في تسريع مسار التفاعل مع تثبيت المستحلب وذلك لتحسين التفاعلات الداخلية بين البروتينات والمادة الدسمة ولذلك يطبق الصهر الأولي لتحسين قوام وثبات الأجبان المصهورة.

9-11-3: القيمة الغذائية للأجبان المصهورة:

تمتاز الأجبان المصهورة بقيمة غذائية مرتفعة بفعل منتجات الألبان التي تدخل في تركيبها حيث تقدم للكائن الحي أغلب المواد المغذية الموجودة في حالة توازن غذائي، ولا تحتاج إلى عملية تحضير وتعد عنصراً مهماً يزود الجسم بكل عناصر الطاقة الضرورية لبناء وظائف الجسم كالبروتينات والدهن والأملاح والسكريات والفيتامينات وتتصف بأنها مصدر ممتاز للبروتينات والكالسيوم.

(EL-Mayda, 2007., Collin ,2015., Croguennec *et al*,2008., Gillis *et Ayerbe* 2018., Jeantet *et al*,2017., Jeantet *et al*,2012., Walstra *et al*.2005., Vuilleumard, 2018., Veisseyre, 1979., Ramet ,1984)

الفصل العاشر
الزبدة والمنتجات الدسمة
Butter and fat products

- 10-1 القشدة والزبدة الحامضية.
- 10-2 دور بكتريا حمض اللبن.
- 10-3 تكنولوجيا القشدة.
- 10-4 تقنية تصنيع الزبدة.
- 10-5 تصنيع الزبدة الحامضية اعتباراً من القشدة الحامضية.
- 10-6 تصنيع الزبدة الحامضية من القشدة الحلوة.
- 10-7 تصنيع الزبدة وفق الطريقة التقليدية.
- 10-8 عيوب الزبدة.
- 10-9 القيمة الغذائية للزبدة.
- 10-10 القشدة المخفوقة.
- 10-11 المتلجات اللبنية.
- 10-12 المنتجات المركزة في المادة الدسمة (السمن).

الفصل العاشر

الزبدة والمنتجات الدسمة

Butter and fat products

1-10 القشدة والزبدة الحامضية: Cream and sour cream

تعدّ القشدة نوعاً من الحليب الغني بالمادة الدسمة، يتم الحصول عليها بالترقيد أو الفرز التلقائي أو باستخدام أجهزة الطرد المركزي. توجد أنواع عديدة من القشدة وتتمايز عن بعضها وفقاً لمحتواها من المادة الدسمة وتقنية التصنيع. تحتوي القشدة الخفيفة على الأقل 12% من المادة الدسمة حيث تبستر بشكل عام أو تعقم وتستخدم مع القهوة، أما القشدة تحت الضغط فهي قشدة مبسترة أو معقمة يضاف إليها السكر وفي بعض الأحيان يضاف مادة مثبتة قبل أن تعبأ في وجود غاز خامل بروتوأكسيد الآزوت وتتشابه هذه القشدة مع القشدة المخفوقة بانتفاخها وذلك بإدخال الهواء وهي قشدة غير حامضية نظراً للأثر السلبي على عمليات تصنيعها أما القشدة الناضجة فتحتوي على 30% من المادة الدسمة على الأقل وهي مبسترة وتستخدم في تحضير وجبات الطعام وفي المعجنات.

تعرف الزبدة المادة الناتجة عن خض القشدة أو الحليب المتخمر أو منتجاته الثانوية ويتم التخلص من مكونات الحليب اللا دهنية والماء بعد تطبيق العجن والغسيل بحيث لا تحتوي الزبدة على أعلى من 18 غ من المواد اللا دهنية حيث يشكل الماء 16 غ في حده الأقصى ضمن 100 غ من الزبدة.

10-2 دور بكتريا حمض اللبن: Role of lactic bacteria

في الماضي كانت تتم عملية التخمر بفعل النمو والنشاط التلقائي للأحياء الدقيقة الموجودة في الحليب أما في الوقت الحالي تطبق عمليات تصنيع القشدة

والزبدة صناعياً من الحليب المبرد والمبستر وهذا ما يتطلب استخدام بكتريا حمض اللبن المنتخبة حيث تقوم بأدوار عديدة وعلى عدة مستويات ليس فقط في إنتاج حمض اللبن ولكنها تحسن الحفظ وتزيد النكهة وتغير التوازنات الفيزيائية والكيميائية للمادة الأولية المعقدة أي الحليب.

تكمّن الوظيفة الأولى في تأمين الحفظ الجيد للقشدة والزبدة وهي منتجات طازجة وتتصف بمدة حفظ محدودة قبل تخزينها في البراد ويمكن الإشارة إلى الوسائط العديدة التي تسمح في الوصول إلى هذا الهدف:

- خفض رقم الحموضة إلى أقل من 5.5 والابتعاد عن المنطقة المثلى لفعالية البروتيناز والليباز المتحملة للحرارة المرتفعة والتي يمكن أن تكون موجودة في القشدة المبسترة.

- إنتاج بعض المواد المثبطة وبصورة خاصة النيزين وديبلوكوكسين التي تحمي المنتج النهائي من الجراثيم الملوثة والضارة وهذا يتطلب استخدام سلالات منتخبة ضمن شروط محددة ولا بد من الإشارة إلى أن بعض السلالات المنتجة للمضادات الحيوية قادرة على عمل اضطراب في نمو ونشاط بكتريا حمض اللبن الموجودة.

- زيادة القدرة المرجعة للوسط بفعل وجود البكتريا الحية والحد من خطر أكسدة المادة الدسمة إلا أن استهلاك الأوكسجين في الوسط يجب مع ذلك أن يكون محدوداً للمحافظة على نكهة الزبدة.

- وجود بكتريا البادئ الحية يجعل المنتجات في منأى عن نشاط الجراثيم العديدة الملوثة باستثناء الخمائر والفطور وخاصة عند ارتفاع رقم الحموضة عن 6 وارتفاع درجة الحرارة عن 6°م خلال التخزين والتوزيع والتسويق.

أما الوظيفة الثانية الخاصة ببادئ بكتريا حمض اللبن فتتعلق بإنتاج النكهة ولذلك يجب أن يكون مستوى المادة المنكهة أعلى ما يمكن عند نهاية التصنيع ويجب المحافظة على هذا المستوى المرتفع خلال فترة بقاء المنتج وللوصول إلى هذه الوظيفة يجب اختيار البكتريا المتميزة في قدرتها على تحويل اللاكتوز والليمونات

إلى المواد المنكهة، ومن أهمها مادة داي استيل التي تضاف على الزبدة نكهتها المميزة والتي يطلق عليها غالباً طعم البندق ، أما الوظيفة الثالثة لبكتريا حمض اللبن تعمل على إحلال التوازنات الفيزيائية والكيميائية للمادة الأولية والذي يترجم بتغيرات الخصائص الفيزيائية والكيميائية ويؤدي إنتاج الحموضة إلى استبدال التوازنات الملحية وخاصة الليمونات التي تمتاز بدور مهم ومميز في إنتاج النكهة . عند رقم الحموضة 6.7 توجد شوارد السترات على الحالة الذائبة (90%) وقسم بسيط على الحالة الغروية ضمن المعقد الجسيمي وعند انخفاض رقم الحموضة تزداد درجة تشتت الليمونات وتتطور باتجاه الليمونات الحامضية عند رقم 5.5 حيث تصبح سترات الطور الجسيمي على الحالة الذائبة في الطور المائي. ويؤدي ارتفاع درجة الحموضة إلى تغيرات في الطور الغروي عند الاقتراب من نقطة التعادل الكهربائية للكاربين مما يقلل من الثبات ويمكن الحصول على نتائج مشابهة للمادة الدسمة في الحليب الموجودة على شكل حبيبات مستحلبة وثابتة بفعل غشاء الحبيبة الغني في الفوسفوليبيدات والبروتينات ولذلك فجميع العوامل المؤثرة في الغشاء الليبي بروتيني تغير من ثبات المستحلب. بالإضافة إلى العامل الميكانيكي وخفض الـ pH للوصول إلى نقطة التعادل الكهربائية للبروتينات المدمصة يحدث تغيراً في الشحنات الكهربائية للمادة الدسمة وتنخفض صفة التناثر بين الحبيبات الدسمة مما يحسن من تراكبها.

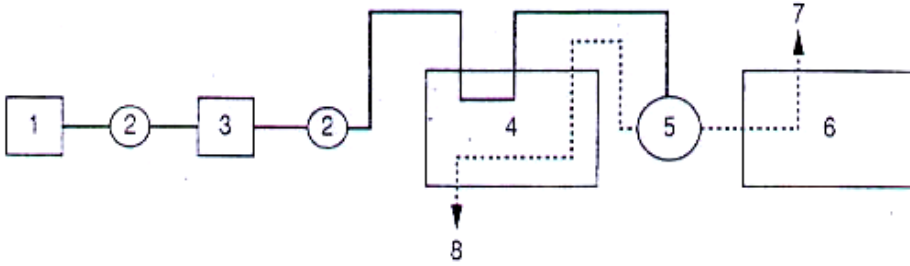
10-3 تكنولوجيا القشدة: Cream processing

10-3-1 فرز الحليب: Skimming

تهدف عملية الفرز إلى استعادة الحد الأقصى من المادة الدسمة ضمن القشدة وبقاء الحد الأدنى من المادة الدسمة ضمن الحليب الفرز ، يطبق الفرز على درجة حرارة 50°م في الغالب ، لتحسين مردود استعادة المادة الدسمة أما عند انخفاض درجة حرارة القشدة يقل المردود بفعل زيادة اللزوجة علماً بأنه توجد أجهزة فرز

خاصة تسمح في الحصول على قشدة الاستهلاك وفقاً للزوجة المطلوبة وفي هذه الحالة يطبق الفرز على كمية مخزنة على درجة حرارة منخفضة مما يسمح في زيادة تدريجية للزوجة القشدة وتصبح أكثر مرونة بفعل تغير الخصائص الفيزيائية والكيميائية للغشاء وتسهيل فعل المواد الراصة في الحليب .

بشكل عام يطبق الفرز على حليب خام درجة حرارته مرتفعة 35-45° م ويمكن الوصول إلى هذه الدرجة بتسخين الحليب ضمن مبادل حراري وبعد ذلك يخضع الحليب الفرز إلى البسترة ضمن مبادل حراري صفائي أما القشدة تبستر ضمن أجهزة أخرى (الشكل 10-1).



الشكل (10-1): مخطط لمعاملة الحليب والقشدة.

- 1- حوض الحليب الخام. 2- مضخات. 3- حوض منظم. 4- مبادل صفائي.
- 5- فراز. 6- مبستر القشدة. 7- مخرج القشدة المبسترة. 8- مخرج الحليب المبستر.

10-3-2- بسترة الحليب والقشدة:

Pasteurization of milk and cream

تختلف شروط بسترة الحليب الفرز عن بسترة القشدة:

- في القشدة تمتاز الجراثيم بمقاومة أعلى لدرجة الحرارة المرتفعة.
- تمتاز بعض أنواع الليياز الميكروبية بمقاومتها لدرجة الحرارة المرتفعة وهي بحاجة إلى درجة حرارة أعلى لتنشيط فعاليتها.

- يؤدي التسخين على درجة حرارة مرتفعة إلى تحرير بعض المجموعات المرجعة SH والتي تمتاز بخصائص مضادة للأكسدة.
- لا يظهر الطعم المطبوخ بسرعة ضمن القشدة بالمقارنة مع الحليب الخاضع إلى التسخين.

تختار شدة المعاملة الحرارية وفقاً لخصائص المادة الأولية ونموذج المادة المنتجة، يطبق حالياً المعاملة الحرارية 85-90° م / 15-20 ثانية أما المعاملة الحرارية الأعلى 102-110° م خلال 15 ثانية، التي تهدف إلى تثبيط فعالية الأنزيمات لا يمكن تطبيقها إلا على القشدة التي تتصف بنوعية عالية لتجنب ترسب بعض المكونات. يلي البسترة التطبيق السريع للتبريد وذلك للمحافظة على الخصائص الحسية للقشدة.

3-10 3- القشدة الناضجة: Ripened cream

القشدة الناضجة هي قشدة الاستهلاك السمكية والمحتوية على 30% من المادة الدسمة وتتراوح لزوجتها على درجة حرارة منخفضة بين 2500 و 4000 cp ويمكن أن تحفظ على درجة حرارة 6° م خلال مدة 30 يوماً. البكتريا المستخدمة في إنضاج القشدة والمشكلة من سلالات *Lactococcus* وسلالات البكتريا غير متجانسة التخمر *Leuconostoc* تضاف *Ln. cremoris* و *Ln. lactis* *Lactococcus diacetylactis* لإنتاج مادة داي استيل المكون الأكثر أهمية والمسؤول عن النكهة في الزبدة وتنتج مادة داي استيل من تخمر الليمونات ولا يتم ذلك إلا إذا كان رقم الحموضة pH منخفضاً بسبب إنتاج حمض اللبن بفعل بكتريا *Lactococcus* من سكر اللاكتوز.

10-3-4 تصنيع القشدة الحامضية:

Technology of cream processing

- بعد فرز الحليب تبستر القشدة على درجة حرارة 80-95°م خلال عدة ثوان وتبرد القشدة إلى درجة حرارة 18-24°م.

- يضاف البادئ مباشرة على شكل مجفد (*) أو مركز يحتوي على 10¹⁰ إلى 10¹¹ خلية/غ أو مزرعة البادئ المحتوية على خلايا 10⁸ - 10⁹ خلية/غ في حالة البادئ المجفد يجب أن تكون درجة الحرارة أعلى ب 2 إلى 3 درجات بالمقارنة مع مزرعة البادئ بغية تسريع تنشيط بكتريا البادئ المجمد والمجفد ويطبق الإنضاج في حوض مزدوج الجدران للمحافظة على درجة الحرارة ويجب أن تكون حموضة القشدة عند إضافة البادئ 15 D°.

- تحضن القشدة على درجة حرارة 20°م لمدة 14-16 ساعة أو على درجة حرارة 15°م لمدة 16-20 ساعة للوصول إلى درجة حموضة 60-70 D°.

- اعتباراً من رقم 5pH تسبب التغيرات الفيزيائية والكيميائية للقشدة زيادة هامة في اللزوجة وتنشط بكتريا حمض اللبن غير متجانسة التخمر في إنتاج مادة داي استيل.

- عند الوصول إلى 4.6 pH تبرد القشدة في الحوض إلى درجة حرارة 12-16°م وتستمر فعالية البكتريا المنتجة للنكهة وينخفض رقم الحموضة ويصل إلى 4.3 حيث تبدأ القشدة.

يجب أن تأخذ عملية التصنيع بعين الاعتبار النكهة والحموضة والقوام واللزوجة بغية الحصول على منتج ليس بحاجة إلى إضافة بعض المواد الملحقة والممنوعة وفق التشريعات.

وتلخص خطوات التحضير وفق ما يلي:

1 - البسترة 95-105°م/20-40 ثانية.

(*) تجفيف على الحالة الجامدة.

- 2 - تخلية مع ضغط 0.4-0.5 بار .
- 3 - تجنيس على درجة 70-75°م مع ضغط مقداره 120-150 بار .
- 4 - إضافة البادئ المجفد، ما يعادل مزرعة البادئ 2-3%.
- 5 - تحضين القشدة مدة 14-16 ساعة /26°م أو 16-20 ساعة /15°م.
- 6- التبريد إلى درجة حرارة 10°م عند الوصول إلى درجة الحموضة المطلوبة.
- 7 - التعبئة.
- 8 - التخزين على درجة حرارة 4°م.

10-4 تقنية تصنيع الزبدة: Technology of Butter processing

وفقاً للتشريع الأوروبي تشكل الزبدة مستحلباً من نموذج الماء في الزبدة وتعتبر عملية الخض المرحلة الأساسية في صناعة الزبدة بعد الفرز التي تؤدي في النهاية إلى تشكيل الزبدة والحصول على اللبن الخض أي القسم اللادھني للقشدة. من الممكن خض القشدة الحامضية والحصول على منتج مكون من:

- طور مستمر للمادة الدسمة.

- طور غير مستمر يحتوي على قطيرات من الماء وبقايا غشاء حبيبات المادة الدسمة وحبيبات دسمة مكتملة أو غير مكتملة وفقاعات الهواء.
- إن تبلور جزء من المادة الدسمة في الزبدة يؤثر بشدة على القوام وهذا يتطلب تطبيق الإنضاج الفيزيائي المسبق للقشدة. يمكن أن يطبق إنضاج القشدة وفق مسارين:

- الإنضاج الفيزيائي الذي يؤمن التبلور المناسب للمادة الدسمة.
- الإنضاج الحيوي الذي يؤمن ارتفاع درجة الحموضة والنكهة.

عند تطبيق الإنضاج الفيزيائي والحيوي لبعض الوقت فإن كلاً من النموذجين يتطلب شروطاً خاصة متباينة ومختلفة. أدى الاهتمام في الإنضاج الفيزيائي إلى ظهور طريقتين في التصنيع.

الطريقة التقليدية: في صناعة الزبدة الحامضية، تطبق طريقة الإنضاج الحيوي مع العمل للحصول على زبدة ممتازة بقوام جيد. **الطريقة الثانية N1Z0** حيث يلغى الإنضاج الحيوي، وتخضع القشدة باهتمام إلى الإنضاج الفيزيائي ولذلك من الممكن زيادة مردود الزبدة وتأمين خصائص القوام الجيدة للزبدة، ويطبق خض الزبدة ضمن شروط مشابهة لتلك المطبقة عند الحصول على الزبدة الحلوة وعند تشكل حبيبات الزبدة يضاف خليط من بكتريا حمض اللبن والمركز الحامضي الذي يخفض رقم الحموضة pH بسرعة إلى الرقم المناسب.

10-4-1: الإنضاج الفيزيائي للقشدة: Physic ripened of cream

يسمح الإنضاج الفيزيائي في تبلور قسم من المادة الدسمة مما يسهل من الخض ويؤثر على متانة الزبدة ويتعلق ذلك بتطبيق دورة حرارية موجهة إلى تبلور الجليسيريدات الثلاثية وإلى الأعلى من ذلك تتصهر المادة الدسمة. توجد نماذج عديدة وفقاً للفصل والبلاد والتي تهدف إلى إعطاء زبدة أكثر قساوة في الصيف وأقل متانة في الشتاء ووفقاً للأبحاث المنشورة نقدم مخططاً للدورة الحرارية في الصيف والشتاء:

درجة الحرارة / °م	المدة الزمنية / ساعة	
19	5 المرحلة الأولى	مخطط الصيف
14	4 المرحلة الثانية	
9	9 المرحلة الثالثة	
6	3 المرحلة الأولى	مخطط الشتاء
17	6 المرحلة الثانية	
11	9 المرحلة الثالثة	

يؤدي التبريد السريع إلى درجة حرارة 6°م الحصول على بلورات صغيرة ويتطلب نمو البلورات على شكل شبكة المحافظة على درجة الحرارة المنخفضة عدة ساعات وإن الخليط الصلب السائل الناتج يعد ثابتاً ويتوافق بشكل جيد مع التركيب المرن للزبدة، وتتاسب هذه الطريقة إنضاج القشدة الحلوة ضمن دورة البرودة أو التبلور الأولي عند

إنضاج القشدة الحامضية ضمن دورة برودة/حرارة/برودة والمحافظة على درجة حرارة منخفضة يختلف وفقاً للطريقة وقد يصل إلى 12 ساعة للقشدة الحلوة. وتستخدم الفترة الساخنة حيث يكتمل التبلور. تعتمد درجة الحرارة على الفصل والخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة الدسمة وخاصة الرقم اليودي. وبعد تطبيق الفترة الساخنة ضرورياً للإنضاج الحيوي وتعتمد المدة على درجة الحموضة بشكل أساسي قبل التبريد.

10-4-2 - خض القشدة وإنتاج الزبدة: Churning of cream

تشمل المراحل الأساسية التي تشترك في تحويل القشدة الناضجة إلى الزبدة:

1- الخض.

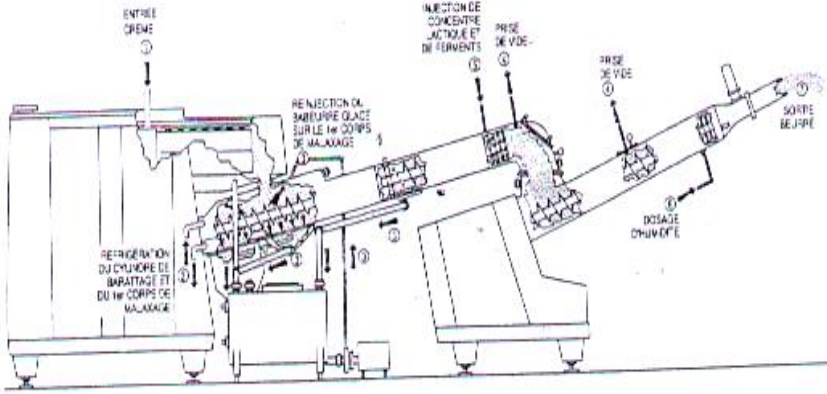
2- التخلص من اللبن الخض.

3- غسيل حبيبات الزبدة.

4- العجن.

توجد طرائق عديدة للخض وتتوقف طريقة الاستخدام على مستوى الإنضاج، ففي حالة الإنضاج المرتفع تستخدم أجهزة طرائق الإنتاج المستمر. يهدف خض القشدة إلى إنتاج حبيبات من الزبدة نتيجة فعل ميكانيكي معين مع الانتباه إلى عدم فصل مستحلب الماء في الزيت المشكل حديثاً وإلى عدم إعادة توزيع المادة الدسمة في اللبن الخض. تعتمد أغلب الأجهزة الحديثة على نفسه المبدأ ويبين الشكل (10-2) مخططاً لجهاز Simon والذي يناسب إنتاج الزبدة الحلوة أو الزبدة الحامضية حيث يؤمن الجهاز إعادة حقن اللبن الخض المبرد والماء والبادئ والملح على مستوى العجن. في الطريقة المستمرة تخضع القشدة إلى فعل ميكانيكي هام دون إنتاج الرغبة مما يسبب توليد الطاقة وهذا يتطلب التبريد. يطبق الخض على مرحلتين قبل انفصال حبيبات الزبدة المتشكلة عن اللبن الخض حيث يسيل قسماً منه عبر المصفاة ويطبق عجن حبيبات الزبدة على مرحلتين مما يسمح في تراكم الحبيبات

واستخلاص اللبن الخض المتبقي. تسمح عملية العجن في التخلص من هواء الزبدة وإعطائها القوام المرن وتنظيم تركيب الزبدة من المادة الصلبة اللا دهنية وخاصة الماء بفضل حجم دقيق ومعين لقطيرات الماء ضمن الطور الدهني المستمر.



الشكل (10-2): مزيا Simon

- 1- دخول القشدة.
- 2- تبريد أسطوانة العجن والقسم الأول للعجن.
- 3- إعادة إدخال اللبن الخض المبرد على الجسم الأول للمعجن.
- 4- مسار الزبدة.
- 5- حقن لمركز اللبن والبادئ.
- 6- تنظيم الرطوبة.
- 7- مخرج الزبدة.

5-10- تصنيع الزبدة الحامضية اعتباراً من القشدة الحامضية: Processing of ripened butter from sour cream

وهي الطريقة المشتقة مباشرة من تصنيع الزبدة من القشدة الخام وتتشابه مع طريقة تصنيع قشدة الاستهلاك ولكن مع تغير بعض الثوابت والمعايير وذلك بسبب المصاعب التكنولوجية المرتبطة في تحول القشدة إلى الزبدة.

10-5-1- البسترة: Pasteurization

تطبق البسترة على درجة حرارة مرتفعة بين 90-110° م خلال عدة ثوان لتخفيض المحتوى من الجراثيم وإتلاف الأنزيمات المقاومة لدرجة الحرارة المرتفعة خاصة الليباز الناتج عن البكتريا الأليفة لدرجة الحرارة المنخفضة خلال تخزين الحليب المبرد.

- إضافة البادئ: Inoculation

يستخدم فقط البادئ المتكون من بكتريا حمض اللبن متجانسة وغير متجانسة التخمر التي تضاف عادة للقشدة باستخدام مزارع البادئ التقليدية أو البادئ المركز، وللد من فقد المادة الدسمة في اللبن الخض تخفض درجة حرارة الإنضاج إلى درجة حرارة تتراوح بين 12-14° م وتبين التجارب أن الإضافة المباشرة للبادئ المركز أو المجفد إلى القشدة الموجهة لصناعة الزبدة غير مناسب تكنولوجياً بالمقارنة مع قشدة الاستهلاك. لتجاوز والتغلب على صعوبة الإنضاج يمكن تطبيق الإنضاج على مرحلتين:

• الأولى: 15-18° م خلال مدة 4-6 ساعات.

• الثانية: 12-14° م خلال 8-10 ساعات.

ويحضر البادئ باستخدام حليب معقم لمزرعة الأم وحليب مسخن على درجة 90° م خلال 30 دقيقة لمزرعة البادئ.

10-5-2- الإنضاج الحيوي: Biological ripening

في الوقت الحالي يطبق الإنضاج بإضافة البادئ 3-5% من بكتريا حمض اللبن وتطبيق الحضانة على درجة حرارة 13-18° م خلال مدة 15 ساعة وقد أصبحت الحاجة إلى الحصول على قشدة شديدة النكهة، لأن قسماً منها سيفقد في اللبن الخض ويسمح وجود الليمونات في الطور المائي الحصول على مادة داي استيل بحدود امغ/كغ من الزبدة في الحد الأدنى. وتوجد أسباب أخرى مهمة مرتبطة في نوعية الزبدة توجه ضمن المنحى نفسه والميل إلى استخدام الإنضاج المحدود. تتصف بكتريا حمض اللبن المستخدمة صناعياً بفعالية عالية في إنتاج حمض اللبن حتى وإن كان الإنضاج على درجة حرارة منخفضة مما يجعل معه من الصعوبة إيقاف ارتفاع حموضة القشدة في نهاية الإنضاج وخلال الخض ، من الممكن العمل على تقليل ارتفاع الحموضة بزيادة نسبة *Lc.lactis ssp var diacetylactis* التي تمنع وتوقف من نشاط نمو *Lc.lactis ssp lactis* و *Lc.lactis ssp cremoris* ويجب تجنب الحموضة الزائدة في القشدة كونها تساعد على ظهور الطعم الحامضي والمؤكسد الناتج عن انتقال شوارد النحاس من الطور المائي باتجاه غشاء حبيبة المادة الدسمة مما يزيد من خطر الأكسدة .

يزداد خطر تحلل المادة الدسمة عند تلوث القشدة أو بادئ البكتريا بالجراثيم الأليفة لدرجة الحرارة المنخفضة وخاصة خلال طور التبلور الأولي مما ينتج عنه زيادة في معدل الحموضة (حمض أوليك) في الزبدة. عند الوصول إلى رقم pH 5.6-5.8 يتباطأ إنضاج القشدة عند التبريد إلى درجة حرارة 8° م وترتفع حرارة القشدة إلى 10-13° م لتسهيل مرورها ضمن المزياد وتتصف الزبدة الحامضية المصنعة بأن رقم حموضتها عند التخزين 5.4-5.8.

10-6 تصنيع الزبدة الحامضية من القشدة الحلوة:

Processing of ripened butter from sweet cream

تطبق طريقة Yan DEN BERG والمطورة من قبل NIZO التي تعتمد على تحقيق التخمير اللبني بشكل منفصل عن المادة الدسمة المعاملة، حيث يتم تجاوز جميع الصعوبات التكنولوجية المشار إليها سابقاً. تتصف خصائص الزبدة الناتجة بخصائص حسية مشابهة إلى الزبدة التقليدية. تعتمد الطريقة على تصنيع ثلاث منتجات مختلفة ضمن ثلاثة أحواض منفصلة وحقتها ضمن الميزاد على مستوى العجن أي بعد انفصال اللبن الخض وتتكون المنتجات الثلاثة من حمض اللبن والنكهة وبكتريا حمض اللبن الحية.

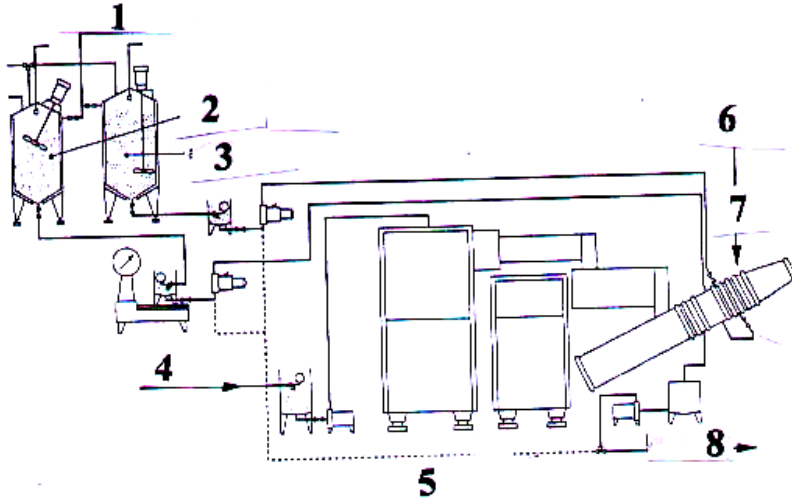
10-6-1- مخطط التصنيع:

يمثل الشكل رقم (10-3) مبدأ صناعة الزبدة الحامضية والمنكهة وفقاً لطريقة

:NIZO

- تطبق الطريقة وفقاً لنموذج صناعة الزبدة الحلوة والتي تتصف بثلاث مميزات:
- إنتاج اللبن الخض الحلو الذي تسهل معاملته والاستفادة منه بدرجة أعلى من اللبن الخض الحامضي الذي تتغير نوعيته.
 - وجود الحرية الكاملة للتحكم في شروط الإنضاج الفيزيائي.
 - عدم تطبيق الإنضاج الحيوي نظراً لصعوبة السيطرة عليه وتؤدي إضافة بادئ بكتريا حمض اللبن المركز على مستوى العجن العديد من الفوائد وبالمقابل تظهر بعض الصعوبات.
- من ضمن الفوائد نشير إلى:
- خفض كمية البادئ المضاف وتقليل الفاقد.
 - زيادة ثبات الزبدة خلال الحفظ.
 - توفر الفرص العديدة للتأقلم مع طرائق تصنيع نماذج الزبدة المختلفة.
- وبالمقابل تظهر بعض المصاعب والتي منها:

- ضرورة استخدام تجهيزات إضافية لإنتاج المكونات الحامضية والمواد المنكهة بالإضافة لمعايرة وتفريغ وحقق هذه المكونات.
- التهوية المناسبة لإنتاج وانتشار النكهة ضمن شروط صحية ممتازة.



الشكل (10-3): مخطط لصناعة الزبدة بطريقة NIZO

- 1- الماء البارد. 2- خليط منكه. 3- حمض اللبني. 4- القشدة الحلو. 5- مزيا مستمر. 6- البادئ. 7- زبدة حامضية. 8- اللبني الخض الحلو.

2- 6-10 المواد المضافة:

10-6-2-1 - مركز حمض اللين:

عند تطبيق طريقة NIZO يستخدم مركز حمض اللبن المصنع خصيصاً ويوزع على معامل تصنيع الزبدة المطبقة لهذه التقنية مع الإشارة إلى أن المواد الأولية المستخدمة أصلها حصراً من الألبان ووسط المزرعة يتكون من المصل الذي يمتاز بمحتوى منخفض من اللاكتوز والأجهزة المستخدمة للتقنية خاصة بالألبان، مثل الترشيح الفائق أما البكتيريا المستخدمة لإنتاج الحموضة أي *Lactobacillus helveticus* وتمتاز بإنتاج مرتفع لحمض اللبن وإنتاج منخفض للبياز والبروتينات

ويطبق التخمر على درجة حرارة 37° م في وسط مشتق من الحليب وفي نهاية التخمر يعرض حمض اللبن إلى عملية تنقية وينظم معدل حمض اللبن والتخلص من الأحياء الدقيقة ويتركب المنتج النهائي من :

- المادة الصلبة الكلية 280 غ/التر
- حمض اللبن 162 غ/التر
- العناصر المعدنية 40 غ/التر
- اللاكتوز 63 غ/التر

ويخزن المنتج على درجة حرارة 4° م لمدة ثلاثة أشهر وبكفي حوالي 5 لتر من رشاحة الحمض في خفض pH 1000 من الزبدة إلى رقم أقل من 5.

6-10-2-2: المادة المنكهة:

تحقق المادة المنكهة في الزبدة على مستوى عملية العجن حيث يضاف مخلوط 1% من مركز حمض اللبن ومزرعة من البادئ المنتج لمادة داي استيل ويتكون البادئ من سلالات بكتريا حمض اللبن متجانسة التخمر وأليفة لدرجة الحرارة المتوسطة من نموذج

Lactococcus lactis ssp lactis

Lc. lactis spp cremoris

Lc. lactis spp lactis var diacetylactis

حيث تضاف إلى حليب فرز محتواه مرتفع من المادة الصلبة الكلية 16% مما يسمح بتأمين كميات مرتفعة من الليمونات واللاكتوز. وفي توجيه تفكك الليمونات باتجاه مادة داي استيل وكذلك Acetone وتطبق المعاملة الحرارية على درجة 85 °م لمدة 20 دقيقة لتجنب الطعم المطبوخ. يطبق التخمر على درجة حرارة 21° م خلال مدة 17-19 ساعة وعند الوصول إلى pH 4.8 نضيف مركز حمض اللبن للحصول على خليط تكون فيه نسبة البادئ 60% ونسبة حمض اللبن 40%. تصل درجة الحموضة في الخليط إلى 710-720 D° ولا يحتوي على خلايا حية وقبل التبريد يهوى الخليط إما بحقن الهواء أو بالتحريك خلال 30 دقيقة باستخدام مضخة

طرد مركزي ضمن دورة مغلقة، يؤدي خفض رقم الحموضة pH إلى 3.4 مع وجود الأكسجين إلى اكتمال تفاعلات الأكسدة وإنتاج طلائع مادة داي استيل. تتحول الكمية الكبيرة من حمض ألفا اسيتو لاكتيك المنتج بفعل بكتريا حمض اللبن مباشرة إلى مادة داي استيل بنزع المجموعة الكربوكسيلية والأكسدة.

يبرد الخليط بسرعة إلى درجة حرارة أقل من 4° م ويحفظ لمدة 3 أيام وبعد التبريد يصل مستوى داي استيل إلى 80-100 مغ/كغ ولذلك فإن حقن الخليط ضمن الزبدة يسمح في رفع مستوى داي استيل إلى 1 جزء بالمليون وينظم رقم الحموضة المطلوب دون وجود المصاعب الناتجة من القشدة وكذلك يتم تجاوز وجود الحموضة وشوارد النحاس حيث يصل محتواه إلى 16-18 ميكروغرام في القشدة الحلوة مقابل 30 ميكرو غرام في الزبدة الحامضية.

10-6-3: إضافة البكتريا الحية:

تضاف بكتريا البادئ وتحقق بشكل منفصل على مستوى عملية العجن بمعدل 1% من البادئ المزروع بشكل منفصل في حليب فرز مادته الصلبة الكلية 16%،

ويحضر ضمن نفس الشروط السابقة. تتكون البكتريا المنتجة للحموضة من

Lactococcus lactis spp lactis

Lc. lactis spp cremoris

أما البكتريا المنتجة للنكهة فتتكون من

Leuconostoc mesenteroides spp cremoris

وهذه البكتريا هي الوحيدة الحية الموجودة في الطور المائي للزبدة.

لقد اختيرت البكتريا *Ln mesenteroides ssp cremoris* بدلاً من

Lc. lactis ssp lactis var diactylactis

على الرغم من أنها تنتج كميات كبيرة من داي استيل وأنها تنتج كميات هامة من اسيت ألدheid المادة المسؤولة عن طعم اللبن الخاثر. تطبق مزرعة البادئ على درجة حرارة 24° م وتبرد بسرعة إلى 4° م عند الوصول إلى رقم حموضة pH 4.7-

4.8 أي في الوقت الذي يكون فيه إنتاج مادة داي استيل في حده الأعظمي. تحفظ هذه المزرعة مدة ثلاثة أيام على درجة حرارة 4° م.

10-7- تصنيع الزبدة وفق الطريقة التقليدية: Butter making

تطبق الخطوات الآتية للحصول على الزبدة وفق الطريقة التقليدية:

وفقاً لـ Visseyre 1979

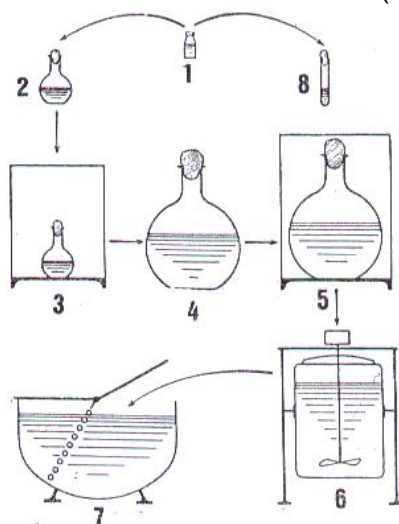
- 1 - استلام الحليب ورفع درجة حرارته إلى 35° م وفحص نوعيته.
- 2 - فرز الحليب والحصول على القشدة والحليب الفرز وينظم محتوى القشدة من المادة الدسمة إلى 35-40%.
- 3 - بسترة القشدة على درجة حرارة 90-95° م خلال عدة ثوان وتهدف المعاملة الحرارية إتلاف الليياز الميكروبي والتخلص من الميكروبات الممرضة والتخلص من أكبر عدد ممكن من الميكروبات الموجودة في القشدة وتشكيل مكون مرجع SH لتأخير وإعاقة الأكسدة وقد تتعرض إلى التخلية للتخلص من الروائح والغازات وقد تتعرض القشدة إلى معادلة الحموضة قبل البسترة أو التخلص من الحموضة بالغسيل.

4 - **الإنضاج الفيزيائي:** وذلك بترك القشدة على درجة حرارة 12° م في الصيف وخلال فترة عدة ساعات وفي الشتاء على درجة حرارة 5-7° م خلال مدة ساعتين. ويهدف الإنضاج إلى توجيه تبلور الجليسيريدات الثلاثة والذي يؤدي بدوره إلى زيادة المردود وتنظيم تركيب الزبدة والحصول على القوام اللازم للزبدة وخفض نسبة الرطوبة في الزبدة.

5 - **الإنضاج الحيوي:** تضاف بكتريا حمض اللبن الأليفة لدرجة الحرارة المتوسطة ومتجانسة التخمر لإنتاج الحموضة:

Lc. lactis spp cremoris ، *Lc. lactis spp lactis* ، وبكتريا حمض اللبن غير متجانسة التخمر *Leuconostoc lactis* ، *Ln. cremoris* لإنتاج النكهة

مادة داي استيل ويضاف البادئ بمعدل 3-5% ويطبق الإنضاج مدة 14-16 ساعة على درجة حرارة 9-15° م للوصول إلى رقم حموضة 4.7-4.8 ، يحضر البادئ وفق الشكل (10-4).



الشكل (10-4): مراحل تحضير البادئ الموجه إضافته إلى 5000 ليتر من القشدة المبسترة.

- 1- 5 سم3 من المزرعة السائلة التجارية.
- 2- 4 سم3 من المزرعة السائلة ضمن 150 سم3 من الحليب المعقم.
- 3- حضانة مدة 15 ساعة على درجة حرارة 20 - 25 م°.
- 4- 150 سم3 من المزرعة ضمن 5 ليتر من الحليب المعقم.
- 5- حضانة مدة 15 ساعة على درجة حرارة 20 - 25 م°.
- 6- تحضير البادئ 5 ليتر من المزرعة ضمن 150 ليتر من الحليب المبستر حضانة مدة 15 ساعة على درجة حرارة 20 - 25 م°.
- 7- إضافة 150 ليتر من البادئ إلى 5000 ليتر من القشدة المبسترة.
- 8- حفظ 1 سم3 من المزرعة ضمن 20 سم3 من الحليب المعقم.

6 - الخض:

تهدف عملية الخض إلى تصادم الحبيبات مع بعضها ومع جدار الخضاض مما يؤدي إلى تلاحم الحبيبات مع بعضها وخروج الدهن السائل من مركز الحبيبات

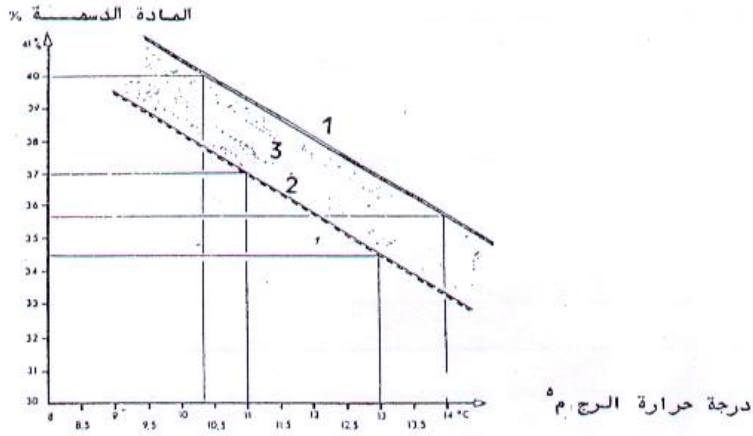
ونتيجة الخض تتغير الحالة الفيزيائية لدهن الحليب ويتحول مستحلب الدهن في الماء إلى مستحلب الماء في الدهن.

العوامل الأساسية المؤثرة في الخض:

- درجة الحموضة: يفضل أن تكون درجة الحموضة 40-45°D.
 - المحتوى من المادة الدسمة: يفضل أن يكون المحتوى من المادة الدسمة 35-40%.
 - درجة الحرارة: تطبيق درجة حرارة في الصيف 10° م وفي الشتاء 13° م الشكل (10-5).
 - التحريك: يفضل تطبيق سرعة 25-35 دورة في / الدقيقة.
- ضمن هذه الشروط السابقة يمكن الحصول على حبيبات الزبدة خلال 30-40 دقيقة.

ونوضح فيما يلي خطوات خض القشدة ضمن الخضاض التقليدي:

- 1- غسيل الخضاض وتنظيفه.
- 2- تعبئة الخضاض بالقشدة حتى 50% من حجمه.
- 3- تطبيق الدوران 35 دورة /د لمدة 5 دقائق والتخلص من الغازات.
- 4- استمرار الدوران 25-35 دورة/د لمدة 35-45 دقيقة.
- 5- التخلص من اللبن الخض.
- 6- الغسيل بالماء البارد حيث تضاف نفس كمية اللبن وضمن نفس شروط درجة الحرارة على السرعة الثانية 10-15 دورة /د لمدة 5 دقائق.
- 7- التخلص من ماء الغسيل.
- 8- تطبيق العجن لمدة 5 دقائق على سرعة 10-15 دورة/د.
- 9- توقيف الخضاض وتفرغ الزبدة.
- 10 - تعبئة الزبدة.



الشكل (5-10): درجات حرارة الخض

1- منحنى الشتاء. 2- منحنى الصيف. 3- منطقة الخض.

8 - غسل الزبدة: Butter washing

بعد التخلص من اللبن الخض تعرض حبيبات الزبدة إلى الغسيل بإضافة الماء الذي يتصف بنوعية كيميائية وميكروبيولوجية جيدة ويهدف الغسيل إلى التخلص من المواد الصلبة اللاذنية وتحسين اللون ويطبق الغسيل بإضافة نفس الكمية من الماء المساوية اللبن الخض على السرعة 10-15 دورة/د.

9 - عجن الزبدة: Butter working

تهدف هذه العملية إلى زيادة تلاحم حبيبات المادة الدسمة وتوزيع قطيرات الماء ويمكن في هذه المرحلة إضافة الملح والمواد الملونة الطبيعية ويتم تنظيم تركيب الزبدة من الماء ويطبق العجن لمدة 5 دقائق على السرعة 10-15 دورة/د.

10 - تعبئة الزبدة وتغليفها: Packaging of Butter

تعبأ الزبدة وتغلف ضمن ورق من الألومنيوم أو السولوفان التي تمتاز بعدم نفاذيتها للأشعة والرطوبة وعدم تفاعلها مع مكونات الزبدة وتحفظ الزبدة على درجة حرارة 10- إلى 15°م.

8-10 - عيوب الزبدة: Defects of butter

- عيوب في المظهر الخارجي:

ناتجة عن وجود مكونات متباينة على سطح الزبدة سببها تجفاف سطحي أو نمو للبكتريا والخمائر والفطور.

- عيوب في المقطع:

والتي تتوافق مع وجود جيوب صغيرة من الهواء وعدم تجانس في اللون:

- نقاط خضراء: عدم ثبات للمادة الدسمة.
- نقاط بيضاء: كتل من الكازئين.
- اللون الرخامي: توزيع سيء للماء مثل الزبدة المالحة.

- عيوب في التركيب:

توزيع سيء للماء: تطبيق غير جيد لعملية العجن.
تزييت: زيادة في المادة الدسمة السائلة.

زبدة رملية: تبلور بطيء.

- عيوب في القوام:

زبدة قاسية ومتكسرة: تصلب للمادة الدسمة.
زبدة طرية: زيادة في المادة الدسمة ذات نقطة الانصهار المنخفضة أو درجة تصلب غير كافية.

- عيوب في الطعم:

طعم مطبوخ: معاملة حرارية مرتفعة للقشدة.
طعم حامضي: نوع البادئ وطريقة غسيل وعجن الزبدة.
طعم الأجبان: حفظ طويل للقشدة قبل التصنيع.
طعم الخمائر: تحلل من أصل ميكروبي.
طعم المالت: ناتج عن نشاط بعض بكتريا حمض اللبن.

الطعم المعدني: أكسدة المادة الدسمة ووجود رقم pH حامضي وعناصر معدنية كالحديد والنحاس.

طعم اللبن الخاثر: محتوى مرتفع من مادة أسيت ألدهيد بفعل *Lc. diacetylactis*.

10-9- القيمة الغذائية للزبدة: Nutritive value of butter

تتكون مادة دسم الزبدة من جليسيريدات ثلاثية تحتوي على أحماض دسمة 65% مشبعة و 35% أحماض غير مشبعة حيث تشكل الأحماض الدسمة قصيرة ومتوسطة السلسلة حوالي 15% التي تمتاز بسهولة هضمها وتحتوي الزبدة على 3-5% من الأحماض الدسمة عديدة الروابط غير المشبعة الأساسية. ويصل مستوى الكوليسترول في 100 غ من الزبدة إلى 240-280 مغ/ في حين أن كميته في لتر من الحليب 117 مغ/ 100 غ. إن استهلاك الفرد 26 غ من الزبدة تغطي 30% من احتياجاته من فيتامين A أما محتوى الزبدة من السكريات والبروتينات فهو محدود على المستوى التغذوي، وتكمن فائدة الزبدة في غناها بالدسم وتنوع الليبيدات التي تضيف عليها:

- نقطة انصهار ضعيفة يجعلها سريعة الهضم وزمن بقائها في المعدة أقصر مقارنة مع الدهون الأخرى.
- سرعة امتصاصها واستقلابها وتأثيرها اللطيف على الأوعية الصفراوية.
- صعوبة استبدالها لدى الأطفال والشباب كونها تدخل في تركيب النظام العصبي.
- ضرورة استهلاك الفرد العادي 20 غ يومياً أما المرأة الحامل بحاجة إلى 30 غ/ يومياً.

10-10 - القشدة المخفوقة: Whipping of cream

تتألف من مستحلب للهواء ضمن قشدة محتوَاها من المادة الدسمة 32-35% ويشغل الهواء نصف الحجم على الأقل في المنتج النهائي على شكل فقاعات قطرها 60-70 ميكرون.

وتصنع القشدة المخفوقة وفق الخطوات الآتية:

- 1 - فرز الحليب على درجة حرارة 35° م والحصول على القشدة.
- 2 - بسترة القشدة على درجة حرارة 75-80° م خلال 10-20 دقيقة أو 90-95° م خلال 5-10 ثواني
- 3 - تبريد القشدة إلى درجة حرارة 8-10° م للمساعدة على خروج الدسم السائل إلى خارج حبيبات المادة الدسمة.
- 4 - تترك القشدة مدة 24-72 ساعة على هذه الدرجة حيث يتبلور قسم من المادة الدسمة السائلة وتمتص البروتينات الماء وتتفخ.
- 5 - يطبق الخفق على درجة حرارة 5-6° م مع التحريك خلال مدة 3-4 دقائق وإدخال الهواء أو الآزوت وتجنب إدخال غاز ثاني أكسيد الكربون حتى لا يسبب رفع درجة حموضة القشدة.
- 6 - تخزين القشدة المخفوقة على درجة حرارة 3-4° م التي تشكل طبقة حامضية للسطح الفاصل بين الغاز السائل لمستحلب الهواء. لتحسين ثبات القشدة المخفوقة يجب الانتباه إلى عدم استخدام القشدة الغنية في المادة الدسمة خوفاً من الحصول على الزبدة وكذلك عدم استخدام القشدة المتعرضة إلى التجنيس إلا إذا أضيف إليها الجيلاتين. يمكن رفع قابلية القشدة للخفق في زيادة المحتوى المادة الصلبة اللادهنية للقشدة بإضافة بودرة الحليب الفرز أو اللبن الخض الفرز الغني في الليستين.

10-11 - المثلجات اللبنية: Ice cream

يطلق اسم المثلجات اللبنية بالقشدة على المادة المنتجة حصراً بتجميد خليط مبستر من الحليب والقشدة والسكر وينكه ضمن شروط محددة باستخدام الثمار أو عصائر الثمار أو منكهات طبيعية مسموح بها. يجب أن تحتوي هذه المواد كحد أدنى في 100 غ للمنتج النهائي:

1- إذا استخدم المنكه الطبيعي:

- 14 غ من السكر.
 - 7 غ من المادة الدسمة.
 - 31 غ من المادة الطليبة الكلية.
- 2- إذا استخدمت الثمار كمنكهات أو عصائر الثمار كمنكهات:
- 14 غ من السكر.
 - 5 غ من المادة الدسمة.
 - 29 غ من المادة الصلبة الكلية.

يطلق اسم بوظة بالبيض على المنتج الناتج عن تجميد خليط مبستر من الحليب وصفار البيض والسكر ويجب أن تحتوي كحد أدنى:

- 16 غ من السكر
 - 7 غ من صفار البيض.
 - 2 غ من المادة الدسمة.
 - 29 غ من المادة الصلبة الكلية.
- ضمن 100 غ من المنتج النهائي.

- يطلق اسم بوظة في العصير أو المنكه الطبيعي على المنتج الحاصل من تجميد خليط مبستر من ماء الشرب والسكر ويشكل السكر كحد أدنى 25 غ أو 18 غ ضمن 100 غ في المنتج النهائي ويسمح في إضافة الحليب أو القشدة عند صناعة هذه المنتجات.

- المواد المحسنة والمنكهة من الثمار أو المنكهات الطبيعية المستخدمة في تحضير جميع المتلجات اللبنية يجب أن تكون كميتها في 100 من المنتج النهائي كما يلي:

1 - بوظة مصنعة بثمار الفريز والمشمش.. 20 غ من الثمار الطازجة أو المجمدة تحت شكل مركز أو ما يساويها من عصير الفواكه الطازجة أو المبستر أو المركز.

- بوظة بالمنكهات الطبيعية:

- 1- الشوكولاتة: 2 غ من البودرة.
 - 2- اللوز والجوز: 3 غ من اللوز أو الجوز أو خلائطهما.
 - 3- القهوة: 2.5 غ على شكل حبيبات محمصة أو ما يساويه من مركز القهوة.
 - 4- فانيلا: 0.1 غ من الفانيلا أو ما يساويها من مستخلص الفانيلا الطبيعي.
 - 5- الفستق الحلبي: 3 غ من الفستق الحلبي.
 - 6- المالت: 10 غ من مستخلص المالت المحتوي على 70% من المالتوز.
 - 7- كراميل: 8 غ من السكر الكراميل.
- يسمح في استخدام الحليب المركز المحلى وغير المحلى، الحليب المجفف الفرز، القشدة، أو الزبدة لاستبدال القشدة، صفار البيض أو البيض المجمد والثمار والمنكهات وملونات مسموح بها ومثبتات لا يتجاوز 1% من الوزن النهائي (الجيلاتين، بياض البيض، أجار خروب) الجينات الصوديوم، بكتين، كاراغينات).

- يستخدم الحليب المعاد التشكيل بعد إخضاعه إلى معاملة حرارية مرتفعة 80-85°م/ 5 دقائق على الأقل ويمكن تعقيمه بالمعاملة الحرارية فوق العالية. يجب أن تسخن القشدة إلى درجة حرارة 72°م/ خلال 4 دقائق على الأقل، إذا لم يستخدم الحليب والقشدة مباشرة يمكن تبريدها بعد التسخين وحفظها على درجة حرارة من 2 إلى 6°م وفقاً لمدة الاستعمال بعد 24-72 ساعة.

- يجب أن يخضع الخليط الكلي إلى معاملة حرارية كافية 65°م خلال 30 دقيقة أو أية معاملة حرارية مكافئة ثم يطبق التبريد على درجة حرارة +6°م إذا كان التصنيع

سيتم خلال مدة 24 ساعة. بعد التجميد وحتى عرض المنتج على المستهلك يجب أن تكون درجة الحرارة -10 إلى -15°م.

- تسمح بعض التشريعات في بعض الدول في صناعة المتلجات اللبنية التي تحتوي على 10-20% من المادة الدسمة و 13-17% من السكر ويصل المحتوى من المادة الصلبة الكلية إلى مستوى يتراوح بين 35-41%. تؤدي إضافة الحليب، أو الحليب المركز أو المجفف والسكر عند صناعة المتلجات اللبنية إلى إعطائها القوام واللبنية أما المادة الدسمة المضافة على شكل قشدة أو زبدة فتضفي عليها الطعم والمظهر الدهني في حين أن المثبتات تزيد من الطعم الدسم وتحافظ على شكل المنتج المجمد أما البيض المضاف يحسن من الطعم واللون.

10-11-1- تقنية التصنيع: Processing of Ice cream

جميع العمليات الخاصة بتصنيع المتلجات اللبنية موضحة كما يلي:

1 - تخزين المواد الأولية:

يجب أن تخزن المواد اللبنية ضمن نفس الشروط المطبقة في المنتجات اللبنية والسكر موجود على شكل سائل ضمن عبوات خاصة ومستخلص الثمار يخزن على الشكل المجمد أو على شكل مادة مركزة ومبسترة.

2 - قياس المكونات:

تحسب المكونات وفقاً للطرق الحجمية أو الوزنية مع الانتباه إلى نظافة الأجهزة المستخدمة وخاصة المحافظة على النوعية الصحية.

3 - الخليط: Mixing

تخلط جميع المكونات بشدة حتى تبقى جميع الأطوار في ثبات للوصول إلى مرحلة التجنيس ويتم الخلط على درجة حرارة 50-60°م.

4 - المعاملة الحرارية: Thermic treatment

تطبق معاملة حرارية 65° م خلال 30 دقيقة أو أية معاملة حرارية مكافئة على درجة حرارة 80-90° م ويليهها مرحلة التجنيس وبعدها يبرد الخليط إلى درجة حرارة 0 و 4° م.

5 - تخزين الخليط: Stockage

يخزن الخليط ضمن أوعية غير قابلة للتأكسد مجهزة بخلاط بطيء وتدوم فترة التخزين 24 ساعة على درجة حرارة تتراوح بين 0 و 4° م.

6 - تجميد الخليط: Freezing

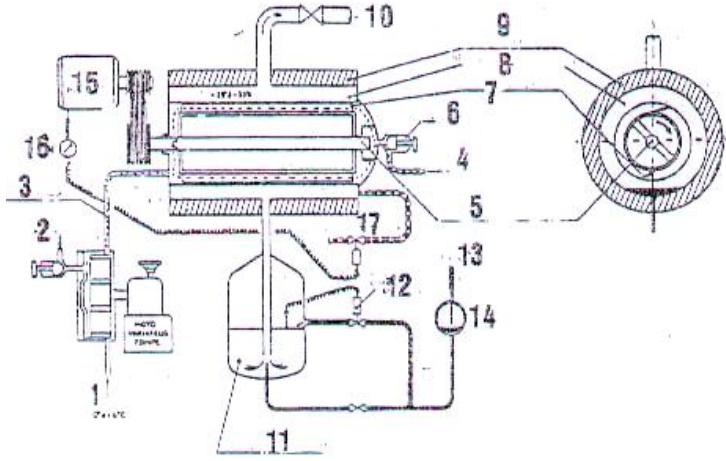
يعد التجميد العملية الأساسية في التصنيع ويستخدم لهذا الهدف المجمد الموضح في الشكل (10-6) وهو مبادل له سطح كاشط ويتكون من مبادل أسطواني يدخل المنتج ضمنه وتبرد الأسطوانة خارجياً بجدار مزدوج يعبره الأمونياك السائل أو الفريون ويكون المجموع معزولاً عن الوسط الخارجي، أما ميكانيكية التبادل الحراري فتتم ضمن المبادل الأسطواني والذي يحتوي على محور متحرك ومزود بمجموعة من الأذرع المثبت عليها مجموعة من السكاكين المترابطة لكشط سطح المبادل بقوة. ويحمل المحور أيضاً عدة شبكات مثقبة تساهم بثبات المستحلب. يتصف دور السكاكين الكشط الدائم لسطح المبادل وذلك لسحب البلورات المتشكلة بهدف زيادة عدد البلورات وتجنب تشكيل بلورات كبيرة والعمل على توزيع البلورات ضمن الكتلة لتبريدها وإعطائها القوام. بغية تحول الخليط إلى مثلج لبنني يجب عبوره بشكل متلاصق عبر مضختين: الأولى مضخة الخليط والثانية مضخة الخليط والهواء. يدخل الخليط على درجة حرارة 0 إلى 4° م ويخرج على درجة حرارة من -2 إلى -7° م ويتأمن خلال التجميد وبشكل متلائم:

- التبريد السريع للخليط.
- تبلور 30 إلى 70% من الماء.
- التوزيع المتجانس للبلورات الناعمة.
- تشكل مستحلب الهواء ضمن المنتج.

7 - بعد خروج الثلجات اللبنة من المجمد يجب أن تتعرض إلى معاملة تأخذ شكلها النهائي قبل التقيسة وذلك إما بوضعها ضمن قوالب ونزعها من القوالب أو التعبئة المباشرة ضمن عبوات التوزيع للاستهلاك.

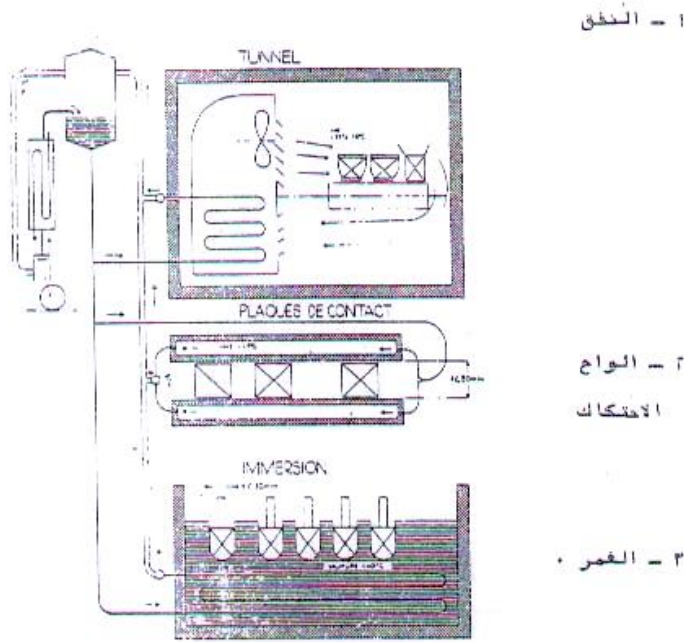
8 - التجميد النهائي والتقيسة: Deep freezing

يمكن استخدام إحدى الطرائق الثلاثة الآتية: في الغمر، وفي الاحتكاك وفي النفق (الشكل 10-6).



الشكل (10-6): مخطط المجمد

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 1- دخول الخليط. | 10- الامتصاص. |
| 2- صمام لدخول الهواء. | 11- حوض الأمونياك. |
| 3- خلاط. | 12- صمام. |
| 4- قشدة مجمدة. | 13- الأمونياك السائل. |
| 5- القسم الدوار. | 14- مراقبة. |
| 6- صمام الضغط. | 15- محرك القسم الدوار. |
| 7- سكاكين. | 16- مراقبة. |
| 8- فراغ للأمونياك. | 17- وصول الغاز. |
| 9- العزل. | |



الشكل (10-6-1): طريقة التقيسية بالنفق وألواح الاحتكاك والغمر.

تستخدم طريقة الغمر بوضع الثلجات ضمن قوالب غير نفوذه وكثيمة موجودة ضمن محلول ملحي درجة حرارته -40°C وعادة تطبق على الثلجات ذات الحجم الصغير والتي لا تتجاوز سماكتها 25 مم أما طريقة الاحتكاك بالألواح تعتمد على إمرار المنتج ضمن صفيحتين يدخل ضمنها الأمونياك -40°C وعادة تطبق على الثلجات اللبنية ذات الحجم المتوسط والذي تتراوح سماكتها بين 60 إلى 70 مم وتستغرق مدة ساعة تقريباً. أما التقيسية ضمن النفق فتطبق على الأحجام الكبيرة وذلك بوضعها ضمن نفق يبرد بتيار من الهواء البارد على درجة حرارة -40°C وتختلف سرعة الهواء من 3 إلى 8 م/ثا وتستغرق التقيسية مدة تتراوح بين 45 دقيقة وحتى 4-5 ساعات.

8 - التعبئة والتغليف: Packaging

تطبق عمليتي التعبئة والتغليف باستخدام الأجهزة التقليدية ويلى ذلك وضعها ضمن النفق مع تجنب الشروط التي تعمل على رفع درجة الحرارة.

9 - التخزين والتوزيع:

يفضل أن تكون درجة حرارة التخزين على -30°م أما التوزيع يطبق على درجة حرارة -20 إلى -25°م

10-11-2: النوعية الحسية للمثلجات اللبنية:

Sensory quality of ice cream

من ضمن النوعية المطلوبة في المثلجات اللبنية لدى المستهلك نشير إلى التعابير التالية:

1- الحالة الطازجة للمنتج وعدم وجود البلورات.

2- القوام الناعم ووجود مقاومة معينة.

3- الانصهار البطيء في الفم.

4- الطعم والمظهر الدهني.

5- النكهة الحقيقية.

6- عدم وجود كمية كبيرة من السكر.

10-12- المنتجات المركزة في المادة الدسمة (السمن)

Butter oil

وفقاً لـ 1985 Boutounier

في ظل التشريعات الصادرة عن منظمة الأغذية والزراعة FAO رقم A68

عام 1980 تتطلب أن تكون نوعية الزبدة المركزة عالية الجودة حيث تتكون من:

- المادة الدسمة 99.8 % في الحد الأدنى.
- الرطوبة والمادة الصلبة اللا دهنية 0.2% في الحد الأعظمي.
- الأحماض الدسمة الحرة مقدرة كحمض أوليك 0.35% كحد أعظمي.

- رقم البيروكسيد 0.5% كحد أعظمي.
- الطعم واضح ونقي وعدم وجود الروائح الغريبة.
- عدم وجود المواد المعدلة للحموضة ومضادات الأكسدة والمواد الحافظة.

12-10-1: طرائق تصنيع المادة الدسمة المركزة:

يتم الحصول على المادة الدسمة اللبنية اللا مائية إما مباشرة بمعاملة القشدة وإما عن طريق تحويل القشدة إلى زبدة. أما عند تحضير زيت الزبدة بالطرائق غير المباشرة تتكون المادة الأولية من الزبدة المخزنة.

12-10-1-1: الطرائق غير المباشرة:

الفصل الأول:

- صهر الزبدة ضمن أحواض الصهر أو ضمن مبادلات صفائحي والوصول إلى درجة حرارة 60° م والتي تخضع إما إلى طرد مركزي والحصول على قسم غني في المادة الدسمة 99% وقسم ثقيل يحتوي على 15-20% من المادة الدسمة، حيث تركز المادة في الطور الثقيل، التي تحتوي على حبيبات مادة دسمة كاملة ثم تزال ثباتيتها بالتجنيس تحت ضغط 100 بار وتوجه إلى حوض الصهر. أما في الطريقة الثانية توجه الزبدة المصهورة إلى حوض الترويق حيث تتفصل المكونات وفقاً لكثافتها ويستخرج الطور الدهني والذي يصل محتواه إلى 95% من المادة الدسمة.

الفصل الثاني:

التسخين إلى درجة 95° م والتركيز للوصول إلى محتوى من المادة الدسمة مقداره 99.5-99.7% ويمكن أن تسبق هذه المرحلة إضافة الماء الساخن لتمديد الطور اللا دهني والتخلص منه لاحقاً مع تطبيق التخلية للتخلص من المواد الطيارة وخفض محتوى الماء إلى 0.1%.

التبلور: يبرد مركز المادة الدسمة إلى درجة حرارة 30° م قبل التعبئة ضمن مبادل حراري للحصول على نواة للتبلور وتطبيق التعبئة في وجود الآزوت للحد من خطر الأكسدة.

1 ثقيل 10

10-12-1-2: الطريقة المباشرة:

تستخدم القشدة الطازجة ذات المحتوى 35-40% من المادة الدسمة:

التركيز الأولي:

- تسخن القشدة الطازجة إلى درجة حرارة 60° م.
- تركز القشدة بالطرد المركزي للحصول على طور خفيف محتواه من المادة الدسمة 75-80%.
- تخضع القشدة المركزة إلى نزع الثباتية بالتسخين تحت ضغط 100 بار حيث تصبح المادة الدسمة على الحالة السائلة.

التركيز الثاني: تطبق الخطوات نفسها المطبقة في الطرق نصف المباشرة.

10-13-2: تخزين وحفظ المنتجات:

يصنع زيت الزبدة عادة من مواد أولية محدودة الحفظ ويمكن تحسين الحفظ بإضافة مضادات الأكسدة BHT، BHA . أما بالنسبة للمواد ذات النوعية الجيدة فيمكن حفظها مدة 2-6 أشهر على درجة الحرارة العادية ومدة سنة على درجة حرارة 10° م. أما بالنسبة للمادة الدسمة اللبنية اللامائية ويمكن حفظها مدة 24 شهراً على درجة حرارة 10° م.

(Hubert ,2006., Veisseyre, 1979., Vuillemand, 2018., Trunong et al,2020. Schuck et al,2012., Karoui ,2018., Jeantet et al,2012., Jeantet et al,2008., Croguennec et al,2008.)

الفصل الحادي عشر

مبادئ التنظيف والتعقيم

Princip's of cleaning and disinfection

1-11 التنظيف.

2-11 التعقيم.

3-11 التنظيف في المكان.

الفصل الحادي عشر

مبادئ التنظيف والتعقيم

Princip's of cleaning and disinfection

من الضروري تطبيق التنظيف الكامل والتعقيم الفعال لكل الأجهزة والأدوات الموجودة بتماس مع الحليب ويعد عدم إتباع القواعد العامة في النظافة سبباً رئيسياً في فشل كل المحاولات اللاحقة اللازمة لتحسين نوعية الحليب الخام. الحليب مادة غذائية ولذلك يجب تنظيف الأدوات الموجودة بتماس معه وضمن قواعد صارمة.

(1) - يجب أن تغسل الأدوات والأواني بعناية والتخلص من السوائل مباشرة وتجفيفها قبل استخدامها.

(2) - يجب أن تؤمن مواد التنظيف التخلص من كل المواد المتبقية وإتلاف والتخلص من الأحياء الدقيقة الممرضة.

(3) - يجب تطبيق الغسيل النهائي والشطف للتخلص من آثار مادة التنظيف المستخدمة ويجب استخدام الماء الصالح للشرب ويفضل استخدام بخار الماء.

(5) - لا يمكن استخدام كل المواد المنظفة في مجال الألبان فمثلاً يمنع استخدام مركبات الأمونيوم الرباعية في فرنسا.

فيما يتعلق بالأدوات المستخدمة في مجال الألبان يجب أن تكون قابلة للتعقيم أي التخلص من كل الجراثيم وفي هذا المجال يمكن أن نميز بين عمليتين أساسيتين.

- التنظيف ويقصد به التخلص من كل البقايا وإزالة المواد المترسبة وخاصة المواد قليلة الذوبان في الماء مثل المادة الدسمة والبروتينات والأملاح وفي

بعض الحالات لا يكفي استخدام الماء الساخن للحصول على تنظيف كامل
ولذلك من الضروري استخدام المواد المنظفة.

- التعقيم ويهدف إلى التخلص من الأحياء الدقيقة ويمكن تحقيق ذلك:
- 1 - استخدام وسائل فيزيائية تتصف بمزايا وخصائص صحية وتقنية كونها لا تترك أي أثر ويطبق التعقيم بالحرارة المرتفعة بالماء الساخن أو بخار الماء أو الهواء الساخن جداً.
- 2 - استخدام المواد الكيميائية التي تمتاز بسهولة معاملتها وتوجد العديد من المواد المعقمة التي تزيد من فعل المواد المنظفة التي لا تقتل البكتريا.
- يمكن اقتراح استخدام طريقة صالحة وملائمة لكل الحالات آخذين بعين الاعتبار:
- طبيعة الأدوات والأواني المستخدمة: الفولاذ غير قابل للصدأ والألمونيوم والمطاط والمواد البلاستيكية.
- شروط الاستخدام كدرجة الحرارة ومدة الاستخدام والمدة الفاصلة بين عمليتي الغسيل.
- ويفضل الانتباه إلى:
- الغسيل والشطف النهائي بالماء الصالح الفاتر أو البارد مباشرة للتخلص من أي أثر للحليب ولذلك يجب تجنب تشكل قشرة أو منع ترسب الحليب أو الخثرة.
- من المفضل تطبيق التعقيم مباشرة قبل الاستخدام المقبل وأن يترك محلول المادة المعقمة بتماس مع الأدوات خلال الفترة التي تفصل بين عمليتي الاستخدام.

1-11- التنظيف: Cleaning

يستخدم عادة محلول منظم درجة حرارته 40-50°م ويستعمل مادة مكونة من خليط من الأملاح القلوية للاستفادة من خصائصها المختلفة وغالباً ما يضاف مادة عضوية مبللة يوضح الشكل (1-11) الخصائص الأساسية والتي يضاف إليها أملاح بيكربونات:

الجدول (1-11): خصائص مواد التنظيف.

المواد	قابلية التبلل	قابلية الاستحلاب	قابلية التدوير	التطيف	الشطف والغسيل
كربونات الصوديوم	مقبول	مقبول	جيد جداً	ضعيف	صعب
ميتاسيليكاات الصوديوم	جيد جداً	جيد	جيد	مقبول	سهل جداً
فوسفات ثلاثية الصوديوم	جيد جداً	مقبول	جيد جداً	جيد	سهل
هكساميتافوسفات الصوديوم	جيد	جيد	سيء	جيد جداً	سهل جداً
ماءات الصوديوم	سيء	مقبول	جيد جداً	معدوم	صعب

يتراوح تركيز محلول التنظيف 0.3 - 1% ونبين في المثال التالي خليطاً لمواد لا تهاجم الألمونيوم.

- كربونات الكالسيوم Na_2CO_3 60%
- ميتا سيليكات الصوديوم $\text{Na}_2\text{SiO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 20%
- فوسفو ثلاثية الصوديوم $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 15%
- الكيل أريل سيلفونات مادة مبللة 5%

عند غسيل الأوعية الزجاجية تستخدم محاليل شديدة القلوية تحتوي على ماءات الصوديوم ومادة معقدة للكالسيوم مثل هكسا ميتا فوسفات الصوديوم التي تمنع من تشكل راسب كلسي ويسهل الشطف بالماء القاسي. يفضل تطبيق التنظيف بمادة حامضية عندما تتشكل طبقة من الراسب.

11-2- التعقيم: Disinfection

لا يكون التعقيم فعالاً إلا إذا طبق على الأدوات المنظفة بشكل كامل:

- تعدّ درجة الحرارة المرتفعة الطريقة الأكثر استخداماً حيث توضع ضمن علب معدنية مغلقة وتعرض إلى البخار وخلال مدة عشر دقائق ويمكن أيضاً استخدام الماء المغلي.

- تعدّ طريقة استخدام المحاليل المعقمة قليلة التكاليف واستعمل محلول هيبوكلوريت الصوديوم خلال مدة طويلة لذلك يعتبر هيبو كلوريت الصوديوم من المعقمات الممتازة، لكن يجب استخدام التركيز المناسب والذي يحدد الكلور الفعال في مغ/التر، ويتم الحصول على التعقيم الكلي بتماس محلول يحتوي على 250 مغ من الكلور خلال عدة دقائق ويخشى عند تخطي التراكيز السابقة من تآكل المعادن ولذلك يفضل تطبيق شطف نهائي مع محلول يحتوي على تركيز ضعيف من الكلور 20 مغ ويحتوي محلول هيبوكلوريت الصوديوم العادي (12-13°) على 38 غ/التر أما الصناعي (50°) يحتوي على 150 غ/التر.

يجب تجديد محلول هيبوكلوريت الصوديوم مرة في اليوم. ومن أهم عيوب هذا المحلول عدم ثباته النسبي ولذلك يجب الإشارة إلى التاريخ النهائي للاستخدام.

- ينصح باستخدام مواد معقمة أخرى ولكنها أكثر كلفة بالمقابل فهي سهلة الاستخدام ولا تسبب تآكل العناصر المعدنية والمطاط، ومن هذه المواد منتجات اليود ويمكن استخدامها كمادة مثبطة ومادة معقمة بأن واحد وتستخدم في المحاليل الحامضية ضمن تركيز 25 مغ/التر من اليود الفعال.

- تطبيق التنظيف والتعقيم بشكل متلائم باستخدام المحلول تعد طريقة غير مناسبة للبعض ولكنها فعالة إذا تم اختيار المواد المخلوطة بعناية وإذا تلتها عملية غسيل وشطف بالماء.

من الملاحظات على الفعل المعقم، يؤدي استخدام بعض المواد المعقمة على المدى الطويل إلى انتخاب البكتريا السالبة لصبغة غرام وخاصة بكتريا الكوليفورم والبكتريا المحللة للبروتينات والتي لها آثار سلبية على الحليب، تلاحظ هذه الظاهرة عند استخدام محاليل التعقيم في ظروف سيئة:

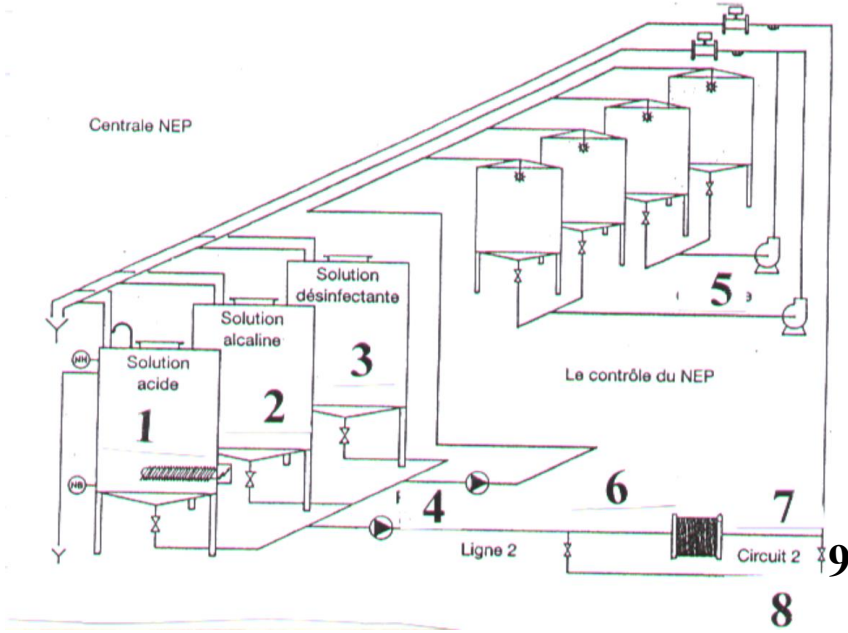
- شطف غير كاف.
- تركيز قليل.
- مدة فعل المعقم قصيرة.
- خلط مواد متفاوتة التجانس.

تعد البكتريا الموجبة لصبغة غرام أكثر حساسية من البكتريا السالبة لصبغة غرام ويتم التخلص بسرعة من بكتريا حمض اللبن حتى في الشروط التي لا تكون فعالية المادة المعقمة في حدها الأقصى، ولذلك يجب إتباع التعليمات الخاصة باستخدام كل مادة.

11-3- التنظيف في المكان: Cleaning in place

تطبيق التنظيف في المكان موضح في الشكل (11-1) حيث تغذي المضخات خطوط ومسارات التنظيف. ويلاحظ على المخطط:

- 1- وجود مضخات تغذي الخطوط والمسارات المرتبطة بها.
- 2- وجود بعض المسارات والتي تتم فيها التغذية مباشرة دون وجود أي قاطع (البسترة - الترشيح فوق العالي / المسارات البسيطة)
- 3- وجود أجهزة على خزانات لتوزيع المحاليل بشكل منتظم.



الشكل (1-11): مبدأ التنظيف في المكان.

- | | |
|----------------------------|--------------|
| 1- خزان الحمض. | 6- الخط 1. |
| 2- خزان المادة القلوية. | 7- الخط 2. |
| 3- خزان المادة المعقمة. | 8- المسار 1. |
| 4- مضخات التغذية. | 9- المسار 2. |
| 5- مضخات استعادة المحاليل. | |

عند تطبيق التنظيف في المكان يجب مراعاة النقاط الآتية:

1. تعد سرعة جريان المحاليل ضمن الدورة المغلقة من أهم العوامل ولذلك يجب توفير سرعة الجريان الكافية التي تسمح في خلط كل الطبقات المحاليل المستخدمة للحصول على التنظيف الفعال. الجدول (2-11).

2. للوصول إلى أهداف التنظيف في الدورة المغلقة يفترض عدم وجود الزوايا الميتة.

3. تزويد نظام التنظيف بأجهزة مراقبة لعملية الغسيل، ويترجم بمخططات بيانية متلازمة خلال الزمن للعوامل الثلاثة المحددة: معدل الجريان - درجة الحرارة - الناقلية.

وتسمح دراسة المخططات البيانية في كشف الحالات غير الطبيعية مثل التمديد وعدم اختلال في العوامل المشار إليها بالإضافة إلى كشف مدى فعالية المضخة وعجزها ووجود التجويفات والتآكل.

الجدول (11-2): سرعة التنظيف (م/ثانية)

القطر	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
1	27.8	37.1	46.3	55.6	64.8	74.1	83.4	92.6
1.5	62.5	83.4	104.2	127.1	145.9	166.8	187.6	208.4
2	111.2	148.2	185.3	222.3	259.4	296.4	333.5	370.6
2.5	173.7	231.6	289.5	374.4	405.3	463.2	521.1	579.0
3	250.2	333.5	416.9	500.3	583.6	667.00	750.1	833.8
4	444.7	592.9	741.1	889.03	1037.6	1185	1334.0	1482.2
6	1000.6	1334.0	1667.5	2001.1	2334.5	2668.0	3001.5	3335.0
8	1178.9	2371	2964	3557.3	4150.2	4743.1	5336	5928.9
12	4002.4	5336.0	6670.0	8004.0	9338.0	10672.0	12006	13340
	تنظيف غير كافي		تنظيف كافي			تنظيف خطر		

(Commeau,1997., Veisseyre, 1979., Vuillemand, 2018., Walstra *et al.*2005)

المصطلحات العلمية

Absolute viscosity	اللزوجة المطلقة
Absorbed off -flavor	النكهة المتردية الممتصة
Acid value	قيمة الحموضة
Alveoli	السنخ
Anhydrous milk fat	مادة دسم الحليب اللامائية
Antibiotics	مضادات حيوية
Autoxidation	أكسدة ذاتية
Bacteriophage	ملتهمات الفيروسات
Batch freezer	المجمد
Batch sterilizer	المعقم
Blood serum albumin	ألبومين مصل الدم
Butterfat	دسم الزبدة
Calcium phosphocaseinate	كازئينات الكالسيوم
Caramelization	الكرملة
Casein	كازئين
Casein micelles	جسيمات الكازئين
Cavitation	التجويف
Cheese	الجبنة
Cheesy flavor	طعم الاجبان
Cheese processing	تصنيع الاجبان
Cheese ripening	إنضاج الاجبان
Clean in place	التنظيف في المكان
Coenzyme	مرافق انزيمي
Colostrum	حليب السرسوب
Colloidal	الغروي
Composition	التركيب
Concentrated milk	الحليب المركز
Continuous freezer	المجمد المستمر
Consistency	القوام
Continuous freezer	المجمد المستمر
Cooked flavor	الطعم المطبوخ
Cream	القشدة
Cream cheese	جبنة القشدة

Cryoscopy ^١	قياس نقطة التجمد
Curd tension	قوة ضغط الخثرة
Custard	القستر
Dairy sciences	علوم الألبان
Dry milk	الحليب المجفف
Dry whole milk	الحليب المجفف كامل الدسم
Electrical conductivity	الناقلية الكهربائية
Electrophoresis	الترحيل الكهربائي
Electrophoretic mobility	حركة المكونات بالترحيل الكهربائي
Emulsifier	مستحلب
Epithelial cells	الخلايا الطلائية
Euglobulin	من بروتينات المناعة
Evaporated milk	حليب مكثف
Fermented milks	الألبان المتخمرة
Fermented products	المنتجات المتخمرة
Ficin	فسين (انزيم مخثر)
Final solubility	درجة الذوبان النهائي
Flavoring material	المادة المنكهة
Float tank	حوض موازنة
Freezer	المجمد
Freezer point	نقطة التجمد
Globule	الحبيبة
Greasy butter	الطعم الشحمي
Hard cheese	الجبنة القاسية
Hard water	الماء العسر
Heterofermentative	غير متجانسة التخمر
High temperature short time	المعاملة الحرارية العالية
Homofermentative	متجانسة التخمر
Homogenization	التجنيس
Homogenized milk	الحليب المعرض للتجنيس
Homogenizer	المجنس
Homogenization valve	صمام التجنيس
Hydroperoxide	هيدروبيروكسيد
Hygroscopic	قابلية امتصاص الرطوبة
Ice milk	الحليب المثلج

Ices	الحلوى الجليدية
Immunoglobulin	بروتينات المناعة
Initial solubility	الذوبان الأساسي
Invert sugar	السكر المنقلب
Iodine number	الرقم اليودي
Ion exchange resin	مبادلات الشوارد الصمغية
Isoelectric point	نقطة التعادل الكهربائية
Jacketed vat	الحوض المزدوج الجدران
a-lactalbumin	ألفا لاكتالبومين
b-lactoglobulin	بيتا لاكتوجلوبولين
Lactometer	مقياس الكثافة
Lactose	اللاكتوز
Lipase	الليباز
Lipolysis	تحلل المادة الدسمة
Lipoprotein	ليبوبروتينين
Lobes	فصوص
Lobules	فصيصات
Low temperature pasteurization	البسترة المنخفضة
Maillard reaction	تفاعل ميلارد
Mastitis	التهاب الضرع
Melting point	نقطة الانصهار
Membrane lipase	ليباز الغشاء
Mesophilic	البكتريا المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة
Metabolism	الاستقلاب
Microfiltration	الترشيح الدقيق
Milk lipids	ليبيدات الحليب
Milk proteins	بروتينات الحليب
Milk serum	مصل الحليب
Milk shake	مخفوقة الحليب والقشدة
Milk ston	حجرة الحليب
Milk whey	مصل الحليب
Nonfat dry milk	الحليب المجفف الفرز
Off-flavor	النكهة المتردية
Overrun	الريع
Oxidized flavor	الطعم المتأكسد

Papain	بابين
Pasteurized milk	الحليب المبستر
Pepsin	الببسين
Plain ice cream	البوظة السادة
Phospholipids	الفوسفوليبيدات
Polysaccharide	عديد السكريات
Powdered rennet	بودرة المنفحة
Precursor	نذير
Probiotic	بروبيوتيك
Production of milk	أنتاج الحليب
Proteolysis	تحلل البروتينات
Proteose peptone	بروتيوز ببتون
Pseudo globulin	بروتين في الحليب
Psychrophilic	البكتريا المحبة للبرودة
Putrefactive	بكتريا محللة للدهون
Putrid flavor	الطعم المتعفن
Quaternary ammonium	مركبات الامونيوم الرباعية
Rancid flavor	الطعم المتزنخ
Rancidity	التزنخ
Refractive index	معامل الانكسار
Regenerative section	قطاع التبريد
Reichert-meisel number	رقم ريتشارت ميسيل
Relative viscosity	اللزوجة النسبية
Rennet	المنفحة
Rennin	أنزيم المنفحة
Ripened	الناضج
Ripening indices	معامل الانضاج
Ripened semi-soft cheese	جبين نصف طري ناضج
Salts equilibrium	توازن الاملاح
Saponification	التصبن
Saponification number	رقم التصبن
Scaled fever	حمى قرمزية
Secretion of milk	إفراز الحليب
Sedimentation	الترسب
Sharing	قوة القص

Sherbet	الشربات
Skim milk	الحليب الفرز
Soft water	الماء اليسر
Solids nonfat (SNF)	المادة الصلبة اللادهنية
Solubility	قابلية الذوبان
Somatic cells in milk	الخلايا الجسدية
Specific gravity	الوزن النوعي
Stabilizer	المثبت
Starter	البادئ
Steak canal	فتحة الحلمة
Sterilized milk	الحليب المعقم
Stripping	الزخات الأخيرة من الحليب
Structure	البنية أو التركيب
Sub micelles	تحت وحدات الجسيمة
Sunlight flavor	الطعم الشمسي
Surface active agents	مواد مبللة السطح
Surface tension	الجذب السطحي
Sweet curdling	التخثر الحلو
Sweetened milk	الحليب المركز المحلى
Synthetic detergents	منظفات صناعية
Texturator	جهاز القوام
Thermoduric bacteria	بكتريا مقاومة لدرجة الحرارة المرتفعة
Thermophilic bacteria	بكتريا محبة للحرارة
Total solids (TS)	المادة الصلبة الكلية
Trace elements	العناصر المعدنية النادرة
Trichloroacetic acetic	ثلاثي كلور حمض الخل
Ultra-centrifugation	الطرد المركزي الفائق
Ultrafiltration	الترشيح فوق العالي
Ultra-filtration	الترشيح الدقيق
Ultra-high temperature (UHT)	المعاملة الحرارية فوق العالية
Vacuator	جهاز تحت التفريغ
Variants	أنماط وراثية
Viscometer	مقياس لزوجة
Viscosity	اللزوجة
Water cooling section	قطاع التبريد بالماء

Water activity

فعالية الماء (A w)

Whey cheese

جبنة المصل

White cheese

الجبن الأبيض

Whey protein

بروتينات المصل

Yoghurt

اللبن الخاثر

المراجع

المراجع العربية:

- 1- أبو غرة، صياح. 1991. كيمياء الألبان وتحليلها. منشورات جامعة دمشق.
- 2- حداد، غانم - منصور، أحمد. 1980. الألبان ومشتقاته. مديرية الكتب الجامعية - جامعة دمشق.
- 3- حرفوش، محسن. 2011. تكنولوجيا الألبان - القسم النظري. منشورات جامعة تشرين.
- 4- طيفور أنطون. هдал، أحمد. 1990. إنتاج الحليب السائل ومعاملاته. مديرية الكتب الجامعية - جامعة دمشق.
- 5- طيفور أنطون. 1990. إنتاج الحليب السائل ومعاملاته. مديرية الكتب الجامعية - جامعة دمشق.
- 6- طيفور، أنطون. 1994. تكنولوجيا الألبان - منتجات التخمر. منشورات جامعة دمشق.
- 7- الميدع، الياس. 1992. كيمياء وتحليل الألبان - القسم النظري. منشورات جامعة حلب.
- 8- الميدع، الياس. 1994. تكنولوجيا الألبان ومنتجاتها. منشورات جامعة البعث.
- 9- الميدع، الياس. 2008. الألبان - الجزء النظري. منشورات جامعة البعث.
- 10- منصور، أحمد. 1975. أساسيات الحليب ومنتجاته - الجزء النظري. منشورات جامعة دمشق.
- 11- المنظمة العربية للتنمية الزراعية. 2003. تطوير انتاج وتصنيع وتسويق الألبان لدى صغار المزارعين في الوطن العربي. الخرطوم.

المراجع الأجنبية

- 1-Alais C., Linden G, Miclo L. 2018.Biochimie alimentaire.6e Édition *DUNOD*.
- 2- Alais C. 1984.Science du lait. Principes de techniques laitières. 4e Édition.*SEPAIC*. Paris.
- 3-Cayot P., Lorient D. 1998.Structure et technofonctions des protéines du lait. *Lavoisier. Tec et Doc*. Paris.
- 4- Chandan R.C. 2006.manufacturing yoghurt and fermented milks. *Black well. Publication*
- 5-Collin J-C.2015 Présures et coagulants de substitution. *QUAF.5*
- 6- Commeau M. 1997.Le metayage et la désinfection. In: Le fromage 3e Édition. *Lavoisier. Tec et Doc*. Paris.
- 7-Croguennec T., Jeantet R., Brule G. 2008.Fondements physicochimiques de la technologie laitière. *Lavoisier. Tec et Doc*. Paris.
- 8-E. EL-Mayda. 2007.Manufacture of cheese local from raw milk in Syria. *Symposium on the Historical Cheese of the Archipelago Mediterranean*. Greece.
- 9- Fox P.F, T. Uniacke-low T., McSweeney P.L.H., J.A. O'Maony. 2015.Dairy chemistry and Biochemistry. *Springer Link*.
- 10- GillisJ.C, Ayerbe A.2018. Le fromage. 4e Édition. *Lavoisier. Tec et Doc*. Paris.
- 11- Giraud J.P. 2012.Microbiologie alimentaire. *DUNOD*.
- 12- Hubert P. 2006.Beurrerie industrielle. *Flammarion*
- 13- Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P., Brulé G. 2008.Les produits laitiers. *Lavoisier. Tec et Doc*. Paris
- 14- R. Jeantet, G. Garric, Brulé G. 2017.Initiationà la technologie fromagère. 2e Édition. *Lavoisier. Tec et Doc*. Paris.
- 15- Jeantet R., Brule G., Deloplace G. 2011.Génie des procédés appliqués à l' industrie laitière. *Lavoisier. Tec et Doc*. Paris.

- 16-Jeantet R., Schuck A.D.P.2012.Les produits laitiers et alimentaires. *Lavoisier. Tec et Doc.* Paris.
- 17- Jouzier X., Cohen-Maurel E. 1995.Manuel de reference pour la qualité du lait.2e. Édition. *Institut de l'élevage et FNPL.* Paris.
- 18-Karoui I.2018.Technologie du lait et des produits laitiers.*Univ. Européenne.*
- 19-Liquet I.M., Corrieu G.2006.Bactéries lactiques et probiotiques. *Lavoisier. Tec et Doc.* Paris.
- 20-Mahaut M., Jeantet R., Brulé G.2017.Initiation à la technologie fromagère.2Édition. *Lavoisier. Tec et Doc.* Paris.
- 21- Mathieu H. 1985.Facteurs de la composition du lait. In: Les Laits et Les Produits Laitiers. Initiation à la physicochimie du lait. *Tec et Doc. Lavoisier.* Paris.
- 22-Mayade P., Parreux V., Federspiel M.2007.Fabrication des desserts lactés frais. *EDUCAGRI*
- 23-Papademas P.2014.DairyMicrobiology. A practical Approach1e Edition. *CRC.Press. Taylor&Francis*
- 24- Puniya A.K. Fermented milks and Dairy products.2015.1e Edition *Press. Taylor& Francis*
- 25- Ramet J.P .1984. Les agent de la transformation du lait. In: Le fromage.3e Édition. *Lavoisier. Tec et Doc.* Paris.
- 26-Schuck P., Dolivet A., Jeantet R.2012. Les produits laitiers et alimentaires. *Lavoisier. Tec et Doc.* Paris.
- 27-Tamime A.Y. 2006.Probiotic dairy products. SDT.
- 28- Trunong T., Lopez C., Bahandri B., Prakash S. 2020.Dairy fat products and functionality. *Springer.*
- 29- Veisseyre R. 1979.Technologie du lait. *La Maison Rustique* Paris.
- 30-Vuilleumard J.C. 2018.Science et technologie du lait.3eÉdition. *Press de l'Université Laval*
- 31-Walstra P., Walstra A.T.M., Geurts T.J. 2005.Dairy Science and technology. *CRC. Press. Taylor and Francis group*