الفصل الخامس

المعاملات المطبقة في صناعة الألبان

5-1 فرز الحليب
5-2 التنقية الفيزيائية
5-3 تنظيف الحليب
5-4 معاملة الحليب بالترشيح الفائق
5-5 المعاملات الحرارية
5-6 آثار المعاملات التكنولوجية
5-7 معاملة المصل
5-8 الكازئين والكازئينات والراسب المشترك .

الفصل الخامس

المعاملات المطبقة في صناعة الألبان

5-1- فرز الحليب : L'ecrɘmage du lait

5-1 -1 الفرز التلقائي : Icrɘmage spontanɘ

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 حوالي 5غ/لتر من الحليب الفرز ، الفرز التلقائي ناتج عن تجمع عكوس لحبيبات المادة الدسمة على شكل عناقيد بفضل بروتينات المناعة

euglobline ، وتصعد هذه الكتل ذات الكثافة أقل من 1 إلى السطح بفعل الفرق في الكثافة مع الحليب الفرز آخذة معها بعض الجسيمات والميكروبات والبقايا الخلوية .

5-1 -2 فرز الحليب بالطرد المركزي : Icr9mage centrifuge

يسخن الحليب على درجة حرارة أعلى من 30 م^{o} ، ويمكن فرز الحليب على درجة حرارة البسترة ، إنما لا يلاحظ تحسن في الفرز على درجة حرارة أعلى من 40 م^{o} ، 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 الفراز 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 0.5غ / 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 .

تستخدم في الوقت الحاضر أجهزة فرز بطاقة 25000ل/ساعة وتحتوي على أكثر من 200 صحناً وبزاوية 45^{o} .

من أهم الشروط الواجب مراعاتها عند تطبيق الفرز :

1 – يجب أن تكون درجة الحرارة 35-40 م^{o} فإذا كانت درجة الحرارة مرتفعة يخشى من تبدل البروتينات وترسبها ، أما إذا كانت درجة الحرارة منخفضة ترتفع 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 هام في القشدة والحليب .

5-2- التنقية الفيزيائية : Epuration physique

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 للفرازات 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 : Bactofuguation

تستخدم هذه الطريقة لمعاملة الحليب المبستر والمعقم وتعتمد على الاستفادة من آثار المعاملة الحرارية على درجة 75 م° المترافقة مع تطبيق طرد مركزي على سرعة عالية وتؤدي إلى التخلص من 90% من الخلايا البكتيرية عند تسارع g10.000 ، يشتمل جهاز التنظيف على مخروط دوار يحتوي على ثقوب قطرها 0.3مم 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 تخلص الحليب المعقم بالمعاملة الحرارية الفائقة من البكتريا الميتة وبالتالي 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.

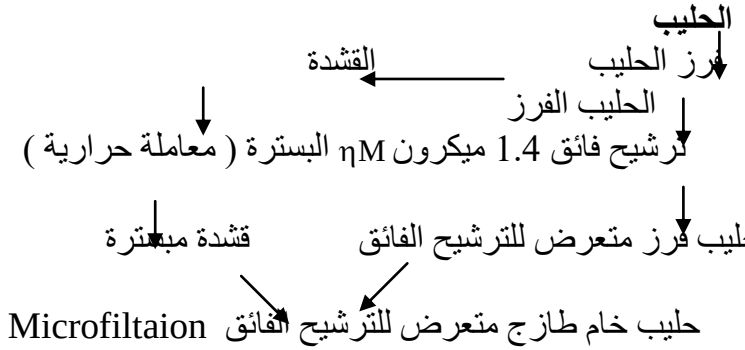
5-4- معاملة الحليب بالترشيح الفائق :

Traitement du lait par microfiltration

يستفاد من تقنية الترشيح الفائق في معاملة الحليب للاحتفاظ بالبكتريا 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 ηM /ميكرون حتى 0.1 ميكرون ηM ويصل معدل الترشيح إلى عدة مئات (لتراً/ساعة/م2) .

5-4 -1 التنقية البكترية : Epuration bact9rienne

تلوث الأحياء الدقيقة الحليب وهي مكونات حية وحيدة الخلية وتنتمي إلى المملكة النباتية البكتريا والخمائر والفطور يضاف إليها الفيروسات . تختلف أبعادها من 4 ميكرون ηM / للخمائر وحتى 1.5-0.7 ηM ميكرون للبكتريا وفقاً للجنس أما أبعاد الفيروسات 0.05 ميكرون ηM . تتنوع مصادر تلوث الحليب بالأحياء الدقيقة فالأعلاف وأماكن التربية تعتبر مصدر التلوث بالبكتريا الأليفة لدرجة الحرارة المنخفضة وبكتريا حمض اللبن ويمكن أن يحدث التلوث عن طريق الإناث اللبونة والتي تنقل البكتريا الممرضة كالحمى المالطية 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 يصل 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 أو 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 التالي :



وهي من أهم المرحل التكنولوجية الضرورية للتخلص من الأحياء الدقيقة بالترشيح الفائق ، في البداية يفرز الحليب ثم يعامل الحليب الفرز بالترشيح الفائق أما القشدة تتعرض إلى معاملة حرارية لإتلاف الأحياء الدقيقة الممرضة وخفض العدد الكلي ثم تخلط 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 كالتالي :
أغشية ستيريلوكس Sterriolx قطرها 1.4 ميكرون ηM باستخدام مضخة طرد مركزي على درجة حرارة 50م° 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 ، يتصف 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 البروتيئاز التي يمكن أن تحلل الحليب خلال الحفظ .

4-5 -2 – الاحتفاظ بالخلايا الجسدية :

R9tention des cellules somatiques

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 ηMوتوجد بعض الخلايا الطلائية التي تصل أبعادها إلى 10-30 ميكرون بالإضافة إلى وجود قطع من السيتوبلاسما للخلايا المفرزة 5-30 ميكرون ηM .

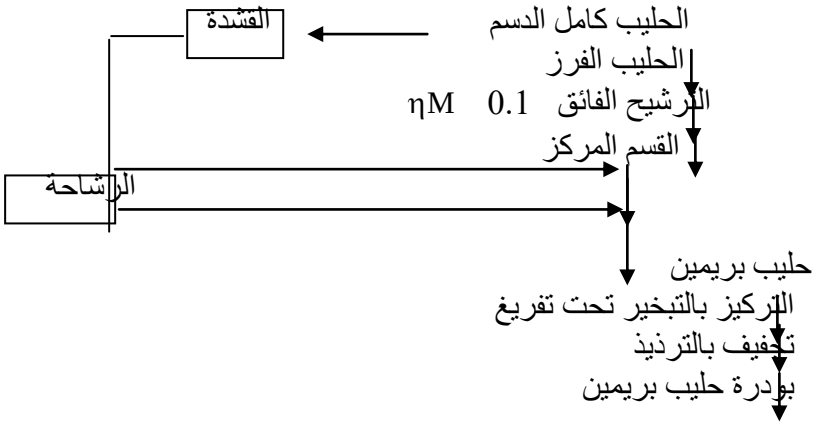
يعتبر وجود هذه الخلايا طبيعي ضمن حدود معينة وقد يصل العدد في حليب الأبقار إلى 500.000/مل وقد حددت التشريعات الأوروبية العدد المسموح به ، ويرفض الحليب عند تجاوز الأرقام الخاصة بالمواصفات . وجود أرقام عالية دليل على حدوث التهاب في الضرع ، تمتاز الخلايا الجسدية بغنائها في الإنزيمات التي يمكن أن تسبب تفكك مكونات الحليب ولذلك فالتخلص منها يمكن أن يساهم في زيادة الثباتية . يؤدي استخدام الأغشية الفائقة في الاحتفاظ بالخلايا الجسدية والسماح في مرور وعبور كل مكونات الحليب ضمن الشروط التالية :

- 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 : Lait Primin

عبارة عن حليب بودرة 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 لاكتو جلوبولين 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 وبالتالي يمكن استخدام الحليب في صناعة الأجبان . يمكن الحصول على الحليب وفق المخطط التالي :



- الأغشية 0.1 ηM .
- درجة الحرارة 52 م^{o} .
– سرعة الجريان 7.5م/ثا .
– معدل الترشيح 75 ل/ساعة/م2 .
- معامل خفض الحجم 3 .

وتطبق تقنية الترشيح الفائق للحصول على بودرة حليب Primin ضمن الشروط العملية التالية :

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 المعاملات الحرارية : Traitements thermiques

5-5 -1- غلي الحليب

طريقة تقليدية مطبقة على المستوى المنزلي لها بعض النتائج السلبية على الرغم من أنها تتلف عدداً أكبر من الجراثيم مقارنة مع البسترة ولكن بعض الأبواغ في الوسط مثل أبواغ Bacillus وبعض أبواغ Bacillus cereus ويصل إلى مستوى 10 ملايين خلال يوم واحد وتمتاز هذه البكتريا بقدرتها المحللة للبروتينات وفي إنتاجها المواد السامة (توكسينات) مثل Clostridium perfringens ولذلك من الخطورة حفظ الحليب المغلي على درجة حرارة تهبط تدريجياً للوصول إلى درجة الحرارة العادية ، أما عند حفظ الحليب على درجة حرارة أقل من 15 م^{o} فليس هناك من ازدياد في عدد الجراثيم . ولابد من الإشارة إلى التبدلات الناتجة عن تسخين الحليب في الهواء الطلق :

1 – إتلاف قسم هام من الفيتامينات .

2 – تشكل الطعم المطبوخ .

3 – تشكيل طبقة جلدية على سطح الحليب ، تعتبر غنية في المادة الدسمة والمواد البروتينية . ولذلك البسترة من أهم الطرق المطبقة على الحليب .

لا ينصح في غلي الحليب المبستر إلا في حالة استخدام الحليب للصغار مع تطبيق التبريد السريع بعد الغلي لأن الغلي يؤدي إلى التخلص من أكبر عدد ممكن من الجراثيم وبدرجة أعلى بالمقارنة مع البسترة إضافة إلى أن الخثرة المتشكلة تكون أقل اندماجاً وأسهل هضماً .

5-5 -2 مبادئ البسترة : Les principes de la pasteurisation

يجب أن تحدد شروط البسترة لكل منتج غذائي وفقاً لتركيبه ومحتواه من الجراثيم وخصائصه . ويشتمل تعريف البسترة تحديد نقطتين أساسيتين :

1- درجة الحرارة المطلوبة .

2- مدة التعرض لدرجة الحرارة .

في حالة الحليب تهدف البسترة إلى تحقيق هدفين :

1- الإتلاف والتخلص من الجراثيم الممرضة للإنسان من وجهة نظر صحية .

2- خفض العدد الكلي للجراثيم إلى أقل مستوى ممكن لتحسين نوعية الحفظ من وجهة نظر اقتصادية وتجارية .

تعتبر عصية كوخ المسؤولة عن مرض السل من الجراثيم الممرضة الأكثر مقاومة لدرجة الحرارة المرتفعة التي يمكن أن نجدها في الحليب وأن السالمونيلا وعصية كوخ يسهل إتلافها بالحرارة المرتفعة أما فيما يتعلق بالفيروسات يعتبر الفيروس Coxiella burnetti الأكثر مقاومة من الفيروسات الممكن وجودها في الحليب ووفقاً للنظم والتشريعات تؤكد أن البسترة تتلف وبشكل كلي الجراثيم الخطرة على صحة الإنسان وهذه التشريعات تتوافق بشكل عام مع تطبيق إحدى المعاملتين :

- معاملة حرارية على درجة حرارة 62 م° خلال 30 دقيقة وتسمى البسترة البطيئة ولاحقاً تم رفع درجة الحرارة إلى 63 م° /30 دقيقة .
- معاملة حرارية على درجة حرارة 72 م° / 15 ثانية وهي البسترة المرتفعة أو المعاملة الحرارية العالية خلال وقت قصير . وحالياً توجد معاملة حرارية تؤدي إلى الوصول إلى درجة الحرارة المطلوبة خلال وقت قصير وتصل إلى 75 م° في حدها الأدنى تدعى البسترة الخاطفة ولذلك على المستوى الصناعي تطبق البسترة على 75 م° خلال دقيقتين للوصول إلى الهدف الثاني وهو خفض العدد الكلي للأحياء الدقيقة إلى أدنى مستوى في الحليب الذي يمتاز بنوعية ميكروبيولوجية ضعيفة . بعد تعريض الحليب للبسترة ، فإنه يحتوي على البكتريا المقاومة لدرجة الحرارة المرتفعة والأبواغ ويلاحظ أن بكتريا حمض اللبن المتبقية يتكون أغلبها من البكتريا الكروية Streptococcus thermoplilus وتؤثر هذه الجراثيم على حفظ الحليب المبستر ولذلك يجب ألا تكون بأعداد كبيرة ومن جهة أخرى وجودها يتعارض مع التلوث بالبكتريا المتبوغة .

يجب أن نشير أن ليس كل أنواع الحليب صالحة للبسترة وأن الحليب السيء لا يمكن تحويله إلى حليب جيد لذلك تزداد كفاءة البسترة كلما انخفض محتوى الحليب من الأحياء الدقيقة .

بالنسبة للحليب المبستر والمعبأ يجب أن يعامل حرارياً خلال مدة 24 ساعة من جمع الحليب وأن تكون الفترة الكلية الفاصلة بين الحلابة والتعبئة 96 ساعة وأن تتم البسترة والتعبئة في نفس المصنع . يحدد تاريخ الحفظ إلى سبعة أيام بعد التعبئة ويتم حفظه على درجة حرارة أقل من 6م° .

أما المتطلبات الميكروبيولوجية الخاصة بالحليب المبستر :
- التعداد الكلي للبكتريا الهوائية المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة 30.000 جرثومة / مل .
- تعداد الكوليفورم 10/مل بعد أربعة أيام و 100/مل بعد سبعة أيام .
- الكوليفورم البرازية 1/مل .
- البكتريا العنقودية 1/مل بعد أربعة أيام و 10/مل بعد سبعة أيام .
- عدم وجود السامونيلا في 25 مل .

أما حليب المبستر عالي الجودة يصنع من حليب محتواه من الأحياء الدقيقة أقل من 500.000 /مل .
- لا يحتوي على مضادات حيوية ولا على مواد معقمة .
- مصدره من محطات أبقار غير مصابة بالتهاب الضرع أو الحمى المالطية أو السل .
- تطبق المعاملة الحرارية 72-75م° خلال 15 ثانية على شرط الوصول إلى محتوى أعظمي يقدر بـ 30.000/مل . وأن يحفظ على درجة حرارة أقل من 8م°

خلال مدة أسبوع ، يجب أن يكون اختبار الفوسفاتاز القلوي سلبياً في حين إن اختبار اللاكتوبيروكسيداز يجب أن يكون إيجابياً .

5-5 -3 مبادئ التعقيم : Les principes de la stϑerilisation

يهدف التعقيم إلى القضاء الكلي على جميع الجراثيم الممرضة وغير الممرضة ويطبق على درجة حرارة أعلى من 100م° وتنخفض مدة التسخين عند ارتفاع درجة الحرارة .

5-5 -3-1 الطريقة التقليدية :

يسخن الحليب الموجود في عبوات مغلقة ومعاملته حرارياً على درجة حرارة 118-120 م° خلال مدة زمنية تتراوح بين 15 إلى 20 دقيقة حيث يكون ارتفاع وانخفاض درجة الحرارة تدريجياً .

لا تكفي هذه المعاملة للتخلص من الأحياء الدقيقة إذا كان الحليب شديد التلوث ولذلك يجب معاملته وإخضاعه إلى معاملة حرارية أولية قبل التعبئة بالتسخين ضمن أجهزة التعقيم بالمعاملة الحرارية المرتفعة UHT . يمتاز الحليب المعقم بهذه الطريقة بانخفاض بعض خصائصه الحسية كاللون والطعم وتبدل في بعض مكوناته وانخفاض المحتوى خاصة من الفيتامينات الأليفة الذوبان بالماء .

5-5 -3-2 الطريقة الحديثة المعاملة الحرارية فوق العالية UHT :

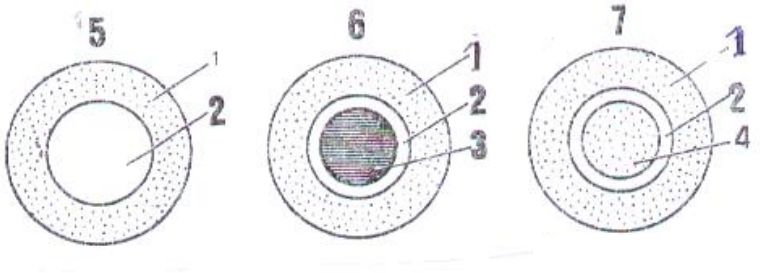
تسمح هذه المعاملة بتعقيم الحليب على درجة حرارة 140-150 م° خلال 1-5 ثواني وتمتاز نوعيته بالمحافظة على الخصائص الحسية والبيوكيميائية (مثل الحليب المبستر) . معاملة سريعة تطبق على تيار مستمر من الحليب ضمن المبادلات الصفائحية أو يمكن معاملة الحليب بخلطه بالبخار مباشرة . في هذه الطريقة يكون ارتفاع درجة الحرارة وانخفاضها آنياً ولذلك من الضروري أن تكون التعبئة في ظروف معقمة بالمقارنة مع الطريقة التقليدية ، إن ثباتية الحليب المعقم بالمعاملة الحرارية فوق العالية أقل بكثير وقد يتهلم أو يتسبخ بعد فترة شهر أو أكثر .

5-5 -4-2 المبادلات الحرارية : Ichangeurs de chaleur

يتم التبادل الحراري عبر جدار معدني يفصل بين سائلين بارد وحار يوجهان باتجاهين متعاكسين :

- ضمن الجهاز ترتفع حرارة الحليب البارد بتبادل حراري مع الحليب الخارج من قطاع التسخين حيث تستعاد 85% من الطاقة .
- ترتفع درجة الحرارة إلى درجة حرارة البسترة بالماء الساخن أو التعقيم بالبخار .
- يبرد الحليب الساخن جزئياً بالحليب الخام الداخل ضمن جهاز المبستر .
- يبرد الحليب المبستر بالماء البارد على درجة حرارة 4م° .

في مجال الألبان يمكن استخدام : مبادلات حرارية أنبوبية حيث يوجه الحليب أفقياً ضمن مجال دائري لأنابيب سماكتها عدة ميلمترات أما من الجانب الآخر يوجه باتجاه معاكس الماء الساخن أو بخار الماء. ويعتبر التبادل الحراري سريعاً . تمتاز الأجهزة بإمكانية استخدامها تحت ضغط مرتفع 12 بار والوصول إلى درجة حرارة أعلى من 140 م^{o} . الشكل (5-1) .



الشكل رقم (5-1) : النماذج المختلفة للمبسترات الأنبوبية

1- غطاء مسخن
2- طبقة حليب
3- نواة معدنية
4- أنبوب داخلي مسخن
5- تسخين بطبقة ثخينة
6- التسخين في طبقة رقيقة على سطح واحد
7- التسخين في طبقة رقيقة على الوجهين

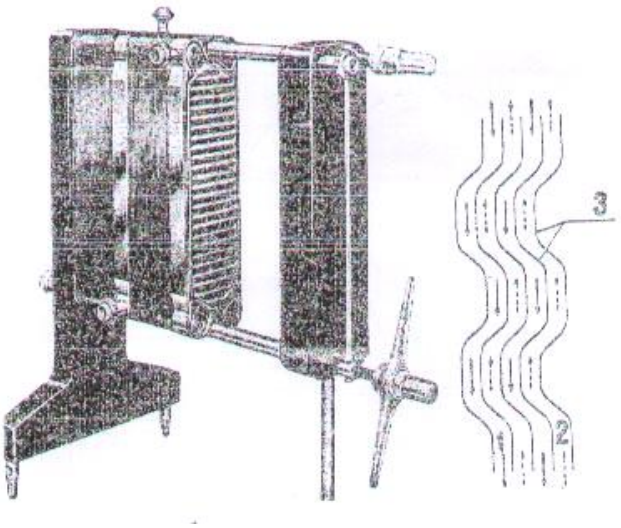
أما في المبادلات الحرارية الصفائحية تمرر السوائل ضمن خلايا محدودة بالصفائح المعدنية مع وجود حلقات مطاطية حيث تجمع المبادلات وتضغط ويتم توزيع معظم الحليب على كل السطح . يتراوح الفراغ بين كل صفيحتين من 2 إلى 4 مم ويسيل من الجهة الأخرى وباتجاه معاكس السائل المسخن (الماء أو البخار) تتصف المبادلات الصفائحية بالمرونة وسهولة العمل ويمكن التحكم في عدد المبادلات ويمكن فكها والتأكد من نظافتها بسهولة وتناسب عملية التنظيف في المكان . تمتاز أيضاً بمردود حراري ممتاز نظراً لانخفاض السماكة 0.4-0.8 مم مقابل 1.2 مم في المبادلات الأنبوبية .

ضمن هذه الأجهزة يرسل الحليب بفعل مضخة إلى حوض منظم على مستوى ثابت لتأمين معدل بداية مستقر ومنتظم . تتشابه قطاعات التبريد والتسخين مع وجود فترة حجز كافية تسمح في الوصول إلى المعاملة الحرارية . وفي المرحلة النهائية بعد التبريد يوجه الحليب إلى حوض التوزيع .

يجب أن يشتمل كل جهاز على مقياس حراري يسجل بيانياً منحني درجة حرارة الحليب إضافة إلى ذلك يجب أن يشتمل على ملحقات تسمح في العمل الأكيد وبشكل آلي :

- منظم لكمية الحليب الداخلة ضمن المبستر .
- صمام حراري متحكم في دخول البخار ضمن ماء التسخين .

- صمام تحويل حيث يعمل الجهاز بناءً على رفع درجة حرارة الحليب عند الخروج من قطاع البسترة فإذا انخفضت درجة الحرارة لسبب ما يرسل الحليب من جديد إلى الحوض المنظم في البداية حتى تعود درجة الحرارة إلى الحالة الطبيعية ويضاف إليها نظام الإنذار . الشكل (5-2)



الشكل رقم (5-2) : مبدأ عمل المبستر ذي الألواح

1- حليب 2- ماء ساخن 3- ألواح متموجة

ويجب عند التشغيل أن **تتحقق الشروط الآتية :**

1 – يجب أن ترفع حرارة كتلة الحليب بسرعة إلى درجة الحرارة المطلوبة للبسترة والتعقيم ويمكن الوصول إلى ذلك أما بجريان الحليب ضمن طبقة رقيقة حيث يكون التجانس الحراري كاملاً وجريان الحليب ضمن نظام زوبعي يخفض من السرعة ويزيد الثخانة ويتحقق ذلك بوجود التعرجات على سطوح المبادلات الصفائحية ويؤدي تطبيق الحجز خلال فترة محدودة إلى تلافي أي نقص في عدم التجانس الحراري .

2 – يجب تجنب فرط التسخين الموضعي فيجب ألا تكون درجة حرارة السطح المسخن أعلى بكثير من درجة الحرارة المطلوبة ولذلك كلما ازدادت سرعة جريان السوائل كلما كان التبادل الحراري عالياً مما يسمح في خفض درجة حرارة السائل المسخن .

3 – التنظيف السهل والكامل .

4 – العمل الآلي يسمح في التخلص وتجاوز العجز في المراقبة والانتباه إلى درجة الحرارة في نهاية البسترة وسرعة جريان الحليب .

6-5- آثار المعاملات التكنولوجية :
Effets des traitements technologiques

6-5 -1 : آثار التسخين Effets du chauffage :

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 100م^{o} وهي درجات الحرارة المطبقة عند البسترة وتركيز الحليب ، يلاحظ تشوه وتغير في بيتا لاكتوجلوبولين واعتباراً من درجة حرارة 80 م^{o} تتبلمر البروتينات الموجودة في المحلول مشكلة الهلام .

أما على درجة حرارة أعلى من 100 م^{o} ، يحدث تغير وتبدل لقسم كبير من بروتينات المصل وينجم عنه صعوبة تحلل البروتينات بفعل البروتيئاز وخاصة الكيموزين .

تتحسن هذه التفاعلات الناتجة عن التشوه الحراري للبروتينات فعند تسخين الحليب عدة دقائق على درجة حرارة 90 م^{o} وهي معاملة حرارية أولية تطبق عند تعقيم وتركيز وتجفيف الحليب فينتج عنه تشكل معقد بين كازئين كابا وبيتالاكتوجلوبولين الذي سيزيد من ثباتية البروتينات إزاء التعقيم على درجة حرارة 120-140 م^{o} أو إزاء التخثر الإنزيمي .

اعتباراً من درجة حرارة 110-120 م^{o} 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^{o} 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 تحلل السطح الجسمي وتغيره على أثر تثبيت بروتينات المصل إلى تغيرات في الكمون الكهربائي وإماهة 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 للكازئين وخاصة على درجة حرارة 110 م° يسبب تحلل 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° يحرر 80% من الفوسفور و20% من المواد الآزوتية غير البروتينية وقسم كبير من الفوسفور موجود على شكل معدني . يؤدي التسخين إلى قطع بعض الروابط الببتيدية فالكازئين كابا يحرر ببتيداً يتشابه مع كازئينو جليكو ببتيد الناتج عن تحلل كازئين كابا بالمنفحة وينتج عنه انخفاضاً في ثباتيته الجسمية بفضل انخفاض مقدرة الكازئين كابا على ثباتية أقسام الكازئين الأخرى إزاء الكالسيوم المتشرد .

4 – بالرغم 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 الإسمرار تتدخل في ظاهرة تهلم الحليب المعقم بالمعاملة الحرارية فوق العالية خلال التخزين .

5 – يؤثر تركيز الحليب وزيادة المادة الصلبة الكلية على الثباتية 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 لبروتيئاز الحليب أو البروتيئاز المتحمل للحرارة المرتفعة الناتج عن 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 .

5-6 -2 آثار التبريد : Effets du refroidissement

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

من أهم النتائج المترتبة على 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^{o} 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 الاساسية
اللاكتوز	- تفكك وتشكيل الأحماض العضوية	- انخفاض الـ pH - تكرمل - تاثير على نمو بكتريا حمض اللبن
اللاكتوز +البروتينات	- تفاعل ميلارد	- انخفاض في القيمة الغذائية - الاسمرار - تشكل مكونات مرجعه
بروتينات المصل (بيتالاكتوجلوبولين)	- ظهور مجموعات SH حرة - تشوه وتغير البروتين	- الطعم المطبوخ - نظام مرجع - تسبخ - منع تشكيل القشدة
بروتينات المصل والكازئين	- تشكل امونياك - تشكيل طبقة على سطح الحليب - تشكيل معقد بين كازئين كابا وبيتالاكتوجلوبين - تفكك السلاسل الجانبية	- تاثير 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 والتهلم للحليب
العناصر المعدنية	- تحول التوازن الملحي للكالسيوم والفوسفور باتجاه الحالة غير الذائبة - تغيرات في سطح الجسيمة	- معاملة حرارية اولية لزيادة الثباتية - تاخر في تخثر الحليب بالمنفحة - تاثير في ثباتية الجسيمة - انخفاض رقمpH الحليب ترسب املاح الكالسيوم الذائبة
المادة الدسمة	- تحلل - تشكل لاكتون	تحرر الاحماض الدسمة طعم غير مستساغ
الفيتامينات	- إتلاف بعض الفيتامينات خاصة B_1,C,B_{12}	انخفاض في القيمة الغذائية
الأنزيمات	- تثبيط فعالية الأنزيمات على درجة حرارة تتراوح بين 60-100م^{o}	- توقف الفعاليات الإنزيمية خاصة الليباز والبروتيئاز - 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 البروتيئاز الطبيعي في الحليب أو بروتيئاز ميكروبي ناتج عن البكتريا المحبة للبرودة مؤدياً إلى تشكيل كازئين جاما وبروتيئوز ببتون وحديثاً تبين أيضاً أن كازئين كابا وكازئين S1 α يمكن أن تحلل بفعل البروتيئاز 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 .

5-6 -3 - المعاملات الميكانيكية : Traitements m9caniques

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 .
- ثباتية 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^{o} .

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 الآزوت الكازئيني وزيادة في القسم المنفصل مع البروتيئوز 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 يمتاز بسهولة تحلل المادة الدسمة بفعل تنشيط الليباز وإمكانية التلوث بالبكتريا والنتائج السلبية المترافقة عن ذلك بعد إتلاف فعالية المواد الراصة أجلوتونين ولهذا السبب تمتاز 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 .

7-5 معاملة المصل : Traitement du lactosɘrum

يحتوي المصل على حوالي 65غ/اللتر من المادة الصلبة الكلية ويتكون من:
- اللاكتوز 70-80% .
- البروتينات 9% أي حوالي 6غ/اللتر وهذا يتوافق مع 20% من بروتين الحليب .
- العناصر المعدنية 8-20% ويمكن الحصول على نموذجين من المصل :
المصل الحلو الناتج عن تخثر الكازئين بالمنفحة والمصل الحامضي الناتج عن التخثر الحامضي البيولوجي أو الكيميائي للوصول إلى نقطة التعادل الكهربائية 4.6 ويحدد رقم الـ pH نموذج المصل والطريقة التي اعتمد عليها في التخثر . انظر الجدول 5-2 التركيب الخاص بنموذج المصل :

الجدول (5-2): التركيب المتوسطي غ/اللتر لنموذجي المصل الحلو والحامضي

	المصـل	
	الحلو	**الحامضي**
المادة الصلبة الكلية	66	64
الآزوت البروتيني	6.2	5.8
الآزوت غير البروتيني	0.37	0.4
اللاكتوز	52.3	44.3
الرماد	5.0	7.5
المادة الدسمة	0.2	0.3
الفوسفات	1.0	2.0
الكالسيوم	0.5	1.6
الكبريتات	0.70	0.5
المغنزيوم	0.07	0.1
الصوديوم	0.53	0.51
البوتاسيوم	1.45	1.40
الكلور	1.02	0.9
اللاكتات	-	6.4

4.6	6.4	pH

تطبق عمليات التركيز لخفض الحجم المعامل وفصل المكونات المعدنية واللاكتوز والبروتينات مما ينتج آفاقاً واسعة في تغذية الإنسان والحيوان . يستخدم اللاكتوز المتبلور في الصناعة الصيدلانية ويعتبر مصدراً جيداً لمنتجات التخمر وتشكل البروتينات القسم الأهم نظراً لخصائصها الإستثنائية الهامة التغذوية والبيولوجية والوظيفية .

يمكن استعادة بروتينات المصل بترسبها بفعل المعاملة الحرارية الشديدة 90م^{o} / 10 دقائق على رقم حموضة pH 2.5 وتمتاز البرويتنات الناتجة بأنها غير ذائبة حيث أنها فقدت أغلب خصائصها الوظيفية ويمكن الوصول درجة نقاوة حوالي 80% (البروتينات / المادة الصلبة الكلية) بالترويق أو الطرد المركزي ثم غسيل الراسب وتجفيفه . أما مركز بروتينات المصل والذي تتراوح نقاوته بين 30-95% (البروتينات إلى المادة الصلبة الكلية) يمكن الحصول عليه بشكل أساسي بالمبادلات الشاردية أو بالترشيح الفائق .

5-7 -1 معاملة المصل بالترشيح فوق العالي :

Traitement du lactosϑrum par ultrafiltration

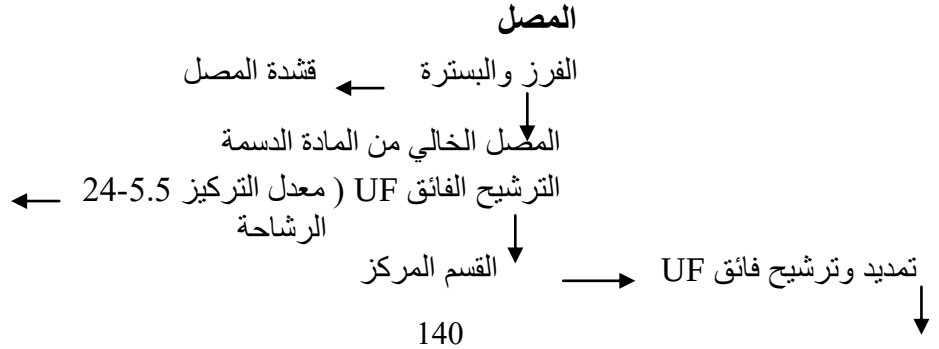
يستخدم الترشيح فوق العالي في فصل مكونات المصل حسب الوزن الجزيئي ويمكن الاحتفاظ بالمواد ذات الوزن الجزيئي حتى 5000 تحت ضغط 1.7 بار .

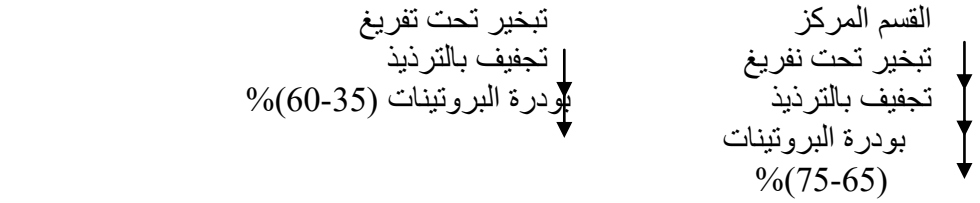
يحتوي القسم المركز في الطور المائي على :

- كل المادة الدسمة
- البروتينات ذات الوزن الجزيئي المرتفع .
- قسم من الأملاح المعدنية .

أما الرشاحة تحتوي على : اللاكتوز – الأملاح المعدنية – المواد الآزوتية غير البروتينية والماء .

يمتاز القسم المركز بارتفاع المحتوى من البروتين ضمن المادة الصلبة الكلية حيث يجفف ويتم الحصول على بودرة بروتينات المصل بالترشيح الفائق الشكل (5-3) .





الشكل (5-3) : مخطط لصناعة بروتينات المصل بالترشيح فوق العالي

عند استخدام الترشيح فوق العالي يجب أن يحدد معامل التركيز α الذي يساوي: حجم المصل / حجم القسم المركز

أو $1-\alpha$ = حجم الرشاحة / حجم القسم المركز

فللحصول على بودرة تحتوي على 35% من البروتيان فإن $\alpha = 5.5$.
وللحصول على بودرة تحتوي على 50% من البروتينات فإن $\alpha=12$.
وللحصول على بودرة تحتوي على 65% من البروتينات فإن $\alpha = 24$.
كما هو موضح في الجدول 5-3 .

الجدول (5-3) : بودرة المصل والبودرة الناتجة عن معاملة المصل بالترشيح فوق العالي

	المعدل	S35	S50	S65	S75
الرطوبة %	3	4	5	5	5
البروتينات الكلية %	13	35	50	65	75
اللاكتوز %	75	51	35	25	10
المواد المعدنية %	9	6	5	4	3.5
المواد الدسمة %	1	2	3	4	0
معامل التركيز		5	12	24	24+عمليتي غسيل

وتتكون الرشاحة المجففة من : 3% رطوبة
4% بروتينات كلية
82% اللاكتوز
9.5% العناصر المعدنية .

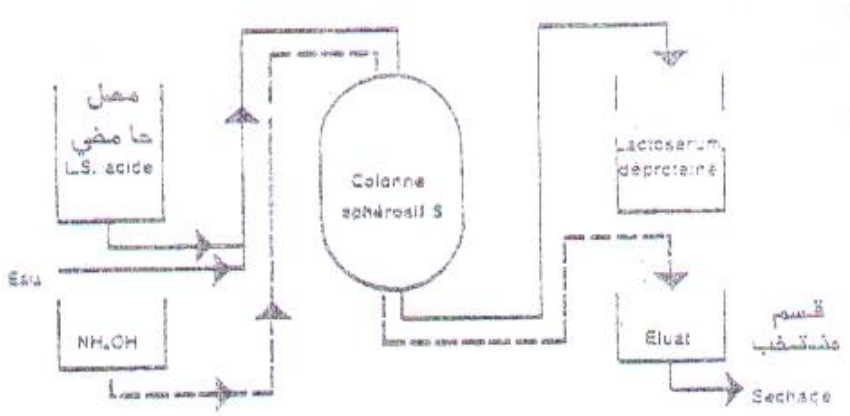
5-7 -2 ادمصاص البروتينات بالمبادلات الشاردية :

L'adsorption des prot9ines par 9chaugeurs d'ions

- تمرر محاليل البروتينات التي يراد معالجتها على عمود من سفيروزيل للمبادلات الشاردية حيث تدمص البروتينات على العمود .
- يغسل العمود بالماء المقطر للتخلص من آثار المحلول غير البروتيني المتبقي ضمن العمود وتنتخب البروتينات .

- على مبادلات الشوارد السالبة بإضافة محاليل حامضية .
- على مبادلات الشوارد الموجبة بمحاليل قلوية .
- بعد الانتخاب يغسل العمود من جديد بالماء المقطر للتخلص من آثار المواد الحامضية أو القلوية المتبقية .
- ويمكن استخدام أعمدة مختلفة وفقاً لنوع المصل الحامضي أو الحلو .

بالنسبة للمصل الحامضي يعامل على عمود سفيروزيل كمبادل للشوارد الموجبة S فعند رقم الحموضة 4.6pH تكون جميع البروتينات على شكل شوارد موجبة ولذلك تدمص على مبادلات الشوارد الموجبة : الشكل 5-4 .



الشكل (5-4) : طريقة معاملة المصل الحامضي

أما تركيب القسم المنتخب والمركز والمجفف من البروتينات يصل إلى 90% . كما هو موضح في الجدول (5-4) .

الجدول (5-4) : تركيب بودرة القسم المنتخب للمصل الحامضي %

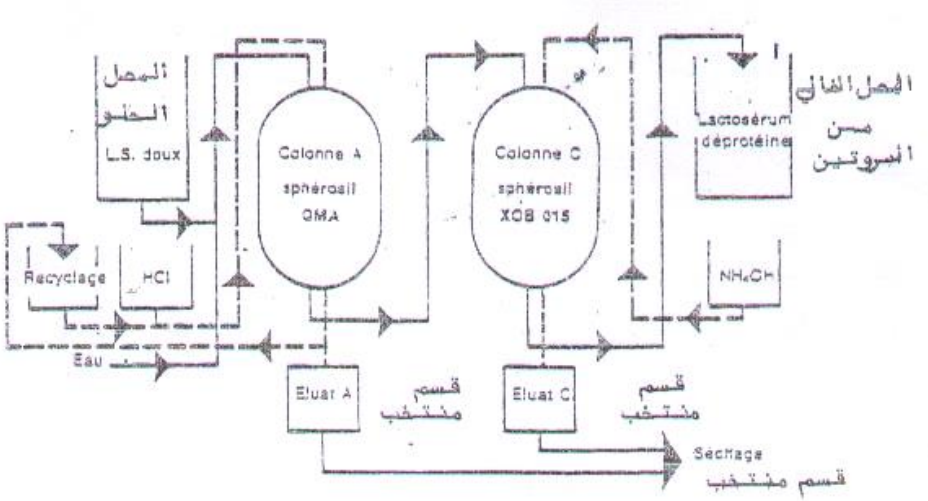
الرماد	2.2
اللاكتوز	0.5
المادة الدسمة	0.5
البروتينات	90.8
الماء	6

أما المصل الحلو يعامل بإمراره على مبادل للشوارد السالبة QMA ومبادل الشوارد الموجبة XOB015 الشكل (5-5) ، فعند رقم حموضة pH 6.6 تكون أغلب البروتينات على شكل شوارد سالبة والقسم المتبقي والذي يشكل 7-10% والمتكون بشكل أساسي من بروتينات المناعة يكون على شكل شوارد موجبة

ويصل محتوى البروتين في القسم المنتخب الأول 87.5% مقابل 86.5 في العمود الثاني كما هو موضح في الجدول 5-5 :

الجدول (5-5) : تركيب بودرة القسم المنتخب في العمود الأول QMA والعمود الثاني XOB015

العنصر	العمود الأول %	العمود الثاني %
الرماد	2.5	3.7
اللاكتوز	0.5	0.5
المادة الدسمة	0.5	0.5
الماء	9	9
البروتينات	87.5	86.5
الأملاح		
الكالسيوم	0.7	1.1
الفوسفور	0.5	0.8
الصوديوم	0.08	0.02
البوتاسيوم	0.06	0.07
المغنزيوم	0.04	0.05



الشكل (5-5) : مخطط لمعاملة المصل الحلو

5-7-3- اللاكتوز : Le lactose

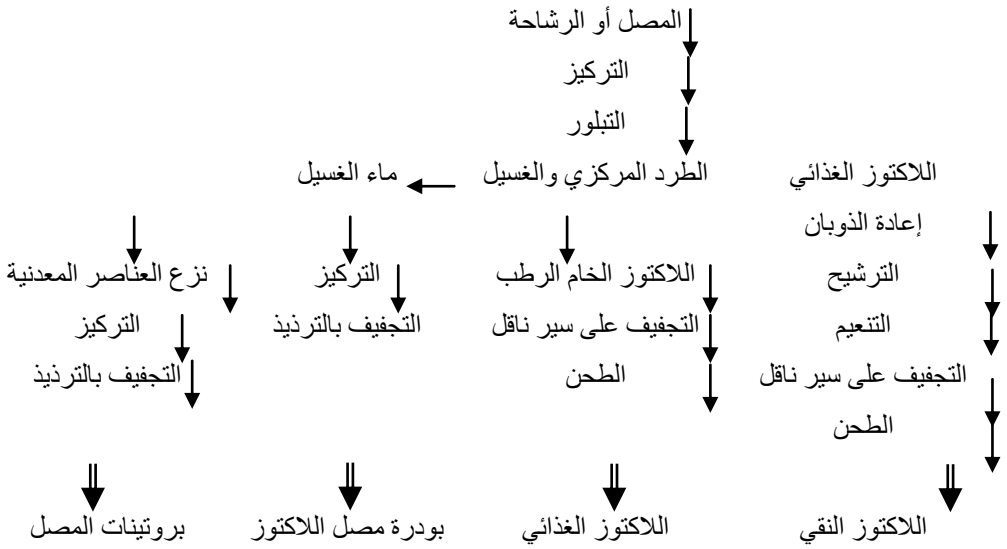
يشكل اللاكتوز المكون الأساسي لمصل الأجبان ويمكن فصله عن المكونات الأخرى بتطبيق إحدى الطريقتين :

الطريقة الأولى : والتي تعتمد على استبعاد المكونات تدريجياً وذلك في :

- التخلص من البروتينات والمادة الدسمة بالترشيح فوق العالي .
- التخلص من العناصر المعدنية بمبادلات الشوارد .
- التخلص من الماء بالتركيز تحت التفريغ والتجفيف بطريقة الترذيذ ويمكن توضيح مخطط التصنيع وفق الخطوات التالية :

الحليب أو المصل
↓
الترشيح فوق العالي - القسم المركز
↓
الرشاحة
↓
نزع العناصر المعدنية بالديلزة الكهربائية أو بمبادلات الشوارد
↓
مصل منزوع وخال من البروتينات والعناصر المعدنية = محلول اللاكتوز
↓
التركيز تحت تفريغ حتى 60 % المادة الصلبة الكلية
↓
التبلور
↓
التجفيف بالترذيذ
↓
اللاكتوز المجفف بالترذيذ

الطريقة الثانية : والتي تعتمد على بعض خصائص سكر اللاكتوز مثل ضعف قابليته للذوبان وذلك بتركيز المصل وتبلور اللاكتوز حيث تفصل بلورات اللاكتوز أحادي الماء بالطرد المركزي مع تطبيق الغسيل والتجفيف على سير ناقل والحصول على اللاكتوز الغذائي . إذا كان المطلوب تحضير سكر اللاكتوز النقي يمكن إعادة إذابة اللاكتوز الغذائي وتطبيق التركيز والتبلور وفق المخطط التالي :



5-7-3-1- مبدأ التبلور الصناعي :

يمكن إيجاز مراحل التبلور الصناعي وفق الخطوات التالية :

- في المرحلة الأولى يركز المصل بالتبخير تحت تفريغ ويعمل على الوصول إلى درجة تركيز وذلك بتطبيق التركيز على أعلى درجة ممكنة لزيادة المادة الصلبة الكلية .
- التوقف عند الوصول إلى معدل للمادة الصلبة الكلية والذي يتراوح بين 65 و 75 % للمصل منزوع البروتين لتجنب حدوث التكتل بالتبلور السريع .
- نقل المحلول المشبع إلى أحواض التبلور مزدوجة الجدران والمجهزة بخلاطات قوية حيث يكون اللاكتوز في حالة توازن تحت عدة أشكال اللاكتوز بيتا واللاكتوز ألفا وكمية قليلة تحت الشكل المتذبذب .
- خلال مرحلة التبلور يتحول اللاكتوز بيتا إلى اللاكتوز أحادي الماء ويعتمد حجم وشكل البلورات على شروط تبريد المحلول فإذا كان التبريد سريعاً مع إضافة بلورات فإنه يمكن الحصول على عدد كبير من البلورات الصغيرة على شكل متوازي المستطيلات أما إذا طبق التبلور على تشكيل نواة والتبريد البطيء يمكن الحصول على بلورات كبيرة ويزداد كبرها تدريجياً خلال التبريد البطيء ، لزيادة المردود يمكن تعريض المحلول إلى تبريد سريع ومفاجئ مما يزيد من كفاءة الترسيب.

5-7-3-2- متطلبات التبلور :

نظراً لتنوع المصل فإن العديد من العوامل المؤثرة والتي تسبب اضطراباً في عملية التبلور مثل الحالات التالية :

- لزوجة المحلول المركز والتي ترتبط مباشرة في تركيز وحالة البروتينات.
- وجود اللاكتوز المتحلل .
- وجود حمض اللبن .

يمكن الحد من هذه العوامل بخفض رقم الحموضة pH إلى 4 – 5 وهو رقم قريب من نقطة التعادل الكهربائية للبروتينات حيث تنخفض اللزوجة وتزداد درجة التفاعل بين البروتينات واللاكتوز .

من الضرورة تطبيق التحريك والخلط الفعال ولكن ببطء لتحسين التبريد بفعل الجدار المزدوج وإعادة خلط المحلول الأم مع البلورات .

تمتاز هذه الطريقة بارتفاع المردود ونوعية اللاكتوز ولكن من مساوئها تشكل تفاعل ميلارد وظهور اللون الغامق .

5-7-3-3- الفصل والتجفيف :

تشتمل بقية المراحل المعاملات الميكانيكية للفصل بالطرد المركزي والعصر والترويق .

يتم اختيار الأجهزة وفقاً لنموذج التبلور المطلوب ، فأجهزة العصر تتوافق مع الحصول على بلورات كبيرة أما أجهزة الترويق فتتوافق مع الحصول على بلورات ناعمة .

على المستوى العملي يمكن استخدام النموذجين ويمتاز اللاكتوز الناتج بمحتوى من الرطوبة 5 – 6 % المجفف على سير ناقل مع تطبيق الطحن للحصول على الحبيبات وفق الحجم المطلوب ووفقاً للمخطط التكنولوجي المطبق يمكن الحصول على نموذجين من اللاكتوز :

- اللاكتوز الغذائي .
- اللاكتوز الموجه إلى الصناعة الصيدلانية . انظر الجدول (5-6) .

الجدول (5-6) : الخصائص التقنية لنموذجي اللاكتوز

	اللاكتوز الغذائي	**اللاكتوز النقي**
اللاكتوز كحد أدنى	99	99.8
الرطوبة كحد أعظمي	0.3	0.1
البروتينات (N × 6.5) كحد أعظمي	0.3	اثار
الرماد %	0.3	0.1
العناصر المعدنية كحد أعظمي جزيء بالمليون		
الرصاص	2	0.5
الزرنيخ	1	1
القسم القابل للاستخراج بالكحول	-	0.48
قدرة الدوران على درجة حرارة 20 مْ	-	52.8 – 52.2
الجراثيم الكلية كحد أعظمي / غ	5000	1000
الكوليفورم كحد أعظمي / غ	5	0

الخمائر والفطور كحد أعظمي / غ	100	100
الجراثيم الممرضة / غ	لا يوجد	لا يوجد

5-7-3-4- أهمية اللاكتوز :

- تكمن الفائدة من اللاكتوز كونه يشكل أساس منتجات الحمية وهو المصدر الوحيد للكربوهيدرات للللبونات الصغيرة بما فيها الإنسان وكذلك يعتبر أساس كل المنتجات الموجهة في استبدال حليب الأم .
- يقدم اللاكتوز فائدة قدرها 4 سعر حراري /غ مثل باقي السكريات .
- يعمل اللاكتوز على زيادة ثباتية رقم الـ pH المعوي مما يحسن من استقلاب الكالسيوم والفوسفور . يؤدي انخفاض رقم الحموضة إلى تجنب وجود البكتريا المفسدة .
- اللاكتوز سكر ثنائي يتكون من جزيء من سكر الجلوكوز وجزيء من سكر الجالاكتوز والذي يدخل ضمن السكريات الدماغية التي تحسن من تكوين وتركيب النسيج العصبي .

يلاحظ عدم تحمل بعض الأشخاص من سكر اللاكتوز بسبب النقص في إفراز اللاكتاز المعوي وفي هذه الحالة يجب أن يتم امتصاص اللاكتوز تدريجياً بفضل وجود البكتريا المعوية المنتجة للإنزيم المحلل لسكر اللاكتوز مما يحسن من استقلاب اللاكتوز .

- يمتاز اللاكتوز بأنه مادة حاملة للنكهة .

يمتاز اللاكتوز بثباتيته الضعيفة وقساوة بلوراته ولذلك يمكن أن يسبب القوام الرملي إذا كان تركيزه مرتفعاً وكان حجم البلورات كبيراً ويمكن تجنب هذه الحالة إما بطحن وتنعيم البلورات إلى مستوى أقل من 20 ميكرون أو الحصول على بلورات ناعمة جداً خلال مرحلة التبلور .

5-7-3-5- استخدام اللاكتوز :

يمكن استخدام اللاكتوز في مجالات عديدة منها :

1- استخدامه في نظام الحمية .
2- صناعة المعجنات والحلويات كمادة سكرية ذات قدرة محلية ضعيفة أو كعامل محسن لتفاعلات ميلارد والتكرمل .
3- يستخدم في المعجنات والبسكويت .
4- يستخدم كمادة حاملة في الصناعة الصيدلانية وصناعة المنكهات .

5-7-3-6- تحلل اللاكتوز :

يتحلل سكر اللاكتوز بفعل اللاكتاز إلى جلوكوز وجالاكتوز .

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

ويتحقق ذلك على المستوى الصناعي وفق ثلاث طرق :

- استخدام الأنزيمات الحرة وخاصة اللاكتاز المستخرج من :

Aspergillus niger و Saccharomyces fragilis .

- استخدام الإنزيمات المثبتة على حامل خامل .
- بفعل المحفز على مبادلات صمغية .

5-7-4- فصل العناصر المعدنية: S9paration des 9l9ments min9raux

سنتطرق إلى الطرق المطبقة للتخلص من العناصر المعدنية أكثر من كونها طرقاً للفصل لأن القسم المعدني سيتم التخلص منه في مياه الصرف .

من أهم الطرق المستخدمة في التخلص ونزع العناصر المعدنية من المصل :

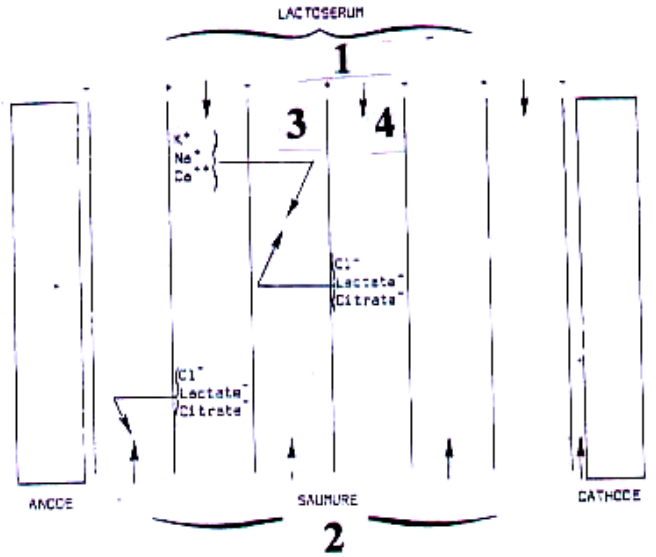
1- الديلزة الكهربائية (طريقة كهربائية – كيميائية)

2- مبادلات الشوارد (طريقة كيميائية)

5-7-4-1- الديلزة الكهربائية : L' 9lectrodialyse

تعتمد الطريقة على التحلل الكهربائي وعبور العناصر المعدنية الأغشية (الديلزة) فالتحلل الكهربائي مرتبط في خاصية تشرد العناصر المعدنية في المحلول تحت فعل تيار كهربائي مستمر وتوجه العناصر المعدنية نحو أحد القطبين وفقاً لشحنته . الشوارد السالبة مثل الكلور واللاكتات والليمونات والفوسفات تتوجه نحو القطب الموجب أما الشوارد الموجبة مثل الكالسيوم والصوديوم والمغنزيوم والبوتاسيوم تتوجه نحو القطب السالب .

إن عبور الشوارد للأغشية يتم بوضع أغشية بين القطبين وبشكل متتالي ومتباين في الشحنة الكهربائية كما هو موضح في الشكل (5-6) وفقاً لـ Alais 1984 .



الشكل (5-6) : مخطط الديلزة الكهربائي

1- المصل 2– المحلول الملحي
3- الأغشية (+) 4- الأغشية (-)

فالأغشية ذات الشحنة السالبة يتوضع عليها طبقة ناعمة من مبادلات الشوارد الصمغية المطعمة بمجموعة قلوية مثل الأمونيوم الرباعي $NH^+ OH^-$
أما الأغشية ذات الشحنة الموجبة يتوضع عليها طبقة رقيقة من مبادلات الشوارد الصمغية المطعمة بمجموعة حامضية " مجموعة كبريتية $- SO3^- H^+$

فالأغشية السالبة تسمح بمرور الشوارد السالبة وتدفع الشوارد الموجبة والأغشية الموجبة على العكس تسمح بمرور الشوارد الموجبة الموجبة وتدفع الشوارد السالبة وإن وجود الأغشية بشكل متتالي السالبة والموجبة يحد من الحركتين المختلفتين .

إن مسار الحركة الأولى والتي تدعى الممددة حيث يتم خفض المحتوى من العناصر المعدنية :

إن مسار الحركة الثانية والتي تدعى المركزة أو المحلول الملحي حيث يرتفع من الأملاح وفقاً للطريقة التالية :

الشوارد الموجبة K^+ , Na^+ , Ca^{++} التي عبرت الأغشية الموجبة ستتواجد بعد ذلك مع الأغشية السالبة ولا تسمح لها بالعبور والشوارد السالبة التي عبرت الأغشية السالبة ستتواجد مع الأغشية الموجبة التي لا تسمح لها بالعبور على أن كلا الحركتين تكونان باتجاهين متعاكسين فحركة القسم المحدد متكونة من المصل الموجه للتخلص من عناصره المعدنية أما حركة القسم المركز يحافظ عليها بتثبيت رقم الحموضة لتجنب ترسب أملاح الكالسيوم مع التغذية المستمرة بالماء للحد من الارتفاع العالي للأملاح .

تشكل الدورة مدة 20 دقيقة تقريباً مع مراقبة المقاومة حيث توجد علاقة بين المقاومة وانخفاض المحتوى من الأملاح المعدنية وعند الوصول إلى درجة المقاومة المطلوبة تتوقف دورة التشغيل حيث يرسل المصل منزوع العناصر المعدنية ويمكن إضافة كمية جديدة من المصل مع تغير في الاتجاه المعاكس .

إن التخلص من العناصر المعدنية يمكن الوصول به إلى 50% ومن الممكن الوصول إلى 70% مع الإشارة إلى زيادة المقاومة عند انخفاض سرعة نزع الأملاح وإن التخلص من الأملاح ليس متجانساً .

يتم التخلص بسرعة من العناصر أحادية التكافؤ بسرعة أعلى من العناصر ثنائية التكافؤ .

يتم التخلص من العناصر المعدنية بسرعة أعلى من الشوارد العضوية .

تزداد سرعة التخلص لشاردة معينة عند ازدياد تركيزها ويكون التخلص من البوتاسيوم أسرع من الصوديوم في حين تنخفض سرعة التخلص من الكالسيوم.

بالنسبة للعناصر السالبة يتم التخلص من الكلور بدرجة أسرع من الليمونات واللاكتات والفوسفات التي تظهر صعوبة في التخلص منها .

5-7-4-2- مبادلات الشوارد : L'9changeurs d'ions

تستخدم أعمدة المواد الصمغية المتجددة لاستعادة العناصر المعدنية وتتكون كما هو موضح في الشكل (5-7) من :

- أعمدة حامضية بالنسبة لمبادلات الشوارد الموجبة .
- أعمدة قلوية بالنسبة لمبادلات الشوارد السالبة .

يعتمد مبدأ التشغيل على الإحلال الحر وفقاً لقانون الكتلة .

يتم إمرار المصل على العمود الموجب والذي يكون على شكل H^+ حيث يتحمض المصل بالتخلي من Ca^{++} , Na^+ , K^+ ويشحن بشوارد H^+ وينخفض رقم حموضة المصل ليصل إلى رقم 1 تقريباً . تعتمد كمية المصل المستخدمة وفقاً لكفاءة عمود المواد الصمغية فعند الوصول إلى درجة الإشباع يبدأ رقم الحموضة pH للمصل بالارتفاع فيجب إيقاف التشغيل وغسل وتنظيف عمود الصمغية بتيار معاكس وتجديده بإمرار محلول حامضي لحمض كلور الماء حيث تحدث الظاهرة المعاكسة فتتخلص المواد الصمغية من الشوارد Ca^{++} , Na^+ , K^+ وتشحن من جديد ببروتونات H^+ . يجب تطبيق الغسيل البطيء والغسيل السريع بعد إمرار الحمض ويصبح العمود جاهزاً للعمل على كمية جديدة من المصل .

- على مستوى عمود المواد الصمغية السالب الموجود على شكل OH^- فعند إمرار المصل منزوع الشوارد الموجبة والمشحون بـ H^+ سيعمل على تبادل الشوارد السالبة مثل الكلور واللاكتات والليمونات بنفس الطريقة مقابل شوارد OH^- ويحدث التفاعل التالي :

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$

حيث يرتفع رقم حموضة المصل إلى 6 ويصبح المصل منزوع العناصر المعدنية تقريباً بشكل كلي .

لا يمكن نزع العناصر المعدنية من المصل بشكل كلي نظراً لبعض المصاعب كالتبادل بين بعض الشوارد وصعوبة إذابة بعض العناصر حتى عند رقم pH منخفض . يلاحظ إشباع العمود السالب عندما يكون رقم pH المصل عند مخرج العمود بالانخفاض وعندها يجب توقيف التشغيل لتجديد العمود السالب . يعتمد تجديد العمود السالب على إحلال التوازن من جديد باستخدام مادة قلوية مثل ماءات الصوديوم أو ماءات الأمونيوم حيث تستبعد الشوارد السالبة مثل الكلور واللاكتات والليمونات وتلتقط الشوارد OH^- ويطبق بعد ذلك الغسيل البطيء والغسيل السريع ويصبح العمود الثاني السالب جاهزاً للتشغيل .

ولدى مقارنة تقنية الديلزة الكهربائية مع مبادلات الشوارد يتم نزع العناصر المعدنية حتى 20 % عند تطبيق الديلزة الكهربائية في حين أنه يصل إلى 90 % مع مبادلات الشوارد ولكن يمكن تطبيق الطريقتين بشكل متلازم حيث يتم البدء

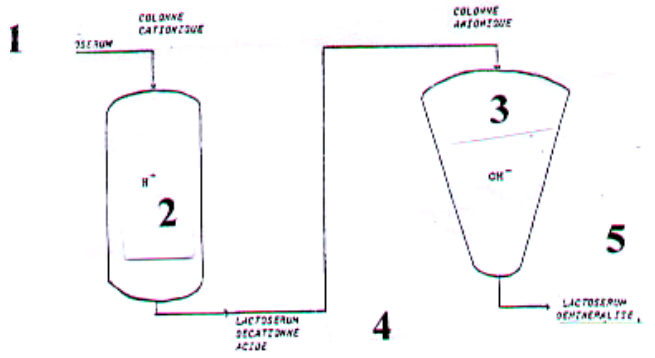
بالديلزة والانتهاء بمبادلات الشوارد . يجفف المصل منزوع المعادن لاستخدامه في مجال التصنيع الغذائي الجدول (5-7) .

يستفاد من المصل الناتج والخالي من العناصر المعدنية في تطبيقات عديدة مقارنة مع المصل الطبيعي نظراً لانخفاض طعمه المالح ومن أهم المجالات :

- صناعة المثلوجات اللبنية .
- صناعة المعجنات والحلويات .
- صناعة منتجات الحمية الخاصة بالأطفال .

الجدول (5-7) : الترتيب المتوسطي لبودرة المصل منزوع العناصر المعدنية

	بودرة المصل الحلو	بودرة المصل المنزوع العناصر المعدنية حتى 50 % بالديلزة الكهربائية	بودرة المصل الحلو منزوع العناصر المعدنية حتى 90% بمبادلات الشوارد
الرطوبة %	3	3	3
المادة الدسمة	1	1	1
البروتينات %	13	13	13
اللاكتوز %	72	77	82
حمض اللبن %	2	1.5	0.5
الرماد %	9	4.5	0.5



الشكل (5-7) : مخطط مبادلات الشوارد

1- المصل
2- عمود مبادلات الشوارد الموجبة
3- عمود مبادل الشوارد السالبة

4- مصل خال من الشوارد الموجبة
5- مصل خال من العناصر المعدنية

5-8- الكازئين والكازئينات والراسب المشترك :

5-8 -1 الكازئين Cas9ine :

يمكن الحصول على ثلاثة نماذج من الكازئين وفقاً لطريقة التحضير :

- الكازئين الحامضي المحضر من حليب فرز بتحميضه إلى رقم pH 4.6 بإضافة الحمض المعدني وغسيل الخثرة بالماء عدة مرات للتخلص من اللاكتوز والأملاح المعدنية .
يجفف الكازئين الناتج بالهواء الساخن أو يستخدم الكازئين الطازج الرطب في تحضير الكازئينات .
- الكازئين المتخثر بفعل بكتريا حمض اللبن من الحليب الفرز .
- كازئين المنفحة المترسب بفعل المنفحة على الحليب الفرز .

على مستوى النوعية يمكن أن نميز بين نموذجين من الكازئين الحامضي :
1 – الكازئين الغذائي والذي يجب أن يحضر من حليب مبستر للحصول على منتج عالي النوعية الميكروبيولوجية ويمتاز بمحتوى محدود من العناصر المعدنية الثقيلة .
2 – الكازئين الصناعي يحضر من حليب مختلف الحموضة والذي تعادل حموضته وقد يحتوي على اللبن الخض إنما يفضل عدم استخدام حليب درجة حموضته أعلى من D^o40 أو يحتوي على لبن خض لا تتجاوز نسبته 20% .

يشتمل تحضير الكازئين المراحل التالية :

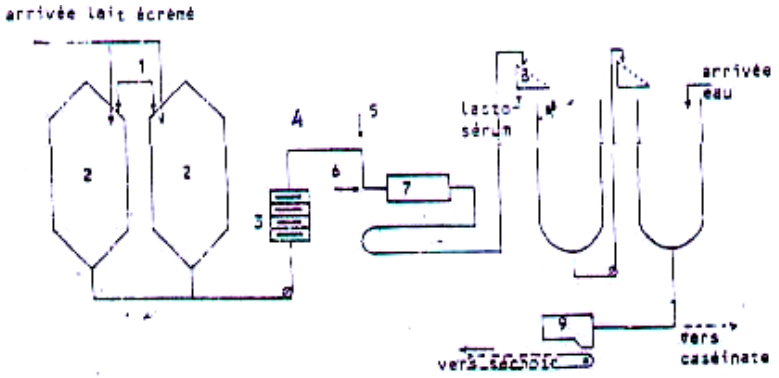
1 – تسبخ وتخثر الكازئين في حوض التصنيع بشكل آني عند إضافة الحمض المعدني ويحتاج إلى وقت طويل عند التخثر بفعل بكتريا حمض اللبن أما التخثر بالمنفحة يحدث خلال فترة أسرع من التخثر بفعل البكتريا .
2 – تسخن الخثرة للحصول على حبيبات ويطبق على درجة حرارة 65م^o/ساعتين مع التحريك الدائم أما تسخين الكازئين الناتج عن المنفحة يسخن على درجة قريبة أما الكازئين الناتج عن فعل بكتريا حمض اللبن يسخن على درجة حرارة 50م^o .
3 – انفصال المصل والتخلص منه مع تطبيق الضغط والطحن على الحالة الرطبة للوصول إلى مستوى من الرطوبة 50-60% .
4 – التجفيف بالهواء الساخن على درجة حرارة قصوى 60-65م^o والانتباه إلى عدم حرق الكازئين . إن تشكل حبيبات كازئين ملونة وبنية سببه وجود آثار من اللاكتوز.
5 – الطحن والمعايرة :

في فرنسا تستخدم طريقة مستمرة في تحضير الكازئين الحامضي والتي تعتمد على المبدأ نفسه :

1 – تسبخ الكازئين بإضافة مستمرة للحمض الممدد ضمن تيار الحليب على درجة حرارة 30م° وترتفع درجة الحرارة إلى 45م° بالبخار والوصول إلى 4.5 pH .

2 – فصل المصل على مصافي مائلة حيث تغسل الخثرة بماء حامضي ممدد وفاتر ويوجه باتجاه معاكس حيث يتم التخلص من الأملاح واللاكتوز وباقي مكونات المصل .

3 – التجفيف على سير ناقل هزاز لطبقة من الكازئين المجففة بالهواء الساخن مع التحريك لتفتيت الكتل . انظر الشكل (5-8) الذي يوضح صناعة الكازئين بشكل مستمر . إن المعطيات الخاصة بمكونات الكازئين موضحة على الجدول (5-8) .



الشكل (5-8) : يوضح تصنيع الكازئين بشكل مستمر

1- إدخال البادئ 5- حقن الحمض
2- تخمر وتخزين 6- حقن البخار
3- مبادل حراري 7- خلاط
4- مفاعل 8- فصل
9- مروق مثفل

الجدول (5-8) تركيب الحليب وبعض مشتقاته غ/100 غ

	الماء	اللاكتوز	المواد			حمض اللبن
			الآزوتية	الدسمة	المعدنية	
حليب فرز	90.5	5.0	3.6	0.1	0.8	-
اللبن الخض	90.5	4.5	3.4	0.4	0.7	0.5
كازئين المنفحة	8	-	83.0	0.5	8.0	0.1

كازئين بكتريا حمض اللبن	8	-	86.0	1.2	2.7	1.3
الكازئين الحامضي	8	-	87.0	2.8	2.0	-
الراسب المشترك	4	1	83.5	1.5	1	-

8-5 -2- الكازئينات Cas9inates :

الكازئينات عبارة عن كازئين مذوب بفعل مادة قلوية ويتم تجفيفه بالترذيذ أو بالإسطوانات ، تعتبر ماءات الصوديوم من المواد القلوية الأكثر استخداماً ويليها بدرجة أقل ماءات الكالسيوم وماءات البوتاسيوم ويتطلب تحضير الكازئينات اتخاذ الاحتياطات والانتباه إلى ارتفاع اللزوجة وتشكل الهلام بسبب وجود بعض الشوارد كالكالسيوم عند تراكيز مرتفعة . تضاف ماءات الصوديوم إلى الكازئين الطازج الرطب لرفع رقم الحموضة إلى 6.7 على درجة حرارة مرتفعة لتلافي ارتفاع اللزوجة ، ويختلف محتوى الكازئين من المادة الصلبة الكلية بين 20 و 25% عند تطبيق التسخين الأولي على درجة حرارة 90-95م^{o} ثم التركيز والوصول إلى مادة صلبة 45-50% قبل التجفيف بالترذيذ .

8-5 -3- الراسب المشترك : Co-pr9cipit9

ينتج الراسب المشترك من الترسيب المتلازم للكازئين وبروتينات المصل حيث تسمح هذه المعاملة في استخلاص الحد الأعظمي لبروتينات الحليب والتي تصل إلى 96% . تعتمد طريقة الترسيب على إمكانية حدوث تشكيل معقد بين بروتينات الحليب تحت الفعل الحراري وفي وجود الكالسيوم . يجفف الراسب المشترك على الشكل المذوب أو الراسب بتوزيعه ضمن محلول ثلاثي الفوسفات ثم يجفف بالترذيذ . من الطرق الحديثة المستخدمة في تحضير الراسب المشترك وذلك لإنتاج مستمر للكازئين مع استبدال حقن الحمض بإضافة محلول كلوريد الكالسيوم في الحليب المسخن على درجة حرارة 90م^{o} وذلك بالتأثير على العوامل الأساسية :

- كمية الكالسيوم المضافة .
- رقم pH الحليب .
- مدة البقاء على درجة حرارة 90م^{o} .

ووفقاً للعوامل السابقة يمكن الحصول على كميات متباينة المحتوى من الكالسيوم والحصول على معلق تختلف شدة لونه الأبيض في الماء وطريقة الغسيل . يحتوي الراسب بشكل متوسطي على :

- 83% من البروتينات .
- 10% من الأملاح بما فيها الكالسيوم .

- 4% من الماء .

ولا يتبقى سوى 1 إلى 1.5% من اللاكتوز وكذلك نفس الكمية من المادة الدسمة ويمكن تمييز نماذج من الراسب المشترك :

1 – راسب مشترك محتواه منخفض من الكالسيوم 0.5-0.8% درجة ذوبانه عالية .

2 – راسب مشترك محتواه متوسط من الكالسيوم 1.5% .

3 – راسب مشترك محتواه مرتفع من الكالسيوم 2-3% يستخدم في تحضير البسكويت .

5-8-4- المواصفات القياسية للكازئين والكازئينات :

5-8-4-1- الكازئين الغذائي وفقاً لـ (Boudier 1985) :

1- التعريف والتحديد :

الكازئين الحامضي الغذائي : يتم الحصول على الكازئين الغذائي بالترسيب بإحدى المواد الملحقة التكنولوجية المستخدمة في مجال الألبان كالأحماض أو المزارع البكتيرية والتي تتوافق مع التشريعات الخاصة بها .

2- المواصفات والتشريعات المطبقة على الكازئين الحامضي :

- المكونات الأساسية للتركيب :

1- المحتوى الأعظمي من الرطوبة 10 % .

2- المحتوى الأدنى من بروتينات الحليب المحسوبة على أساس المادة الصلبة الكلية 90 %

والمحتوى الأدنى من الكازئين ضمن البروتينات 95 %

3- المحتوى الأعظمي من المادة الدسمة اللبنية المحسوبة على المادة الصلبة 2.25 % .

4- درجة الحموضة المعايرة والمعبر عنها بماءات الصوديوم عشر النظامي في / غ 0.27 %

5- المحتوى الأعظمي من الرماد 2.5 % .

6- المحتوى الأعظمي من اللاكتوز اللامائي 1 % .

7- المحتوى الأعظمي من الرواسب (الكتل المحروقة) 2.25 مغ في 25 غ .

- المواد الملوثة

المحتوى الأعظمي من الرصاص 1 مغ/كغ

- المواد الغريبة

مثل كتل الخشب والشعر وأجزاء من الحشرات غير موجودة في 25 غ .

- المواد الملحقة التكنولوجية والمزارع البكتيرية المناسبة لتغذية الإنسان .
1- حمض اللبن E 270
2- حمض كلور الماء
3- حمض الكبريت
4- حمض الليمون E 330
5- حمض الخل E 260
6- حمض أورتو فوسفوريك
7- المصل
- المزارع البكتيرية المنتجة لحمض اللبن .

- الخصائص الحسية :

1- الروائح : عدم وجود الروائح الغريبة .
2- المظهر : اللون متدرج من الأبيض حتى اللون الأبيض في القشدة ويجب أن يكون المنتج خالياً من الكتل المقاومة للضغط الخفيف .

5-8-4-2- الكازئينات الغذائية :

التعريف والتحديد :

يتم الحصول على الكازئينات الغذائية من الكازئينات المعاملة بإحدى المواد القلوية المعدلة والتي تتصف بالنوعية الغذائية المطلوبة وفق التشريعات والمواصفات الخاصة بالكازئين الغذائي .

التشريعات المطبقة على الكازئين الغذائي :

- العوامل الأساسية للتركيب :
1- المحتوى الأعظمي للرطوبة 8 %
2- المحتوى الأدنى من الكازئين البروتيني المحسوب على أساس المادة الجافة 88%.
3- المحتوى الأعظمي من المادة الدسمة اللبنية المحسوبة على أساس المادة الجافة 2.5 %
4- المحتوى الأعظمي من اللاكتوز اللامائي 1 %
5- pH 6 – 8
6- المحتوى الأعظمي من الرواسب (الكتل المحروقة) 22.5 مغ في 25 غ
- المواد الملوثة
المحتوى الأعظمي من الرصاص 1 مغ / كغ
- عدم النظافة والنقاوة :
مواد غريبة مثل قطع الخشب والقطع المعدنية والشعر وأجزاء حشرية . غير موجودة في 25 غ
- الملحقات التكنولوجية ذات النوعية الغذائية :

ماءات وكربونات وفوسفات وسترات كل من الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنزيوم والأمونيوم .

الخصائص الحسية والتكنولوجية :

1- الرائحة : يجب ألا تحتوي الكازئينات على مواد تعطيها الرائحة الخفيفة وعدم وجود الروائح الغريبة .
2- اللون : الأبيض حتى الأبيض القشدي ويجب عدم احتواء المنتجات على الكتل المقاومة للضغط الخفيف .
3- الذوبان : إذابة كاملة في الماء المقطر باستثناء كازئينات الكالسيوم .

العوامل الأساسية للتركيب :

1- المحتوى الأعظمي من الرطوبة 10 %
2- المحتوى الأدنى من البروتين المحسوب على المادة الصلبة 84 %
والمحتوى الأعظمي للكازئين ضمن البروتين 95 %
3- المحتوى الأعظمي من المادة الدسمة المحسوب على المادة الصلبة 2 %
4- المحتوى الأعظمي من الرماد 7.5 %
5- المحتوى الأعظمي من اللاكتوز اللامائي 1 %
6- المحتوى الأعظمي من الرواسب (الكتل المحروقة) 2.25 مغ/25 غ

- المواد الملوثة :

المحتوى الأعظمي من الرصاص 1 مغ/كغ

- المواد الغريبة :

مثل قطع الخشب والشعر والقطع المعدنية وأجزاء حشرية عدم وجودها في 25غ

- الملحقات التكنولوجية ذات النوعية الغذائية :

1- المنفحة .
2- الإنزيمات المخثرة الأخرى للحليب

- الخصائص الحسية :

الرائحة : غياب أي روائح غريبة
المظهر : لون أبيض إلى أبيض قشدي وعدم وجود كتل المتحملة للضغط الخفيف