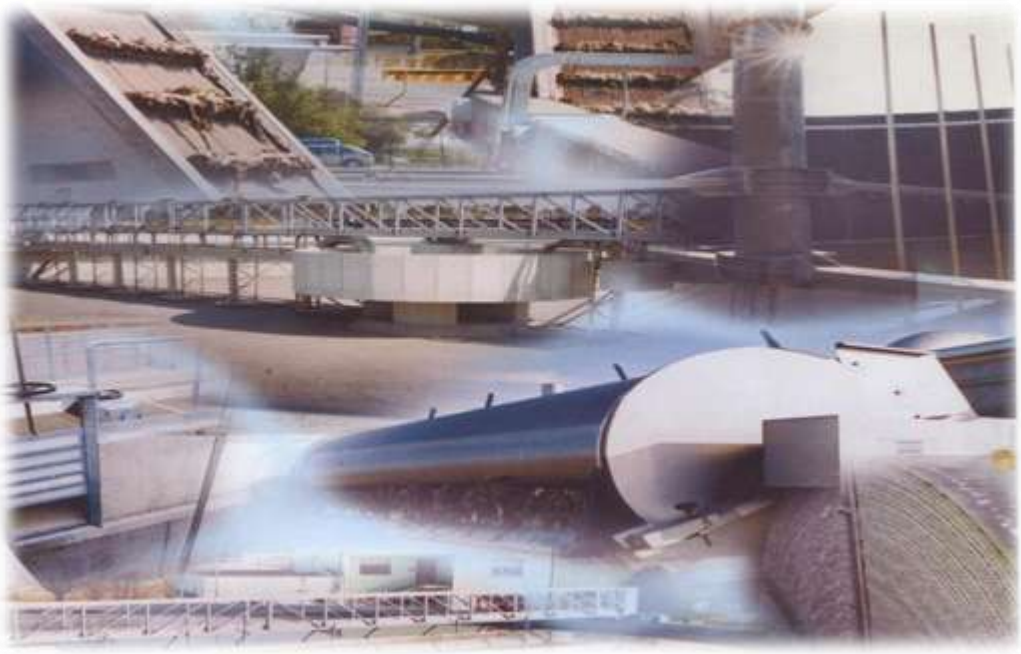
جامعة حلب

كلية الهندسة التقنية

تقانات الهندسة البيئية

تصميم محطة معالجة لمياه الصرف لمعمل ألبان حلب

مشروع أُعد لنيل الإجازة في الهندسة التقنية



تحت إشراف الأستاذ المهندس : الياس خضري

إعداد الطلاب :

خوشناف سليمان　　عبد الرحمن احمد　　جوان رشيد

1430هـ - 2009 م

القسم النظري

الفصل الأول :

تكنولوجيا الحليب والألبان و الاجبان والزبدة

الحليب

هو المادة السائلة الناتجة عن الخلايا المفروزة في الثدي أو الضرع بعد الولادة مباشرة ويجب أن يجمع بشكل كامل من الحيوانات الليونة المغذاة بشكل جيد وغير المجهدة.

ويسمى الحليب الذي يفرز بعد الولادة بـ 3- 7 أيام بحليب السرسوب COLESTRUM (اللبأ) الغني ببروتينات المناعة والسكريات الحامضية و الآزوتية إلا أنه فقير باللاكتوز عكس الحليب الطبيعي حموضته قريبة من الـ 6 ، الـ PH الطبيعي 6.6 – 6.8 .

عند استهلاك الحليب الطبيعي يجب أن يكون هذا الحليب :

١. غير حامضي "يجب ألا بتخثر الحليب عند الدرجة 100 **C°** لمدة خمسة دقائق
٢. خالي من المضادات الحيوية أو المواد المعقمة : يجب ألا يستعمل حليب البقرة المعالجة بالمضادات الحيوية إلا بعد ستة أيام ويجب غسل أدوات الحلابة بشكل جيد للتخلص من جميع المواد المعقمة (ماء جافيل يحتوي على الكلور الفعال)
٣. حليب ناتج عن بقرة غير مصابة بالتهاب الضرع .
٤. حليب ناتج عن أبقار غير مجهدة .
٥. أن لا يحتوي على السرسوب .
٦. أن يكون التعداد الخلوي جيد أو مقبول.
٧. حليب غير ملون نظيف ليس له رائحة كريهة

إنتاج البقرة في الدول المتقدمة 12000 - 13000 لتر سنوياً بينما هو في سوريا من 5000 -6000 لتر وأحياناً 3000 - 4000 لتر ويختلف إنتاج الحليب حسب السلالة فالأبقار السورية تعطي 700 - 800 لتر سنوياً، بقرة العكش 300 - 400 لتر سنوياً بينما الأبقار الأمريكية قد يصل إنتاجها إلى 25000 لتر سنوياً .

استهلاك الفرد في سورية للحليب 50 - 60 لتر سنوياً بينما في الدنمرك 250 لتر يؤثر في إفراز الحليب عدة هرمونات منها :

- Oxytocine **أوكسي توسين:** هرمون مسئول عن خروج الحليب إلى خارج الضرع.
- **Prolaktine بروﻻكتين:** مسئول عن إنتاج الحليب.

- **Adrenaline الأدرينالين:** يفرز عند الغضب ويؤدي على توقف إفراز ال ــ Oxytocine.

حيث أن الـ Oxytocine ينتقل من الغدة النخامية إلى الضرع والـ Adrenaline يضيق الأوعية الدموية الناقلة للـ Oxytocine وبالتالي يتوقف إفرازه.

البرولاكتين يمنع الحمل لأنه يمنع وجود البروجسترون المسؤول عن الحمل.

المكونات الأساسية للحليب :

يشتمل الحليب على المكونات الغذائية الأساسية بشكل متوازن كالسكريات ، المادة الدسمة ، المواد الآزوتية ، الأملاح ، فيتامينات كما أنه يحتوي على الأنزيمات والغازات (مثل CO_2) أما أهم هذه المكونات فهو الماء.

١. **الماء: نسبته 87.5 % وهو يوجد بشكلين حر ومرتبط**

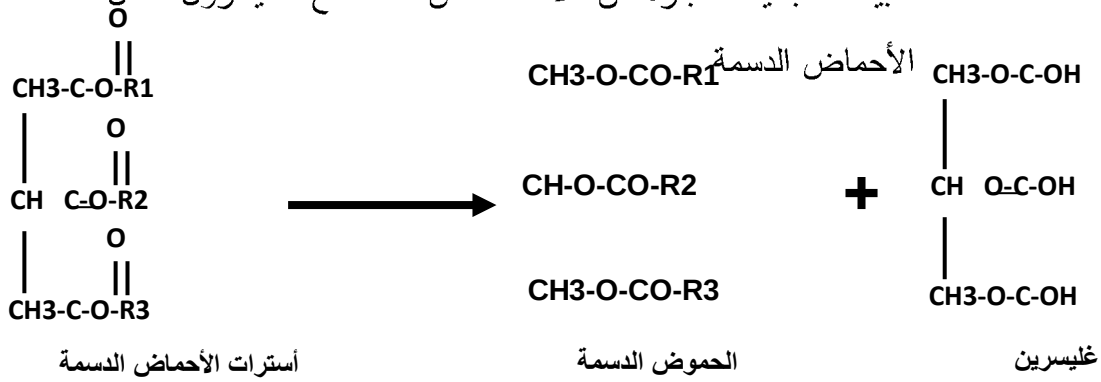
- **الماء الحر:** هو الشكل الذي يشترك بالتفاعلات الحيوية ويشكل 96–97 % من الماء الكلي وهذا يعني أن الحليب سهل التحلل والفساد (مادة عطوبة)
- **الماء المرتبط :** 3–4 % وتزداد التفاعلات الحيوية بازدياد كمية الماء الحر ولذلك نضيف الملح والسكر كطريقة للتخزين وذلك لتحويل الماء الحر إلى ماء مرتبط وبالتالي خفض التفاعلات الحيوية

٢. **السكريات:** نسبتها 49 غ/ل أو 4.9 %

- **اللاكتوز (سكر الحليب) :** لأن الحليب هو المصدر الطبيعي الوحيد له وهو سكر ثنائي مركب من جزيء غلوكوز مع جزيء من الغالاكتوز ، أهمية اللاكتوز كونه الأساس لصناعة المنتجات اللبنية المختمرة.
- **سكريات آزوتية:** مثل N– أستيل غلوكوز أمين و N– أستيل غالاكتوز أمين
- **سكريات حمضية:** مثل حمض السياليك الحامضية تكون في الحالة المرتبطة وكذلك الآزوتية

٣. **المادة الدسمة :** 35 غ/ل وتكون موجودة إما على شكل لبيدات بسيطة أو معقدة

اللبيدات البسيطة عبارة عن ثلاثة أحماض دسمة مع الغليسرول تشكل أسترات الأحماض الدسمة



توجد المادة الدسمة في الحليب على شكل مستحلب (مادتين غير قابلتين للامتزاج) فتكون المواد الدسمة موجودة على شكل حبيبات (قطر الحبيبة 3–5 مبكرون) محاطة بغشاء الحبيبة الدسمة ، الغشاء يمثل 2% من الحبيبة وظيفته هي :

١. يحمي الغليسريدات الثلاثية من مهاجمة أنزيم الليباز
٢. يحافظ على الحبيبة بشكل مستحلب بسبب شحنته السالبة .

ويتركب الغشاء من :

- 42 % بروتينات (أحماض أمينية حمضية ذات شحنة سالبة)
- 28 % فوسفوليبيدات تساعد على الاستحلاب
- 14 % غليسريدات متعادلة
- 9 % ماء مرتبط
- 4 % حمض الساليك (سكريات حمضية)

- 2 % كوليسترول
- وكذلك كار وتين ، حديد ، نحاس ، فيتامين **A** ، و أنزيمات مثل الليباز ، الفوسفاتاز القلوي وغيرها.

٤. **المواد الآزوتية:** إن محتوى حليب الأبقار من المواد الآزوتية هي 34غ/ل

a. **المواد الآزوتية غير البروتينية :** تمثل 1.5 % أو 15 غ/ل تشمل الأحماض الأمينية الحرة ، حمض اليوريك ، ليوريا ، كرياتينين ، كرياتين ، بروتيئوز ببتون **PP3** وتشكل 5% من المواد الآزوتية الكلية أما البروتينات فتشكل 95% منها

b. **البروتينات:** 32.5 غ/ل وتقسم إلى قسمين:

- **كازئين Casein**: نسبته 27 غ/ل وهو البروتين السائد في الحليب والمسئول عن إعطاء اللون الأبيض وتعود أهميته إلى أنه الأساس في صناعة الألبان والأجبان المختمرة لا رائحة له ، لا يذوب في الماء يختلف عن بقية البروتينات الفوسفورية بأنه يحتوي على الفوسفور بشكل حمض الفوسفور ويتألف من عدة شقوق α_s1 و α_s2 و β و σ و κ ويترسب عند الـ pH = 4.6
- **بروتينات المصل:** نسبتها 5.5 غ/ل وهي على شكل **α**-لاكتا ألبومين السائد في حليب المرأة **β**–لاكتو جلوبيولين السائد في حليب الأبقار وغير موجود عند المرأة وسيروم ألبومين وأمينو جلوبيولين وبرتيئوز ببتون PP3 ولها قيمة غذائية عالية والمصل هو السائل الناتج بعد ترسيب الكازئين الذي يمكن ترسيبه مثلا بفعل حمض الاكتيك سابقاً كان المصل يرمى بالأنهار أما الآن فتستخرج منه بروتينات المصل وتدخل في صناعة الأجبان.

الحالة التي تتواجد عليها البروتينات في الحليب:

A. غروي معلق (جسيمات):

يحتوي دائما على عنصرين P و Ca وهذه حالة الكازئين الموجود بشكل جسيمات لها شحنات سالبة مما يؤدي إلى تنافرها وعند نقطة التعادل الكهربائي يترسب الكازئين (كلما ازدادت نسبة الكالسيوم زاد اللون الأبيض للحليب)

B. البروتينات الذائبة: 5.5 غ/ل تخرج مع المصل (وهي نفسها بروتينات المصل)

٥. الأملاح: يحتوي الحليب حوالي 9 غ/ل من الأملاح.

و بصورة خاصة Ca,P,Na,Mg,K أما I,Zn,Pb,Fe فهي توجد بكميات قليلة الرصاص هو عنصر سام وهو يأتي من الأعلاف التي تكون قريبة من الطرقات وينتقل من الدم إلى الحليب مباشرة لذلك يمنع تغذية الأبقار على مسافة تقل عن 50 مترا عن الطرقات.

يتواجد K , Cl , Na بصورة ذائبة أما P , Mg , Ca فتوجد بصورة ذائبة أو مرتبطة

في اللبن الخاثر يوجد Ca^{++} بالحالة الذائبة فيعادل الشحنات الكهربائية مما يسبب الشعور بالنعاس كما أنه عند بعض الأفراد يؤدي استهلاك الحليب الطازج إلى الإسهال وتشكل الغازات (النفخة) ذلك لعدم وجود اللاكتاز المعوي أو نقصانه عندهم مما يسبب تخمرات لسكر اللاكتوز تشكل هذه الغازات.

٦. **الفيتامينات:** B و C توجد يشكل ذائب في الماء بنسب ضئيلة أما A,D,E,K فتوجد ذائبة في المادة الدسمة ، لايجب وضع الحليب في زجاجات شفافة و معرضة لأشعة الشمس لأن ذلك يؤدي إلى تفكك الفيتامينات

٧. **الغازات:** تشكل 5–6 % من حجم الحليب يحتوي الحليب على 0.04 من CO_2 وكمية قليلة من N_2, O_2 ويسبب فوران الحليب وتشكل الرغوة

بعض التعابير والخصائص الفيزيائية للحليب

١. **رقم الحموضة:** في الحليب العادي PH = 6.8 –6.6 أما في السرسوب Colestrum فهو pH=6 أما عند التهاب الضرع ولا يتحمل الحليب المعاملة الحرارية إذا كانت الحموضة أقل أو أكثر من pH = 6.8 – 6.6

٢. **الكثافة:** إن كثافة الحليب كامل الدسم هي 1.028 –10.32 غ / سم 3 أما الحليب الخالي من الدسم فكثافته 1.36 – 1.39 أما المادة الدسمة فكثافتها 0.93 – 0.94 ، إن إضافة الماء وسحب جزء من المادة الدسمة يحافظ على كثافة الحليب وفي هذه الحالة يكون الغش مضاعفاً وتكون الكثافة مطابقة لكثافة الحليب الافتراضية لذلك نكشف عن هذا الغش بحساب كمية المادة الدسمة أو بحساب نسبة الماء.

- المادة الصلبة الكلية في الحليب 125 غ /ل
- نسبة الماء 87.5 %
- نسبة المادة الجافة 12.5 %
- المادة اللادهنية الكلية : هي المادة الصلبة الكلية باستثناء المادة الدهنية
- المادة الصلبة الكلية هي جميع مكونات الحليب باستثناء الماء

٣. **نقطة التجمد:** (0.55-) وتقترب من الصفر كلما أضفنا الماء وتفيد في الكشف عن غش الحليب بإضافة الماء

٤. **اللزوجة:** (مقاومة السائل للجريان) وتساوي 1.6 – 2 سنتي بواز وهي تقل بارتفاع الحرارة وتزداد بارتفاع الحموضة

٥. **الجذب السطحي:** يقاس بالـ داينه/سم

٦. **درجة الغليان:** 16 – 18 درجة دورنيكية (معايرة كمية من الحليب بماءات الصوديوم بوجود فينول فتالئين)

٧. **نقطة الغليان:** 100.15 – 100.17 مئوية

٨. **الناقلية الكهربائية:** $10x40^{-4}$ إلى 50×10^{-4} سيمنس ، وتعود الناقلية إلى البروتينات المشحونة والأملاح إن إضافة الماء تؤدي إلى خفض الناقلية الكهربائية ارتفاع الحموضة والحمولة الجرثومية تزيد الناقلية الكهربائية ، التهاب الضرع أيضاً يزيد الناقلية الكهربائية وذلك لارتفاع المحتوى من الكلور ، إضافة المواد الحافظة ، القلوية ، المواد المعقمة تؤدي إلى زيادة الناقلية.

٩. **الحرارة النوعية:** 0.93

١٠. **معامل الانكسار:** 1.35

حليب الاستهلاك

أولاً: الحليب المبستر :

للبسترة نموذجان:

١. بسترة على الطريقة القديمة: T = 63 °c ولمدة نصف ساعة

٢. بسترة على الطريقة الحديثة: T = 72 °c ولمدة 15 ثانية

الهدف من البسترة :

١. القضاء على جميع الأحياء الممرضة وخاصةً عصية السل التي تتلف على حرارة 71.5 لمدة 15 ثانية وكذلك القضاء على بكتريا السالمونيلا.

٢. القضاء على معظم الأحياء الدقيقة العادية (حوالي 99 %) وتخفيف الحمولة الجرثومية في الحليب.

٣. تلافي عمل الأنزيمات الطبيعية الموجودة في الحليب.

ملاحظة: البسترة لا تقضي على الذيفانات .

سبب تفضيل البسترة القديمة :

لأن النموذج القديم يعتبر معاملة حرارية لطيفة وبالتالي:

١. تحافظ على الخواص الحسية للحليب كالرائحة والنكهة

٢. لا تؤدي إلى ترسيب بروتينات المصل.

٣. لا تؤدي إلى تفكيك الفيتامينات وخاصة الحساسة للحرارة مثل Vit B12.

٤. بسيطة.

عيوب البسترة القديمة:

١. يخشى عند تطبيقها من نشاط البكتريا المحبة للحرارة العالية و الأبواغ لأنها لا تقضي عليها.

٢. لا يمكن حفظ الحليب المبستر بهذه الطريقة إلا لمدة أسبوع واحد وعلى درجات حرارة منخفضة أما الحليب المعقم فيمكن حفظه لمدة أطول (3- 6) أشهر وعلى درجات حرارة عادية.

سبب تفضيل النموذج الحديث :

١. لأننا في عصر السرعة وبحاجة إلى كسب الوقت.

٢. بالإضافة إلى أنها طريقة مستمرة.

أجهزة البسترة القديمة :

المبسترات القديمة تتألف من:

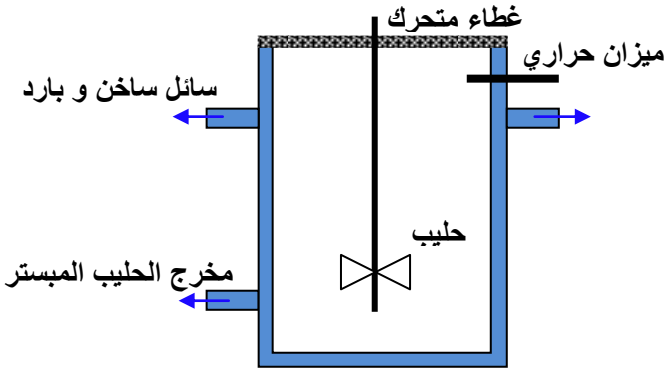
١. وعاء مزدوج الجدران مصنوع من الحديد غير قابل للأكسدة يمر بجدرانه ماء ساخن أو ماء بارد حيث يوجد فتحة لدخول الماء وآخري لخروجه.

٢. غطاء يحوي على خلاط لخلط الحليب ضمن الوعاء وتوزيع الحرارة بشكل متجانس.

٣. مقياس حرارة لقياس درجة الحرارة.

٤. مخرج لخروج الحليب المبستر.

٥. يوضع الحليب من الأعلى من خلال غطاء متحرك.



مبدأ عمله

نضع الحليب من الأعلى ونمرر الماء الساخن من خلال الجدار عندما تصبح درجة الحرارة 63 مْ نضبط الزمن لمدة 30 دقيقة ثم نبدل الماء الساخن بماء بارد لتبريد الحليب فنحصل على حليب مبستر ومبرد إلى (3– 4) مْ.

ميزات البسترة القديمة

١. غير مستمرة.

٢. سهل التعامل معها.

٣. تستخدم للمزارع الصغيرة.

الشروط التي يجب تحقيقها في عملية البسترة (القديمة والحديثة)

١. تجانس في انتقال الحرارة.

٢. يجب تجنب الإفراط في التسخين الموضعي.

٣. تطبيق عملية الغسيل للمبستر بحيث تكون سهلة دون أية مشاكل.

٤. يجب أن يكون المبستر بسيط وسهل التعامل معه.

٥. حجم المبستر صغير ولا يشغل مساحة كبيرة.

هل يمكن بسترة كافة أنواع الحليب (هل يمكن أن تكون البسترة مجدية دائماً) ؟

في البسترة لا يمكن تحويل الحليب سيء النوعية (حمولته الجرثومية عالية) إلى حليب جيد النوعية لذلك من المفروض استخدام حليب ذو نوعية جيدة (أي لا يحتوي على عد كبير من الكائنات الحية الدقيقة) لأنه مهما انخفضت عدد الخلايا فإنه لن يتم القضاء عليها تماماً.

أما الحليب سيء النوعية فيتم توجيهه للتعقيم بدرجات حرارة أعلى من 100 مْ.

بعد البسترة يجب أن يكون التعداد الكلي للجراثيم على الأكثر (30 ألف خلية في الميلي ليتر) أما بالنسبة لبكتريا الكولون فإنه يتواجد خلية واحدة في كل ميلي ليتر بعد البسترة وهناك بعد الدول لا تسمح ببقاء أية خلية.

ما هي المبادلات الصفائحية وماذا يحدث داخلها ؟

هي عبارة عن قطاعان أحدهما يمر فيه الحليب والآخر يمر فيه ماء ساخن أو بخار ماء ساخن بشكل معاكس لمرور الحليب فيحدث تبادل حراري بينهما عن طريق التلامس غير المباشر مما يرفع درجة حرارة الحليب إلى 72 مْ.

الطريقة المستمرة تتميز :

١. غير متقطعة.

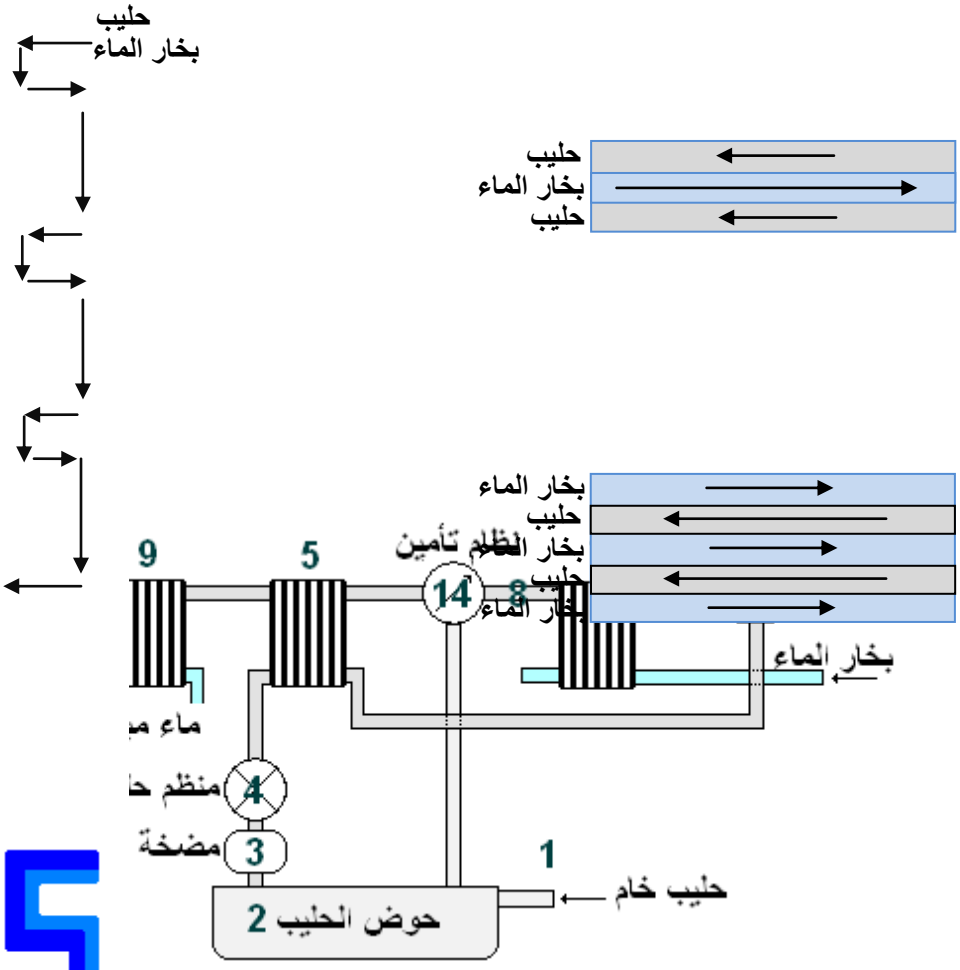
٢. تستخدم في المعامل الكبيرة.

ما هي التبادلات الحرارية التي تتم في المبادلات الصفائحية ؟

١. تبادل حراري بين الحليب المبستر والحليب المراد بسترته لتصبح درجة حرارة كل منهما 36 مْ.

٢. تبادل حراري بين الحليب المراد بسترته والذي درجة حرارته 36 مْ و الماء الساخن أو بخاره لتصل درجة حرارته إلى 72 مْ.

٣. تبادل حراري بين الحليب المبستر الذي درجة حرارته 36 مْ والماء البارد ثم المثلج لنحصل في النهاية على حليب مبستر ومبرد.



عمل المبستر:

١. يدخل الحليب الخام t= 4 ºC في المحطة 1.

٢. ينتقل إلى المحطة 2 وهي عبارة عن حوض منظم.

٣. ثم إلى مضخة.

٤. وبعدها إلى منظم لكمية الحليب يتم فيه تنظيم كمية وذلك للسماح بكمية محددة بالدخول.

الحليب الداخلة

٥. ثم يحدث تبادل حراري بين الحليب المبستر والحليب الخام (4 مْ) فترتفع درجة حرارته إلى 36 مْ وتنخفض درجة حرارة الحليب المبستر إلى 36 مْ.

٦. يتابع الحليب المبستر مسيره إلى المحطة رقم 9 حيث يتم التبادل الحراري بينه وبين الماء البارد فتنخفض درجة حرارته.

٧. بعدها يمر في المحطة 10 ليتم التبادل الحراري بينه وبين الماء المثلج ليخرج في النهاية من المحطة 11 على شكل حليب مبستر ومبرد.

٨. أما الحليب الخام (36 مْ) يتابع مسيره إلى المحطة 6 حيث تحدث له عملية ترشيح ليتم تنقيته من الشوائب.

٩. ثم إلى المحطة رقم 7 حيث يحصل تبادل حراري بين الماء الساخن والحليب فترتفع درجة حرارته لتصل إلى 72 مْ.

١٠. بعدها ينتقل الحليب المبستر إلى المحطة 8 حتى الوصول إلى المحطة 14 حيث أن المسافة بينهما يستغرق الحليب المبستر ليقطعها 15 ثانية وهي مدة البسترة.

١١. إن المحطة 14 تمثل نظام تأمين أي أنه إذا كانت درجة حرارة الحليب 72 مْ فإن الحليب يستمر في طريقه أما إذا كانت درجة حرارته أقل فإنه يعود بالحليب إلى المحطة رقم 2 وهي محطة الانطلاق.

مبدأ عمل نظام التأمين:

إن نظام التأمين يحوي نابض له فتحتين علوية وسفلية بارتفاع درجة الحرارة إلى 72 مْ يتمدد النابض ويؤدي إلى إغلاق الفتحة السفلية وبالتالي يتابع الحليب طريقه من الفتحة العلوية، أما إذا كانت درجة الحرارة أقل من 72 مْ فإن النابض يتقلص وبالتالي تغلق الفتحة العلوية وتفتح الفتحة السفلية فيعود الحليب إلى المحطة 2.

المبسترات الأسطوانية :

تستخدم لبسترة المواد ذات القوام اللزج وهي عبارة عن نموذجان:

الأول: عبارة عن أسطوانة مؤلفة من عدة طبقات الحليب يذهب باتجاه والبخار بالاتجاه المعاكس.

الثاني: طبقة عازلة علوية وأخرى سفلية والحليب عبارة عن طبقتين علوية وسفلية.

كيف نحكم على كفاءة عملية البسترة ؟

١. **أنزيم الفوسفاتاز القوي:** نجري اختبار الفوسفاتاز القلوي وندرس فعاليته حيث يتلف على درجة حرارة 72 مْ ولمدة 15 ثانية أو على درجة حرارة 63 مْ ولمدة 30 دقيقة. إن عدم وجود هذا الأنزيم يعتبر دليل على كفاءة البسترة.

فمن المعروف أن أكثر البكتريا الممرضة المقاومة للحرارة هي عصية كوخ المسؤولة عن السل وهذه العصية تتلف على (T= 71.5 ºC) لمدة 15 ثانية وبالتالي عند بسترة الحليب تموت هذه العصية.

٢. **أنزيم اللاكتوبيروكسيداز: يتلف على درجة حرارة 82 مْ لمدة (15– 20) ثانية ويعتبر من المثبطات الطبيعية الموجودة في الحليب لذا يجب الحفاظ عليه لأنه يحمي من نشاط البكتريا الضارة.**

إذا طبقنا معاملة حرارية أعلى من البسترة يجب الوقوف عند درجة حرارة 80 مْ لأن درجة الحرارة الأعلى تؤدي إلى إتلاف اللاكتوبيروكسيداز.

إذا أخذنا حليب وأجرينا عليه تحليل فوجدنا الفوسفاتاز القلوي سلبي واللاكتوبيروكسيداز إيجابي فهذا يعني أن الحليب تعرض لمعاملة حرارية بين (72 –80) مْ خلال (15– 60) ثانية .

أما إذا كان الاثنان سلبيان فيعني ذلك أن الحليب تعرض لمعاملة حرارية أعلى من 80 مْ فهذا الحليب يفصل كونه لا يتخثر عند صناعة الألبان

أهم عيوب الحليب المبستر

١. ظهور الطعم الشائط والمطبوخ عند تعرض الحليب للتسخين الشديد.
٢. مدة حفظه قصيرة (4–6) أيام وعلى درجة حرارة 4 مْ وعند القيام بالبسترة على حرارة (75– 85) مْ ولمدة (15– 20) ثانية فإن مدة الحفظ تصبح 10 أيام.
٣. ارتفاع ثمنه والقدرة الشرائية له منخفضة.

ثانياً: الحليب المعقم :

الهدف من عملية التعقيم

القضاء على كافة الأحياء الدقيقة الخضرية والأبواغ وكافة أشكال الكائنات الحية الدقيقة مما يمكن من حفظه لمدة طويلة. يمكن حفظ الحليب المعقم على درجة حرارة (20 مْ) ولمدة (3– 6) أشهر.

طرق التعقيم

١. **الطريقة القديمة :** يعبأ فيها الحليب بالعبوات الزجاجية ثم يعقم في الأوتوغلاف على درجة حرارة
(115– 120) مْ لمدة (15– 20) دقيقة.

٢. **الطريقة الحديثة:** تشمل التعقيم على الدرجة (135– 150) مْ لمدة (2– 16) ثانية ، وتسمى هذه الطريقة بالمعاملة الحرارية الفوق عالية UHT وتتم بأجهزة حديثة.

الفرق بينهما :

- **في القديمة** يعبأ الحليب بالعبوات ثم يعقم.
- **أما في الطريقة الحديثة** فيعقم الحليب ضمن أنابيب خاصة ثم يدخل في أجهزة التعبئة ليعبأ في عبوات بلاستيكية أو زجاجية أو علب كرتونية.

وعادة يفضل استخدام العبوات البلاستيكية لأن العبوات الزجاجية تحتاج إلى عملية تنظيف وجمع من الأسواق كما أنها تتعرض للكسر.

عيوب طريقة التعقيم القديمة باستخدام الأواني الزجاجية :

١. تحتاج إلى تجميع العبوات الزجاجية من الأسواق.

٢. تحتاج إلى عملية غسيل للعبوات.

٣. تحتاج إلى عمال من أجل مراقبة صحة الغسيل وذلك بإمرار الزجاجات على خلايا زجاجية.

٤. العبوات الزجاجية تكون قابلة للكسر فيمكن خسارة الحليب والزجاج بالإضافة إلى ذلك يمكن أن يكون خطر على حياة العمال.

خطوات التعقيم الأساسية بالطريقة القديمة

١. استلام الحليب

- يجب أن يكون الحليب غير حامضي حتى لا يتخثر الكازئين عند درجة حرارة التعقيم لذا يجب أن تكون الحموضة (16– 18) D .
- يجب أن يكون pH = 6.6 – 6.8
- لذلك نجري اختبار الكحول واختبار الغليان.

اختبار الكحول:

- **كيفية إجراء الاختبار:** 2 مل حليب + 2 مل كحول 68 % ثم نرج.
- **النتيجة:** إذا كان الحليب حامضي فإنه بتخثر وإذا كان غير حامضي فإنه لا بتخثر.
- **مبدأه:** إن جسيمة الكازئين محاطة بطبقة من الماء فعند إضافة الكحول سوف يحدث تنافس بين الكحول وجسيمة الكازئية على الماء.

فإذا كان الحليب طبيعي (غير حامضي) فإن الكحول يكون غير قادر على نزع طبقة الماء وإذا كان الحليب حامضي فإن الكحول يستطيع نزع طبقة الماء.

اختبار الغليان:

- **كيفية إجراء الاختبار:** 5 مل حليب نعرضه لمعاملة حرارية عالية 100 مْ لمدة 5 دقائق.
- **النتيجة:** إذا استطاع تحمل الحرارة ولم بتخثر فالحليب جيد وغير حامضي.

٢. ترشيح الحليب وتنقيته من الشوائب

يتم إمرار الحليب على مرشحات للتخلص من الشوائب وتتم تنقية الحليب بأجهزة طرد مركزي تدور بسرعة عالية حوالي (1200 د / د) ومهمته التخلص من الشوائب والأحياء الدقيقة والأبواغ.

٣. ضبط وتنظيم المحتوى من المادة الدسمة

- حليب كامل الدسم (30– 36) غ / ليتر.
- حليب نصف فرز (15– 18) غ / ليتر.
- حليب فرز (5) غ / ليتر.

ونسبة البروتين في كل الأنواع السابقة واحدة هي : (28) غ / ليتر.

بعض أجهزة الفرز تفرز الحليب إلى قشدة وحليب فرز وكذلك تتخلص من الشوائب والأبواغ.

٤. المعاملة الحرارية الأولية

معاملة الحليب على حرارة (105 – 110) مْ لعدة ثواني. **الهدف منها:**

١. إتلاف الأحياء الدقيقة الممرضة.

٢. تخفيف الحمولة الجرثومية.

٣. إتلاف فعالية الأنزيمات الطبيعية الموجودة في الحليب.

٤. إنتاج بعض المواد المرجعة (مشتقات السلفو هيدريل) التي تعيق أكسدة المواد الدهنية.

٥. تشكيل معقد β– لاكتو غلوبولين وكازئين κ الذي يعمل على زيادة ثباتية الحليب تجاه المعاملات الحرارية اللاحقة في التعقيم.

٥. **عملية التجنيس**

- يتم فيها إخضاع الحليب لضغط عالي من (150– 250) بار على درجة حرارة (65– 75) مْ.
- ويمكن أن يتم تجنيس الحليب على مرحلتين **الأولى** على 200 بار و **الثانية** 400 بار.
- **الهدف من التجنيس:** تكسير حبيبات المادة الدسمة وبالتالي تمنع تجمعها على سطح الحليب وتشكل القشدة. (من حبيبة واحدة من المادة الدسمة نحصل على 125 حبيبة)

٦. **التعبئة:** تتم في عبوات زجاجية.

٧. **التعقيم :**

- تتم عملية التعقيم بأبراج التعقيم وهي عبارة عن 4 أبراج يدخل الحليب بدرجة حرارة 4 مْ وتستغرق عملية مرور الحليب في كل برج (20 دقيقة) وبالأبراج جميعها (80 دقيقة)
- البرج الأول يرفع درجة حرارة إلى 70 مْ والثاني 90 مْ والثالث 120 مْ والرابع يبرد الحليب للدرجة 90 مْ.
- فيحدث بهذه الطريقة عملية تسخين تدريجي للحليب وعملية تبريد تدريجي أيضاً (90 ← 70 ← 50) مْ .

ملاحظة:

تغسل المبسترات والمعقمات بماء فاتر مع المطهرات (قلوي) ثم بماء فاتر فقط ثم بحمض الأزوت ثم ماء فاتر ثم معقمات (ماء جافيل) ، لأن بقاء أي نقطة من الحليب بزوايا هذه الأجهزة تسبب مشاكل لأنها إذا حوت على خلية جرثومية واحدة فإنها سوف تنشط وتتكاثر وتسبب مشاكل صحية وصناعية.

عيوب هذه الطريقة

١. يعطي للحليب لون أسمر لأن المعاملة الحرارية العالية تسبب كرملة اللاكتوز.
٢. تعطي طعم شائط أو مطبوخ.
٣. باعتبار أن الحليب موجود في العبوات الزجاجية فيكون عرضة للأكسدة كما أن دخول أشعة الشمس عبر الزجاج تؤدي إلى إعطاء الطعم الشمسي ويتلف فيتامين A.
٤. نتيجة حفظ الحليب لمدة طويلة تتغير خواص الكازئين فيبدأ بالترسب وينفصل المصل عن الحليب وأحياناً قد تنفصل المادة الدسمة تتشكل القشدة على سطح الحليب نتيجة سوء عمليات التجنيس.
٥. إذا تم التعقيم بالوضعية الأفقية فهذا يسبب ترسب أملاح فوسفات الكالسيوم على الجدار بشكل خط أفقي بسبب المعاملات الحرارية العالية فإذا لم يتم الغسيل بشكل جيد فسوف تنشط فيها الأحياء الدقيقة لذلك تضاف المادة الحامضية لإزالة هذه الطبقة.

الطرق الحديثة

نتيجة الصعوبات في جمع العبوات نحاول إيجاد طريقة نستخدم فيها العبوات مرة واحدة وهي UHT ويتم التعقيم على T = 135-150 ^{o}C خلال (**16 – 2**) ثانية ، تتم هذه الطريقة إما بصورة مباشرة أو غير مباشرة.

A. الطريقة المباشرة:

نحقن الحليب ببخار الماء الساخن أو يحقن بخار الساخن بالحليب فترتفع درجة حرارته إلى الدرجة 150 مْ ويتمدد الحليب بمعدل 10 مرات وبعدها يتم سحب بخار الماء من خلال التبخير تحت التفريغ.

B. الطريقة غير المباشرة:

تسخين الحليب على المبادلات الصفائحية على درجة حرارة (135– 145) مْ خلال عدة ثواني ويتم تمديد الحليب بنفس الطريقة السابقة ولكن بدرجة حرارة مختلفة.

ملاحظة: يفضل أن يتم التجنيس قبل التعقيم لذا يفضل طريقة حقن الحليب ببخار الماء وليس حقن بخار الماء بالحليب.

طريقة الحقن :

الجهاز الأول:

مبدأه: حقن الحليب مع البخار من أجل رفع درجة حرارة الحليب إلى درجة حرارة التعقيم ثم تبخير تحت التفريغ أي سحب للبخار من أجل إجراء عملية تبريد.

١. يصل الحليب إلى المحطة 6 وهي عبارة عن مضخة لدفع الحليب.
٢. في القطاع 1 يحدث تبادل حراري بين البخار الناتج عن القطاع رقم 3 عن عملية التبخير تحت التفريغ وبين الحليب فترتفع درجة حرارة الحليب إلى (70– 90) مْ.
٣. ينتقل الحليب عبر الأنبوب رقم 9 إلى القطاع 2 الحاوي على موزع للحليب فيقوم بتوزيع الحليب.
٤. ثم يتم حقن بخار الماء القادم من الأنبوب 11 وبالتالي يحدث التلاقي بين بخار الماء والحليب فيتمدد الحليب بمقدار 10% وترتفع درجة حرارته إلى 150 مْ.
٥. ثم ينقل الحليب عبر المخرج 12 إلى المحطة 3 وهي محطة تبخير تحت التفريغ حيث يتم سحب بخار الماء ونحصل على حليب معقم وتصبح درجة حرارته 90 مْ.
٦. يتابع الحليب طريقه إلى المحطة 16 عبر المضخة 7 حيث يتم التبادل الحراري بين الحليب والماء البارد.

٧. ثم يحصل تبادل حراري للحليب مع الماء المثلج حتى نحصل في النهاية على حليب معقم ومبرد.

الجهاز الثاني:

١. يدخل الحليب من المحطة 1 ليمر بمبادل حراري (محطة 2) فيقوم برفع درجة حرارته إلى الدرجة 50 مْ عبر تبادل حراري مع البخار الناتج من عملية التبخر تحت التفريغ (في المحطة 9).

٢. ثم يمر على مبادل حراري آخر (محطة 3) ويتم تبادل حراري بين الحليب والبخار الناتج عن عملية التبخير تحت التفريغ (القادم من المحطة 9) مما يؤدي إلى رفع درجة حرارة البخار إلى 90 مْ.

٣. يتجه بعدها الحليب إلى المحطة 4 وهي عبارة عن مضخة تقوم بضخ الحليب إلى المحطة 5 التي هي عبارة عن منظم لكمية الحليب المارة.

٤. ثم يتجه إلى المحطة 6 وهي عبارة عن الغرفة التي يتم فيها حقن الحليب مع بخار الماء فترتفع درجة حرارة الحليب إلى 150 مْ.

٥. في المحطة 7 يوجد مقياس لضبط درجة حرارة البخار.

٦. ثم يتجه الحليب إلى المحطة 9 وهي أهم محطة حيث يتم فيها عملية التبخير تحت التفريغ فنحصل على بخار الماء الذي يستفاد منه في المحطتين 2– 3 لرفع درجة حرارة الحليب ونحصل أيضا على الحليب المعقم.

٧. يتابع الحليب المعقم مسيره إلى المحطة 10 التي هي عبارة عن مجمع للحليب المعقم ومنه إلى المحطة 11 وهي عبارة عن مضخة تقوم بضخ الحليب إلى المحطة 12.

٨. المحطة12 هي عبارة عن مجنس فهنا يتم التجنيس بعد التعقيم بعكس الطريقة السابقة، أيهما أفضل ؟ يفضل التجنيس قبل التعقيم حتى لا يحدث أي تلوث للحليب أثناء التجنيس.

٩. ثم يتجه الحليب المعقم إلى المحطة 13 وهي عبارة عن مبرد.

الحليب المجفف

(البودرة)

هناك عدة أنواع للحليب المجفف منها : الحليب سريع الذوبان – حليب عادي – كامل الدسم – فرز – نصف فرز

أهمية الحليب المجفف :

١. إمكانية حفظه لمدة أطول
٢. إمكانية نقله من بلد إلى آخر و خاصة في بلداننا التي تعاني من نقص إنتاج الحليب
٣. تخزين و نقل اقتصادي لكمية هامة من المادة الصلبة الكلية للحليب

طرق تجفيف الحليب :

a. الاسطوانات

١. طريقة استخدمت قديماً ، تتألف الآلة من اسطوانتين قريبتين من بعضهما يتم تسخينهما من الداخل ببخار ساخن 135 – 150 C° تدوران باتجاهين متعاكسين.
٢. يسقط الحليب من الأعلى عبر ميزاب الحليب و يتوضع على أسطح الاسطوانتين فيجف بسرعة على شكل طبقة رقيقة يتم قشطها بسكاكين خاصة ليجمع الحليب الجاف في ميزاب خاص ، و البخار يتم شفطه من الأعلى .

مساوئها: تسبب هذه الطريقة تغير في التركيب الكيميائي و الفيزيائي للحليب لذلك لم تعد تستخدم و إنما حالياً التجفيف على درجات حرارة منخفضة أكثر أو بالتجفيف تحت التفريغ

b. التجفيف بالترذيذ

١. يتوضع جهاز الترذيذ في القسم العلوي من برج التجفيف ، يتم ترذيذ الحليب على شكل بودرة ناعمة عبر بخاخ مثقوب له فتحات ناعمة فينزل الحليب إلى أسفل برج التجفيف.
٢. يمر تيار هواء ساخن عبر المرشح بحركة زوبعية ليواجه رذاذ الحليب من الأعلى فيتم تجفيف الحليب و سقوط البودرة إلى أسفل البرج و تخرج البودرة بعد شفط الهواء منها بشفاط.
٣. برج التجفيف له شكل اسطواني مخروطي و هو ذو باب لإمكانية الدخول و إمكانية التنظيف و أيضاً مجهز بحافظ للحرار ة له فتحات من البلور لمراقبة العمل.

يمكن أن يصمم برج التجفيف حسب أحد الأنواع التالية

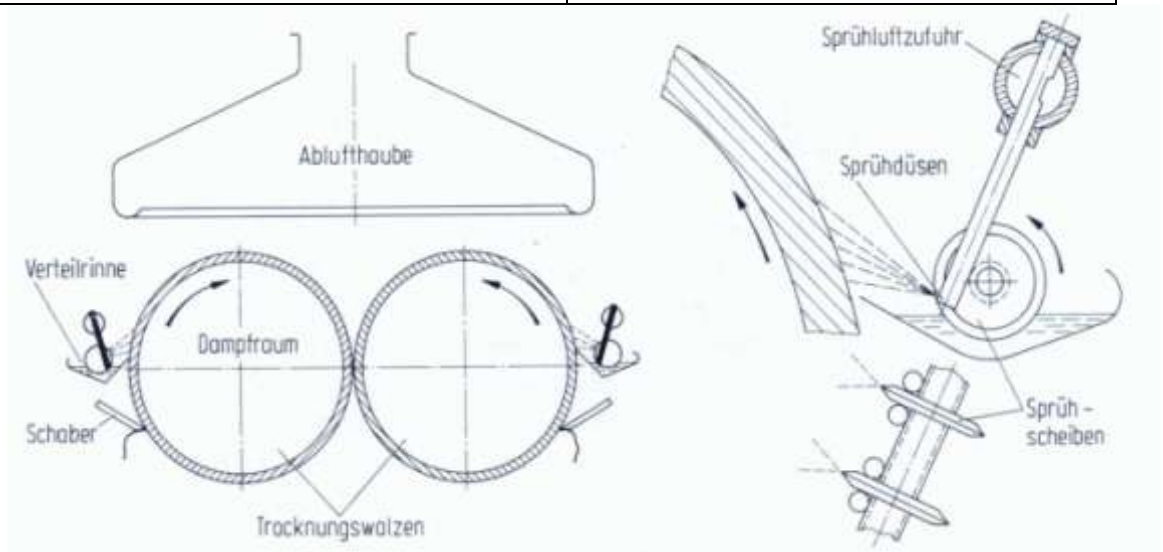
١. يرسل الحليب تحت ضغط عالي جداً عبر بخاخ مثقوب و له فتحات ناعمة

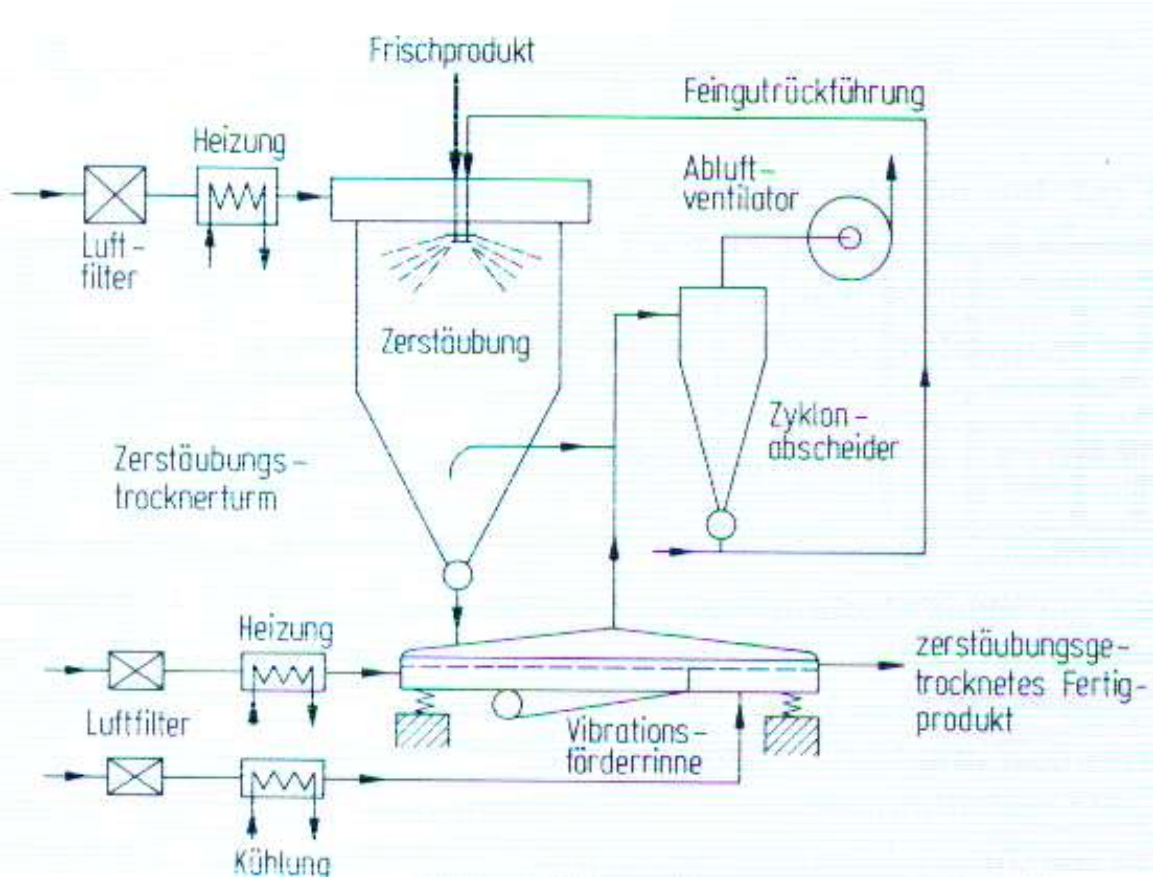
٢. يقذف الحليب بقوة تحت فعل دفع هواء مضغوط

٣. يوجه على عنفة أفقية تودر بسرعة عالية جداً 2500 دورة/الدقيقة ، وتحت تأثير الطرد المركزي هذه يقذف الحليب على شكل رذاذ ناعم داخل البرج.

مقارنة بين الاسطوانات و الترذيذ

التجفيف بالاسطوانات	التجفيف بالترذيذ
يحدث تبدل واضح في التركيب الكيميائي و الفيزيائي للحليب	التبدلات تكون بسيطة جداً
أبطأ من التجفيف بالترذيذ	سريع حيث يحصل تبخر آني للماء في الحليب
لون البودرة مائل للبني بحبيبات منتظمة و خشنة و صغيرة	أكثر ابيضاضاً بحبيات منتظمة (دائرية) ناعمة أكثر ، صغيرة أو كبيرة حسب تركيز الحليب
تنفجر حبيبات المادة الدسمة فتخرج مادة دهنية حرة تعيق عملية الذوبان و التبلل	لا تلاحظ هذه الظاهرة
لا يوجد هواء بين الكتل	وجود هواء محجوز بين الكتل





أنواع الحليب المجفف :

١. كامل الدسم /حليب مجفف 26 % /

٢. حليب فرز

الحليب كامل الدسم المجفف :

١. يجب أن يتمتع الحليب المراد تجفيفه بعدة صفات

٢. أن يكون ذو نوعية جيدة

٣. ألا تزيد الحمولة الميكروبية عن 100000 خلية (كائنات حية غير ممرضة)

٤. أن تكون الحموضة (16–18) درجة درونيكية و يقبل حتى 20.

خطوات التجفيف :

١. تنظيم محتوى الحليب من المادة الدسمة

٢. تنقية فيزيائية و يمكن أن تتم قبل تنظيم محتوى الحليب

٣. تجنيس الحليب

٤. تسخين أولي يتم على درجة حرارة مختلفة إما 95 C˚ لمدة 2–3 دقيقة أو 110–130 C˚ لمدة 15–30 ثانية.

و الهدف من التسخين الأولي القضاء على الكائنات الحية الممرضة و الأنزيمات و إنتاج مركبات السيلفوهيدريل التي تمنع أكسدة و تزنخ المادة الدسمة

٥. التبخير و التركيز و ذلك يتم ضمن مبخر تحت تفريغ حتى تركيز 30 – 40 %من المادة الصلبة الكلية.

و الهدف من التركيز هو اقتصاد الحرارة و ذلك بخفض حجم السائل المراد تجفيفه و أيضاً تشكيل حبيبات مثلى للبودرة.

و الحليب المركز يجب أن يكون قطر حبيباته 75 – 150 مبكرون و هي حبيبات خشنة و بالتالي لا تحجز هواء بكميات كبيرة كما هو الحال في الحبيبات الناعمة الناتجة عن عدم تركيز الحليب بشكل جيد ، و بالتالي تحجز كميات كبيرة من الهواء مما يعيق عملية التجفيف

٦. التجفيف: يتم ببرج التجفيف و ذلك ضمن جهاز الترذيذ على درجة حرارة عالية C˚160

٧. تبريد

٨. غربلة

٩. تعبئة تحت الأزوت لتلافي تزنخ و أكسدة المادة الدسمة ، فيمكن أن تحصل الأكسدة بشكل ذاتي سببها الحرارة – الأشعة – الحموضة – الأوكسجين (هواء) – المعادن (Fe,Cu) – الرطوبة

١٠. التخزين : يجب تأمين جو تخزيني خالي من الرطوبة ، لذلك تتم عملية ضغط للتخلص من الأوكسجين و الرطوبة /طرق ألمانية/ إما دول انكلترا فقامت باستخدام حمض الاسكوربيك كمادة مؤكسدة أو مادة التوكوفيرول الموجودة في زيت حبوب القمح

١١. تسويق : 100 كغ حليب سائل نسبة الدسم فيها 3 % نحصل منها على 12 – 12.5 كغ حليب بودرة فيه 26 % مادة دسمة

حليب الفرز

تجفيف حليب الفرز يتم: غما على درجات حرارة منخفضة أو على درجات حرارة مرتفعة ،

و يجب أن يتمتع الحليب المستخدم بنفس الصفات السابقة

- **على درجات حرارة منخفضة**

١. بسترة HTST على درجات حرارة منخفضة 72 C˚ لمدة 15 ثانية

٢. تبخير (تركيز) حتى 30 – 40 %

٣. تجفيف يتم ببرج التجفيف على درجة حرارة أقل من 160 C˚

٤. تبريد 30 – 32 C˚

٥. غربلة

٦. تعبئة

٧. تخزين

٨. تسويق

- **على درجات حرارة مرتفعة :**

١. تسخين أولي على درجة حرارة مرتفعة 80 – 82 C˚ لمدة 15 – 20 دقيقة

٢. أو 120 – 130 C˚ لمدة 30 ثانية

٣. تبخير (تركيز)

٤. تجفيف ببرج التجفيف لكن على درجة حرارة أعلى

٥. تبريد 30 – 32 C˚

٦. تعبئة

٧. تخزين

٨. تسويق

سبب وجود حليب فرز على درجات حرارة منخفضة و أخرى مرتفعة :

- السبب هو من أجل تصنيع الأجبان التي تحتاج لحليب فرز على درجات حرارة منخفضة ذلك لأن الحرارة العالية تسبب ترسب الكازئين مع بروتينات المصل فتعيق تصنيع الأجبان (كازئين فقط)
- أما في اللبن فيمكن استخدام أي نوع من أنواع الحليب المجفف ذلك لأن تصنيع اللبن يحتاج لتسخين الحليب لدرجات حرارة عالية 90 C˚

استخدامات الحليب المجفف

يستخدم لصناعة البوظة – البسكويت – الخبز – المنتجات الغذائية – منتجات الألبان بأنواعها – تغذية الحيوانات

ملاحظة:

يستخدم الحليب المجفف (الفرز) بطريقة الاسطوانات في صناعة الخبز لأن نسبة إذابته في الماء منخفضة 59 %.

أما بطريقة الرذاذ لايمكن حيث أن إذابته 99 % ، حيث أنه يساعد على تشكيل سائل لزج فتكون العجينة مطواعة وحيدة للخبز.

إعادة تكوين الحليب المجفف :

إعادة تكوين الحليب المجفف عملية غير سهلة تتوقف على عدة عوامل:

١. المحتوى المرتفع من المادة الدسمة : فكلما كانت عالية لإعاقة أكبر و خاصة المادة الدهنية الحرة
٢. تبدل المكونات و تغيرها و خاصة البروتينات ، تزيد من ألفة الحليب للماء و التبلل و التوزع.
٣. بلورات اللاكتوز الصغيرة تزيد من ذوبان الحليب (حليب بودرة)
٤. كبر حجم كتل حليب البودرة تحسن من قابلية الذوبان و التبلل
٥. الوزن النوعي للحليب فكلما زاد الوزن النوعي للحليب أفضل
٦. التحريك يساعد على إذابة الحليب
٧. ارتفاع درجة الحرارة من 2 – 50 C˚ تساعد على تحسين قابليته للذوبان.

عيوب الحليب المجفف :

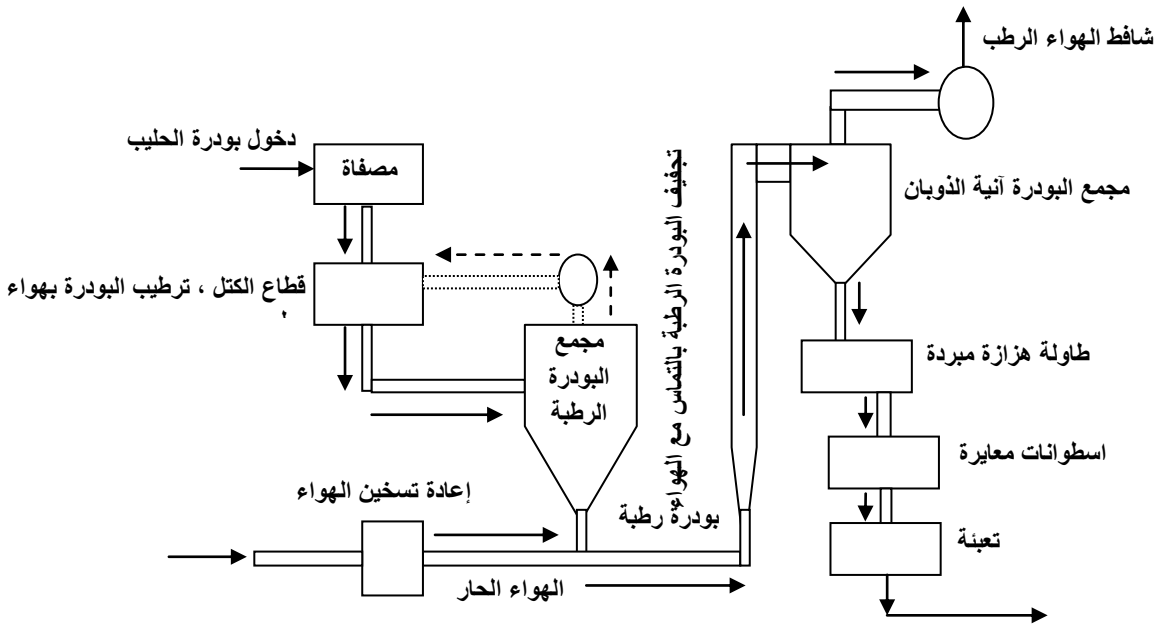
- **اللون الأسمر (البني) :** و سببه شدة التفاعلات المعقدة بين المواد الآزوتية و سكر اللاكتوز التي تزيد بارتفاع درجة الحرارة و الرطوبة .
- **الطعم الطحيني:** الذي سببه تشكل مركبات جذورها كبريت الميتيل

الحليب آني الفرز :

هناك عدة طرق لتحضيره و أفضلها المكتشفة في أمريكا 1957 حيث تم تحويل البودرة إلى رغوة ثم تجفيف الرغوة ليتم الحصول على حليب فرز آني.

حليب الفرز آني الذوبان /طريقة Cherry Burrle/

تعتمد هذه الطريقة على معاملة الحليب البودرة معاملة إضافية و هي ترطيب كتل بودرة الحليب بهواء رطب لتتجمع على شكل كتل مندمجة ثم تجفيفها و تبريدها

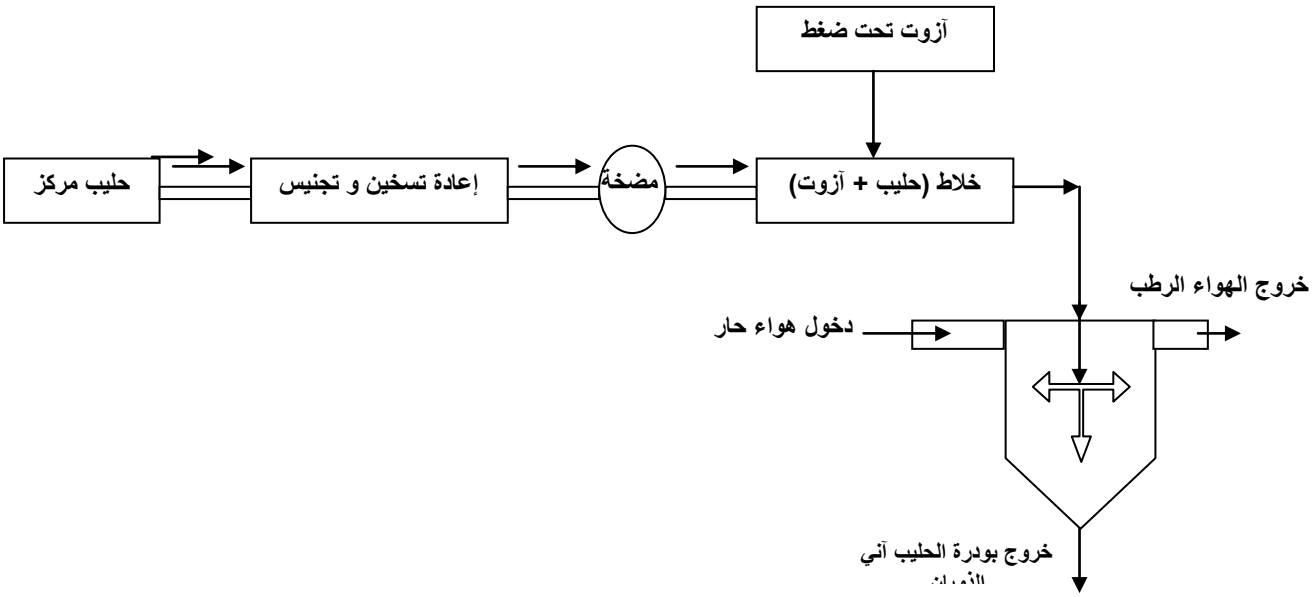


طريقة العمل:

يدخل حليب البودرة إلى مصفلة لتنقية الحليب و تصفيته من الشوائب و غيرها ثم نقله ليتم ترطيب البودرة بتيار من الهواء الرطب عالي السرعة و تجمع من المجمع بفعل الحركة الحلزونية و الرطوبة حيث تشكل كتل تتجمع مع بعضها ككتل مندمجة و تنزل بفعل الجاذبية الأرضية ، و تبلغ رطوبة هذه الكتل 10 – 20 % ثم تساق إلى أنبوب ذو قطر متزايد يمر فيه تيار من هواء ساخن 150 C° عالي السرعة يجففها حتى تصل إلى

رطوبتها إلى 2.5 – 3.6 % ثم يتم تبريدها بمحور دوران و مصفاة هزازة يمر فيها تيار هواء بارد لتبريدها ثم تخزينها ثم تسويقها.

الحليب كامل الدسم آني الذوبان :



١. القيام بعملية تجنيس الحليب على درجة حرارة 63 C˚ و تحت ضغط 175 كغ / سم^2

٢. بسترة على درجة حرارة 72 C˚ لمدة 12 – 15 ثانية

٣. تركيز الحليب ضمن مبخر تحت التفريغ على درجة حرارة 57C˚ حتى التركيز 47 – 50%

٤. تجنيس مرة أخرى على درجة حرارة 75C˚ و تحت ضغط 280 – 350 كغ / سم^2

٥. تبريد إلى الدرجة 13C˚

٦. إدخال الأزوت مما يساعد على انسياب الغازات و طرد الهواء و تشكيل الرغوة فتتحول البودرة إلى رغوة

٧. تجفيف الرغوة

٨. تعبئة بوجود الأزوت الخامل (لاحتوائها على مادة دسمة)

من ميزاتها أنها تذوب حتى بالماء البارد

الجبن:

هو عبارة عن شكل من أشكال حفظ المكونين غير الذائبين للحليب وهما الكازئين والمادة الدسمة ، ويتم الحصول عليهما عن طريق تجبن الحليب الذي يعقبه فصل المصل عن الخثرة الناتجة . يحتوي المصل الناتج على الجزء الكبير من ماء الحليب بالإضافة للمواد الذائبة كالسكر والمعادن وبروتينات المصل (ذات قيمة غذائية عالية).

تصنع الأجبان من أنواع مختلفة من الحليب (الأبقار، الأغنام ، الماعز والجاموس) وهناك 510 أنواع من الأجبان.

يوجد عدة طرق لتقسيم الأجبان حيث :

حسب كمية الرطوبة في الجبن الخالي من الدسم إلى:

١. الأجبان القاسية جداً : (أقل من 51%)
٢. الأجبان القاسية : (49–56%)
٣. الأجبان نصف القاسية : (54–63 %)
٤. الأجبان نصف الطرية : (61–69 %)
٥. الأجبان الطرية : (أكثر من 67 %)

حسب النسبة المئوية للدهن ضمن المادة الجافة إلى:

١. أجبان عالية الدهن : (أكثر من 60 %)
٢. أجبان دهنية : (45–60 %)
٣. أجبان نصف دهنية (25–45%)
٤. أجبان قليلة الدهن (10–25 %)
٥. أجبان خالية من الدهن (أقل من 10 %)

حسب طريقة التسوية (الإنضاج):

a. **مع إنضاج بواسطة الخمائر والبكتيريا**

- **على السطح:** ليمبرغر(بلجيكي) Limburger تيلست (ألماني) Tilsit، جبن القالب (أمريكي) Brick Cheese، مونستر (فرنسية) Munster

- **في الداخل**

b. **إنضاج مع الفطور**

- **على السطح:** كممبرت Camembert ، بري الفرنسية Brie
- **في الداخل:** روكفورت Roquefort ، ستيلون (إنكليزية) ، غورغونزولا (إيطالي) جاميلوست (نرويج) Gammelost والأجبان الزرقاء.

c. **بدون إنضاج و حسب نوع التجبن تقسم إلى:**

- **أجبان منفحية**

a. **قاسية:** شيدر Cheddar ، إمنتال Emmental ، كانتال Cantal ، الرومي

b. **نصف قاسية:** روكفورت Roquefort ، سان بولان ST.Polaent ، الزرقاء

c. **طرية:** البلدية ، الدمياطي ، الكاممبرت Camembert

- **أجبان حمضية**

a. **طازجة : سان فلورانتان (بدون تسوية أي بدون وجود أحياء دقيقة)**

b. **مع إنضاج**

يتم استعمال أصناف الأجبان المنفحية و الحامضية وتصنع منها الجبنة المصهورة مثل جودا Gauda وموتال.

وفي عام 1981 نشر الاتحاد الدولي للألبان قائمة دولية للأجبان وصنفت بحسب الأسس التالية

١. المادة الأولية : حليب أبقار ، أغنام ، ماعز ، جاموس .

٢. القوام : خثرة قاسية ، نصف قاسية ، رخوة ، جبن طازج ، خثرة لبنية .

٣. المظهر الداخلي : بفراغات ، بدون فراغات ، بفطور ، وجود توابل وأعشاب .

٤. المظهر الخارجي : قشرة قاسية جافة ، قاسية مع طبقة لزجة بنية ، رخوة مع طبقة لزجة ، رخوة مع فطور بيضاء أو خضراء ، رخوة مغطاة بالبارافين ، بدون قشرة .

٥. الأوزان : حسب المحتوى الأعظمي من الرطوبة في الجبن كامل الدسم وفي الجبن الخالي من الدسم أو حسب النسبة المئوية للدهن للمادة الجافة.

الأنواع الأساسية للأجبان :

أولاً : مجموعة الأجبان المصنعة بالمنفحة:

a. الأجبان الطازجة

لا يوجد إنضاج ، محتوى مرتفع من الماء 82% أو أكثر

١. أجبان مالحة .

٢. أجبان طازجة غير مالحة غنية بالمادة الدهنية.

b. الأجبان الطرية

أجبان الإنضاج والتسوية السريعة خلال عدة أسابيع والحفظ المحدد السريع ، مقدار المادة الجافة 40 –45 % ويتم التخثر خلال 1–2 ساعة مع استخدام كمية قليلة من المنفحة (12–20 مل) الحموضة مرتفعة pH(4.9) في نهاية فصل الشرش

١. انفصال الشرش تلقائيا مع انتشار الفطور على السطح مثل أجبان Brie , Camembert

٢. خثارة متقطعة قبل وضعها بالقوالب مع انتشار بعض البكتيريا على السطح مثل Munster

٣. أجبان متوسطة بين النوعين السابقين فإما أن تكون الخثارة متقطعة مع وجود فطور على سطح الجينة Carrée De L`est أو انفصال حر تلقائي مع غسيل القشرة الخارجية Epoisses

٤. أجبان ذات قشرة خارجية جافة (أجبان الماعز).

c. الأجبان الزرقاء

أجبان قاسية وذات نمو داخلي للفطور تخثر الحليب خلال ساعة واحدة بإضافة (20–30مل) من المنفحة ويتم تقطيع الخثارة قبل وضعها في القوالب ومقدار المادة الجافة 50%

١. التمليح على درجة منخفضة بعد انتهاء انفصال الشرش ، مثل Roqufort المصنوعة من حليب الأغنام أوالجبنة الزرقاء المصنوعة من حليب الأبقار مثل Bleu D`auvergne, Bleu De Gek
٢. التمليح على درجة حرارة مرتفعة مثل جبنه Bleu Du Haut-Ju

d. الأجبان المضغوطة

مثل Edam, Gauda , ST.Paulin تتميز بتخثر سريع بإضافة 25–35مل من المنفحة ويتم تجنب ارتفاع الحموضة في بداية الصناعة ومحتوى مرتفع من الكالسيوم

١. خثارة مقطعة ومضغوطة مقدار المادة الجافة من 45 إلى أكثر من 55% ، بطء التسوية والإنضاج وذلك خلال مدة 3–5 أشهر مع تشكل قشرة قاسية مثل جبنه Cantal
٢. مثل خثارة لكن مع عملية شدرنة (طبخ قصيرة) Cheddar

e. الأجبان المطبوخة و المضغوطة

١. المادة الجافة أكثر من 60 % خلال مدة الحفظ ، خثارة مقطعة ومجزئة ومطبوخة بالتسخين على درجة حرارة 55 ْم
٢. إنضاج سريع نسبياً خلال 2–3 أشهر على درجة حرارة 20 درجة مئوية تقوب كبيرة Emmental
٣. إنضاج بطيء خلال 4 أشهر أو أكثر مع تقوب متوسطة Comté, Gruyére
٤. إنضاج بطيء جداً خلال 6 أشهر على درجة حرارة 12 مئوية بدون تقوب Beaufort

f. أجبان مطبوخة مع الشدرنة غير مضغوطة

تتم صناعة الجبنة أي طبخها في الماء أو الشرش المغلي بخاصة في إيطاليا Kashkaval, Mozzarella, Provolone.

ثانياً : الأجبان المصنعة بدون منفحة:

ويتم التخثر بالطريقة الحامضية

a. أجبان جافة سهلة التفتت يضاف إليها بعض المواد ذات النكهة كالبهارات في بعض الأحيان

b. أجبان مصنعة من حليب خال من الدهن : تتعرض لعملية إنضاج سريعة وأحيانا يستخدم لبن الخض الناتج عن صناعة الزبدة .

إن أجبان Cottage تصنع بدون إضافة منفحة إنما بوجود بكتيريا اللاكتيك مع إضافة حمض كلور الماء ويتم الحصول على بعض الأجبان بإضافة حمض الليمون أو حمض الخليك ، و في إيطاليا تحضر الجبنة من القشدة

الخطوات الرئيسية لصناعة الأجبان :

بعد دخول الحليب للمصنع يخضع للعمليات التالية:

أولاً: يتم تصفية الحليب بواسطة مرشحات خاصة للتخلص من الشوائب والأوساخ الموجودة فيها

ثانياً: يتم قياس حموضة الحليب التي يجب أن تكون (16–18) D كما تقدر نسبة البروتين في الحليب وتكون حوالي 3% ثم نسبة الدسم التي تكون حوالي 3.5 % أو أقل في حليب الأبقار أو أكثر من ذلك في الأغنام .

ثالثاً: يتم في المختبر اختبار سريع للتعداد الخلوي حيث يجب أن لا تتجاوز كمية البكتيريا رقماً معين ويتم الاختبار بأخذ كمية معينة من الحليب وتسخينها فإذا تخثرت بالتالي الحموضة عالية والتعداد الخلوي كبير كما يمكن إجراء اختبار الكحول ويتم بإضافة الكحول بتركيز قليل فإذا تم التخثر فالحليب حامضي .

خطوات صناعة الأجبان :

١. البسترة :

وهي رفع درجة حرارة الحليب إلى 72 ْم لمدة 15 ثا من أجل القضاء على الكائنات الدقيقة لكن يجب أن لترتفع الحرارة عن 72 ْم في الحليب المعد لصناعة الأجبان لكي لا تتخثر بروتينات المصل وتجذب معها الخثرة الكازئين وبالتالي نحصل على خثارة لبنية لذلك فإن حليب البودرة لا يمكن استخدامه في صناعة الأجبان حيث أنه هناك حليب خاص مجفف على درجات حرارة منخفضة يستعمل لهذا الغرض .

فوائد البسترة :

1- **القضاء** على معظم الكائنات الحية العادية بنسبة 99% وكافة الأحياء الممرضة بشكل كامل بالإضافة لإتلاف الأنزيمات الموجودة في الحليب

2 - تزيد مردود الجبنة وذلك من خلال:

- تخريب جزء من البروتينات الذائبة التي تفقد مع المصل وتحويلها إلى شكل غي ذائب وبقاؤها في الخثرة
- حجز المادة الدسمة ضمن الخثرة بشكل أفضل وبالتالي يقل الفاقد منها في المصل
- تحويل جزء من الأملاح الذائبة إلى أملاح مرتبطة وخاصة Ca وبالتالي بقاؤها في الخثرة
- بعد عملية البسترة تتم عملية تبريد سريع ومفاجئ للحليب وذلك لإحداث صدمة حرارية للبكتيريا المقاومة للحرارة وذلك حتى الدرجة 45 ْم .

ماهو المطلوب تواجده في الحليب لصناعة الأجبان؟

١. **الكازئين:** وهو يترسب عند نقطة التعادل الكهربائي pH=4.6

٢. **سكر اللاكتوز : ضروري جداً لأنه غذاء لبكتيريا حمض اللبن التي تحوله إلى حمض لبن يزيد الحموضة ويتخثر الكازئين .**

٣. **المكلوفلورا:** بكتيريا حمض البن التي تحول سكر اللاكتوز إلى حمض اللاكتيك.

٤. **أملاح (Ca,P):** في حالة البسترة يتحول Ca من الحالة الذائبة إلى المرتبطة لذلك تضاف أملاح الكالسيوم على شكل كلوريد الكالسيوم .

٥. **العناصر الصغرى: (كوبالت ، نحاس ، مغنزيوم ، يود ، حديد ، نيكل ، توتياء) تلعب دوراً كبيراً في حياة الأحياء الدقيقة لأنها تدخل في تركيب الخلايا .**

٢. **تسوية الحليب /إضافة البادئ (بكتيريا حمض اللبن)/ :**

تسمى هذه المرحلة مرحلة إنضاج الحليب أو تسوية الحليب حيث تضاف بكتيريا حمض اللبن لرفع حموضة الحليب إلى الدرجة المناسبة لعمل أنزيم المنفحة وإعطاء نكهة مميزة ومرغوبة للأجبان حيث يوجد نوعين من البكتيريا (البادئ) المنتجة للنكهة والمنتجة لحمض اللبن ، كما أن نسبة الإضافة لا تزيد عن (0.5–2)%

لحمض اللبن الناتج عن البكتيريا عدة وظائف (وظائف الحموضة):

١. تساعد على تشكيل الخثارة بفعل أنزيم المنفحة.

٢. تسبب انكماش الخثرة وهذا يساعد على انفصال المصل .

٣. يمنع نمو البكتيريا غير المرغوبة أثناء التصنيع .

٤. يؤثر على صفة المطاطية للخثرة وهذا يساعد على اندماج الخثرة في كتلة متماسكة .

٥. يؤثر على طبيعة التغيرات الأنزيمية وهذا يساعد على تحديد صفات الجبنة .

أنواع بكتيريا حمض اللبن (أنواع البادئات)

١. بكتيريا حمض اللبن الكروية أو العصوية المحبة للحرارة المتوسطة ومتجانسة التخمير أي تحول 90% من اللاكتوز إلى حمض اللبن . مثال عليها: S.lactis, S.cremoris, L.plantorum, L.cosei

٢. بكتيريا حمض اللبن الكروية المحبة للحرارة المتوسطة غير متجانسة التخمر أي تحول 50 % من اللاكتوز إلى حمض اللبن والباقي تحوله إلى أحماض عضوية ومركبات النكهة . مثال عليها: S.lactis subsp.diacetloclis, S.lactis subsp.acetonicus

٣. حيث ينتج عنها مركبات أخرى غير حمض اللبن حيث تخمر السترات + O_2 وتعطي حمض الخل + CO_2 ، داي أستيل ، أسيتون .

٤. بكتيريا حمض اللبن الكروية المحبة للحرارة المتوسطة غير متجانسة التخمر مثال عليها : Leuconostoc lactis, Leuc. Cremoris, Leuc. Dextranicum

٥. بكتيريا حمض اللبن الكروية أو العصوية تحب الحرارة المرتفعة ومتجانسة التخمر . مثال عليها: S.thermopilus, L.bulgaricus, L.helveticus, L.lactic

المجموعة (1,2,3) تستخدم للأجبان المسخنة على درجة حرارة منخفضة ، و المجموعة الأولى تدخل في صناعة أجبان الشيدر بالإضافة إلى L.bulgaricus والأجبان الهولندية ، أما المجموعة الرابعة فتدخل في صناعة الأجبان السويسرية حيث يدخل فيها بكتيريا حمض البروبيونيك Proponibacterium التي تنتج حمض البروبيونيك و CO_2 مما يؤدي إلى تشكيل ثقوب .

٣. إضافة أملاح الكالسيوم: **تضاف على شكل كلوريد الكالسيوم.**

٤. التخثر أو التجبن : **هو تحول الكازئين من الحالة الذائبة إلى الحالة المرتبطة أي تحويله إلى شكل متماسك وهذا التحول يساهم في انفصال المصل عن الخثارة معطياً الجينة.**

للتخثر نوعان :

a. التخثر الحامضي: وذلك بإضافة أحياء دقيقة أو أحماض عضوية

$$\text{Casien-Ca} + 2CH_3CHOHCOOH \rightarrow (CH_3CHOHCOO)_2Ca + H_2 + \text{Casein}\downarrow$$

كازئين راسب لاكتات كالسيوم ذائبة حمض اللبن

كازئينات الكالسيوم

فوسفات أحادية الكالسيوم الذائبة

$$_2Ca_3 + 4CHCHOHCOOH \rightarrow 2(CH3CHOHCOO)_2Ca + (PO2)(PO_2)_2CaH4$$

لاكتات كالسيوم ذائبة حمض اللبن

فوسفات أحادية الكالسيوم

يمكن إعادة الكازئين إلى وضعه عن طريق إعادة الحموضة إلى حموضة الحليب الطبيعية حيث pH= 6.6 بالإضافة إلى إعادة التوازن الملحي للحليب .

b. **التخثر الأنزيمي:** يتم بفعل أنزيمات من أصل (حيواني – نباتي – بكتيري– فطري)

١. **أنزيمات من أصل حيواني**

- المنفحة أو الرينين (الكيموزين).
- يحضر أنزيم الرينين من المعدة الرابعة لصغار الحيوانات الليونة التي تتغذى على الحليب فقط وذلك بتقطيع الجدار ونقعه في محلول ملحي 10 % حتى يتم خروج الأنزيم من الجدار إلى المحلول الملحي ، نضيف كمية أخرى من ملح الطعام حتى يخرج الأنزيم بشكل كامل ثم بعملية الطرد المركزي يتم فصله عن المحلول الملحي ثم تجفيفه وطحنه وخلطه مع ملح الطعام.
- الببسين ، وهو برتيآز حامضي يحضر من الجدار الداخلي للمعدة الرابعة لكبار الحيوانات الليونة بنقعه أولاً في حمض كلور الماء لأنه يحب الوسط ألحامضي ثم إتباع نفس الخطوات السابقة المتبعة في تحضير المنفحة (الرينين).
- الجاستريزين Gastriesine وببسين الديك ، المستخدم في صناعة الأجبان في تشيكوسلوفاكيا والأنزيم الموجود ضمن المستخلص الأنزيمي أكثر قرباً إلى الكيموزين منه إلى الببسين وله فعالية عالية لتحليل البروتين أكثر من فعاليته الخثرة وينصح باستخدام 30% من هذا الأنزيم و70% من أنزيم الرينين .

٢. **أنزيمات من أصل نباتي :**

تتميز بقدرة عالية على تحليل البروتينات مقارنة مع فعاليتها المخثرة .

- فيسين Ficine :يستخرج من شجرة التين .
- بروميلين Bromeline : من ساق الأناناس .
- أنزيم Papaine : من شجرة الباباي .

ولم تدخل هذه الإنزيمات في المجال الصناعي لقلة المردود ورداءة نوعية الجبن وعيوب في القوام إضافة إلى الطعم المر الحاد .

٣. **أنزيمات من أصل بكتيري: بكتيريا هوائية متبوغة مثل:**

Bacillus subtilis B.Cereus, B.Poiymixa, B. Mesentericus

٤. **أنزيمات من أصل فطري :**

- Endothia parasitica وهو يتطفل على السنديان
- Mucor miehei وهو يعيش في التربة ويحب الحرارة المتوسطة .
- M.pussillus وهو يعيش في التربة لكنه يحب الحرارة المرتفعة ، ويجب أن تخضع الأنزيمات من أصل فطري إلى فحص طبي لضمان خلوها من المواد السامة والمضادات الحيوية والأفلاتوكسينات .

وترتب الأنزيمات حسب أفضلية مصدرها : حيواني ← فطري ← بكتيري ← نباتي

ماهي أهم العوامل المؤثرة على التخثر ؟

١. **تركيز الأنزيم:** كلما ازدادت كمية الأنزيم المضافة كلما قل الوقت اللازم للتخثر
٢. **درجة حرارة الحليب :** الدرجة الملائمة للتخثر هي 37–40 ْم ، فعند الدرجة 20 ْم نحتاج زمن طويل للتخثر ، أما عند الدرجة 60 ْم فيتخرب الأنزيم .
٣. **التسخين المسبق للحليب (البسترة):** فالحليب المبستر يحتاج لزمن أطول من الزمن الذي يستهلكه الحليب الطازج حتى يتخثر وذلك **بسبب:**
   - انخفاض قطر جسيمات الكازئين لنزع الغلاف المائي .
   - تغيرات البروتين الذائب: حيث يحدث معقد بين كازئين k و β لاكتو غلوبولين ويصبح أقل حساسية للمنفحة من k الطبيعي .
   - إنقاص الشكل الأيوني للكالسيوم والشكل الذائب للفوسفات والسترات .
٤. **الحموضة** : تلعب دوراً بزيادة شكل الكالسيوم المتأين ، ومثال : الحليب الذي يتخثر خلال 200 ثانية عند pH=6.7 فإنه يتخثر خلال 50 ثانية عند pH=6.1 وخلال 30 ثانية عند pH=5.7
٥. **أملاح الكالسيوم الذائبة:** فالجبنة هي عبارة عن فوسفو باراكازئينات الكالسيوم فلا يمكن الحصول عليها إلا بوجود أملاح الكالسيوم الذائبة لأنها موجبة الشحنة وضرورية لمعادلة الشحنة السالبة لجسيمة الكازئين التي سبق وأن تعرضت لأنزيم المنفحة

ويتلخص دور كلوريد الكالسيوم بـ :

١. خفض رقم الحموضة .

٢. زيادة محتوى الكالسيوم الذائب والغروي .

٣. زيادة قطر جسيمات الكازئين مما يؤدي إلى سرعة في التخثر .

٤. المواد الآزوتية الذائبة في الحليب (توجد في السرسوب): فكلما ازدادت ازداد الزمن اللازم للتخثر وذلك لأنها تقوم بدور حماية للكازئين من فعل أنزيم المنفحة ، ولذلك يستبعد السرسوب.

ملاحظة: 2400 في المعادلة هي عبارة عن (60 **x**40) الـ(40) هي عدد الدقائق في التعريف ، أما الـ(60) فهي عدد الثواني في الدقيقة.

5. تقطيع الخثارة : **يتم تقطيع الخثارة بسكاكين (ليرا) وننتظر ضعف مدة التخثر كي تقسى الخثارة ولا يفقد الكازئين مع المصل ، وتساعد عملية التقطيع على انفصال المصل.**

العوامل المؤثرة على انفصال المصل (الشرش) :

A. مباشرة :

١. **معاملات حرارية:** يتم تسخين الخثرة في الأجبان المسخنة فتساعد على خروج المصل لحصول حلمهة للكازئين حيث يتم نزع الغلاف المائي لجسيمات الكازئين مما يؤدي إلى تجمعها مع بعضها وخروج المصل .

٢. **المعاملات الميكانيكية:** وتشمل التقطيع الضغط والتحريك والتعبئة الخ...كلها تزيد من عملية انفصال المصل

B. غير مباشرة :

١. **الحموضة:** عادة توجد بروتينات الحليب بشكل منتفخ بسبب شحنتها الكهربائية العالية التي تعطيها القدرة على الاحتفاظ بالماء ، وعند ارتفاع الحموضة تقل الشحنة الكهربائية وبالتالي تقل مقدرتها على الاحتفاظ بالماء فتفقد المصل .

٢. **الأنزيم المستخدم:** إن بداية عملية التخثر الكازئين تسمى بالتندف ، فعند إضافة كمية قليلة من الأنزيم بقوة لـ100 لتر حليب فإن كمية المصل تزداد بزيادة المعامل P من 1.5 إلى 5 أما عند استخدام كمية كبيرة من الأنزيم (30–40 مل) فإن كمية المصل تنخفض بزيادة المعامل P . ويفسر ذلك بأنه عندما تكون كمية الأنزيم قليلة والمعامل P قليل فإن ترابط الخثارة يكون ضعيفاً والروابط بين الجسيمات ضعيفة وبالتالي كمية المصل قليلة ، أما عندما يزداد المعامل P تزداد قسوة الخثارة نتيجة تعزيز وتقوية الروابط بين الجزيئات وبالتالي سرعة خروج المصل ، أما عندما تكون كمية الأنزيم كبيرة تتشكل الروابط بسرعة مع ارتفاع سريع لقوة الخثارة ونقص النفاذية مع تقدم الوقت.

٣. **عوامل مرتبطة بالحليب:** مثلا كلما ازداد قطر حبيبات الدسم كلما أعاق ذلك خروج المصل أما البروتينات المصل فهي تبطئ بشكل واضح خروج المصل ، والكازئين يبطئ بشكل قليل جداً خروج المصل.

6. **مرحلة التعبئة:** تتم تعبئة الخثارة في قوالب غير قابلة للصدأ تم الضغط للجبنة العادية (غير المطبوخة) الأجبان الطرية لا تضغط كثيراً بل لدرجة كافية لخروج المصل .

7. **التمليح:** تكون نسبة كلوريد الصوديوم حوالي 1–2 % في معظم الأجبان ، وتكون النسبة 3–4% في أجبان الماعز والأجبان الزرقاء ، أما في الجبان البلدية والدمياطي المصرية والفيتا اليونانية فهي 8% وتكون مخزنة في محلول ملحي .

الهدف من التمليح :

١. إعطاء طعم ونكهة مميزين للجبنة .

٢. الحماية من نمو الأحياء الدقيقة غير المرغوبة أثناء التصنيع والحفظ .

٣. استمرار انفصال المصل وخروجه لارتفاع الضغط الاسموزي للمحلول الملحي عالي التركيز .

٤. تأثير في فعالية الأنزيمات (البروتيآز– الليباز).

٥. تسلهم في تكوين القشرة الخارجية للجبنة .

٦. زيادة بسيطة لذوبان البروتين في الأجبان الطازجة.

طرق التمليح :

١. إضافة الملح للحليب قبل التخثر مثل الجبن الدمياطي في مصر .

٢. التمليح بمحلول ملحي بتركيز 26–28% ويكون على درجات حرارة عالية 10–15 °C (معظم الأجبان)

٣. رش الملح الجاف على سطح الأجبان : وذلك في عدد كبير من الأجبان .

٤. خلط الخثرة مع الملح الجاف قبل وضعها في القوالب وتستخدم في الأجبان القاسية .

ملاحظة: لا تملح الجبنة بملح الطعام الناعم (الميوّد) و لكن بالملح الصخري.

زمن التمليح :

يزداد هذا الزمن بنقصان المحتوى الرطوبي للجبنة ، فهو ساعة واحدة في الأجبان الطرية مثل Camembert و 10 ساعات للأجبان المضغوطة مثل St.Paulin و48 ساعة للأجبان المضغوطة و المطبوخة القاسية جداً مثل Emmental .

ميكانيكية التمليح (كيف تتم عملية التمليح):

تنتج هجرة للأيونات باتجاهين من المحلول الملحي إلى الأجبان وبالعكس ، وتكون نسبة المواد الآزوتية المفقودة من الأجبان توجد بكميات متزايدة في المحلول الملحي مؤدية إلى تحسين ظروف انتشار الأحياء الدقيقة. وتشكل هذه المواد مع الكالسيوم القسم الأكبر من المواد الموجودة في المحلول الملحي المستخدم. سرعة انتقال الملح والكمية الممتصة لها علاقة مع كلا من :

١. **تركيب الجبنة :** وخاصة الرطوبة حيث كلما زادت الرطوبة كلما تزداد سرعة وكمية الملح الممتص ، وأما محتوى الأجبان من المادة الدهنية له أثر محدود وبسيط .

٢. **تركيب المحلول الملحي:** فكمية الملح الممتص تزداد مع ازدياد تركيز كلوريد الصوديوم في المحلول ، أما تأثير الـ *pH* فمعدوم في منطقة تتراوح بين 5–7 .

٣. **ظروف التمليح:** المحلول الملحي أسرع امتصاصا من الملح الجاف ، و إن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى ازدياد سرعة انتقال الملح والكمية الممتصة خلال وقت محدد.

٤. **شكل وقوام عجينة الجبنة:** الأجبان الكبيرة هي أجبان قاسية وبالتالي الملح يدخل ببطء وبالتالي المحيط يكون عالي الملوحة والمركز أقل ملوحة ، والملح ينتشر من المحيط إلى المركز.

بينما الأجبان الصغيرة هي أجبان طرية وبالتالي الملح يدخل بسرعة وبالتالي المركز يكون عالي الملوحة والمحيط أقل ملوحة والملح ينتشر من المركز إلى المحيط.

8. مرحلة إنضاج الجبنة

وهي آخر مرحلة من صناعة الأجبان ،وهي أعقد وأصعب مرحلة من تكنولوجيا الأجبان .

- يتم الإنضاج في غرف خاصة بالإنضاج .
- إن تشكيل الطعم ونكهة ليس الهدف الوحيد للإنضاج بل الحصول على أجبان ذات قوام ومظهر مرغوبين.
- يبدأ الإنضاج عند التمليح وهو يعتبر نتيجة نهائية لعدة ظواهر:
  1. تحلل البروتينات إلى أحماض أمينية .
  2. تحلل المادة الدهنية إلى أحماض دهنية .
  3. تحلل سكر اللاكتوز إلى حمض اللاكتيك .

وتتفكك الأحماض الأمينية والأحماض الدهنية الحرة الناتجة ويتخمر حمض اللاكتيك .

هذه التغيرات هي:

١. فقدان في الرطوبة أو جفاف الأجبان .

٢. تحلل كلي لسكر اللاكتوز وتعادل أو اختفاء حمض اللاكتيك مع ارتفاع رقم الـ *pH* .

٣. تحلل محدد للمادة الدهنية .

٤. تحلل جزئي للكازئين وتغير بقوام الجينة .

٥. تشكيل قشرة خارجية للجينة .

٦. إعطاء نكهة للأجبان: في بلدنا القشقوان ليس لها طعم لأنها لم تترك فترة كافية لتحلل المادة الدسمة إلى أحماض

٧. دهنية تعطيها الطعمة الخاصة بها .

٨. تشكيل عيون أو ثقوب في الأجبان المطبوخة و أو المضغوطة (مثل الأمنتال) بواسطة بكتيريا حمض البروبيونيك حيث ينتج غاز CO_2 يدفع الخثرة إلى تشكيل هذه العيون .

أهم العوامل المؤثرة على الإنضاج :

١. **التهوية:** بكتريا حمض اللبن هي بكتريا لاهوائية ، ليست بحاجة إلى تهوية لكن يجب تأمين تهوية للأجبان التي على السطح أي التي على سطحها فطور أو بكتريا أو خمائر ، أما الأجبان التي داخلها فطور يثقب قالب الجينة لإدخال الهواء حتى نساعد على نمو الفطر .

٢. **الرطوبة:** الأجبان الطرية إنضاجها أسرع من الجافة أو المطبوخة أو المضغوطة لأن وجود الماء ضروري لنشاط و انتشار الكائنات الحية الدقيقة .

٣. **الحرارة:** عادة غرف ال إنضاج تكون ذات رطوبة عالية وحرارة منخفضة (8-15م؛) وبالأكثر 20م؛ ، وهذه الحرارة غير ملائمة لنمو البكتريا ، لأن بكتريا اللاكتيك محبة للحرارة المتوسطة 35م؛ ، ودرجة حرارة ال إنضاج يجب أن تكون أقل من درجة الحرارة المثلى لفعالية الأنزيمات .

٤. **الملوحة :** تنظم نسبة الماء الحر في الأجبان وتساهم في اختيار الأحياء الدقيقة ، ومعظم الأجبان تكون نسبة الملوحة فيها 1-2% و 3-4% في الأجبان الزرقاء و8% في الأجبان المخزنة في محلول ملحي .

٥. **الحموضة:** رقم الـ pH ينظم تزايد الميكروبات وفعاليتها الحيوية فمثلاً الفطور و الخمائر تحب الوسط ألحامضي pH = 4–4.5 في حين أن البكتريا تحب الوسط المتعادل pH >5 فإذا يساوي 5 أو أقل يتوقف نموها و نشاطها ، في الأجبان الطرية حموضتها عالية pH =4,2–4,4 وهذه الحموضة تتحملها الفطور والخمائر ، ويجب تعديل الحموضة لن البكتريا التي تحلل بروتينات الجبنة لا تستطيع العمل في هذه الدرجة ، ويتم تعديل حموضة الوسط بالإضافة الفطور و الخمائر التي تمتص الحموضة الزائدة أو يتم تعديل الحموضة بتعريض الأجبان للأمونياك .

ملاحظات:

- في الأجبان الكبيرة القاسية يبدأ ال إنضاج من المركز إلى المحيط .
- في الأجبان الصغيرة الطرية يبدأ ال إنضاج من المحيط إلى المركز لأن الملوحة العالية في المركز يقضي على الأنزيمات المحللة.
- يقل عدد البكتريا عند نهاية ال إنضاج بسبب استنفاذ المواد الضرورية لها .
- عادة البكتريا الكروية هي التي تبدأ بالنمو و ا لإنضاج وإنتاج حمض اللبن وتحض البكتريا العصوية على النشاط .
- الأجبان القاسية حموضتها 5.4 - 5.2 = *pH* وبالتالي تحلل البروتين ممكن لأن البكتريا المحللة للبروتين تستطيع إن تنشط عند هذه الحموضة فلا داعي لتعديل الوسط . الحموضة تؤثر بالنكهة وتغير قوام الجبنة وذلك بإذابة المعادن المرتبطة بالكازئين الطبيعي .

ماذا يحدث في الإنضاج :

a. **تحلل البروتينات: يعتبر ظاهرة هامة لأنه يؤثر بطعم وقوام الجبنة فبعد انفصال المصل تحتوي الجبنة على 4–8% مواد آزوتية ذائبة لكن في نهاية ال إنضاج تصل نسبة المواد الآزوتية الذائبة إلى 20–50% وذلك تبعاً لنوع الجبنة المصنعة وتصبح الأجبان ألذ طعماً وأكثر طراوةً .**

أهم مراحل تحلل البروتينات:

١. تقطيع السلاسل الببتيدية بفضل أنزيم البروتيئاز protease .

٢. انفصال أحماض أمينية حرة على طرفي السلسة الببتيدية بواسطة " كاربوكسي ببتيداز" و"أمينو ببتيداز"

٣. تجري عادة عدة تحولات للأحماض الأمينية الحرة الناتجة بفضل سلسلة من الفعاليات الأنزيمية فينتج غاز CO_2 و أمونياك وتحلل حمضين أمينين هما الميثونين و السيستيئين .

العوامل المؤثرة على سرعة تحلل البروتينات:

١. **الحرارة:** سرعة تحلل البروتينات على درجة الحرارة 20م؛ أعلى بمرتين فيما لو كان على درجة الحرارة 0 مئوية ، أي كلما ارتفعت درجة الحرارة كلما ازدادت سرعة تحلل البروتين .

٢. **زمن الإنضاج:** في بداية ال إنضاج سرعة تحلل البروتين أعلى منه في نهاية ال إنضاج .

٣. **الرطوبة:** كلما ازدادت نسبة الماء الحر ازدادت سرعة تحلل البروتين .

٤. **الحموضة:** كلما كان pH < 5 كان تحلل البروتينات أفضل لأنه عند pH ≥ 5 لا تنشط الأنزيمات المحللة للبروتينات

٥. **المادة الدهنية:** يتحلل الكازئين بسرعة أكبر في الأجبان الفقيرة المادة الدهنية لأن الأحماض الدهنية غير المشبعة تلعب دوراً مثبطاً للبكتريا المحللة للبروتين .

٦. **كمية الأنزيم المخثر:** كلما ازدادت كمية الأنزيم المخثر كلما ازدادت سرعة تحلل البروتين .

٧. **الملح:** كلما ازداد تركيز الملح كلما كان تحلل البروتين بطيء لأن الملح يؤثر على أنزيم البروتيئاز.

b. تحلل المادة الدهنية:

تحلل المادة الدهنية يلعب دوراً هاماً في تشكيل النكهة وخاصة ً الأحماض الدهنية غير المشبعة والمواد الناتجة عن تحلل الأحماض الدهنية .

c. تحلل اللاكتوز:

يبدأ تحلل اللاكتوز من وقت إضافة البادئ وتختلف سرعة تحلل اللاكتوز تبعاً لنوع الأجبان .

تحلل اللاكتوز يكون سريعاً في الأيام الأولى لانفصال المصل وتمتد من 1–2 أسبوع حتى انتهاء سكر اللاكتوز.

والتخمير اللاكتيكي يلعب دوراً كبيرا وهاماً في الإنضاج حيث يمنع انتشار الأحياء الدقيقة الضارة التي تغزو الخثارة ، ويساهم في إعطاء الطعم والنكهة المميزة للأجبان ، لأن البكتريا غير متجانسة التخمر حيث تعطي بالإضافة إلى حمض اللبن حموض عضوية أخرى ومركبات النكهة وبالتالي تعطي طعم ونكهة مميزة للأجبان.

إذا وجدت الخمائر في الجبنة لا تنتج حمض اللبن وإنما يتحول اللاكتوز إلى كحول إيتيلي و غليسرول و CO_2 وأحماض عضوية .

حمض اللاكتيك عند تشكيله في الخثرة لا يتشكل في الخثارة حيث في الأجبان الطرية و الزرقاء تمتصه الفطور والخمائر .

وفي الأجبان القاسية (مثل الأمنتال) تحوله بكتريا حمض البروبيونيك إلى حمض البروبيونيك وحمض الخليك و CO_2 وأحماض عضوية أخرى .

عيوب الأجبان: من أهمها

A. الطعم المر :

سببه زيادة البكتريا العصوية ويعتبر من أكثر العيوب انتشاراً في الأجبان القاسية ويعود السبب إلى وجود ببتيدات ناتجة عن تحلل البروتينات وخاصة الكازئين a_s و β نتيجة فعالية المنفحة حيث تحوي هذه الببتيدات على السلسلة الجانبية للأحماض الأمينية غير القطبية الكارهة للماء ، ولقد تبين أن أنزيم المنفحة وأنزيم أندوببتيداز تنتج هذه الببتيدات ذات الطعم المر

كيف نحد من الطعم المر للأجبان ؟

١. نقلل نسبة البكتريا العصوية ونزيد نسبة البكتريا الكروية .
٢. تحديد نشاط سلالات البكتريا وذلك باستخدام كميات قليلة من البادئ لأن الطعم المر يظهر عندما يكون هناك بكتريا بكمية مرتفعة .
٣. يجب تسخين الخثارة لإنقاص فعالية الإنزيم المتبقي في الجبنة .
٤. خفض درجة حرارة البسترة العالية لأنه عند معاملة الحليب بحرارة عالية يحتفظ الحليب بأنزيم المنفحة .
٥. تخفيض درجة حرارة الإنضاج يؤدي إلى عدم نشاط أنزيم البروتيئاز .
٦. زيادة تركيز الملح يقضي على الإنزيم .

B. عيوب المظهر الخارجي للأجبان :

١. وجود بقع سوداء بنية : البقع البنية تدل على أن الجبنة كانت موضوعة في قوالب قابلة للصدأ حيث تتشكل لاكتات الحديد فتعطي بقع بنية أو سوداء على سطح الجبنة وأحياناً تكون حمراء أو بنفسجية إذا كان الوسط غني بالفطور .
٢. وجود خضراء أو زرقاء : السبب نشاط فطر Penicillium qlaucum كثير الانتشار في الجو الذي يعطي بقع خضراء لذلك يجب تعقيم الأوعية .
٣. أحياناً تنشط خمائر تعطي اللون الأزرق : حيث تحول سكر اللاكتوز إلى كحول إيتيلي يعطي لون مائل للأزرق لذلك يجب القيام بعمليات التعقيم .

الأجبان المصهورة

في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين تم بذل جهود كبيرة في ألمانيا و سويسرا بهدف تصدير الأجبان إلى البلاد الحارة والتي لا يتوفر فيها أجهزة التبريد ، وقد توصلوا إلى نتائج مرضية بوضع أنواع من الأجبان كالجبن الهولندي والأجبان الطرية ضمن علب معدنية تتسع ل **300** غ حيث تخضع هذه العلب بعد التعبئة على درجة حرارة مرتفعة للبسترة .

بالمقابل فإن بعض الأجبان الأخرى مثل Emmental ذات المحتوى العالي من المادة الجافة وقد تلفت نظراً لتحولها إلى كتلة غير متجانسة من باراكازئينات الكالسيوم والمادة الدهنية والحالة السائلة

في عام 1911 م تم التوصل إلى إيجاد حل مناسب وذلك بأخذ جبنه Emmental أو Gryére وتقطيعها إلى شرائح وتسخينها على درجة حرارة 80 م° مع التحريك المستمر وبإضافة محلول سترات الصوديوم مع النبيذ الأبيض ، وتعتبر السترات ذات أهمية كونها تشكل أحد مركبات الحليب

عملياً يمكن الحصول على نوع من الجبن السائل يمكن تغليفه وهو ساخن ضمن أوراق تعطي مع التبريد جبنه جامدة قابلة للاستهلاك بدون قشرة تحمل نفس الخواص المذاقية للأجبان الأصلية التي صنعت منها ، وبالتحكم بدرجة الحموضة يمكن حفظها بشكل جيد .

ميزات الأجبان المصهورة :

١. تقدم نوعية جديدة من الأجبان سهلة التوزيع .
٢. يمكن حفظها لمدة طويلة مع المحافظة على خواص وقوام الجينة .
٣. سهلة التمثيل بالجسم لأن رقم حموضتها الـPH يتراوح بين 5.3 و 8.8
٤. خلوها من الميكروبات وخاصة الضارة.
٥. سهلة التصنيع.
٦. إمكانية إنتاجها على درجات حرارة مختلفة مع المحافظة على نفس النوعية أو الحصول على أنواع جديدة و الصهر يبدأ أقل شيء على الدرجة 80 م° مع إمكانية رفع درجة الحرارة إلى أكثر من 100 م° .

من المواد المضافة:

١. نيزين تفرزه بكتريا L.lactis
٢. Lyzozine أنزيم يوجد في الحليب .
٣. أملاح حمض السوربيك وأملاح حمض البروبيونيك وهما مضادان فطريان .

الألبان المتخمرة

اللبن الخاثر – الرائق – الزبادي – Yoghurt –Yoghurt

عرف الإنسان منذ قرون عديدة خلت أن الحليب يتخمر ويصبح طعمه حامضي على درجة حرارة (35–40) م° بعد الحصول عليه من ضرع الحيوان بوقت قصير، كما أدرك أن هذا الحليب ألحامضي لا يحدث له تخمرات غير مرغوبة وبالتالي يمكن حفظه والتغذية عليه أياماً عديدة ولذلك شجع حدوث عملية التخمر الحامضية هذه بعد أن أصبح مذاقها مستساغاً لديه.

وكانت الشعوب الشرقية أول من عرفت وصنعت الألبان المختمرة بينما لم تنتشر هذه الصناعة في أوربا إلا في مطلع القرن العشرين.

واختلفت نوع المعاملة للوصول إلى الحليب ألحامضي لكن كلها تشترك في أن العامل المسبب للحموضة هو حمض اللبن نتيجة تخمر سكر الحليب وبعضها تحدث فيها تخمرات غير متجانسة ينتج عنها: كحول إيتيلي – وبعض الأحماض الطيارة – والمركبات الألدهيدية – والغازات (CO_2) .

هذا النوع من الألبان يحمل نفس خصائص الحليب الذي صنع منه اللبن حيث لا نتخلص من بروتينات المصل كما هو الحال في صناعة الجبنة فلا يحدث فيه عملية انفصال المصل بل تتحول كامل مكونات الحليب إلى لبن دون فقدان أي مكون.

قد كثرت الإدعاءات عن أهمية الألبان المختمرة في غذاء الإنسان والخواص العلاجية الهامة التي تتمتع بها وخاصة في معالجة الاضطرابات المعوية، وكان الأطباء قديماً يصفونها في حالة الإصابة بالدوسنتاريا – التهابات الأمعاء – السل – اضطرابات الكبد.

للألبان المتخمرة قيمة غذائية عالية حيث:

١. تعادل قيمة الحليب المصنوعة منه.
٢. التخمر ألحامضي يجعل بروتينات الحليب أسهل هضماً.
٣. وجود حمض اللبن في الأمعاء يساعد في عملية امتصاص الكالسيوم والاستفادة منه في بالإضافة لمنع نشاط بكتريا التعفن Putrefaction.
٤. لها تأثير مرطب ومنعش.

اللبن الخاثر (Yoghurt) :

يعد اليوغورت من أقدم أنواع الألبان المتخمرة التي عرفها الإنسان ويطلق عليه تسميات مختلفة حسب المناطق التي يصنع فيها **فيسمى:**

لبناً رائباً أو خاثراً في سوريا – لبن الزبادي في مصر – ومازونا في أرمينيا – داهيا في الهند – ياهورت في البلقان وتركيا.

أنواع اليوغورت :

١. اليوغورت الممزوج بالتحريك Stirred yoghurt: يخثر في الأحواض ثم يبرد قبل التعبئة.
٢. اليوغورت المتلاحم Set yoghurt: يخثر ويبرد في العبوات بعد التعبئة.
٣. اليوغورت السائل Drink yoghurt: يوغورت ممزوج بالتحريك حيث تكسر الخثرة إلى الصورة السائلة قبل التعبئة.

هذه الأنواع يمكن أن تكون سادة (طبيعية) أو تحتوي على إضافات متنوعة من الفواكه واللوزيات والمنكهات.

يجب أن يكون مظهر كل أنواع اليوغورت أملس صافياً وأن يكون مذاقه طازجاً وحامضياً معطراً.

رقم حموضة اليوغورت (pH = 4 - 4.5).

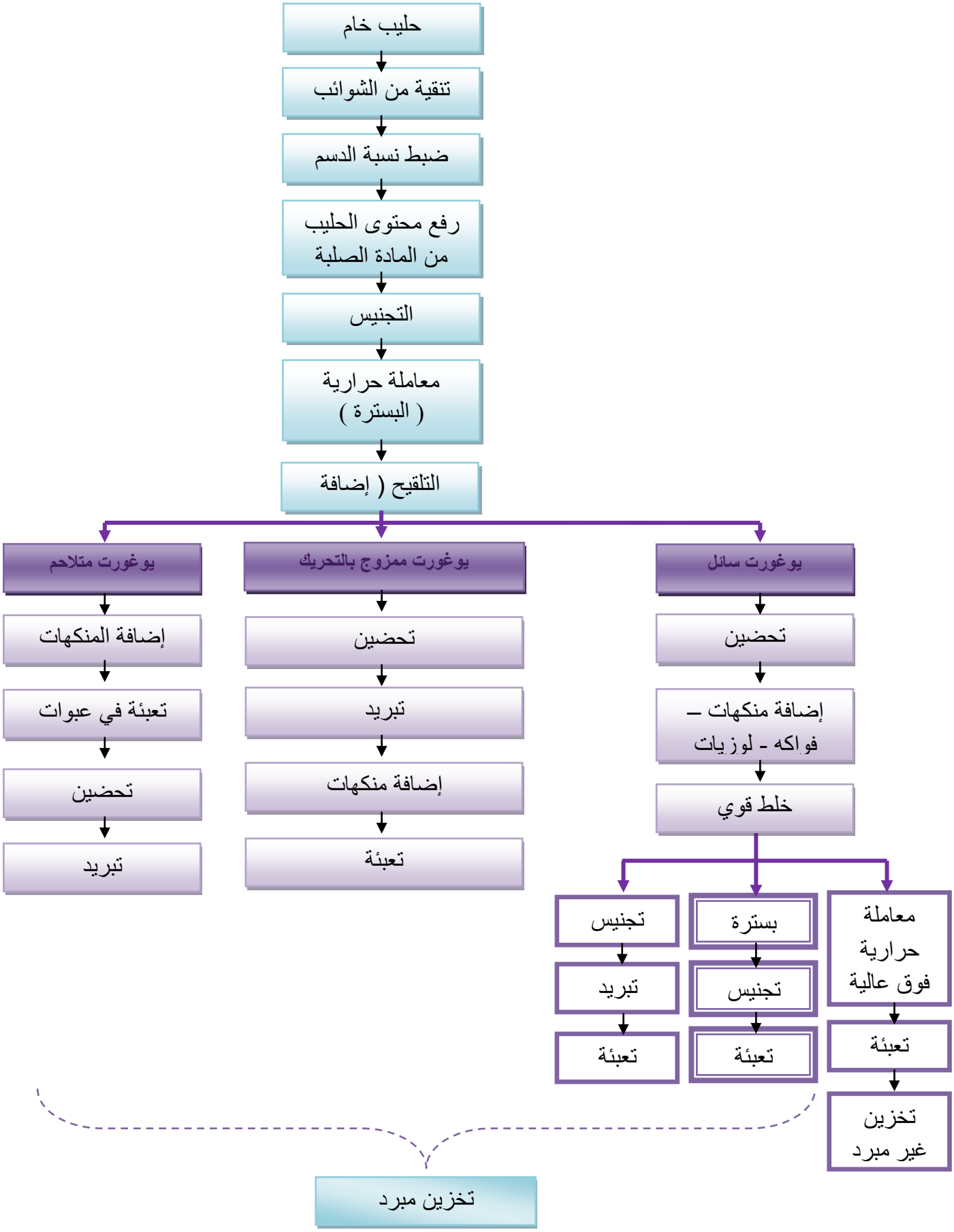
تصنيع اليوغورت :

إن الفرق الرئيسي بين اليوغورت المتلاحم والأنواع الأخرى من اليوغورت هو:

تحضين اليوغورت المتلاحم يتم في العبوات وليس في أحواض التحضين، وتضاف الفواكه له قبل التحضين.

أما اليوغورت الممزوج بالتحريك واليوغورت السائل يتم التحضين في أحواض التحضين قبل التعبئة، وتضاف لهما الفواكه بعد التحضين.

المخطط العام لصناعة اللبن الخاثر



بادئ اليوغورت :

يتألف البادئ من خليط من نوعين من البكتريا هما: L.bulgaricus – Str.Thermophilus

هذان النوعان من البكتريا يتعايشان مع بعضهما ويسببان التخمر اللبني حيث أن البكتريا الكروية تبدأ بالنشاط أولاً وتنتج الحموضة وبالتالي تحث البكتريا العصوية على النشاط وإنتاج مركبات النكهة.

و لقد ثبت علمياً أنه يجب تواجد هذين النوعين بنسب متساوية في البادئ للحصول على يوغورت جيد

وهذا يتوقف على:

١. درجة حرارة التحضين.
٢. كمية البادئ المضافة.
٣. المدة الزمنية للتحضين.

المعاملات الأولية للحليب :

١. تنقية الحليب من الشوائب الموجودة فيه.
٢. ضبط نسبة الدهن أو الدسم.
٣. رفع محتوى الحليب من المواد الصلبة.
٤. تجنيس الحليب.
٥. المعاملة الحرارية.
٦. عملية التخمير.
٧. عملية التبريد.
٨. حفظ اليوغورت الطبيعي.

أولاً: تنقية الحليب :

تعتبر العملية الأولى في الصناعة. **تهدف إلى التخلص من الشوائب الموجودة في الحليب:**

١. تتم تنقية الحليب باستخدام جهاز مصفي وفي الوقت نفسه فراز بحيث يقوم بعملية التنقية والفصل

ويمّكن من ضبط الدسم.

٢. أو باستخدام طريقة الترشيح حيث يتم تفريغ الحليب ضمن أحواض فيها مصافي تعمل على ترشيح الحليب وفصل الشوائب العالقة فيه.

ثانياً: ضبط نسبة الدسم :

تتم بإحدى طريقتين:

١. تصحيح نسبة الدهن في الحليب بإضافة حليب خالي من الدهن إلى حليب كامل الدهن أو بالعكس.

٢. تنظيم مباشر لمحتوى الحليب من الدهن بخلط قسم من القشدة الناتجة من الفرز مع حليب الفرز.

ثالثاً: رفع محتوى الحليب من المواد الصلبة :

تهدف إلى رفع تماسك اليوغورت. ويمكن رفع محتوى الحليب من المادة الصلبة الكلية بإحدى الطرق التالية:

١. إضافة حليب ويجب أن تكون نسبة الإضافة بمعدل 1 – 3 % (لا تزيد عن 3 %) من حليب بودرة خالي الدهن حيث نادراً ما يستخدم حليب بودرة كامل الدهن لأنه غالي الثمن كما يجب أن تكون نسبة ذوبان حليب البودرة عالية (99–99.9) % وأن تتم إضافة حليب البودرة على درجة حرارة 50 ْم .

٢. يمكن تركيز الحليب إلى 10– 15 % بالتبخير أو باستخدام جهاز الترشيح فوق العالي Ultrafiltration.

٣. إضافة الكازئين أو بروتينات الشرش للحليب إنما يجب ألا تزيد نسبة الإضافة عن 2 %.

٤. إضافة سكر بنسبة 12% بحيث لا تزيد نسبة الإضافة عن هذا الحد لأنه يصبح عامل مانع لنمو البكتريا المضافة ونشاطها ويضاف السكر إما بشكل محلول تركيزه 65–

66 % أو بشكل بودرة ، وتتم الإضافة قبل المعاملة الحرارية للحليب للقضاء على الخمائر الموجودة في السكر وزيادة تماسك قوام اليوغورت.

رابعاً: تجنيس الحليب :

- الهدف الرئيسي من التجنيس هو تفتيت حبيبات الدهن لتجنب انفصال القشدة على سطح اليوغورت.
- للتجنيس فائدة عظيمة وهي زيادة قابلية الكازئين للارتباط مع الماء وللسبب الأخير ينصح بتجنيس ليس فقط الحليب كامل الدسم وإنما أيضاً حليب الفرز المخصص لصناعة الألبان المتخمرة.
- تجري عملية التجنيس بضغط قدره 200 كغ / سم^2 وعلى درجة حرارة (55 – 75) م°

خامساً: المعاملة الحرارية (البسترة) :

تؤدي المعاملة الحرارية إلى:

١. القضاء على كافة الأحياء الدقيقة الممرضة الموجودة في الحليب.

٢. القضاء على العدد الأكبر من الأحياء الدقيقة للمحافظة على نوعية الحليب.

٣. إتلاف الأنزيمات الطبيعية الموجودة في الحليب.

- إن المعاملة الحرارية المستخدمة لليوغورت تكون بتعريضه لدرجة حرارة 95 م° لمدة 5 دقائق، وبهذه المعاملة يحدث تشوه لبروتينات المصل مما يكسب الخثرة مقدرة أعلى للارتباط مع الماء.
- تختلف بروتينات المصل بحساسيتها للحرارة: فبروتينات المناعة وهي أمينو غلوبولين أكثر حساسية للحرارة يليها سيروم ألبومين ثم β– لاكتوغلوبولين وأخيراً α لاكتا ألبومين.
- بعدها نجري عملية تبريد مفاجئ للحليب للدرجة 45 م° لإحداث صدمة حرارية للأحياء المحبة للحرارة المرتفعة.

سادساً: عملية التخمير (التحضين) :

- تتم صناعة اليوغورت الطبيعي في عبوات صغيرة أما يوغورت الفواكه فيتم تخميره في أحواض التخمير مثل الممزوج أو المقلب والمعطر.
- كمية البادئ المستخدمة يمكن أن تكون 2– 5 %
- يتم التحضين على درجة حرارة (43 – 45) ْم خلال (2 – 3) ساعات إذا كانت كمية البادئ 2 % .

العوامل المؤثرة على وقت الحضانة :

١. كمية البادئ المضافة.

٢. فعالية بكتريا المزرعة.

٣. درجة حرارة الحضانة.

٤. إمكانية التبريد.

المنتجات المتشكلة خلال عملية التخمر اللاكتيكي :

١. حمض اللاكتيك.

٢. مواد الطعم والنكهة: يتم إنتاجها بعد إنتاج حمض اللبن ونسبة هذه المواد تعتمد على عدد البكتريا الحية و درجة الحموضة.

ومن المواد المعطية للطعم:

أسيت ألدهيد (المكون الأساسي للطعم) – داي استيل (يعطي الطعم المنشط) بالإضافة للأحماض الدهنية المشاركة في إعطاء النكهة مع بعض الأحماض العضوية الأخرى.

البكتريا الكروية تنتج داي استيل وتزيد من إنتاج الاسيت ألدهيد الذي تنتجه البكتريا العصوية.

سابعاً: عملية التبريد :

يهدف التبريد إلى إيقاف نمو البكتريا وتزايدها وتثبيط فعالية الأنزيمات وتجنب الحموضة المفرطة لليوغورت.

حسب العالم Kurmman يمكن تبريد اليوغورت خلال أربع مراحل:

a. إدخال اليوغورت إلى التبريد: يبرد خلالها من (42– 45) مْ إلى (35– 38) مْ.

b. إيقاف نمو بكتريا اللاكتيك وتزايدها: يبرد من (35 – 38) مْ إلى (19–20) مْ.

c. انخفاض التخمر اللاكتيكي: يبرد من (19– 20) مْ إلى (10 – 12) مْ.

d. درجة حرارة التخزين والحفظ: يبرد من (10 – 12) مْ إلى (0– 5) مْ.

يجب أن يتم التبريد قبل 12 ساعة على الأقل من تسليمه إلى المستهلك وأن يكون رقم حموضة اليوغورت الطبيعي 4.7 ويوغورت الفواكه 5.3

عند انتهاء التبريد يجب أن يكون رقم حموضة اليوغورت الطبيعي 4.5 ويوغورت الفواكه 4.7 .

أهم العوامل المؤثرة على صفات اللبن الخاثر :

١. نسبة المادة الصلبة الكلية في الحليب المستعمل.

٢. المعاملة الحرارية (البسترة).

٣. التجنيس.

٤. التبريد.

٥. المعاملات الميكانيكية.

٦. نسبة البكتريا الكروية إلى البكتريا العصوية.

أهم العوامل المحددة لحفظ اليوغورت وترتيبها حسب أهميتها :

A. درجة الحرارة :

- إذا كان التخزين لمدة أقل من أسبوع تحفظ على درجة حرارة (7–20) مْ
- أما إذا كان التخزين لمدة (1– 2) أسبوع تحفظ على درجة حرارة 5 مْ.
- أما إذا كان التخزين لمدة 3 أسابيع تحفظ على درجة حرارة 0 مْ.

B. رقم الحموضة

- بعد الصناعة مباشرة نجده pH = 4.5 – 4.7
- أما بعد 3 أسابيع من الحفظ ينخفض بمقدار (0.3 – 0.4) وحدات.

C. التعليب: يعتمد على هجرة المواد الذائبة والإقفال المحكم للعبوات المستخدمة.

D. وقت التخزين

- أكثر من أسبوع في الصناعة العادية.

- من 2– 3 أسابيع في الصناعة العادية والصحية.
- من 4– 6 أسابيع عند الانتباه والحذر الشديد في الصناعة.

E. **محتوى اللبن من بكتريا اللاكتيك:** بعد 6 أسابيع من الحفظ يجب أن يتوفر على الأقل مليون خلية / مل.

F. **التلوث:** عدم وجود خمائر وفطور وأحياء دقيقة غير مرغوبة.

عيوب اللبن الخاثر :

١. **عيوب الطعم :**

a. **الطعم المر:** سببه

- الحفظ لمدة طويلة
- تلوث بالبكتريا المحللة للبروتين
- نشاط زائد محلل لبروتين البادئ

b. **الطعم الخميري:** التلوث بالخمائر خاصة عند إضافة سكر.

c. **الطعم الفطري:** التلوث بالفطور.

d. **عدم وجود الطعم الخاص بالخاثر**

- نشاط سيئ للبادئ.
- خلل في التوازن بسبب زيادة البكتريا الكروية على العصوية.
- التحضين لمدة قصيرة وعلى درجة حرارة منخفضة.
- انخفاض في نسبة مادة صلبة كلية.

e. **نقص في الحموضة :**

- نشاط سيء للبادئ استخدام نسبة قليلة منه.
- مدة التحضين غير كافية أو على درجات حرارة منخفضة
- وجود مثبطات في الحليب ووجود ملتهمات الجراثيم.

f. **زيادة في الحموضة :**

- نسبة البادئ كبيرة.
- مدة التحضين طويلة وعلى درجات حرارة مرتفعة.
- تبريد بطيء وغير كافي.

- الحفظ على درجات حرارة مرتفعة.

g. **الطعم المتزنخ :**

- المعاملة الحرارية غير كافية (سوء البسترة).
- التلوث بالبكتريا المحللة للدهون.

h. **الطعم المؤكسد:** يحدث نتيجة التأكسد بالتعرض للضوء لذلك لا يعبأ اللبن في أوعية زجاجية ويجب أن لا يكون ملامساً للحديد أو النحاس.

i. **الطعم الشائط أو المطبوخ: يحدث نتيجة المعاملة الحرارية القاسية وعدم التحريك أثناء المعاملة الحرارية.**

j. **الطعم ألحامضي اللاذع: نتيجة التلوث ببكتريا الكوليفورم التي تعطي أحماض عضوية مختلفة وغازات آخري وبالتالي ليس سببه بكتريا حمض اللبن.**

k. **الطعم الدهني: بسبب زيادة مستوى المادة الدسمة في الحليب.**

l. **الطعم الطحيني: بسبب زيادة نسبة حليب البودرة المضاف (أكثر من 3 %) وعدم تجنيسه بشكل جيد.**

٢. **عيوب المظهر :**

a. **انفصال المصل:** سببه الحموضة الزائدة الناتجة عن:

- التحضين لفترة طويلة
- ارتفاع درجة حرارة التخزين
- زيادة مدة الحفظ أو تبريد ضعيف.
- في حالة اليوغورت الممزوج بالتحريك يكون السبب خلط زائد لليوغورت.
- في حالة اليوغورت المتلاحم يكون السبب رجه وانخفاض نسبة المادة الصلبة الكلية.

b. **وجود الغازات المتشكلة على السطح:** سببه التلوث بالخمائر أو بكتريا الكوليفورم.

c. **تشكل مستعمرات على السطح: نتيجة التلوث بالخمائر أو الفطور.**

d. **منتج على غطاء العبوة:** سببه سوء عمليات النقل مع عدم إغلاق كامل العبوات.

e. **طبقة من القشدة على السطح:** سببه سوء عمليات التجنيس أو عدم القيام بها.

3. عيوب القوام :

a. **انفصال الخثرة:** رج أو اهتزاز أثناء النقل مباشرة بعد تبريد سيء.

b. **ضعف تماسك الخثرة:** سببه

- نسبة البادئ قليلة.
- التحضين سيء ولفترة قصيرة على درجات حرارة منخفضة.
- انخفاض نسبة المادة الصلبة الكلية
- الرج قبل إتمام التخثر.

c. **يوغورت سائل جداً:** سببه

- التحضين لفترة قصيرة
- عملية خلط قوية
- نسبة المواد الصلبة الكلية منخفضة

d. **يوغورت لزج جداً:** سببه

- كثرة لزوجة البادئ (نوع البادئ سيء).
- ازدياد الحموضة.
- درجة حرارة التحضين منخفضة جداً.

e. **القوام الرملي:** سببه

- تسخين شديد للحليب.
- التجنيس على درجات حرارة مرتفعة.
- كمية كبيرة من الحليب المجفف مع خلط سيء.

f. **القوام الحبيبي:** سببه

- اختيار سيء للبادئ.
- محتوى عالي من الدسم.
- خلط سيء.

أنواع الألبان المشهورة عالمياً :

I. **لبن الاسيدوفيلس :**

- لبن مشهور في روسيا.

- يصنع لخواصه العلاجية وليس بهدف غذائي لأن طعمه غير مرغوب كثيراً.
- البكتريا التي تدخل في تركيبه هي بكتريا L.acidophilus يلاحظ هذا النوع من البكتريا في الأمعاء الدقيقة للأطفال وتنمو في توتر سطحي منخفض لايمكن لغيرها من الأنواع النمو فيه لذلك يستفاد منها في المعالجات الطبية.
- يجب أن يكون الحليب ذو نوعية جيدة (كامل الدسم).
- يبستر على الدرجة (95 مْ) لمدة (30 ثانية).
- يبرد إلى الدرجة (36– 37) مْ.
- تتم إضافة البادئ بنسبة (2– 5) %
- والتحضين لمدة (24 ساعة) على الدرجة (35– 37) مْ.
- تكون حموضة لبن الاسيدوفيلس (150– 160)D ْ .
- إن بكتريا L.acidophilus محبة لسكر اللاكتوز لذا أصبح يضاف بنسبة (5 %) قبل البسترة فتنشط هذه البكتريا وتعطي حمض اللبن.
- تعمل هذه البكتريا على القضاء على البكتريا المتعفنة في الأمعاء مما يطيل عمر الإنسان.
- بعد تحضير هذا اللبن يعبأ في عبوات خاصة ويبرد إلى الدرجة (35– 37) مْ.

II. اللبن المختمر البلغاري (لبن الخض البلغاري) :

- البادئ المستخدم L.bulgaricus وهو عبارة عن بكتريا عصوية محبة للحرارة المرتفعة.
- يمكن أن يستخدم فيه لبن الخض الناتج عن صناعة الزبدة لأن الغاية منه الاستفادة من هذه البكتريا وليس دسم الحليب.
- قوامه لزج.
- حموضته عالية (200 – 400) D ْ
- يبستر الحليب على الدرجة (85 مْ) لمدة (30 دقيقة).
- يبرد إلى الدرجة (37– 38) مْ.
- يضاف البادئ بنسبة (2– 5) %

- يحضن لمدة (10–14) ساعة.

III. اللبن المختمر الأمريكي :

- يصنع من حليب كامل الدسم أو حليب خض أو حليب بودرة أو لبن خض ناتج عن صناعة الزبدة.
- يمتاز عن بقية الألبان بوجود نكهة ورائحة ممتازة بسبب وجود بكتريا غير متجانسة التخمر تعطي مركبات النكهة.
- حموضته ضعيفة 80 D
- يتم تحضيره بإضافة ملح الطعام إلى الحليب قبل البسترة بنسبة (0.1 %).
- يبستر على الدرجة (85 مْ) لمدة (30 دقيقة)
- يبرد إلى الدرجة (22 مْ).
- يضاف البادئ بنسبة (0.5 – 1) % وهي بكتريا كروية متجانسة وغير متجانسة التخمير.
- المتجانسة التخمير هي: S.lactis – S.cremoris
- الغير متجانسة التخمير هي : Leuc.cremoris – Leuc.dextranicum
- المتجانسة والغير متجانسة هي : S.diacetylactis.
- يحضن لمدة (14 – 16) ساعة على درجة حرارة (22 مْ).
- يعبأ في عبوات كرتونية.

IV. القشدة الحامضية Sower cream – Smetana

- تصنع من حليب كامل الدسم مضاف إليه القشدة حتى تصل نسبة الدسم إلى (12 – 13)% و أحياناً 15 %.
- يبستر الحليب على الدرجة (85 مْ) لمدة (30 دقيقة).
- نجري عليه عملية تجنيس تحت ضغط (250 كغ / سم^2) على الدرجة (60– 80) مْ
- يبرد إلى الدرجة (21 مْ).
- نضيف البادئ بنسبة 1–2 %.

- نحضن على الدرجة (21 مْ) لمدة (18 – 20) ساعة.
- نفس البادئ المستخدم في صناعة اللبن المختمر الأمريكي حموضتها 60 D ْ .

V. لبن الكوميس :

- نشأ أولاً في جنوب روسيا من القبائل الرحل التي تقطن ضفاف نهر الكومان.
- أنتج هذا اللبن بدايةً من حليب الفرس والجمال... وبعد أن أنتج في المعامل أصبح ينتج من حليب الأبقار.
- يمتاز باحتوائه على الكحول الإيتيلي وغاز CO_2 بالإضافة إلى حمض اللبن لأن هذا النوع يدخل فيه خميرة Saccharomyces.
- يحضر بإضافة سكر السكروز بنسبة (2.5 – 5) % .
- يبستر على الدرجة (92 مْ) لمدة (5 دقائق).
- يبرد إلى الدرجة (26– 28) مْ.
- يضاف إليه البادئ وهو خميرة Saccharomyces lactis وبكتريا L.bulgaricus – L.acidophilus بنسبة (10–30) %
- يحضن لمدة (12– 24) ساعة على درجة حرارة (26– 28) مْ وذلك حسب النسبة المرغوبة من حمض اللبن والكحول الإيتيلي:
  - ❖ 0.6% حمض اللبن + 0.7% كحول ← نحضن 12 ساعة
  - ❖ 0.8% حمض اللبن + (1.1 –1.7) % كحول ← ما بين 12–24 ساعة
  - ❖ 1% حمض اللبن + (1.7 –2.5)% كحول ← ما بين 12–24 ساعة
  - ❖ 1.4% حمض اللبن + 3% كحول ← 24 ساعة
  - ❖ كلما زادت نسبة الحمض والكحول زادت مدة التحضين.
- يعبأ هذا اللبن في أواني زجاجية ويبرد مع خض قوي لإعطائه قوام أملس.
- يجب تهوية الحليب المختمر للسماح للخمائر بالعمل وإجراء عملية التخمير لذلك يوضع في عبوات غير محكمة الإغلاق.

VI. الكيفير :

- من أقدم أنواع المشروبات اللبنية التي نشأت في مناطق القوقاز وما يجاورها.

- يحوي بالإضافة إلى حمض اللبن كحول إيتيلي و CO_2 يدخل فيه خميرة Saccharomyces.
- يصنع من حليب الأبقار والأغنام والماعز وذلك بالإضافة إلى بذرات الكيفير.
- نسبة الحموضة فيه (0.6 – 1) %حمض اللبن – (0.6 – 0.8) % كحول.
- قام العالم Burkey بتجهيز بذرات هذا اللبن حيث نقعها في ماء مقطر دافئ لمدة (2–3)ساعات ثم في محلول كربونات الصوديوم الحامضية 1 % فانتبجت البذرات وأصبح لونها مائل للبياض.
- أضافها إلى حليب مبستر ومبرد إلى الدرجة (21 –26) مْ وتركه 24 ساعة حتى يتخثر الحليب
- يتم التحضين على درجة حرارة (14 –16) مْ لمدة 24 ساعة.

السمنة

السمنة: زبده محولة إلى سمنة ، نسبة الدسم فيها تصل إلى 99.5 – 99.8 %

تحضيرها :

١. طريقة بدائية : غلي الزبدة مع قليل من الملح و البرغل لتسريع الإذابة و الغليان فتترسب مادة صلبة لا دهنية و تطفو السمنة على السطح

٢. طريقة حديثة : عمليتي طرد مركزي لرفع محتوى الزبدة من المادة الدسمة و هي طريقة نصف مباشرة

(تبدأ بالقشدة ← زبده ← سمنة)

طريقة العمل :

١. بدايةً تنتقل القشدة مباشرة إلى مزيل الثباتية لتفجير الحبيبات و إزالة الغشاء المحيط بها
٢. ثم إلى مبادل حراري لرفع درجة حرارتها إلى 60 – 70 C°
٣. إلى مركّز و هو جهاز طرد مركزي يدور بسرعة عالية لرفع نسبة المادة الدسمة
٤. إلى المجنّس لتجنيس الزبدة
٥. ثم إلى مركّز يرفع نسبة المادة الدسمة إلى 98 % و تترسب مادة صلبة لادهنية تفصل و تؤخذ فقط المادة الدسمة
٦. تنتقل المادة الدسمة إلى مبادل حراري لترفع درجة حرارتها إلى الدرجة 95 C°
٧. ثم إلى مزيل الغازات لإزالة الغازات منها بعملية تبخير تحت تفريغ
٨. ثم إلى حوض منظم
٩. لتتم التعبئة

الفصل الثانـي :

اختبارات الحليب و خطوط الإنتاج
في معمل ألبان حلب

اختبارات الحليب

اختبار الكثافة:

يتم إجراء الاختبار باستخدام مقياس كثافة الحليب (اللاكتومتر) وعند درجة حرارة (20)مع إدخال معامل تصحيح (0.2)لكل ارتفاع أو انخفاض عن درجة الحرارة السابقة وفقا لما يلي:

نملأ أنبوب مدرج بالحليب حتى الحافة

نضع مقياس الكثافة ضمن الأنبوب دون أن يلامس الجدران ونتركه حتى يستقر عند قراءة ثابتة.

نأخذ القراءة عند نقطة التقاء الحليب مع تدريجات المقياس مع مراعاة تحديد درجة الحرارة للعينة لحظة القياس.

في حال كانت درجة الحرارة لحظة القياس = 20 تكون القراءة المأخوذة ممثلة لكثافة الحليب أما في حال ارتفاع الحرارة عن 20 أو انخفاضها فيتم إدخال معامل تصحيح مقدار (0.2)

مثال:إذا كانت درجة حرارة الحليب لحظة القياس 25 وقراءة مقياس الكثافة (1.029) عندها تكون كثافة الحليب كما يلي :

5=20-25

1=0.2*5

1.030=0.01+1.029

ملاحظة : تتراوح كثافة الحليب الطبيعي ما بين (1.029-1.030)وان أي غش للحليب بإضافة الماء الى خفض الكثافة .

اختبار الكحول :

ويتم إجراؤه عن طريق اخذ حجم من الحليب مع حجم مماثل له تماما من الكحول الايتيلي (68%-74%) بواسطة الفرد الكحولي ومن ثم مزج الحجمين في زجاجة الفرد مع مراقبة جدران الزجاجة .

إن تشكل ندف صغير على جدران زجاجة الفرد الكحولي يدل على ارتفاع حموضة الحليب و بالتالي عدم صلاحيته للتعقيم لذا يتم توجيه الحليب الى خط إنتاج اللبن أو الاجبان .

اختبارات الحموضة :

نأخذ (10)مل من الحليب و نضعها في بوتقة بورسلانية

يضاف إليها نقطتين من كاشف الفينول فتاليئين.

نعاير بواسطة ماءات الصوديوم (تسع نظامي) ونسجل الحجم المستهلك في المعايرة لحظة انقلاب اللون الأبيض المميز للحليب الى اللون الزهري ،وعندها تكون حموضة الحليب مساوية (الحجم المستهلك *10) ،وغالبا ما تتراوح حموضة

الحليب الطبيعي ما بين (16-17.5)% كما إن إضافة الماء الى الحليب و بكميات كبيرة تؤدي الى خفض نسبة الحموضة عن قيمتها الطبيعية .

اختبار الدسم :

إن دسم الحليب الطبيعي يتراوح ما بين (3.5-4)

وتعتمد الطريقة على تحرير المادة الدسمة في الحليب و مشتقاته على شكل طبقة منفصلة تحت تأثير كل من حمض الكبريت الكثيف و الكحول الاميلي.

ويتم تحديد كمية هذه الطبقة حجميا باستخدام زجاجة خاصة تسمى (زجاجة جربر)

يتم تحديد نسبة الدسم في الحليب بواسطة أنبوبة جربر وفقا لما يلي :

نضع (10)مل من حمض الكبريت المركز (1.815-1.820)غرام \مل

يضاف إليها (11)مل من عينة الحليب المراد تحديد نسبة الدسم فيها

يضاف إليها (1)مل من الكحول الايزواميلي

يتم إغلاق الأنبوبة جيدا بسدادة مطاطية ورجها جيدا حتى تمام الانحلال لمحتوى الزجاجة مع الانتباه الى اتجاه فوهة الزجاجة لان التفاعل يكون ناشرا للحرارة.

تقلب الزجاجة من (2-3)مرات مع الانتباه جيدا الى السدادة .

نضع الأنبوبة في جهاز الطرد المركزي (المثفلة) بحيث توضع في الكأس المخصص لها و بشكل يكون الجزء المدرج من الزجاجة متجها الى مركز الثفلة مع مراعاة التوازن في وضع الزجاجات في جهاز الطرد المركزي.

تتم عملية الطرد بسرعة (1000-1200)دورة في الدقيقة و لمدة (5)دقائق.

تؤخذ نسبة الدسم من خلال قراءة ارتفاع عمود الدسم الموافق لتدريجات الأنبوبة

تتراوح نسبة الحموضة الطبيعية للحليب ما بين (16-17.5)% وتنخفض الى ما دون (15)% عند غش الحليب بإضافة الماء.

حاضنة للعينات وأقراص زرع البكتيريا

اختبار غش الحليب بالماء :

يتجمد الحليب في درجة حرارة اقل من الصفر لان المواد الغذائية تنخفض من نقطة التجمد للمذيب النقي .إن نقطة تجمد الحليب الأبقار السليمة تتراوح وسطيا"بين (-0.540_-0.570)ووسطيا"(0.55)كما إن تحديد نقطة التجمد للحليب يعتبر من القراءات الهامة التي تفيد في كشف غش الحليب و تعتبر نقطة التجمد من الثوابت الفيزيائية كونها تتأثر بالعناصر الذائبة في الحليب (سكر الحليب "اللاكتوز " و الأملاح المعدنية و هما من أكثر مكونات الحليب ثباتا". و لتحديد نقطة التجمد و بالتالي نسبة الماء المضاف يتم استخدام جهاز خاص مزود بأنابيب خاصة.

نضع في أنبوبة الجهاز (2مل من الحليب و من ثم نضعها في المكان المخصص لها في الجهاز و يتم تشغيله لتظهر لنا بعد انتهاء الجهاز من عمله في تجميد العينة كل من نقطة التجمد و النسبة المئوية للماء المضاف في العينة .

الاختبارات الجرثومية :

يتم التحري عن التعداد العام للجراثيم باستخدام وسط النتريت أغار .

يتم التحري عن جراثيم العنقوديات الذهبية باستخدام وسط بيرد باركر .

كما يتم التحري عن جراثيم الكوليفوم باستخدام وسطي ماكونكي و وسط (VBR).

كما يتم التحري عن بكتيريا السالمونيلا باستخدام وسط (XDL).

تحليل عينة حليب خام :

المحطة	حرارة	حموضة	دسم	كثافة	ماء%	الكمية كغ	كميةالماء الزائد عن2%كغ
مسكنة	8	15.5	3.8	27.5	4.61	6910	180

تحليل عينة حليب معقم :

الحموضة	الدسم	الكثافة
16	0.7	29

دسم الكر يما =73.

دسم اللبن =2.9.

مراحل إنتاج الحليب المعقم واللبن والجبن المنوع
في معمل الألبان في حلب

1- استلام الحليب الخام :

ينقل الحليب الخام من المباقر إلى المعمل بواسطة صهاريج خاصة ويتم استلام وضبط كمية الحليب عن طريق عداد خاص بعد ذلك يتم تصفية الحليب وبسترته وتبريده إلى درجة حرارة 4˚ م من ثم يخزن في أربع خزانات سعة 10طن لكل خزان ومنه يتم توزيع الحليب إلى كافة خطوط الإنتاج وفق الخطة الإنتاجية اليومية.

2- خط إنتاج الحليب المعقم :

الطاقة الإنتاجية لمعظم آلات الخط (12000) زجاجة/سا وقد تم تجديد كافة الآلات لهذا الخط عام 1996 ماعدا برج التعقيم الذي بقي من عام 1960 وهو بطاقة إنتاجية (6000) زجاجة/سا وهو يشكل نقطة الاختناق الأساسية في المعمل وسيتم استبداله في العام الحالي ، تتم كافة العمليات لإنتاج الحليب المعقم بشكل آلي ماعدا عملية مراقبة الزجاجات الفارغة بعد الغسيل والزجاجات المعبأة بالحليب حيث يتم مراقبتها بالعين المجردة من خلال جهاز مراقبة يعتمد على الإنارة.

خط إنتاج الحليب وسيره الناقل

تسلسل العمليات الإنتاجية للحليب المعقم :

يتم نقل الحليب بواسطة المضخات من خزانات الحفظ إلى جهاز البسترة لتسخينه إلى درجة حرارة 40˚ م حيث يتم ضبط نسبة الدسم فيه بواسطة الفارزة ومنه إلى المجنس الذي يعمل على تجنيس حبيبات الدسم ثم ينقل إلى المعقم البدائي لرفع درجة الحرارة إلى 135˚ م ويتم تبريده ثانية إلى 60˚ م ومنه إلى خزان التجميع الخاص بآلة تعبئة الحليب ليعبأ بالزجاجات التي يتم إغلاقها وإرسالها إلى برج التعقيم حيث درجة الحرارة 120˚ م لتعقيم الحليب وبعدها تمر الزجاجات إلى جهاز طباعة التاريخ لوضع تاريخ الإنتاج والصلاحية عليها ثم تعبأ ضمن أقفاص بلاستيكية بواسطة آلة رفع الزجاج المملوء بالحليب لتجميعها إلى المستهلك .

وبالتوازي مع عملية تعبئة الأقفاص ترفع الزجاجات الفارغة من الأقفاص بواسطة آلة رفع الزجاج الفارغ وترسل عبر سيور ناقلة إلى آلة غسيل الزجاج ومنها عبر سيور ناقلة أيضاً إلى آلة التعبئة .

3- خط إنتاج اللبن :

تم تركيب وتطوير خط إنتاج اللبن بالتدريج عام1995 وإنتاج اللبن يتم بطريقة شبه آلية ماعدا المراحل الأخيرة فهي تتم بوسائل يدوية ومراحل الإنتاج وفق التسلسل التالي:

- تنقل كمية الحليب اللازمة لإنتاج اللبن إلى جهاز تكثيف وبسترة بآن واحد وتتراوح نسبة تكثيف الحليب بين (15-20)% .

- ينقل الحليب بعد ذلك إلى خزانات تحضير اللبن عدد/ 2/ سعة (3000)ليتر لكل خزان.

- تضاف الخترة (بادئ التختير) من خزان تحضير البادئ ويمرر الناتج عبر المجنس لتحطيم جزيئات الدسم وبعدها ينقل إلى حمام بشكل غرفة مزودة بالبخار المباشر للحصول على درجة الحرارة اللازمةلتخثير اللبن (40ْ(م .

- يعبأ اللبن ضمن سطول سعة الواحد 5كغ حيث تترك لمدة 4 ساعات وبعدها تنقل السطول إلى غرفة التبريد حيث تبقى لليوم التالي لتوزع بعدها إلى المستهلك.

4- خط إنتاج الجبنة :

أ- الجبنة العكاوية والمشللة :

يتم إنتاج الجبن العكاوي والمشلل بطرق يدوية كاملة حيث ينقل الحليب من الخزانات إلى أحواض التخثير المصنعة من الكروم ويسخن الحليب إلى الدرجة40ْ م ويضاف إليه المنفحة ويفصل المصل عنه ليتم تصنيعه إما بشكل قوالب أو جبن مشلل وتعبأ بعدها الجبنة داخل أكياس نايلون ضمن صفائح تنك سعة 10 كغ بالنسبة للجبنة والمشللة و 14 كغ للجبنة العكاوية ويضاف إليها الماء المالح وتحفظ في البرادات لحين بيعها .

ب- إنتاج الجبنة القشقوان :

تم إحداث خط القشقوان عام1996 بطاقة إنتاجية (5)طن حليب .

ينقل الحليب بواسطة المضخات إلى خزان التختير سعة (5) طن ويسخن إلى درجة حرارة40ْ م ثم يقطع بواسطة أسلاك ويفصل عنه المصل بوضعه داخل خزانات لإكمال عملية النضج بعدها ينقل يدوياً إلى جهاز آلي لإذابة الجبنة وتشكيله بالقوالب (آلة القولبة) ثم ينقل إلى غرف التخمير المبردة حيث يتم إكمال عملية النضج والتخمير لمدة كافية بعدها تغلف قطع الجبنة بأكياس مفرغة من الهواء بواسطة آلة التغليف الخاصة (الفاكيوم) وتحفظ في البرادات .

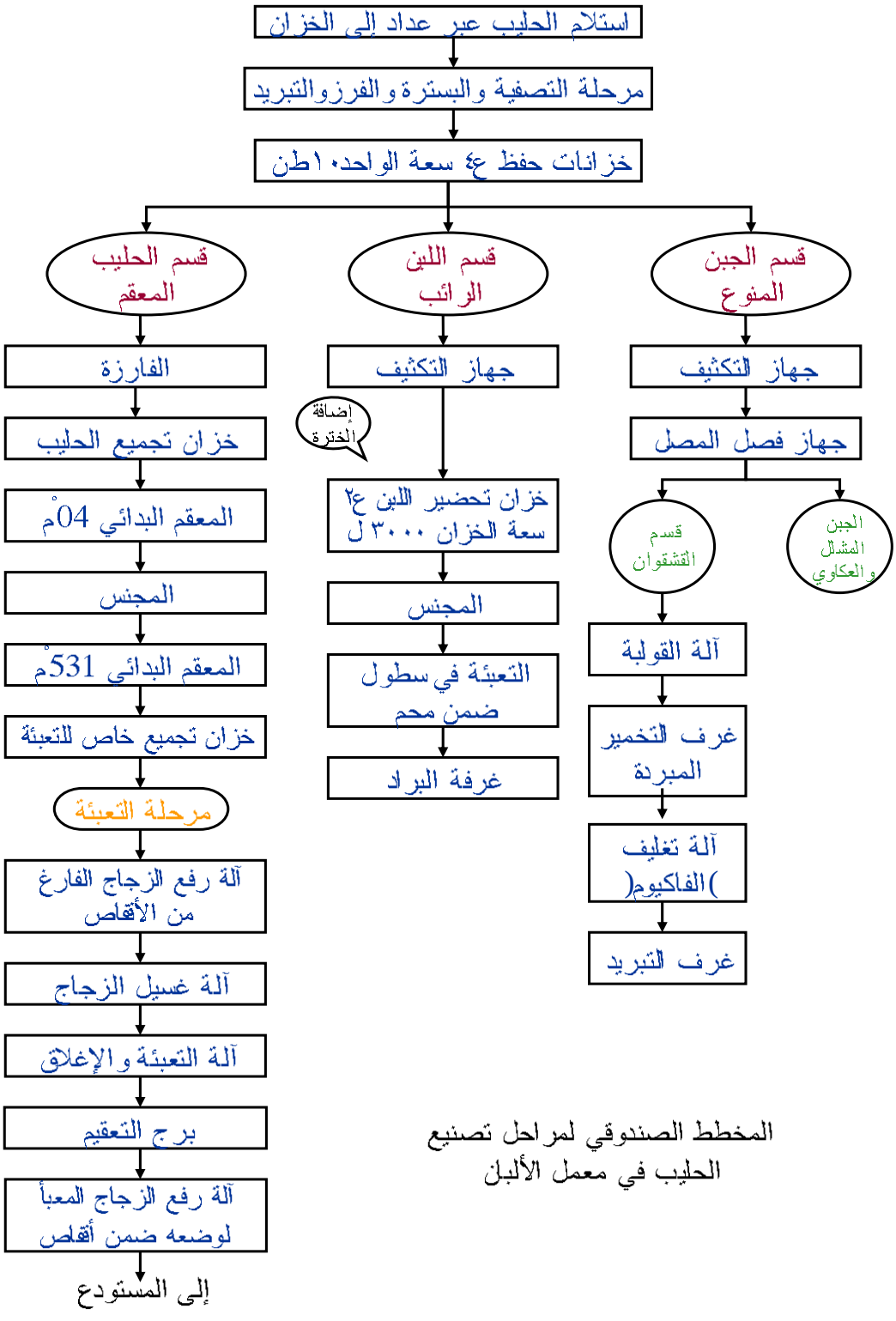
ج- إنتاج الجبنة المطبوخة :

تم تركيب التجهيزات عام1990،تضاف المواد الأولية إلى خزان جهاز طبخ الجبنة حيث يتم حل وطبخ وتجنيس المواد مع بعضها بواسطة البخار المباشر وغير المباشر بعد مروره على مصافي التنقية والتعقيم الخاصة بالبخار ثم يفرغ الناتج من الجهاز يدوياً ويعبأ داخل عبوات زجاجية أو بلاستيكية بواسطة آلة التعبئة.

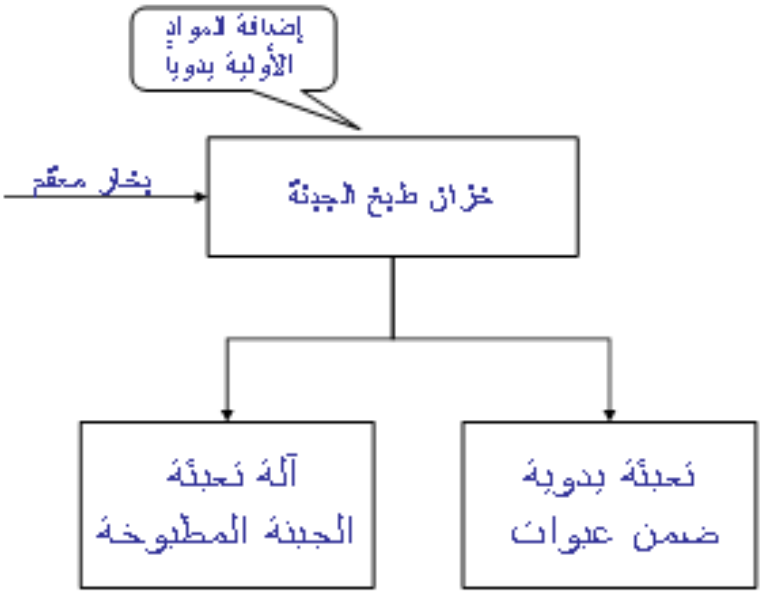
5-قسم إنتاج اللبنة :

عملية إنتاج اللبنة يتم يدوياً حيث يوضع اللبن ضمن أكياس خام لتصفيته ويعجن الناتج بواسطة معجن اللبنة وتعبأ ضمن عبوات ألمنيوم سعة (50) كغ أو عبوات بلاستيكية سعة (0.5 – 1) كغ حسب الطلب .

يبين المخطط المرفق تسلسل مراحل تصنيع الحليب .

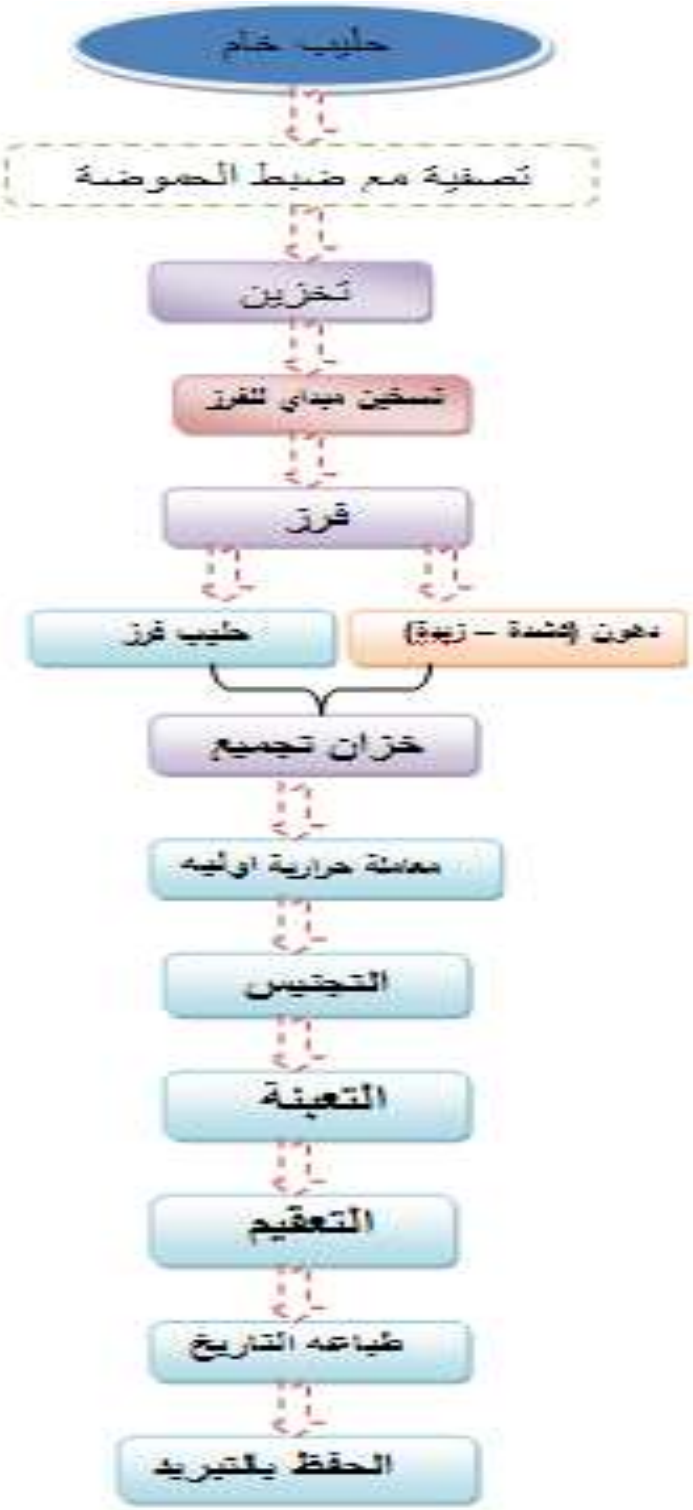


المخطط الصندوقي لمراحل تصنيع الحليب في معمل الألبان



المخطط الصندوقي لمراحل تصنيع
الجبنة المطبوخة في معمل الألبان

المخطط التدفقي لصناعة الحليب المعقم



١ ـاستلام الحليب :

حيث أنها يجب أن تكون (16-18) وإلا يحول لاستعماله في صناعة اللبن أو جبنه القشقوان .

٢ ـالتصفية:

وتتم في المعمل بواسطة مصافي حليب فماشية تصنع هذه المصافي من خلائط معدنية غير قابلة للصدأ فيستعمل الكروم والنيكل والحديد .

لكي يستمر العمل في المعمل والتصفية بدون انقطاع لذا وجب غسل القماش وتطهيره وتعقيمه كل 3-4 ساعات من الاستعمال 0

٣ ـالتخزين المبدئي :

ويتم بواسطة خزانات الحليب والتي يجب أن تتوفر فيها الشروط التالية :

a. إن لا تؤثر على صفات الحليب

b. إمكانية التنظيف والتعقيم متوفرة والقيام بها سهل

وتبنى الخزانات إما بشكل عامودي أو بشكل أفقي كما تصنع الخزانات المكشوفة والتي الغي استعمالها في المعامل الحديثة إما الخزانات المغلفة إن كانت عاموديه أو أفقية فهي التي تخزن الحليب في المعامل الحديثة شريطة تزويدها بجدران مزدوجة لإمكانية التحكم الحراري بالحليب كما تزود الخزانات هذه بأجهزة المراقبة والتحريك الدوري لمنع الدهون من الالتصاق على الجدران .

خزانات الحليب المبدئية

٤ ـالفرز :

يجب التسخين المبدئي قبل عملية الفرز وذلك للدرجة45م

وتتم عملية الفرز باستخدام الفراز الذي يعتمد في مبدأ عمله على القوى النابذة وتتم عملية الفرز بدخول الحليب الفرازات عن طريق الأنبوبة المركزية حتى يصل إلى الموزع حيث ترسب الجزيئات الكبيرة من الأوساخ في قعر الجهاز يخرج الحليب من ثقوب الموزع الى أطباق الفرز ويتوزع بينها تؤثر القوى النابذة على مكونات الحليب لاختلاف الكثافات بينها فتدفع بالشوائب المتبقية نحو جدار الداخلي لغطاء الفراز وبقى حليب الفرز بين ثنايا الأطباق أما الدهون فتتجمع لقلة كثافتها حول المركز وترتفع حول أنبوب التوزيع في ثقوب خاصة ضمن أطباق تشكل قناتا إلى الأعلى بتأثير دفع الدهون التي تليها حتى من خلال الطبق العلوي إلى غرفة مأخذ القشدة يتم تفريغها وتخزينها أما المكونات الثقيلة للحليب فتطرد مع الأوساخ على السطح الداخلي لغطاء وقاعدة المخروط الفرز وتم التخلص من الشوائب والمكونات الثقيلة في الفرازات الحديثة بشكل آلي وذاتي .

يتسلق حليب الفرز لانخفاض كثافته مقارنة بالشوائب سطوح أطباق الفرز حتى يصل في أعلى الجهاز إلى غرفة مأخذ حليب الفرز .لكي يتم عمل الفراز بشكل

صحيح يزود بصمام لتنظيم كمية الحليب الواردة إليه وإعادة الفائض منه إلى الخزانات كما في الشكل التالي تضخ الماء في بداية عملية الفرز حتى تصل سرعة دوران الفراز الحد المطلوب ثم تجري عملة ضخ الحليب ولا تجري عملية ضخ الحليب إلا بعد التأكد من استكمال الفراز لعدد دوراته المحدد بدفع الماء الفاتر بعد الانتهاء من عملية الفرز بقصد تنظيف بشكل مبدئي قبل فك أجزاء المخروط لغسلها وتعقيمها بشكل جيد .

جهاز فرز للحليب

٥ -المعاملة الأولية الحرارية :

حيث يتم التسخين الى 150 – 110 وذلك للأسباب التالية :

١ -القضاء على الإنزيمات الموجودة وإتلافها نهائيا

٢ -القضاء على الإحياء الدقيقة الممرضة بشكل تام

٣ -القضاء على 99 % من الإحياء الدقيقة العادية غير الممرضة

٤ -إنتاج مركبات مضادة للأكسدة تمنع أكسدة المادة الدسمة ولغي مركبات اليلفوهيدريل

٥ -يمكن تشكيل معقد من β لأكتوغلوبولين و k كازائين الذي يزيد من ثباتية الحليب تجاه المعاملة الحرارية .

جهاز تعقيم الحليب

٦ ـالتجنيس :

يقوم جهاز التجنيس بتصغير أو تجزيء الأقطار حبيبات الدهن غير المتساوية وتساعد عملية التجنيس التكنولوجية على تثبيت حالة الاستحلاب للدهون في الحليب لفترة أطول وتمنع فصلها بتأثير الجاذبية الأرضية

وهناك عدة طرق تكنولوجية لإجراء عملية التجنيس منها .

i. التجنيس الجزئي : ويعني إمرار القشدة أو حليب الفرز ضمن جهاز التجنيس.
ii. التجنيس الكامل :ويعني إمرار القشدة وحليب الفرز ضمن جهاز التجنيس.
iii. التجنيس المتكامل: ويعني تجنيس خاص يتحكم فيه جهاز التجنيس بحجم وشكل الحبيبات الدهن في الحليب.ويمكن استخدام أجهزة برأس تجنيس واحد أوعده رؤوس تجنيس تجري في كل رأس تجنيس منها إحدى عمليات التجنيس التكنولوجية أو اثنين منهما أو مع بعض.

تجري عملية التجنيس بضخ الحليب الدافئ (40-50) م^{o} الى آلة التجنيس 0تحوي آلة التجنيس بداخلها على مضخة لها ثلاث مكابس تبرد جميعها أثناء العمل بالماء بصورة مستمرة 0 تضغط المضخة الحليب بقوة باتجاه قناة التجنيس قد تصل الى

150-200 bar 0 يتجه الحليب المضغوط من قناة التجنيس الى رأس التجنيس عبر شقوق صغير و ضيقة 0

يصطدم الحليب بعد خروجه من شقوق رأس التجنيس بجهاز مروحي مما يؤدي الى تكسير حبيبات الدهن وتفتيتها الى حبيبات صغيرة . فإذا أريد زيادة فعالية التجنيس أضيف رأس أو أكثر الى آلة التجنيس أو أزيد في ضغط أو سرعة الحليب في آلة التجنيس .

هناك آلات تجنيس ذات فعاليات أو مقدرة تكنولوجية متطورة تستطيع إمرار الحليب قسراً في ثقوب كبيرة ثم اصغر فأصغر الى إن يتم صقل حبيبات الدهن بشكل متساوي في الحجم والشكل. وتستخدم هذه الطريقة التكنولوجية في تجنيس حليب الأطفال .

يشترط بعد إجراء عملية التجنيس إن يعامل الحليب فورا بالحرارة للقضاء على نشاط إنزيم الليباز الذي يزداد نشاطه أثناء عملية التجنيس وبعدها . يؤدي عدم بسترة الحليب بعد عملية التجنيس الى ظهور عيوب في الحليب كالزنخة وطعم الصابون.

جهاز تجنيس الحليب

٧ -آليات وتجهيزات تعبئة خط الحليب بالزجاجات :

لابد من عمليات حسابية من قبل مصمم الخطوط الهندسية في سبيل تصميم خطوط تتوافق فيها وتتناسق الأجهزة حتى يتم الإنتاج بسلامة .

وتتألف هذه الخطوط من الأجهزة التالية .

١ -آليات نقل صناديق الحليب وتفريغها من الزجاجات :

تعمل هذه الآليات بصورة آلية وتتراوح استطاعتها بين 400-1500 صندوق في الساعة .تتكون من مقابض ميكانيكية أو هوائية (تعمل الأخيرة عن طريق شفط الهواء بمساعدة مضخة شافطة) عددها يعادل أو يساوي عدد الزجاجات المتواجدة في الصندوق تقبض المقابض الميكانيكية أوتشفط المقابض الهوائية الزجاجات من الطرف العلوي رافعة إياها من صناديقها أثناء التفريغ إلى الأعلى . تدور المقابض حول نفسها بواسطة محور التوجيه تسعون درجة تلقي بالزجاجات وبهدوء منعاً للهدر على خط سير ناقل آخر متوجه إلى غسالة الزجاجات الإلية .أما الصناديق فتتابع سيرها على نفس الخط الناقل الأول إلى غسالة الصناديق الكيميائية .

تجري عملية تعبئة الزجاجات المليئة بالحليب في الصناديق معقمة بشكل عكسي لعملية تفريغها . تقوم بالعملية أجهزة شبيهة بالتي استخدمت في التفريغ . ترفع الزجاجات من خط التعبئة بوساطة آليات التفريغ ذات المقابض الميكانيكية أو الشاطفة إلى الأعلى لتسقط ضمن الصناديق بعد أن قامت الآلة بالدوران 90 درجة حول نفسها .

٢ -أجهزة غسيل الزجاجات :

تستخدم الغسالة الإلية ماءات الصوديوم في غسيل وتنظيف الزجاجات .

آلية عمل الغسالة. تندفع الزجاجات القادمة على السير الناقل في صفوف تساوي عرض الغسالة .يحوي الصف العرضي الواحد من 70-100 زجاجة تدخل عملية

الغسيل بنفس الوقت تتخذ الزجاجات بعد عبور منطقة التلقيم في الغسالة مواقع تبشه الصناديق الصغيرة . وظيفة كل منها منع حركة الزجاجات عند عبورها أقسام الغسالة المختلفة حيث تعامل كيميائياً وحرارياً وتقسم المعاملات الكيميائية الى مراحل :

١ -مرحلة تحليل الأوساخ :

ترش المياه الحارة على الزجاجات فتتحلل الأوساخ قليلا لتعرضها لحرارة المياه والزجاج والذي يبلغ في هذه المرحلة 40 م تقريبا" يراعي أثناء رش المياه رفع درجة الحرارة عن 30 إلى 40 م بشكل مفاجئ لأن ذلك يؤدي إلى ارتفاع نسبة الهدر في الزجاج أثناء عملية غسله وتنظيفه .

٢ -مرحلة المعاملة بالصودا الكاوية :

تنظف الزجاجات بالصودا الكاوية أو محاليلها بتركيز قدره 1-3 % ودرجة حرارة 60 _ 70 درجة مئوية .

وتقسم مرحلة المعاملة بالصودا الكاوية الى قسمين :

أ - القسم الأول

ويتم في قعر أو حوض آلة غسل الزجاجات حيث تغمر الزجاجات بمحلول ماءات الصوديوم تركيز = 3 % بفترة تقدر بحوالي الثماني دقائق .

ب -القسم الثاني :

يضخ محلول الصودا الكاوية بتركيز 1.5 -2 % بواسطة بخاخات إلى داخل الزجاجات بقوة ضخ عالية بحيث تكون فوهة الزجاجة مقلوبة إلى الأسفل فتقشط الأوساخ مع الصودا الكاوية أو محلول ماءات الصوديوم ويقتل أكبر عدد من البكتريا والأحياء الدقيقة .

٣ -مرحلة الشطف بالماء الحار :

تتم في هذه المرحلة الشطف بالماء الحار (50) تضخ المياه الحارة نسبيا" إلى داخل الزجاجات وذلك لشطف وإزالة بقايا الصودا الكاوية والأوساخ . يجري في بعض أنواع الغسالات إضافة المواد المعقمة للمياه الحارة لقتل الأحياء الدقيقة المتبقية .

٤ -مرحلة الغسل بالماء البارد :

تضخ المياه الباردة النقية في هذا المرحلة بدرجة حرارة 10م تطرد في مرحلة الغسيل بالماء البارد بقايا الصودا الكاوية وتبريدها .

مراقبة جودة غسيل الزجاجات

٣ -أجهزة مراقبة غسيل الزجاجات الفارغة :

تسير الزجاجات بعد خروجها من المغسلة أليا على خط سير ناقل إلى جهاز التعبئة ثم القفل . تمر الزجاجات قبل وصولها إلى جهاز التعبئة على أجهزة مراقبة غسيل الزجاجات الفارقة وهي نوعان:

- النوع الأول :

عبارة عن جهاز به مصدر قوي للنور يمكن بوساطته الكشف عن مدى نظافة الزجاج. يقوم عامل بالتقاط الزجاجات القذرة وإعادتها الى الغسالة الآلية لغسلها وتعقيمها مرة ثانية .

- النوع الثاني :

يعمل آليا بوساطة شعاع يخترق السيور الناقلة عرضيا . فإذا انقطع الشعاع لوجود الشوائب في الزجاجة فتح مزلاج الى خط سير ناقل ثاني بمجازات السير الناقل الأول واتجهت الزجاجة المليئة بالشوائب إليه . يعاد وصل الشعاع بوصول الزجاجات النظيفة ويعود المزلاج الى وضعه الطبيعي .

تتابع الزجاجات النظيفة السير على الناقل الأول الى جهاز التعبئة . تجمع الزجاجات القذرة ويعاد غسلها وتعقيمها مرة أخرى .

جهاز تعبة الحليب أليا"

4- أجهزة تعبئة الزجاجات وقفلها آليا وعملها :

يقوم بعملية تعبئة الحليب وقفل الزجاجات على خطوط التعبئة الحديثة جهاز واحد يتألف من قسمين :

١ -قسم تعبئة الزجاجات في جهاز التعبئة والقفل :

يتألف هذا القسم من جهاز كامل يعمل على تعبئة الحليب بالزجاجات . كما يوجد نوعان من هذا الجهاز يعمل كل نوع منهما بطريقة مختلفة عن الآخر:

١ -النوع الأول :

أجهزة تعبئة الحليب التي تعمل بمبدأ إزاحة الحليب للهواء المتواجد في الزجاجة عن طريق فتحة في محور التعبئة يخرج منها الهواء ويدخل الحليب . إما عملية ايقاف التعبئة فتتم عن طريق وزن الحليب الموجود في الزجاجة الواحدة . انقرضت هذه الأجهزة من معامل الألبان لاستطاعتها الضعيفة والتي لا تتجاوز ثلاثة ألاف زجاجة حليب في الساعة .

٢ -النوع الثاني :

أجهزة تعبئة الحليب بوساطة التفريغ تتجاوز استطاعة أجهزة تعبئة الحليب بوساطة التفريغ باستقطاعات تصل الى 120 ألف زجاجة في الساعة الوحدة ، يمكن بوساطتها تعبئة عدة حجوم من الزجاجات بتبديل قطع صغيرة تدعى نجوم الدفع .

تأتي الزجاجات من الغسالة الآلية بوساطة السير الناقل الى آلة التعبئة . تلتقط كل زجاجة من لاقط حلزوني واضعا إياها حاملها الذي يدور بها حول محور آلة التعبئة .

تدفع عنق الزجاجة خلال دورانها لتحتوي الرأس المطاطي بداخلها . يفتح الصمام المتصل بخزان الضغط المنخفض ماصا لهواء الزجاجة من خلال الضغط على الحلقة المعدنية والغشاء المطاطي يرتفع الغشاء المطاطي فاتحا ثقوب سيلان الحليب

من جراء الضغط الحاصل عليه من الحلقة المعدنية .يسيل الحليب إلى الزجاجة من خزانة حتى فتحة شفط الهواء السفلية في الرأس المطاطي .يمتنع الهواء عن التسرب من خلال أنبوب الهواء ويبقى جزأ ضئيلا منه في الزجاجة . يزداد الضغط من قبل الحليب الجاري إلى الزجاجة على الهواء المتبقي فيها .تمم عملية إيقاف سيلان الحليب إلى الزجاجة عندما يتساوى ضغط الحليب وضغط الهواء المتبقي في الزجاجة تدور الزجاجة خلال تعبانها دورة كاملة حول محور جهاز التعبئة فتدفع من قبل نجوم الطرد باتجاه جهاز القفل .

2- قسم قفل الزجاجات في جهاز التعبئة وآلية عمله :

يقسم جهاز القفل حسب المادة المستخدمة في صناعة الغطاء نوعين .

١ -آلة القفل برقائق الألمنيوم : وتتم عملية القفل على الشكل التالي تتدلى أطراف رقائق الألمنيوم الدائرية على جوانب فوهة الزجاجة . تضغط مسننات دائرة القفل على الأطراف المتدلية من رقائق الألمنيوم بشكل قوي ومحكم فتتم عملية القفل وتدفع الزجاجات بواسطة نجم الطرد إلى خط السير الناقل والمتوجه إلى أجهزة تعبئة الزجاجات في صناديقها بعد أن يكتب على غطاء الزجاجات أسم المصنع ونسبة الدسم وتاريخ الحلابة في بعض الحالات .

٢ -جهاز القفل بالغطاء المعدني المبطن بالفلين :يستعمل جهاز القفل بالغطاء المعدني المبطن نادرا في المصانع الحديثة للألبان .يتناقص استعماله بعد أن ثبت ذالك باستخدامها في الإغلاق عدة مرات بعد فتح زجاجة الحليب .

المخطط التكنولوجي لصناعة الألبان المتخمرة

تصنع الألبان المتخمرة بالتجبن الحامضي للكازئين نتيجة لنشاط بكتيريا حمض اللبن وتحول جزء من سكر اللاكتيك في الحليب الى حمض لاكتيك و بسبب وجود سلالات عديدة من بكتيريا حم اللاكتيك إذا لابد من وجود معاملات صناعية مختلفة للألبان المختمرة ينتج عنها ظهور أنواع كثيرة منها يختلف عن بعضها في طريقة التصنيع و لكن تبقى لكل منها طعمه و رائحته المميزة عن بقية الأصناف و أهم منتجات الألبان هو اليوغورت بأنواعه.

المواصفات القياسية legal standards:

تعتمد المواصفات القياسية للبن الرائب بصورة رئيسيةٍ على تركيبه الكيميائي مثل النسبة المئوية للمادة الدسمة أو المادة الصلبة الكلية إلا أن غالبية المواصفات تعتمد بصورة رئيسية على محتوى اللبن الرائب من المادة الدسمة م حسب منظمة الـFAOومنظمة الصحة العالمية WHOيمكن تصنيف اللبن الرائب الى :

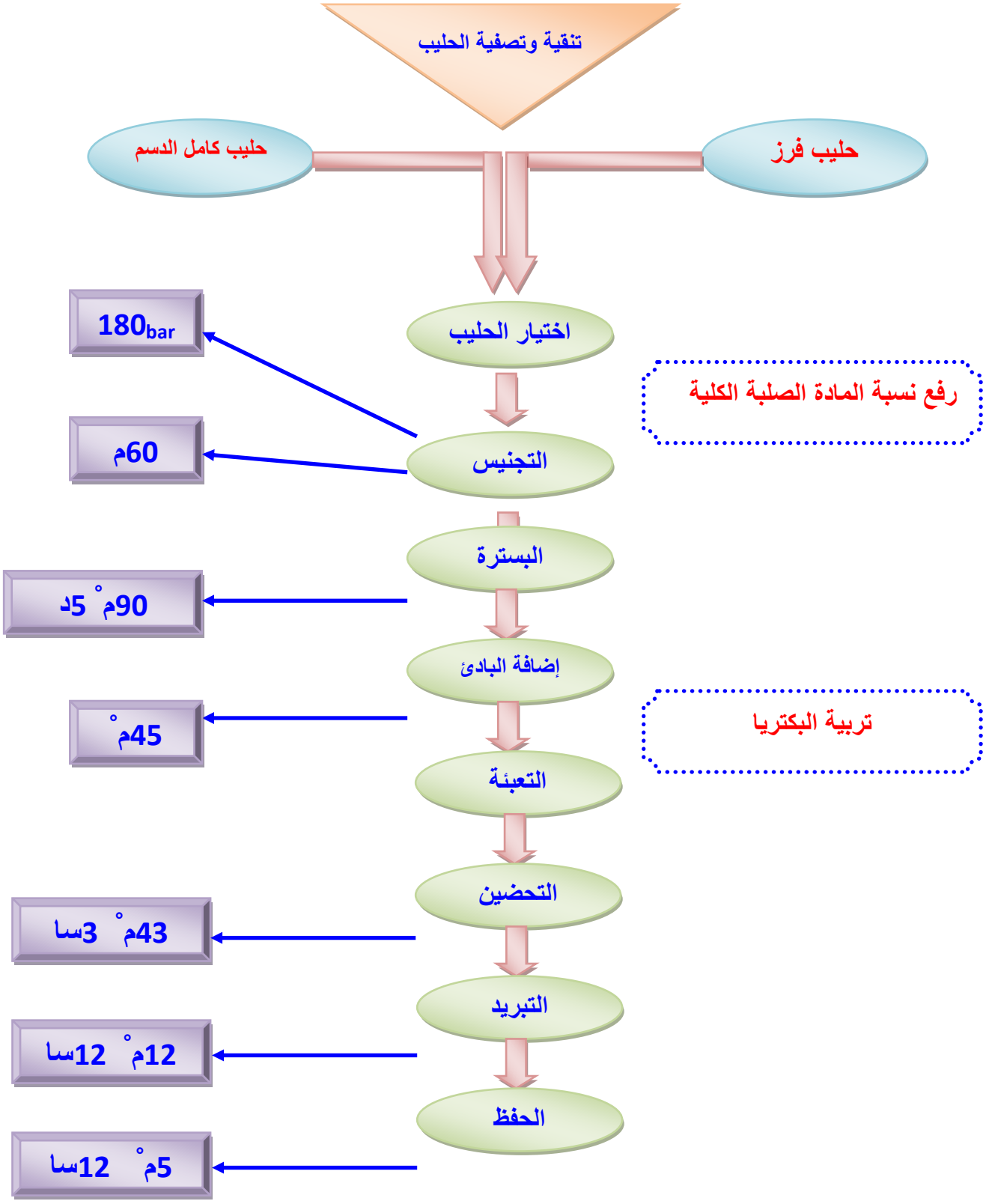
- لبن رائب كامل الدسم يحتوي أكثر من 3%دسم.
- لبن رائب متوسط الدسم يحتوي على 3%_0.5دسم.
- لبن رائب منخفض الدسم يحتوي على 0.5%دسم.

وبالرغم من أن هذه النسب قد تختلف اختلافا"بسيطا"عما هو مقرر(فمثلا"في بعض البلدان يتم إنتاج لبن رائب تتراوح نسبة الدسم فيه بين 10%_4.5 و يسمى اليوغورت البلقاني) إلا أن الهدف من التركيب القياسي هو تعديل تركيب المنتج و حماية المستهلك.

المخطط التكنولوجي لإنتاج لبن اليوغورت:

يعرف لبن اليوغورت بأنه لبن مخمر ذو قوام متماسك يصنع من الحليب كامل الدسم أو من الحليب الفرز الطازج بعد تركيزه .

ويتم تصنيعه حسب المخطط التالي:


تنقية وتصفية الحليب
حليب كامل الدسم
حليب فرز
اختيار الحليب
رفع نسبة المادة الصلبة الكلية
180bar
التجنيس
60م
البسترة
90م° 5د
إضافة البادئ
تربية البكتريا
45م°
التعبئة
التحضين
43م° 3سا
التبريد
12م° 12سا
الحفظ
5م° 12سا

الشرح التفصيلي للمخطط :

A-اختيار و فحص الحليب :

للحليب المراد صنع لبن اليوغورت منه مواصفات :

أ-أن يكون ذو كثافة عالية : 1.028 كثافة الحليب كامل الدسم

1.032 كثافة حليب الفرز

ب-أن يحوي نسبة مرتفعة من البروتين

ج-خالي من البكتيريا و الأحياء الدقيقة الممرضة

د-خالي من المضادات الحيوية التي تمنع نمو البكتيريا

استلام و تصفية الحليب

B-رفع نسبة المادة الصلبة الكلية :

تتم عملية رفع المادة الصلبة الكلية في معمل الشرق في حلب بشكل رئيسي عن طريق التكثيف أي سحب جزء من رطوبة الحليب عن طريق التبخير تحت تفريغ بعد رفع درجة الحرارة حتى 70م يستفاد من هذه الطريقة المستمرة في إزالة الروائح التي قد يكتسبها الحليب خلال عملية النقل و الحلابة كون الحليب شره

جدا"للروائح وقد تبين أن رفع نسبة المواد الصلبة اللادهنية يؤدي الى زيادة الحموضة المعايرة لليوغورت و انخفاض زمن التخثر .

تأثير المادة الصلبة الكلية على الحموضة و زمن التخثر.

المادة الصلبة الكلية (%)	زمن التخثر (ساعة)	حمض اللبن (%)
12	3.5	0.80
14	3.5	0.84
16	3.0	0.83
18	2.5	0.88

c-تجنيس الحليب :

الغاية من تجنيس الحليب منع انفصال القشدة في مراحل التصنيع القادمة مما يعطي للبن اليوغروت منظرا يشعر المستهلك بدسامته ولكن لعملية التجنيس سلبياتها حيث تؤثر على حبيبات الكازئين فتتشكل خثرة طرية غير مرغوبة في اللبن زيادة قابلية الكازئين للارتباط بالماء وبالتالي ثبات الخثرة الطرية في اللبن الرائب وتفتيت ذرات مسحوق بودرة الحليب المضافة سابقا تتم عملية التجنيس على درجة الحرارة 60م.

جدول (5) التغيرات الفيزيائية والكيميائية للحليب بفعل التجنيس.

أثر التجنيس	التغيرات المتعلقة باللبن
زيادة	

اللزوجة	انخفاض في حجم كريات الدسم وزيادة الامتزاز على جسيمات الكازئين والتي تزيد الحجم الفعال الكلي للمادة المعلقة.
فعالية كزانثين أوكسيداز	تسبب تمزق غشاء كرية الدسم الذي يحتوي على نصف كمية الأنزيم الموجود في الحليب.
تبيض اللون	زيادة في عدد كريات الدسم التي تؤثر على معامل انعكاس وتبعثر الضوء.
التحلل الدهني	زيادة في السطح الكلي للدسم والمتعرض لفعل الليباز وتمزيق غشاء كرية الدسم والذي يزيد التحلل الدهني بفعل البادئ.
الفوسفوليبيدات في الحليب المقشور	معظم مادة غشاء كرية الدسم ينتقل إلى الحليب المقشور بسبب الفعل الفيزيائي.
الرغوة	بسبب زيادة الفوسفوليبيدات في طور الحليب المقشور فإن ضخ الحليب يمكن أن يسبب رغوة في خزانات لتحضين.

انخفاض:	
حجم كرية الدسم	يمنع تشكل " خط القشدة" في اللبن وخاصة أثناء التحصين.
النكهة التأكيدية	بسبب هجرة الفوسفوليبيدات إلى طور الحليب المقشود وتشكيل مركبات السلفوهيدريل التي تعمل كمضادات أكسدة.
ثباتية البروتين	تغيرات في تفاعل (بروتين- بروتين) كناتجة للدنترة الجزئية وزيادة التوازن الملحي.
الكازئين في الطور الدسم	انتقال جزئي للكازئين من الحليب المقشود ليشكل غشاء جديد حول كريات الدسم الصغيرة المتشكلة حديثا.
انفصال المصل	زيادة في الهيدروفيلية والقدرة على ربط الماء بسبب تفاعل غشاء كرية الدسم والكازئين وتفاعلات (بروتين- بروتين) الأخرى.

صورة المجنس

d-المعاملة الحرارية:

تطبق عملية البسترة على الحليب عند الدرجة 90- 95 ْم لمدة 3-5 دقائق

والهدف منها:

- القضاء على الأحياء الدقيقة الممرضة الموجودة في الحليب.
- تنشيط بكتريا البادئ بسبب إتلاف المواد القاتلة للبكتريا الموجودة في الحليب الطازج مثل اللاكتينات وكذلك بسبب خفض كمية الأحياء الدقيقة الكلية الموجودة في الحليب الطازج والمعيقة لنموها، الجدول (6).
- إحداث تحلل جزئي للبروتينات وإنتاج الأحماض الأمينية والببتيدات الضروري لنمو بكتريا البادئ مما يؤدي إلى خفض زمن لتحضين، إضافة إلى تشكل حمض الفورميك الهام لتنشيط بكتريا L. bulgaricus كما هو مبين في الجدول (7)، (8).

- إتلاف الأنزيمات المسببة لفساد الحليب وخاصة الليباز.
- حدوث تفاعل بين بيتا لأكتو غلوبولين وكازئين كابا لتشكيل معقد يعمل على زيادة خواص الكازئين المحبة للماء ومنع انفصال المصل.
- ترسب القسم الأعظم من بروتينات المصل مما يحسن من الخصائص الحسية المنتج النهائي ويرفع القيمة الغذائية له.

جدول (7): تأثير المعاملة الحرارية على المكونات الآزوتية للحليب.

المعاملة الحرارية المادة الآزوتية	63 ْم/30د	80 ْم/10د	120 ْم/15د
الكازئين	0.60 +	14.95+	18.77+
البروتين المنحل	2.23−	62.40−	89.38−
بيتالاكتو غلوبولين	1.80−	59.56−	94.30−
مواد آزوتية غير بروتينية	0	0	25.00+

جدول (8): تأثير المعاملة الحرارية على عملية التخثر أثناء تصنيع اللبن.

المعاملة الحرارية	85 ْم/30د	90 ْم/30د	95 ْم/30د
زمن التخثر (ساعة)	2.01	2.04	2.04
حموضة الخثرة (% حمض لبن)	0.63	0.50	0.50

e-إضافة البادئ:

تستخدم غالبا مزارع البكتيريا المعدة لتلقيح البادئ في صناعة اليوغروت من البكتيريا النقية والمحبة للحرارة فقط وأهم أصنافها المستخدمة هي:

1. Lactobacillus bulgaricum
2. Streptococcus thermophillus

أما البكتريا غير المحبة للحرارة فلا تستخدم أطلاقا لأن ذلك يؤدي إلى حموضة شديدة بعد عملية التبريد مباشرتا.

يضاف البادئ بعد تبريد الحليب إلى الدرجة c45 بنسبة 2-3% في كمية الحليب مع الخلط لمزوج الحليب بشكل جيد وتوزيع البادئ على الحليب بشكل متجانس.

تعبئة الحليب الملقح.

g-التعبئة:

تمد آلات تعبئة اللبن على مبدأ المستوى ألحجمي، لكن يجب الانتباه إلى أن مكابس مضخة التعبئة قد تسبب بعض التقطيع للخثرة وبالتالي انخفاض اللزوجة لذلك يوصى بخفض سرعة التعبئة واستخدام خرطوم تعبئة ذو فوهة مثقبة بثقوب كبيرة حيث أن لزوجة اللبن تنخفض قليلا عند التعبئة ثم تزداد بعد التخزين المبرد لمدة 24 ساعة أما معاملة الخثرة بشكل غير مناسب عند التعبئة فتؤدي إلى خفض اللزوجة عند التعبئة ولا يحدث لها أي زيادة بعد التخزين المبرد بل على العكس يحصل انفصال المصل ويكون القوام رخوا وغير متماسك.

يعبئ الحليب بعد تلقيحه في كؤوس من البلاستك سعة 5 كغ بواسطة التعبئة مع التفريغ لمنع الهدر أثناء التعبئة.

الفصل الثالث:

طرائق معالجة المياه الخارجة من معامل الألبان

معالجة المياه الملوثة الناتجة عن صناعة الحليب

موجز:

هناك العديد من الصناعات التي تنتج مياه ملوثة يجب معالجتها قبل صرفها إلى البيئة المحيطة. لقد طورت العديد من طرق المعالجة لهذه المياه الملوثة صناعيا كاستجابة للتشريعات المحلية لمنع التلوث . وبشكل عام فإن مختلف الصناعات تبحث بشكل دائم عن بدائل اقتصادية و فعالة للتخلص من هذه المياه الملوثة بشكل امن .

من أجل الحصول على فهم واضح لتأثيرات المنصرفات الصناعية على البيئة و من أجل التمكن من وضع إستراتيجيات مناسبة لمنع التلوث فإن كل من خواص و متغيرات و تأثيرات المياه الملوثة الصناعية قد نوقشت بالتفصيل ضمن الأطروحة .

اعتمادا على كمية و تركيز و سمية ووجود المواد العضوية الغير قابلة للتحلل البيولوجي ضمن المياه الملوثة فإن عملية المعالجة يمكن أن تتضمن واحد أو أكثر من المراحل التالية : المعالجة الأولية ،المعالجة الفيزيائية ،المعالجة الكيميائية ،المعالجة البيولوجية .

تعتبر صناعة الحليب المصدر الأكبر للمياه الملوثة الناتجة عن التصنيع الغذائي في العديد من البلدان و من بينها على سبيل المثال سوريا .و على الرغم من أن صناعة الحليب لا ترتبط على العموم بمشاكل بيئية صارمة فإنه يجب الأخذ بعين الاعتبار تأثيرها على البيئة خصوصا" إذا علمنا أن ملوثات معامل الحليب على الأغلب ذات منشأ عضوي . تم التطرق في هذا البحث إلى تكنولوجيا تصنيع منتجات الحليب المختلفة بالإضافة إلى أساليب معالجة المياه الملوثة الناتجة عن تصنيعها .

يعتبر المصل الناتج عن تصنيع الاجبان سائلا" شديد التلوث العضوي بحيث يمكن أن تبلغ قيمة الاحتياج الكيمائي للأكسجين (COD) إلى 70000 ملغ/ليتر . تشير العديد من الأبحاث الحديثة إلى نجاح المعالجة البيولوجية لاهوائية في معالجة الملوثات الصناعية عالية المحتوى العضوي . لذلك فإن هذه الدراسة قد تطرقت الى استخدام المعالجة لاهوائية في معالجة المصل .

معالجة المياه الملوثة الناتجة عن صناعة الحليب

1- المقدمة:

تعتبر صناعة الحليب بشكل عام أكبر مصدر للمياه الملوثة الناتجة عن تصنيع الأغذية في العديد من البلدان . و مع نمو إدراك أهمية المعايير المطورة لمعالجة المياه الملوثة فإن متطلبات التصنيع قد أصبحت صارمة بشكل متزايد . تتصف صناعة الحليب بأنها ذات منتجات متنوعة و كذلك خطوط الإنتاج . يمكن لمعمل الحليب أن يضم واحد أو أثنين من خطوط الإنتاج أو ربما كل خطوط الإنتاج (حليب مبستر ، جبنه ، زبده ....الخ) .

بسبب احتواء المياه الملوثة الناتجة عن تصنيع الحليب على مواد قابلة إلى حد كبير للتحلل البيولوجي فإن هذه المياه يمكن معالجتها بشكل فعال بأنظمة المعالجة البيولوجية . لذلك فإن هذا البحث يتطرق إلى خيارات معالجة المياه الملوثة المنصرفة عن معامل الحليب و يتضمن أيضا" بحث عملي لاختبار قدرة المفاعل اللاهوائي الدفعي و المثار لمعالجة المصل .

2- تصنيع منتجات الحليب :

إن صناعة الحليب يمكن تقسيمها بشكل عام الى نوعين رئيسيين من حيث الإنتاج:

أ- الإنتاج الأولي للحليب في المزارع الحيوانية (بقر، أغنام، .. الخ) و ذلك للاستهلاك البشري.

ب- تصنيع الحليب بغرض إطالة مدى البيع للحليب و منتجاته وهذا الأمر يتم بشكل نموذجي بواسطة:

a) المعالجة الحرارية لضمان سلامة استهلاك الحليب و لإطالة مدة الاحتفاظ به.
b) إعداد مختلف أنواع منتجات الحليب بشكل مهدرج أو شبه مهدرج كالزبدة و الجبنة القاسية و بودرة الحليب، مما يؤمن إمكانية تخزينها.

تتوزع صناعة الحليب في مختلف دول العالم ، و على أية حال فـ'ن بنية و تركيب المصنع يختلف من بلد الى بلد . بالنسبة للدول النامية فان الحليب على الأغلب يباع للاستهلاك المباشر ، و أما في البلاد المتطورة فان قسما" كبيرا" من الحليب يتم تصنيعه . و عادة ما تتوضع معامل تصنيع الحليب ذات الفترة التشغيلية القصيرة (مثل معامل اللبن و الجبنة الطرية و الكريمة) على

تخوم المدن لتكون قريبة من مراكز البيع . و أما المعامل ذات الحياة التشغيلية الطويلة و التي تنتج (على سبيل المثال الزبدة أو بودرة الحليب أو بودرة المصل) فإنها تميل الى التواجد في المناطق الريفية قريبة من أماكن تواجد منتجي الحليب الطازج .

3- المياه الملوثة الناتجة عن تصنيع الحليب

ان حجم و تركيز وتركيب المياه الملوثة الناتجة عن وحدة تصنيع الحليب تعتمد على نوع المادة المنتجة و طريقة التصنيع و درجة إدارة المياه المستخدم أثناء التصنيع وبعده. و بشكل عام فان المياه الملوثة الناتجة يمكن تقسيمها لثلاثة مجموعات: مياه التصنيع(تستخدم للتسخين مثلا") و المياه الملوثة الناتجة عن عمليات التنظيف و مياه الصرف العادية (عادة ما تصرف مباشرة للمجاري).

قبل البدء بتحديد خيارات معالجة المياه الملوثة الناتجة عن تصنيع الحليب، لا بد من معرفة الطرق المتنوعة لتصنيع الحليب و أحمال التلوث المقابلة لمختلف منتجات الحليب(الجدول 2).

ان كمية الملوثة الناتجة عن تصنيع الحليب يمكن تقديرها حسب هيئة صناعة الحليب الأمريكية كما هو مبين بالجدول(3).

جدول (2) قيم كل من COD و BOD5 لبعض منتجات الحليب (Howard, & Wang 2004)

المنتج	BOD5 mg/l	COD mg/l
الحليب	114,000	183,000
قشدة الحليب	90,000	147,000
الزبدة	61,000	134,000
كريمة الحليب	400,000	750,000
الحليب المجفف	271,000	378,000
المصل	42,000	65,000
البوظة	292,000	-

جدول (3) كمية المياه الملوثة الناتجة عن تصنيع الحليب (Cast, 1995)

المنتجات	الملوثة القيم الوسطية للمياه (L/kg milk)
الحليب	0.10-5.40
الجبنة	1.63-5.70
البوظة	0.80-5.60
الحليب المكثف	1.00-3.30
بودرة الحليب	1.50-5.90
جبنه الكوتيج	0.80-12.40
الحليب و جبنه الكوتيج	0.05-7.20
الكوتيج الحليب و البوظة و جبنه	1.40-3.90
منتجات متنوعة	0.80-4.60

يملك الحليب احتياج وكسجيني بيولوجي (BOD) ما يعادل 250 مرة اكبر من تلك التي تحتويها مياه المجاري المنزلية. لذلك فمن الطبيعي أن نتوقع حملا" عضويا" عاليا" للمياه الملوثة الناتجة عن صناعة الحليب. فعلى سبيل المثال فان قيمة كل من COD و BOD للمصل الناتج عن تصنيع الجبنة تقدر ب 68000 ملغ/ل لأجل COD و 35000 ملغ/ل من أجل BOD علما" أن اللاكتوز يساهم بـ 90% من هذه القيم

4- معالجة المياه الملوثة الناتجة عن صناعة الحليب

4-1 مقدمة:

تعتبر صناعة الحليب إحدى أعظم مصادر المياه الملوثة الناتجة عن صناعة الأغذية في العديد من البلدان. و مع ازدياد الاهتمام بالمعايير المسموحة لصرف المياه الملوثة الى المصبات المائية فان القوانين المحددة لصرف المياه الملوثة الناتجة عن صناعية الحليب أصبحت أكثر صرامة. و على الرغم من أن صناعة الحليب لا تعتبر ذات ارتباط كبير بالمشاكل البيئية الحادة إلا انه يجب تأثيرها البيئي بعين الاعتبار لما تحتويه من ملوثات ذات طبيعة عضوية. لابد من الإشارة انه مع الإدارة الجيدة للمياه الملوثة باستخدام الدارة المغلقة فان معالجة المياه الملوثة الناتجة عن صناعة الحليب لا تكون تلك المشكلة الكبيرة.

كل مراحل تصنيع الحليب بما فيها الإنتاج و التصنيع و التعبئة و النقل و التوزيع و التسويق تعتبر ذا ت تأثير بيئي. تبعا" للطبيعة المختلفة و التنوع الكبير لمنتجات صناعة الحليب فان الملوثات الناتجة عن التصنيع تختلف كما" و نوعا" و التي بحال عدم معالجتها ستؤدي الى

مشاكل تلوث كبيرة. و على العموم فان الملوثات الناتجة عن تصنيع الحليب تحوي كمية كبيرة من الملوثات العضوية مثل البروتينات و الكربوهيدرات و الدهون، كما تحوي تراكيز عالية من المواد الصلبة المعلقة و النتروجين بالإضافة الى الزيوت و الشحوم مع التنوع الكبير بقيمة حموضة المياه(pH). وهذا بالطبع يفرض معالجة خاصة لهذه الملوثات لمنع أو لتخفيف المشاكل البيئية التي قد تنتج عنها.

إن التخلص من المياه الملوثة الناتجة عن صناعة الحليب عادة ما يواجه بإحدى المشاكل التالية:

أ- فرض غرامات مالية كبيرة من قبل السلطات المحلية لقاء معالجة هذه المياه الملوثة ضمن محطات المعالجة المحلية.

ب- التلوث الناتج عن صرف هذه المياه الملوثة بدون معالجة.

ت- الحصول على كميات كبيرة من الحمأة لمصانع الحليب التي تعتمد على الطريقة الهوائية لمعالجة المياه الملوثة.

ان مستوى المعالجة عادة ما يرتبط بالتشريعات المحلية. فبينما أغلب مصانع الحليب الكبيرة تملك محطات معالجة خاصة بها أو على الأقل تصرف المياه الملوثة بعد معالجتها بشكل أولي الى محطات معالجة مياه الصرف الصحي المحلية إذا كانت متوفرة أو تصرفها الى مياه البحر، فان الكثير من المصانع الصغيرة لتصنيع الحليب تصرف مياهها الملوثة الى الأراضي لاستخدامها في الري.

يمكن تلخيص مراحل معالجة المياه الملوثة الناتجة عن تصنيع الحليب كما يلي:

الفصل أو العزل.

- التصفية.
- التعديل.
- ضبط pH.
- إزالة الدهون.
- إزالة الحمل العضوي (BOD).
- استخدام المياه المعالجة بري الأراضي.

2-4 خيارات المعالجة:

إن الطبيعة المتنوعة للمياه الملوثة الناتجة عن تصنيع الحليب، من حيث معدل التدفق و تغير قيم pH المياه و محتوى المواد الصلبة المعلقة، يجعل خيارات المعالجة صعبة. و بسبب كون ملوثات صناعة الحليب قابلة للتحلل البيولوجي بشكل كبير فان معالجة المياه الملوثة بالطريقة البيولوجية تكون فعالة و مجدية.

هناك ثلاثة خيارات لمعالجة المياه الملوثة الناتجة عن تصنيع الحليب:

أ- التصريف الى اقرب محطة معالجة مياه صرف صحي محلية.

ب- إزالة المواد شبه الصلبة و الملوثات الخاصة من قبل متعهد بحيث يقوم بالتخلص منها وفق طريقة سليمة بيئيا" متفق عليها سلفا".

ت- معالجة المياه الملوثة الناتجة بواسطة محطة معالجة ضمن الموقع (مخصصة للمعمل).

إن الخيارين الأول و الثاني مرتبطان بزيادة الكلفة لذلك فان الخيار الثالث ينصح به عموما".

3-4 المعالجة البيولوجية :

ان التحلل البيولوجي يعتبر أحد أكثر الطرق الواعدة لإزالة المواد العضوية من المياه الملوثة الناتجة عن صناعة الحليب و منتجاته. و على أية حال فان الحمأة الناتجة عن المعالجة الهوائية تقود الى مشاكل جدية و تتبعها زيادة في الكلفة خصوصا" للتخلص منها بشكل امن.

4-4المعالجة البيولوجية اللاهوائية :

إن المعالجة البيولوجية اللاهوائية تتم بواسطة عمل البكتيريا في وسط لايحوي أكسجين و بحيث تحول المواد العضوية الى الغاز الحيوي(الميتان و ثاني أكسيد الكربون) و الكتلة الحيوية الجديدة و النواتج اللاعضوية. حوالي 95 % من الحمل العضوي من الملوثات العضوية تحول الى غاز حيوي بالطريقة اللاهوائية، و الباقي يستخدم للنمو البكتيري و الصيانة للخلايا البكتيرية.

تتلخص المعالجة اللاهوائية للملوثات العضوية عبر ثلاثة مراحل:

أ- مرحلة الحلمهة:

و فيها تقوم البكتيريا اللاهوائية بفرز أنزيمات الى الوسط الخارجي بحيث تقوم بتفكيك المواد العضوية المعقدة التي لا تستطيع المرور عبر الجدار الخلوي الى مواد بسيطة منحلة تتمكن من المرور بسهولة عبر الجدار الخلوي، و على سبيل المثال الكربوهيدرات المعقدة تحول الى سكريات بسيطة و الدهون المعقدة الى حموض دهنية و البروتينات المعقدة الى حموض أمينية.

ب- مرحلة إنتاج الحموض و إنتاج الاسيتيت:

خلال مرحلة إنتاج الحموض فان نواتج الحلمهة تدخل عبر الجدر الخلوية للبكتريا و يتم أكسدتها لاهوائيا" (تخمير) بحيث ينتج الأكسدة غاز ثاني أكسيد الميتان و غاز الكبريت و الكحول و حموض عضوية أخرى و مركبات تحوي النتروجين العضوي و الكبريت العضوي. إن الحمض العضوي الأكثر أهمية من بين الحموض هو الاسيتيت. أن الاسيتيت هو الحمض العضوي الأساسي الذي يستخدم من قبل بكتريا الميتان لإنتاج غاز الميتان. إن الحموض الدهنية ذات السلاسل القصيرة، غير حمض الاسيتيت، و التي تنتج في المرحلة الحمضية(إنتاج الحموض)

تتحول بدورها الى حمض الاسيتيت وغاز الهيدروجين و غاز ثاني أكسيد الكربون بواسطة بكتيريا المنتجة للاسيتيت (مرحلة إنتاج الاسيتيت). الهيدروجين المتوفر (H2) و غاز ثاني أكسيد الكربون تتحول جزئيا" الى حمض الاسيتيت. كلا" من حمض البروبيونيت و البيوتايريت لايمكن استخدامها مباشرة من قبل بكتيريا الميتان لذلك تقوم بكتيريا الاسيتيت المنتجة للهيدروجين بتحويلها اسيتيت و هيدروجين، و لا تبدأ عمليه تفكيك هذين الحمضين حتى تستهلك بكتريا الميتان كامل حمض الاسيتيت الموجود. إن بكتيريا الاسيتيت تتكاثر بشكل بطيء و زمن التوالد عادة ما يكون اكبر من ثلاثة أيام.

ت- مرحلة إنتاج الميتان:

في هذه المرحلة يتم إنتاج أغلب غاز الميتان من الاسيتيت و من كلا غاز الهيدروجين و غاز ثاني أكسيد الكربون. غاز الميتان أيضا" يتم إنتاجه من الأكسدة اللاهوائية لبعض المركبات العضوية غير الاسيتيت. حوالي 70 % من غاز الميتان يتم إنتاجه من الاسيتيت.

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على المعالجة البيولوجية اللاهوائية للملوثات العضوية مثل درجة الحرارة و حموضة المياه و وجود العناصر السامة و نوع الملوثات المراد معالجتها و قلوية المياه و زمن المكوث و مدى توفر المواد المغذية مثل الفوسفور و النتروجين، ..الخ.

إن المياه الملوثة الحاوية على نسبة عالية جدا" (مثلا" COD اكبر من 4000 ملغ/ل) من المواد العضوية عادة ما تعالج بالطريقة اللاهوائية، و عموما" فان أنظمة المعالجة البيولوجية اللاهوائية يمكن إن تنقسم لقسمين:

أ- نظام لاهوائي ذو وسط معلق (Anaerobic suspended growth system) و فيه تبقى البكتريا اللاهوائية معلقة ضمن الوسط بواسطة المزج.

ب- نظام لاهوائي ذو وسط ثابت (fixed-film system Anaerobic) و فيه تنمو البكتريا اللاهوائية على وسط ثابت (ألواح بلاستيكية مثلا") لتشكل طبقة رقيقة (Film) من التجمعات الهائلة البكتيرية لمعالجة الملوثات بحيث تكون قادرة على أكسدة الملوثات العضوية.

إن الجدول (4) يبين بعض كفاءات الأنظمة البيولوجية الهوائية و اللاهوائية المختلفة في معالجة المياه الملوثة الناتجة عن معامل تصنيع الحليب:

البيولوجية المختلفة في معالجة المياه الملوثة الناتجة عن معامل تصنيع. كفاءات بعض الأنظمة الحليب.

المعالجة البيولوجية	طريقة المعالجة	**مصدر المياه** الملوثة	**إزالة** COD %	BOD **إزالة**%	* ملاحظات
هوائية	حماة منشطة	زبده/بودرة حليب	90		
	فلاتر بيولوجية	مياه ملوثة لمعمل تصنيع الحليب	-	92	
	حوض دفعي متتابع	**مياه ملوثة لمعمل تصنيع الحليب**	91-97		
		مياه ملوثة من معمل تصنيع الجبن	> 97		OLR =0.5 kg COD/day
		ملوثات لمعمل تصنيع الحليب	80		OLR = 10 g COD / l
	أقراص التماس البيولوجية	مياه ملوثة لمعمل تصنيع الحليب	85		0.5 kg COD/ hour
	البرك المهواة	ملوثات معمل حليب	-	85	5 days of aeration
لا هوائي	"الأحواض المثارة كليا	مياه ملوثة من معمل تصنيع الجينة (80 % مصل % ماء + 20 (17000 mg/l COD)	90		HRT > 9 days
	حوض ذو سرير دفقي	مياه ملوثة لمعمل تصنيع الحليب	80		
	حوض لاهوائي ذو جريان نحو الأعلى و ذو سرير من الحمأة UASB	مياه ملوثة لمعمل تصنيع البوظة	86		HRT = 18.4h 3 kg TOC / .day
		مياه ملوثة من معمل تصنيع الجبن	86		HRT = 16h 49.5 kg COD / day
		مياه ملوثة لمعمل تصنيع الحليب	70-90		
	هاضم ذو سرير ثابت	مصل الجينة (59000 mg/l)	90-95		HRT = 2-2.5 days 12.5 kg COD / day
	مفاعل لاهوائي غشائي + غشاء ذو فلتر مجهري	مصل الجينة (62000 mg/l)	99.5		HRT = 7.5 days
	هاضم لاهوائي بمرحلتين	مياه ملوثة لمعمل تصنيع الحليب (COD 50000 mg/l)	72		

* OLR : معدل التحميل ، HRT: زمن المكوث العضوي

القسم العملي

الفصل الرابع :

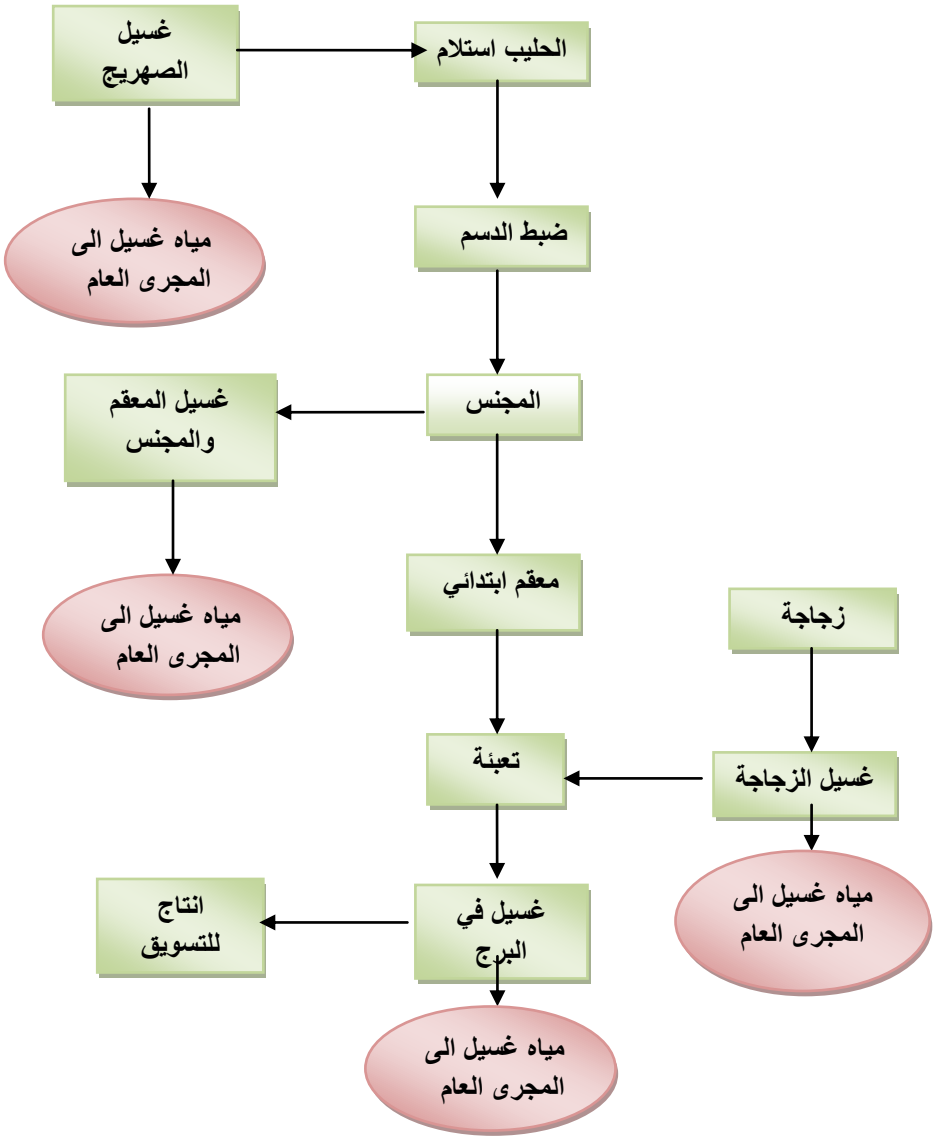
تصميم مراحل معالجة المياه
الخارجة من معمل ألبان حلب

مصدر المياه الخام التي ستعالج:

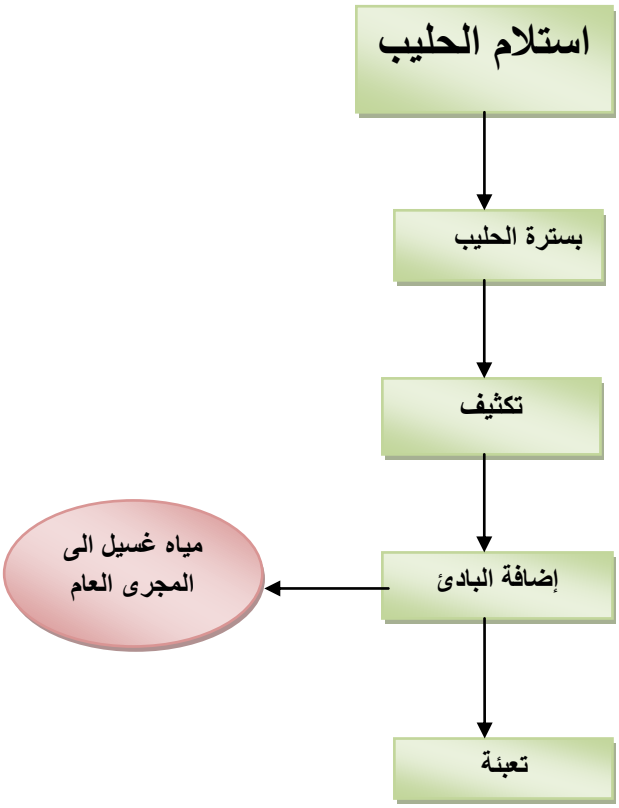
إن مصدرا لمياه الخام سيكون من مياه صرف معمل الألبان الاجبان في مدينة حلب والذي يتكون من الأقسام الإنتاجية التالية:

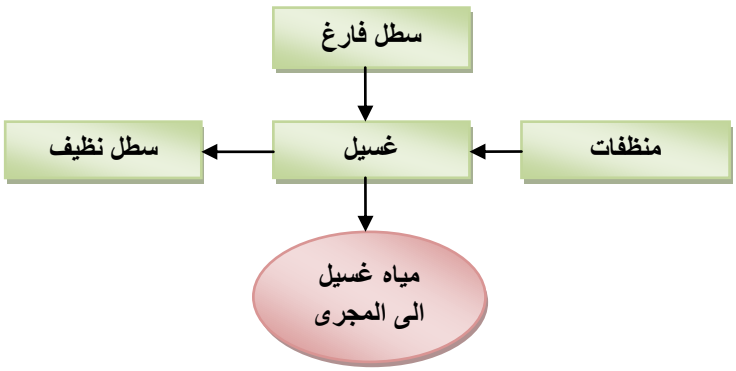
حليب معقم – حليب مبستر لبن رائب جبنه مطبوخة –جبنه قشقوان

الحليب المعقم

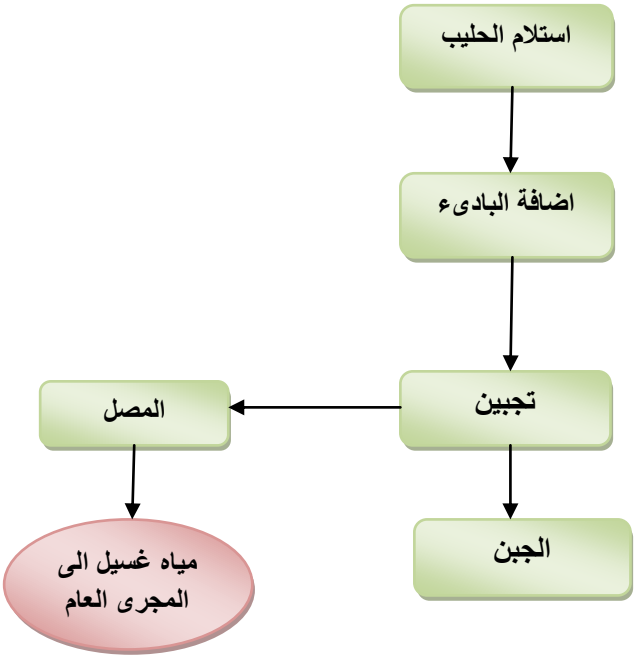


اللبن


استلام الحليب
بسترة الحليب
تكثيف
إضافة البادئ
مياه غسيل الى المجرى العام
تعبئة


سطل فارغ
غسيل
منظفات
سطل نظيف
مياه غسيل الى المجرى

جبنة القشقوان



ملاحظة :يحتوي المصل الذي يلقى في المجرى العام على المواد التالية :

(دسم 25%–أملاح الكالسيوم –أملاح المغنيزيوم –أملاح البوتاسيوم –بروتينات حيوية – سكر اللاكتوز)

علما":انه يمنع إلقاء المصل في المجرى العام ...

ويمكن إضافة خط لمعالجة المصل و الاستفادة من محتوياته في صناعات مختلفة كالأدوية و صناعة الزبدة

،أو بيعه للقطاع الخاص ،و عدم إلقاءه في المجرى العام

نتائج تحليل عينة من مخرج المرجل

NO.	parameter	Description	الواحدة	النتيجة	القيمة القياسية
01	T	درجة الحرارة	C	38	25
02	PH	الرقم الهيدروجيني	-	11.75	6-9
03	TDS	الأملاح الكلية المنحلة	mg/L	4028	1200
04	TSS	مجموع المواد العالقة الكلية	mg/L	767	30
05	BOD	الاحتياج الكيميائي الحيوي	mg/L	56	40
06	COD	الاحتياج الكيماوي للأكسجين	mg/L	190	150
07	SO4	الكبريتات	mg/L	428	50
08	S	الكبريتيد	mg/L	0.00	1
09	NO3	النترات	mg/L	28	5
10	NH4/NH3	الأمونيا	mg/L	0.00	1
11	PO4	الفوسفات	mg/L	4.15	15
12	HM	مجموع المعادن الثقيلة ممثلة بالرصاص	mg/L	1.85	1
13	CR	الكروم الكلي	mg/L	0.00	0.5
14	CN	السيانيد	mg/L	0.00	0.1
15	AS	الزرنيخ	mg/L	0.00	0.1
16	C6H5OH	الفينول	mg/L	0.00	0.02
17	-	الزيوت و الشحوم	mg/L	1.15	10
18	CL	الكلوريد	mg/L	335	1
19	F	الفلوريد	mg/L	0.00	1.5
20	ABS	المنظفات	mg/L	0.00	1.05

نتائج تحليل عينة من غسيل السطل

NO.	parameter	Description	الواحدة	النتيجة	القيمة القياسية
01	T	درجة الحرارة	C	24	25
02	PH	الرقم الهيدروجيني	-	3.85	6-9
03	TDS	الأملاح الكلية المنحلة	mg/L	2052	1200
04	TSS	مجموع المواد العالقة الكلية	mg/L	1288	30
05	BOD	الاحتياج الكيميائي الحيوي	mg/L	825	40
06	COD	الاحتياج الكيماوي للأكسجين	mg/L	1860	150
07	SO4	الكبريتات	mg/L	8.00	50
08	S	الكبريتيد	mg/L	0.00	1
09	NO3	النترات	mg/L	28	5
10	NH4/NH3	الأمونيا	mg/L	0.00	1
11	PO4	الفوسفات	mg/L	3.1	15
12	HM	مجموع المعادن الثقيلة ممثلة بالرصاص	mg/L	2.15	1
13	CR	الكروم الكلي	mg/L	0.00	0.5
14	CN	السيانيد	mg/L	0.00	0.1
15	AS	الزرنيخ	mg/L	0.00	0.1
16	C6H5OH	الفينول	mg/L	0.00	0.02
17	-	الزيوت و الشحوم	mg/L	0.00	10
18	CL	الكلوريد	mg/L	38.5	1
19	F	الفلوريد	mg/L	0.00	1.5
20	ABS	المنظفات	mg/L	2.00	1.05

نتائج تحليل عينة من صالة الإنتاج

NO.	parameter	Description	الواحدة	النتيجة	القيمة القياسية
01	T	درجة الحرارة	C	33	25
02	PH	الرقم الهيدروجيني	-	10.8	6-9
03	TDS	الأملاح الكلية المنحلة	mg/L	710	1200
04	TSS	مجموع المواد العالقة الكلية	mg/L	15.5	30
05	BOD	الاحتياج الكيميائي الحيوي	mg/L	380	40
06	COD	الاحتياج الكيماوي للأكسجين	mg/L	870	150
07	SO4	الكبريتات	mg/L	25	50
08	S	الكبريتيد	mg/L	0.00	1
09	NO3	النترات	mg/L	24	5
10	NH4/NH3	الأمونيا	mg/L	0.00	1
11	PO4	الفوسفات	mg/L	1.2	15
12	HM	مجموع المعادن الثقيلة ممثلة بالرصاص	mg/L	1.8	1
13	CR	الكروم الكلي	mg/L	0.00	0.5
14	CN	السيانيد	mg/L	0.00	0.1
15	AS	الزرنيخ	mg/L	0.00	0.1
16	C6H5OH	الفينول	mg/L	0.00	0.02
17	-	الزيوت و الشحوم	mg/L	1.12	10
18	CL	الكلوريد	mg/L	28.4	1
19	F	الفلوريد	mg/L	0.00	1.5
20	ABS	المنظفات	mg/L	1.15	1.05

نتائج تحليل عينة من البرج

NO.	parameter	Description	الواحدة	النتيجة	القيمة القياسية
01	T	درجة الحرارة	C	42	25
02	PH	الرقم الهيدروجيني	-	9.2	6-9
03	TDS	الأملاح الكلية المنحلة	mg/L	285	1200
04	TSS	مجموع المواد العالقة الكلية	mg/L	90	30
05	BOD	الاحتياج الكيميائي الحيوي	mg/L	40	40
06	COD	الاحتياج الكيماوي للأكسجين	mg/L	95	150
07	SO4	الكبريتات	mg/L	382	50
08	S	الكبريتيد	mg/L	0.00	1
09	NO3	النترات	mg/L	27	5
10	NH4/NH3	الأمونيا	mg/L	0.00	1
11	PO4	الفوسفات	mg/L	3.1	15
12	HM	مجموع المعادن الثقيلة ممثلة بالرصاص	mg/L	2.15	1
13	CR	الكروم الكلي	mg/L	0.00	0.5
14	CN	السيانيد	mg/L	0.00	0.1
15	AS	الزرنيخ	mg/L	0.00	0.1
16	C6H5OH	الفينول	mg/L	0.00	0.02
17	-	الزيوت و الشحوم	mg/L	0.08	10
18	CL	الكلوريد	mg/L	28.4	1
19	F	الفلوريد	mg/L	0.00	1.5
20	ABS	المنظفات	mg/L	0.00	1.05

مراحل تصميم محطة المعالجة

إن التدفق المستهلك في المعمل يتراوح بين $(7000\text{-}8000)m^3/month$

نقوم بالتصميم على التدفق الوسطي $Q=7500\ m^3/month$

وذلك باعتبار كل التدفق المستهلك يذهب الى الصرف ولا يوجد هدر

وباعتبار انه لايوجد فصل شبكة الصرف الصحي في صرف المصنع يكون التدفق

$Q=7500\ m^3/mounth$

ويكون التدفق اليومي للمياه المالحة

$Q=7500/22=341=350\ m^3/day$

حيث يعطل في الأسبوع يومي الجمعة والسبت فتكون عدد أيام العمل الفعلية 22 يوم تقريبا

وحيث يوجد في المعمل وردية واحدة تعمل 8 ساعات فيكون التدفق الساعي الأعظمي :

$Q=350/8=44\ m^3/hr$

وبالاعتبار إن المعمل يقوم بعد كل ثلاث ساعات عمل بالغسيل القلوي والحمضي وبالتالي تبلغ تدفق الماء الاعظمي كل ثلاث ساعات فيكون التدفق التصميمي :

$Q=44*3=132\ m^3/hr$

تصميم وحدات محطة المعالجة :

أولا : تصميم المصافي

1- تصميم المناخل القضبانية وذلك من أجل حماية المعدات من المواد الكبيرة

تشكل المناخل القضبانية العناصر الأولى في محطات معالجة مياه المجاري و مهمتها الأساسية هي التخلص من المواد الطافية و الخشنة التي يمكن أن تعيق عمل وحدات محطة المعالجة .

تتألف المناخل من قضبان كروم متوازية مثبتة ضمن إطار معدني من الكروم هذا الإطار يتم زحلقه ضمن جدران غرفة المصافي بحيث يمكن بسهولة سحب المنخل عبر مجراة من الكروم مزروعة في البيتون .

تصمم المناخل على التدفق الأعظمي $Q_{\max} = \frac{12}{1000} m^3/\sec$ نختار التباعد بين القضبان $b = 20mm$ ونختار القضبان من المقطع الدائري بقطر $\phi = 10mm$ و بفرض سرعة الجريان بين القضبان $V = 0.6mm/\sec$ يحسب عدد الفتحات من العلاقة :

$$n = \frac{Q_{\max} * k_3}{b * h * v}$$

حيث:

K_3 – عامل يأخذ بعين الاعتبار تضايق فتحة المصفاة نتيجة تراكم العوالق و المواد المحجوزة ، و تتراوح قيمته بين (1.05 - 1.1) .

h – عمق الماء في القناة بحالة التدفق الأعظمي Q_{max} .

b – التباعد بين القضبان و بالتعويض في العلاقة نجد :

$$n = \frac{0.012 * 1.1}{0.02 * 0.03 * 0.6} = 30$$ فتحة

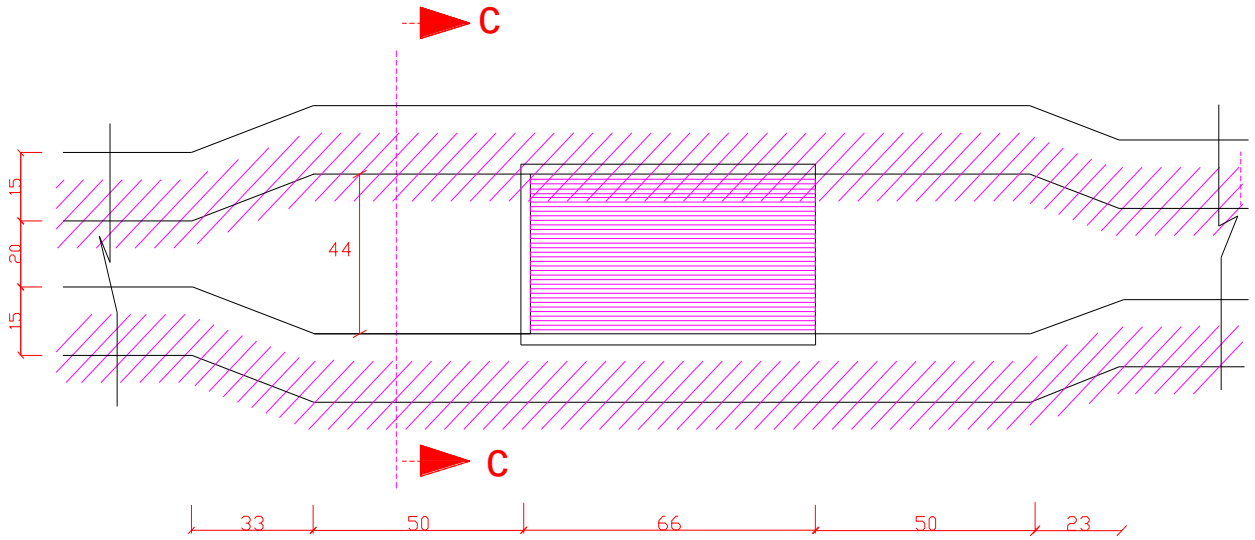
عرض غرفة المصافي يحسب من العلاقة :

$$B_b = b * n + s * (n-1)$$

حيث S – قطر القضيب المستخدم .

$$B_b = 0.02 * 30 + 0.010 * (30-1) = 0.8m$$

شكل (2) المناخل القضبانية



مسقط افقي للمصافي القضبانية

M: 1 / 10

$$L_1 = \frac{B_b - b_k}{2tg20} = \frac{0.44 - 0.20}{2tg20} = 0.33m$$

حيث B_b عرض حجرة المصفاة

b_k عرض القناة

بفرض العمق H=1.15 m

$$L_2 = 0.5m$$

$$L_3 = \frac{H}{tg\alpha} = \frac{1.15}{tg60} = 0.66m$$

$$L_4 = 0.5m$$

$$L_5 = 0.7 * L_1 = 0.7 * 0.33 = 0.231$$

يصبح الطول الكلي للمصفاة

$$0.33 + 0.5 + 0.66 + 0.5 + 0.321 = 2.221m$$

نتحقق من السرعة بين القضبان من العلاقة التالية :

$$V_B = \frac{Q_{\max} * K_3}{b * h * n} = \frac{0.012 * 1.1}{0.02 * 0.03 * 12} = 0.8m / \sec$$

و هي قريبة من القيمة المفروضة 0.6 m/sec .

يحسب ضياع الحمولة في غرفة المصافي أثناء عبور المياه للمصفاة من العلاقة التالية :

$$h = \varphi * \frac{V^2}{2g}$$

حيث : V السرعة داخل المصافي

φ عامل الاحتكاك و يحسب من العلاقة التالية :

$$\varphi = \beta * \left[\frac{s}{b}\right]^{\frac{4}{3}} \operatorname{Sin}\alpha$$

β عامل يتعلق بشكل مقطع قضبان المصفاة و يؤخذ (2.4) بالتعويض نجد :

$$\varphi = 2.4\left[\frac{0.01}{0.02}\right]^{\frac{4}{3}} * Sin60 = 0.825$$

$$h = 0.825 * \frac{0.6^2}{2 * 9.81} = 0.015m$$

تؤخذ قيمة الضياع لمياه المجاري ثلاث أضعاف القيمة المحسوبة :

$3*0.015=0.045m$

تصب غرفة المصافي في المكان من البيتون عيار ($300\ kg/m^3$) و ترتفع جدرانها أعلى من منسوب الأرض الطبيعية بمقدار(20 Cm) ، تدخل المياه بعد غرفة المناخل إلى الحوض الرطب للمضخات .

2-المصافي الميكرونية :

باعتبار إن حجم الجزئيات المحتجزة صغير جدا نستخدم المصافي الميكرونية ذو المسامات 65ميكرو متر

وبأخذ معل التحميل على المصافي الميكرونية 0.35 m/sec

حيث يتراوح معدل التحميل بين (0.35-0.40) م\ثا

A=معدل التحميل / التدفق

$Q=44/3600=0.012\ m^3/sec$

$A=0.012/0.35=0.034\ m^2$

وبفرض عرض المصافي $B=0.1\ m$

$A=2\pi R*B \quad 0.034=2\pi R*0.1$

$R=0.055m$

ثانيا :تصميم حوض التوازن وضبط PH

نأخذ حوضي توازن فيكون كل حجم حوض

V=132/2=66 m

نفرض عمق الحوض الواحد H=3m

فيكون سطح الحوض :

$A=V/H=66/3=22\ m^2$

نفرض إن L=3B فيكون :

A=B*L=3B*B=22

B=2.7 m

L=3*B=2.7*3=8.1

حيث وجدنا إن معا يرة الPH انه يتراوح بين (8-9) فهو مناسب لتصريف المياه الصرف أو يتم تعديله جزئيا بمحلول حمضي

ثالثا :تصميم التطويف :

1- تصميم حوض التطويف API :

إن أقطار جزئيات الدهون الزيوت والدسم تقريبا

D=200 micron

نحسب سرعة صعود الجزئيات الحدية للشحوم الى السطح وذلك

$$V=\frac{g*(\rho w-\rho dasm\ )d\hat{}2}{18*\mu*\rho}$$

حيث إن الوزن النوعي للدسم يتراوح gr/cm (0.85-0.87)

$$Vdasm = \frac{1*9.81*(1-0.85)*(200*10^{-6})^{\wedge}2}{18*1.012*10^{-6}*1} = 3.23 * 10^{-3}\ m/sec$$

نحسب السرعة الأفقية باعتبار إن :

VH/VDASM=10

VH=10*VDASM

VH=10*3.23*10^-3=3.23*10^-2 m/sec

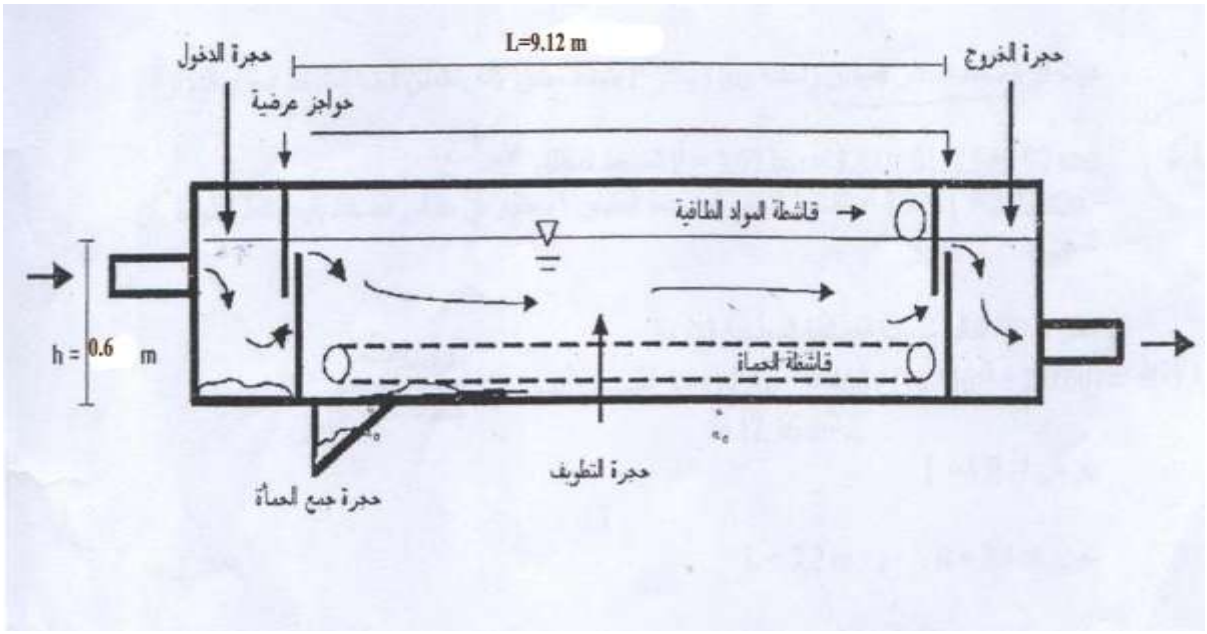
نحسب المساحة العرضية لحوض التطويف API

A=Q/VH

A=0.012/3.23*10^-2=0.31m

نفرض أن نسبة الارتفاع الى العرض (H/W=0.3-0.5)

H/W=0.3



$A=H*W=0.3 \Longrightarrow 0.3*w*w=0.31 \Longrightarrow$

$0.3*w^2 = 0.31 \Longrightarrow w= (0.31/0.3) = 1 \Longrightarrow w = 1m$

$H=w*3=0.3$

نضيف 30cm على الارتفاع ليصبح H =

60 cm

نحسب طول حوض التطويف من القانون

$L=f*(vh/c) *H=1.52(10) *0.6 =9.12m$

نتأكد من زمن بقاء في الحوض أكبر أو يساوي لمدة اللازمة للطفو:

زمن البقاء $T = L / VH = 9.12 / 3.27 * 10^{-2} =282 \text{ sec} =0.078 \text{ hr}$

زمن الطفو $T' = H / V =(0.6/3.23 * 10^{-3}) = 185 \text{ sec} =0.05 \text{ hr}$

نلاحظ أن $T' < T$ و هو المطلوب

2- حوض التطويف بالهواء المذاب :

وهو حوض معدني يتم فيه ضخ الهواء المضغوط الى داخل الماء المراد معالجته بواسطة مضخات حيث تتشكل فقاعات هوائية ضمن الحوض تلتصق مع جزيئات الدهون المعلقة وترفعها الى سطح الحوض حيث يتم كشطها بواسطة كاشط الى القناة الجانبية ويتم تصميمها حسب مقاييس عالمية حسب التدفق و كمية الدهون و لزوجتها .

حيث تم في المرحلة الأولى من التطويف تخفيض 50% من المواد الطافية وما تبقى من المواد التي يتم التخلص منها بواسطة جهاز التطويف الهوائي .

رابعاً : تصميم حوض المعالجة البيولوجية :

1 – نحسب مدة المكوث في الحوض حسب العلاقة :

$$Le / Li = (1 / 1 + k .xv . T)$$

حيث Le : تركيز ال BOD الخارج من حوض التهوية Le = 150 mg/l

حيث Li : تركيز ال COD الخارج من حوض التهوية Li = 1200mg/l

K : ثابت K = 0.03 l/mg . d

xv :تركيز MLVSS ضمن حوض التهوية

$150 / 1200 = (1 / 1+0.03 * 2000* x) \Longrightarrow T = 0.12\ d = 2.88\ hr$

ولكن زمن المكوث هو صغير لذلك سنأخذ التصميم على T =4 hr

وهو زمن المكوث لتصميم حوض التهوية .

2 – حساب حجم أحواض التهوية :

$$V = Q * T = 44 * 4 = 176\ m^3$$

وبفرض وجود حوضي تهوية وكل حوض هو دائري

وارتفاع كل حوض

H = 4 m

فتكون المساحة السطحية للحوض الواحد :

$$A = 88 / 4 = 22\ m^2$$

وحيث المساحة السطحية هو مساحة دائرة فيكون :

$$A = 3.14 * b^2 / 4 \Longrightarrow D = (A * 4 / 3.14)^{0.5} = (22*4 / 3.14)^{0.5}$$

D = 5.3 $\Longrightarrow$ D = 5.5 m

3 – حساب كمية الأكسجين اليومي اللازمة لأكسدة المواد الكربونية وذلك من خلال العلاقة :

$\{O2\} = a\{Lr\} + b\{xv\}$

حيث Lr : كمية ال BOD الكلية المزالة يومياً:

xv : كمية ال MLVSS في أحواض التهوية MLVSS = 2000 mg / l

a = 0.55kg o2 / kg BOD

b = 0.1 kg o2 / kg MLVSS

$\{O2\} = 0.55 \{(1200-150)*10^{-3}*350\} + 0.1 \{2000* 10^{-3}*176\}$

$\{O2\} = 237 = 240$ kg o2 / day

فتكون الكمية الساعية لكل متر مكعب :

$\{O2\} = (240*1000 / 24 * 176) = 56.8 = 57$ gr o2 /m^3 . hr

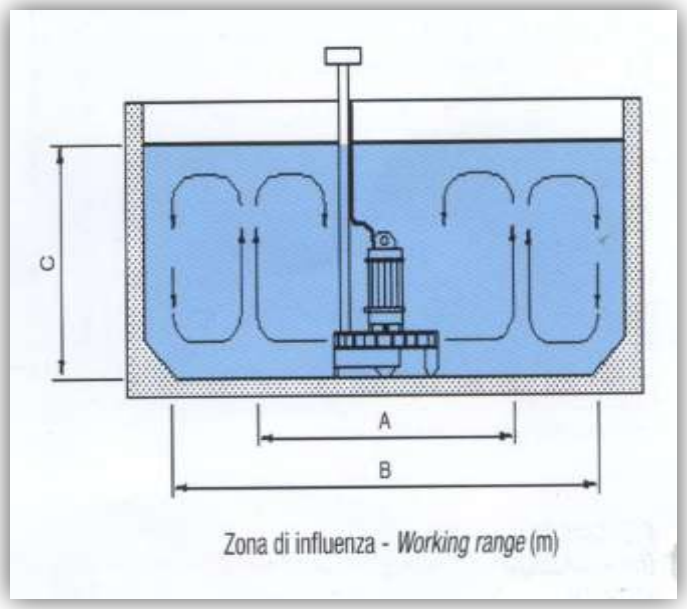
4-اختيار نوع التهوية :

توجد عدة انواع للتهوية :

1-تهوية سطحية .

2-تهوية سفلية .

وقد اخترنا التهوية السفلية لأن عمق الحوض كبير واخترنا المهويات من نوع SCM لأنه يوزع الهواء الى كامل الحوض ونحتاج منه الى جهاز واحد في كل حوض تهوية .



خامساً : تصميم حوض الترسيب الثانوي :

إن التدفق التصميمي للحوض هو أكبر تدفق تصل له من احواض التهوية :

التصميمي Q = 3* Q dwf =3 * 350 = 1050 m3 /d

بفرض إن معدل التحميل السطحي

$Q/A = 40\ m^3 / m^2\ d$

$A = (Q)/(Q/A) = (1050/40) = 26.3\ m^2 = 27 m^2$

بفرض إن الحوض دائري الشكل فيكون :

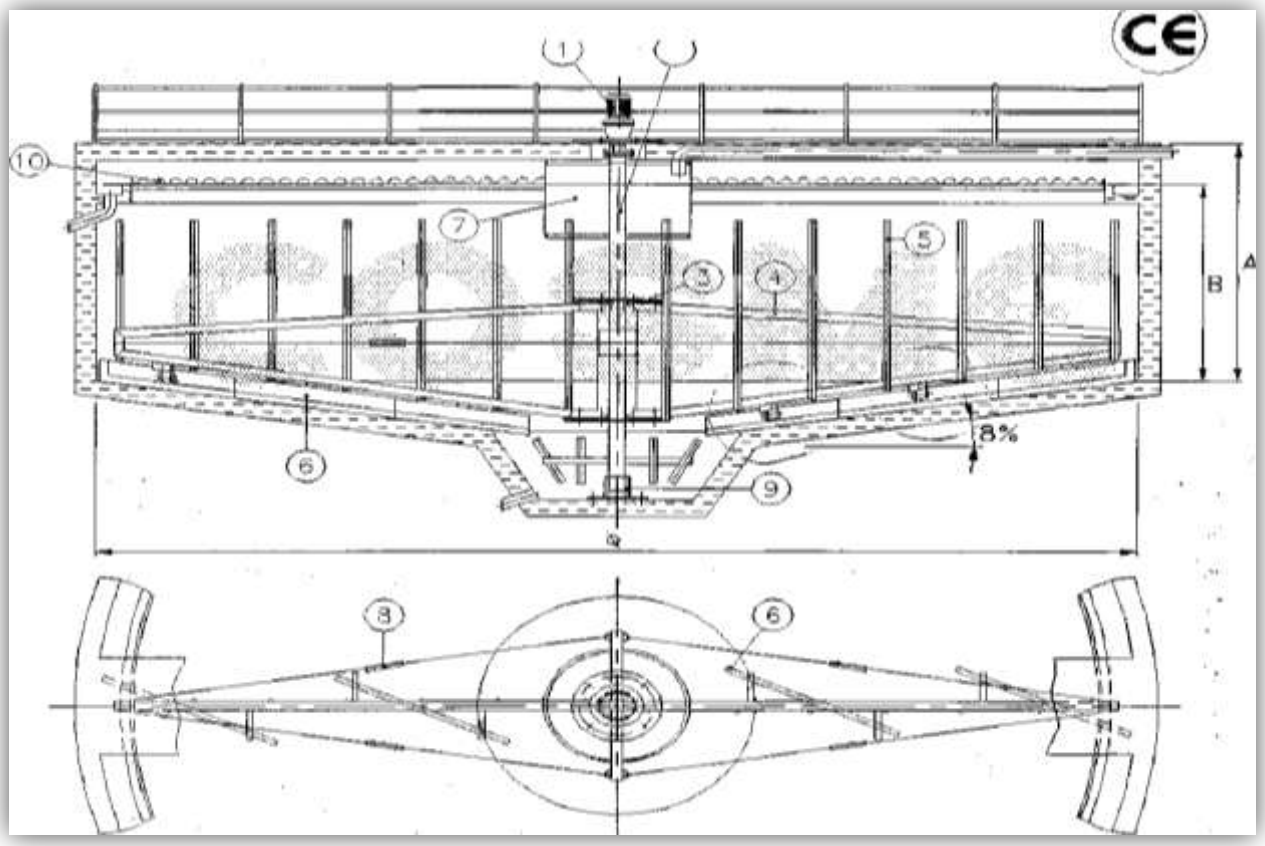
$A = (3.14*D^2 /4) = 27 \longrightarrow D = (4*27/3.14)^{0.}$

D= 5.9 =6 m

وبفرض أن زمن المكوث في حوض الترسيب T= 3hr

فيكون ارتفاع الحوض :

H = T *(Q/A) = 3*(40/24) = 5 m



سادسا" :

حساب وزن وحجم الحمأة المنشطة (المنتجة الزائدة عن 2000 mg /l)

أ- حساب وزن الحمأة :

1- حساب كمية المواد الصلبة المعلقة الطيارة الزائدة وفق العلاقة :

$$(\Delta Xv)t = y(Lr)t - Kd(Xv)t$$

حيث :

Kd , y ثوابت $Kd = 0.07day^{-1}$

$y = 0.65$ Kg vss / Kg BoD

Lr : كمية الـــ BoD الكلية المزالة يوميا"

Xv : كمية الـــ MLVss في أحواض التهوية

$(\Delta Xv)t = 0.65 ((1200-150)*10^{-3}*350) - 0.07(2000*10^{-3}*176)$

$(\Delta Xv)t = 214.2 = 215$ Kg vss /day

2- حساب كمية المواد الصلبة الغير قابلة للتطاير :

$(\Delta Xnv)t = 0.25 * 1200 *10^{-3} *350 = 105$ Kgnvss/d

حيث تقدر هذه الكمية بنسبة تتراوح بين 25% الى 35% من قيمة ss

3-حساب وزن الحماة الإجمالي المتطايرة و غير المتطايرة :

$(\Delta Xv)t + (\Delta Xnv) = 215 + 105 = 320$kg /day

ب- حساب حجم الحماة :

بما أن رطوبة الحماة 98% وبالتالي يكون وزن المواد الصلبة المعلقة 2% (أي 2غ في 100 غ) و عادة يتراوح من 1% الى 10% من وزن الحماة .

Vsw = وزن المواد الصلبة الزائدة في اليوم *(100 \وزن المواد الجافة) * (1 \ كثافة الحمأة الرطبة)

$Vsw = 320 * (100/2) *(1/1) = 16000$ l/d

$Vsw = 16000$ l /d $= 16$ m^3/d

وبفرض أنه سيتم سحب الحمأة 4 مرات في كل وردية فيكون مخروط حجم الحمأة ذو حجم $16/4 = 4$ m^3

ج- حساب أبعاد مخروط الحمأة :

نفرض أن مخروط حجم الحمأة هو جذع مخروط نصف قطر القاعدة الكبرى فيه R1= 1.1 m ونصف قطر القاعدة الصغرى فيه R2 = 0.8 m وبالتالي يكون الارتفاع حسب العلاقة :

$$V = 1/3\ \pi\ h\ (R1^2 + R2^2 + R1R2)$$

$$4 = 1/3\ \pi\ h((1.1)^2 + (0.8)^2 + (1.1*0.8))$$

وبالتالي : $h = 1.4\ m$

د- حساب حجم الحمأة المرجعة :

وذلك وفق العلاقة:

$$r=100\ /\{(10^6\ /x*\ svi)-1\}$$

حيث ان x:حساب النسبة المئوية للمواد الصلبة المعلقة المتطايرة في المواد الصلبة الكلية

$$215 / 320 = 67\ \%$$

$$x = 2000 / 0.67 = 2985\ mg / l$$

حيث قيمة svi : $svi = 100\ mg / l$ مؤشر حجم الحمأة

$$r = \{100/(10^6 / 2985 * 100) -1\} = 42.55\ \%$$

$$R = r * Q = 0.42 * 350 = 148.9\ m^3 / d$$

تصميم ســـــاحـــــات تجـــفـــيـــف الحماة :

يتم نقل الحمأة المكثفة في حو ض التكثيف إلى ساحات تجفيف الحماة لسحب الماء من الحماة بسرعة حيث يتم فرش هذه الرواسب بطبقات رقيقة سماكتها الاعظمية (20 سم) و يجب ترك فترات استراحة بين كل مرحلتي إملاء لساحات التجفيف و ذلك لسحب الماء و تبخير المتبقي .

ومن الضروري إجراء تشغيل متناوب بين ساحتي تجفيف على الأقل .

تبنى ساحات تجفيف الحمأة بحيث توفر طبقة ترشيح سفلية تحتوي على أنابيب صرف ،

تتألف طبقة الترشيح السفلية من طبقتين رئيسيتين :

1- طبقة رمل بسماكة (*10-15 Cm*) و بأبعاد حبات فعالة (*0.3 –0.5 mm*) ومعامل عدم تجانس الرمل أقل من (*5*) .

2- طبقة من الحجارة المكسرة أو السيلت الخشن المتدرج أسفل طبقة الرمل ، و تبلغ سماكة هذه الطبقة حوالي (*30 Cm*) بحيث تتوضع الجزيئات الأخشن في الأسفل و الأنعم في الأعلى ، تقسم أحواض التجفيف إلى مساكب بعرض (*5 - 20 m*).

إن أنابيب التصريف الموجودة في الأرضية تكون سريعة الانسداد و لذلك يجب مراقبتها بشكل دائم ، كما و يجب ترك مساحات احتياطية من أجل تأمين سحب الماء خلال فترة زمنية طويلة خصوصاً عند هطول الأمطار أو كساحات تجميع في حال تعرقل عملية الترحيل للطمي الجاف ، في محطات المعالجة الصغيرة تتم عمليات التعزيل يدوياً .

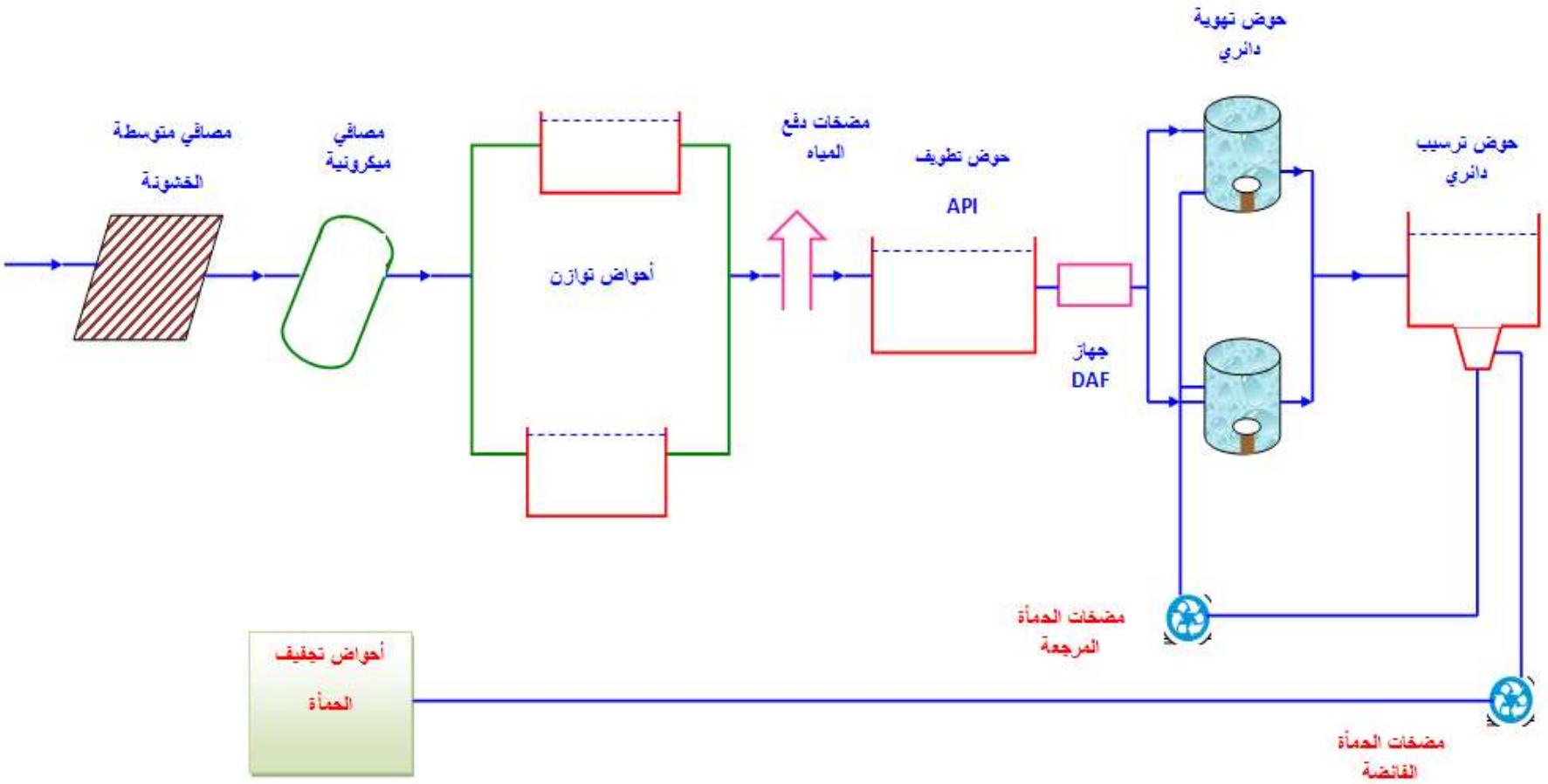
تصميم ســـاحـــات التجفـــيـــف :

كمية الحمأة السنوية بعد التكثيف برطوبة حوالي(80 %) هي ($4224\ m^3$) و بالأخذ بعين الاعتبار أن عدد مرات إملاء ساحات تجفيف الحمأة هو (6 مرات) و الحمولة السطحية يمكن أن تصل حتى ($3m^3/m^2/y\,a\,e$) في ظروف بلادنا نجد أن مساحة التجفيف اللازمة تساوي :

$$A = \frac{4224/6}{3} \cong 235m^2$$

نختار ساحة بطول($16\ m$) و بعرض ($15\ m$) كما هو مبين على المخططات .

مخطط محطة المعالجة



المراجع العربية :

1- الدكتورة منى لاوند تكنولوجيا الألبان و الاجبان

2-عبد الحكيم بنود ..(محطات معالجة الصرف الصناعي)

3-فاطمة جعارة ...(محطات الصرف الصحي)

4- رسالة الدكتور المهندس: الكساندرو مانيسكو ...جامعةبخارست 2007

5 – حجار سلوى، 1987 ــ الهندسة الصحية – البيئة ومياه المجاري، مديرية الكتب والمطبوعات، جامعة حلب.

6- مراد آغا محمد أمجد، 1991 ــ الصرف الصحي 2 – مديرية الكتب والمطبوعات، جامعة حلب.

المراجع الاجنبية :

1- R.R.ALEEN and others , Bailey's Industrial Oil and Fat Products , Volume 1 , Fourth Edition , JOHN WILEY & SONS ,

U.S.A , 1979 .

2 - R.R.ALEEN and others , Bailey's Industrial Oil and Fat Products , Volume 2 , Fourth Edition , JOHN WILEY & SONS , U.S.A , 1982.

3 - Y. H. HUI and others, Bailey's Industrial Oil and Fat Products,

Volume 1 to volume 5 , Fifth Edition , JOHN WILEY & SONS,

U.S.A , 1996 .