

تكنولوجيا الالبان و منتجاتها  
المحاضرة السابعة

تكنولوجيا اللبن المكثف

Technology of condensed milk

هو تركيز المادة الصلبة الكلية بتبخير جزء من الماء بحيث يقل الحجم تحت تفريغ قدره 25- 26 - بوصة. تعتمد تكنولوجيا التكتيف على التخلص من نسبة محددة من الماء الموجود في اللبن عن طريق الغليان وبذلك يحدث تركيز لمكونات اللبن .

يحدث غليان اللبن على درجة حرارة أقل من درجة غليانه الطبيعية (100.17 ° م) تحت تاثير التفريغ حيث أن العلاقة طردية بين الضغط و درجة غليان اللبن فمثلا يحدث غليان اللبن على درجة حرارة 152 ° م عند تعرضه لضغط 42 رطل / بوصة<sup>2</sup> بينما يغلى عند 100.17 ° م عند الضغط الجوى العادى (14.7 رطل / بوصة<sup>2</sup>) و يغلى عند 38 ° م عند عدم تعرضه لضغط (صفر رطل / بوصة<sup>2</sup> أى تفريغ كامل). و يوجد نوعان من الألبان المكثفة هم

- لبن مكثف محلى Sweetened condensed milk
- لبن مكثف غير محلى Unsweetened condensed milk و قد يسمى باللبن المكثف المعقم Sterilized condensed milk .

الأجهزة المستخدمة في التكتيف

1- المسخنات الإبتدائية Fore Wormers :

تهدف عملية التسخين الإبتدائى للبن عند صناعة الألبان المكثفة إلى رفع الثبات الحرارى للبروتين (زيادة قدرة البروتين على تحمل المعاملات الحرارية التالية) و بالتالى تحسن من الصفات الطبيعية للمنتج النهائى و عادة يتم تسخين اللبن لدرجة حرارة 203 ° ف / 10 دقائق فى حالة اللبن المكثف غير المحلى أو 175 ° ف / 10 دقائق فى حالة اللبن المكثف المحلى و يتم التسخين الإبتدائى بإستخدام بخار الماء أو بإستخدام أجهزة تشبة أجهزة البسترة البطيئة أو السريعة.

2- أجهزة التكتيف:

تتكون أجهزة التكتيف من جزئين رئيسيين وهما  
أ- وعاء التفريغ:

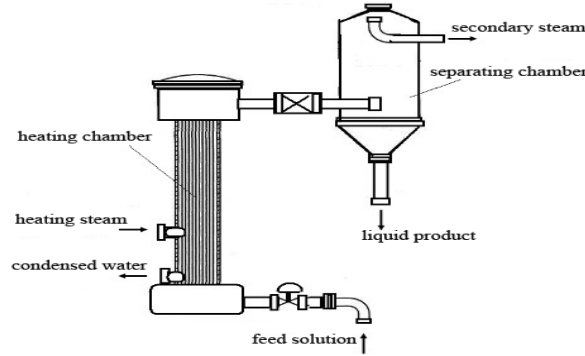
لقد مرت أوعية التفريغ بعدة تطورات حيث تحولت من وعاء تفريغ مصنوع من الصلب غير القابل للصدأ إلى هيكل معزول يحتوى على أنابيب رفيعة يمر فيها اللبن و محاطة من جميع الجهات بوسط التسخين بما يسمى بالـ Calandria و فى هذه الحالة يتم إنتاج اللبن المكثف على مرحلة واحدة بوساطة Single effect evaporators إما إذا احتوى الجهاز على وحدتين من الـ Calandria فيتم إنتاج اللبن المكثف على مرحلتين بما يسمى Double effect evaporators

وقد يتم الإنتاج على ثلاث مراحل Triple effect evaporators , حيث بزيادة المراحل يمكن توفير كمية كبيرة من بخار الماء الآتى من الغلاية و ذلك بإستخدام بخار الماء الصاعد من اللبن فى المرحلة الأولى للإستفادة به فى المرحلة التالية و هكذا.

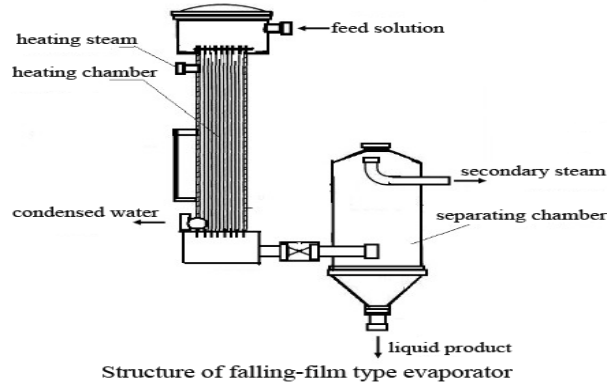
#### ب- المكثف Condenser

فى هذا الجزء يتم تكثيف بخار الماء المتصاعد من غليان اللبن فى وعاء التكثيف , وهو عبارة عن إنبوبة طويلة محاطة من الخارج بماء بارد حيث عند مرور بخار الماء بها يحدث له تكثف و يتحول إلى ماء سهل التخلص منه و عادة ما تلحق بالمكثف نوعين من الطلمبات الأولى هى Wet vacuum pump وتعمل على سحب الغازات والهواء وبخار الماء معا والنوع الثانى هى Dry vacuum pump وتعمل على سحب الهواء و الغازات غير المكثفه فقط.

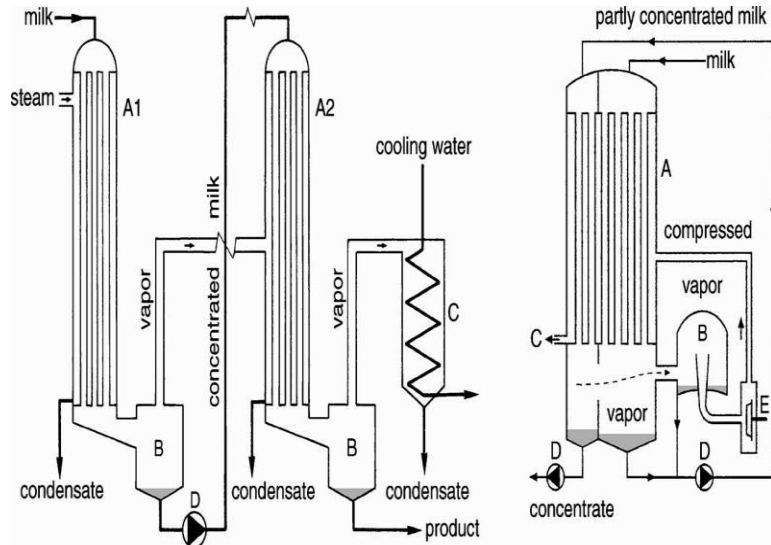
من أمثلة المكثفات المستخدمة فى تكثيف المواد الغذائية مكثف الفيلم الصاعد Climbing Film Evaporator ( و فيه يحدث تكثيف للبن أثناء صعوده من أسفل إلى أعلى داخل الـ Calandria ) والنوع الثانى هو مكثف الفيلم الهابط Falling Film Evaporator ( و فيه يحدث تكثيف للبن أثناء نزوله من أعلى إلى أسفل داخل الـ Calandria ) ويعتبر هذا النوع الأكثر انتشارا فى صناعة اللبن المكثف. ويوضح الشكل التالي كلا النوعين



Structure of climbing-film type evaporator



شكل (1) رسم توضيحي يبين ميكانيكة عمل كل من المكثف الفيلم الصاعد و مكثف الفيلم الهابط



Diagrams showing the main operations in evaporating. A = evaporation unit; B = vapor separator; C = condenser; D = pump; E = mechanical vapor recompressor. In (a) the principle of a multiple-effect evaporator is given; the temperatures in A2 are lower than those in A1. In (b) a single-effect evaporator with mechanical vapor recompression is shown. (Based on diagrams provided by Carlisle Process Systems, Gorredijk.)

## صناعة اللبن المكثف

أولا اللبن المكثف المحلى:

متوسط التركيب الكيماوى للبن المكثف المحلى كما يلي : 8.2 % بروتين – 8.6 % دهن – 12.2 % لاكتوز – 43 % سكروز – 1.7 % رماد- 27.3 % ماء- 72.7 % جوامد صلبة كلية.  
وبالتالى فانه من الضروري اجراء تعديل على مكونات اللبن وخاصة النسبة بين الدهن والجوامد الصلبة اللادھنيه وذلك باضافة قشده او لبن فرز على حسب التركيب الكيماوى للبن الخام وكذلك يتم اضافة نسبة السكر والتي تعتبر المادة الحافظة فى هذا النوع من الالبان.

وفيما يلي خطوات الصنائه

- 1- إستلام اللبن و إجراء بعض إختبارات الصلاحية للتأكد من جودة اللبن الكيماوية و الميكروبيولوجية
- 2- إجراء عملية ترشيح Filtration و تنقية Clarification للبن لإزالة أى المواد الغريبة و الشوائب

3-تعديل نسبة الدهن : المادة الصلبة اللادھنيه 1 : 2.44

4- التسخين الإبتدائى للبن على 175 ° ف / 10 ق بهدف التخلص من الميكروبات الممرضه و تثبيط الإنزيمات وزيادة سرعة ذوبان سكر اللاكتوز و رفع الثبات الحرارى للبروتين .

5- إضافة سكر السكروز سواء كمحلول سكري سبق بسترته او يضاف فى صورة بودر بنسبة 16 – 17 كجم / 100 كجم لبن بحيث يكون نسبة فى اللبن المكثف 43 % و ذلك يجعل نسبة فى المحلول المائى للبن المكثف 62.5 % و هذه النسبه تمنع نمو الميكروبات و بذلك يصبح سكر السكروز هو وسيلة الحفظ , و يشترط فى السكر المستخدم أن يكون نظيف و خالى من الشوائب و من الميكروبات أو جراثيمها و يكون ذو قيمة تصنيعية عالية

6- إضافة أملاح التثبيت بنسبة 0.1% مثل فوسفات ثنائى الصوديوم أو سترات الصوديوم أو كربونات الصوديوم و التى تضاف بهدف إحداث توازن ملحي للبن مما يؤدى إلى رفع الثبات الحرارى لبروتين اللبن

7- إجراء عملية التكتيف حيث يتم ادخال اللبن الى وعاء التفريغ فيحدث غليان وتبخير على درجة حرارة وتفرغ محددتين ( غالبا ما تتم على 125 ° ف ) وبذلك نحصل على لبن مركز ويتم التخلص من بخار الماء و يجب أن يستمر التكتيف حتى الوصول الى نقطة تسمى Striking point ويمكن التاكيد من وصول اللبن لهذه النقطة بوسائل عديده ولكن أشهرها هو قياس الكثافة الحقيقية للبن وغالبا ما يجب ان تصل الى 1.3 جم / سم<sup>3</sup> .

8- إجراء عملية التبريد و يجب أن تتم بسرعه على درجة حرارة 86 ° ف لمدة 30 دقيقة مع التقليب المستمر و ذلك لأنها درجة الحرارة المثلى لحدوث بللورة لسكر اللاكتوز ( قطر البللورة يجب الا يزيد عن 10 ميكرون و تكون منتظمة الشكل) و التبريد البطيىء سوف يتسبب فى تكون بللورات كبيرة الحجم غير منتظمة الشكل(عيب القوام الرملى) و يمكن الإسراع من عملية البلورة بإجراء عملية Seeding و هى إضافة بللورات من سكر اللاكتوز للإسراع من عملية البلورة.

9- التعبئة فى عبوات من الصفيح المغطى بطبقة من القصدير او عبوات البلاستيك أو ثم التخزين و التسويق على 10 م و مدة حفظة لمدة عامين

## ثانيا اللبن المكثف غير المحلى (المعقم):

هو لبن كامل ازيل منه 60% من الماء عن طريق التبخير ومتوسط تركيبة الكيماوى : 7% بروتين – 8 % دهن – 10 % لاكتوز – 1.5 % رماد- مادة صلبة كلية لا تقل عن 26%.

وفيما يلي خطوات صناعة اللبن المكثف المعقم:

- 1- إستلام اللبن و إجراء بعض إختبارات الصلاحية للتأكد من جودة اللبن الكيمائية و الميكروبيولوجية
  - 2-إجراء عملية ترشيح Filtration و تنقية Clarification للبن لإزالة أى المواد الغريبة و الشوائب
  - 3-تعديل نسبة الدهن F : المادة الصلبة اللادهنية MSNF لتصبح 1 : 2.25-4-التسخين الإبتدائى للبن على 203° ف / 10 ق بهدف رفع الثبات الحرارى للبروتين و قتل الميكروبات و تثبيط الإنزيمات وزيادة سرعة ذوبان سكر اللاكتوز .
  - 5-إجراء عملية التكتيف داخل وعاء التفرغ حيث يحدث غليان على 125° ف فى حالة الجهاز احادى المرحلة و يجب أن يستمر التكتيف حتى تصبح الكثافة 1.15 جم / سم<sup>3</sup>
  - 6-إجراء عملية التجنيس تحت ضغط 2500-3000 رطل / بوصة<sup>2</sup> و درجة حرارة 50° م مما يمنع انفصال الدهن على السطح فى المنتج النهائى
  - 7-إضافة أملاح التثبيت بنسبة 0.1% مثل فوسفات ثنائى الصوديوم أو سترات الصوديوم أو كربونات الصوديوم و التى تضاف بهدف إحداث توازن ملحي للبن مما يؤدي إلى رفع الثبات الحرارى لبروتين اللبن اثناء تعقيمه
  - 8-التعبئة فى عبوات من الصفيح المغطى بطبقة من القصدير.
  - 9-التعقيم على درجة حرارة 245° ف / 15 دقيقة و عملية التعقيم هى وسيلة الحفظ
  - 10-التخزين على درجة حرارة الغرفة أو الثلجة لعدة سنوات
- و يتميز اللبن المكثف المعقم بأنه سهل الهضم لأنه يكون خثرة هشة فى المعدة و كذلك يتميز بلونه الأبيض المشوب بالبني بسبب تفاعل ميلارد Maillard reaction (مجموعة الأدهيد فى سكر اللاكتوز و مجموعة الأمين الطرفية فى الأحماض الأمينية و خاصة الحامض الأمينى ليسين (Lysine

