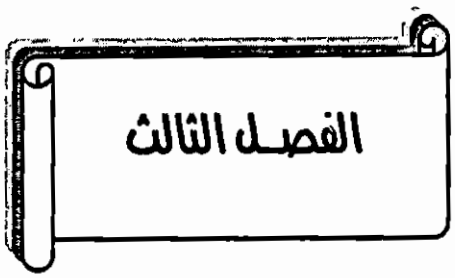


صناعة الألبان المكثفة والمجففة

obeikandl.com

obeikandl.com

الألبان المكثفة والمجففة

أهمية الألبان المكثفة والمجففة :

١- **إطالة مدة حفظ اللبن** : اللبن الخام مادة سريعة التلف خصوصا عند التخزين على درجة الحرارة العادية دون تبريد، وذلك نظرا لتركيبه الكيماوي الخاص الذى يجعله أفضل البيئات لنمو أغلب الكائنات الحية الدقيقة التى تسبب فساده، وصناعة الألبان المكثفة والمجففة تعمل على التخلص من أهم عوامل نمو الميكروبات وهو الماء وذلك جزئيا (اللبن المكثف) أو كليا (اللبن المجفف) مما يجعل اللبن بالتالى بيئة غير مناسبة لنمو وتكاثر الميكروبات وهذا يطيل من فترة حفظ اللبن ويعمل على ثبات صفاته أثناء التخزين والنقل والتسويق .

٢- أن الألبان المكثفة والمجففة لها جودة عالية من الناحية الصحية حيث أن تكثيف أو تجفيف اللبن يضمن إبادة كل الميكروبات الموجودة فى اللبن سواء مرضية أو مسببه لتلف الألبان وبذلك تتحسن خواص اللبن من الناحية الصحية .

٣- اللبن المكثف أو المجفف أقل فى الحجم والوزن حيث أن اللبن السائل يحتوى على نسبة عالية من الرطوبة، ونقص حجم اللبن ووزنه بالتكثيف والتجفيف يساعد على تسهيل وتوفير نقله بواسطة طرق المواصلات المختلفة.

أولا : الألبان المكثفة

تعريف اللبن المكثف :

هو اللبن الناتج من التخلص من كمية من الماء مما يؤدى إلى انخفاض المحتوى المائى له نتيجة لإزالة كمية من الماء وبالتالى يجعه بيئه غير ملائمة لنمو الميكروبات وبالتالى يطيل فترة حفظ اللبن واللبن المكثف نوعان :

اللبن المكثف الغر محلى Unsweetened condensed milk ويسمى اللبن المتجر

اللبن المكثف المحلى Sweetened condensed milk

وأساس حفظ اللبن المكثف الغير محلى (اللبن المبخر) هو التركيز والتعقيم أما أساس حفظ اللبن المكثف المحلى هو التركيز والسكر ذو التركيز المرتفع .

١- صناعة اللبن المكثف الغير محلى (اللبن المبخر)

Unsweetened condensed (Evaporated milk)

أساس الصناعة :

تبنى نظرية إنتاج اللبن المكثف الغير محلى على زيادة فترة حفظ اللبن عن طريق التخلص من قدر كبير من الماء الموجود فيه حيث أن الماء يعتبر من أهم عوامل نمو الميكروبات، ثم أجراء التعقيم للبن المكثف الناتج وذلك بهدف زيادة تحسين جودته الميكربيولوجية وثبات صفاته أثناء التخزين.

تركيب اللبن المكثف الغير محلى كما يلى :

الماء (٧٠ — ٧٣٪) دهن (٧ — ٨٪) بروتين (٦ — ٨٪) اللاكتوز (٩— ١٠٪) رماد (١,٣ — ١,٦) الجوامد الصلبة (T.S) (٢٧ — ٣٠٪) .

واللبن المكثف هو لبن ركزت مكوناته الصلبة ضعفين ونصف نسبتها فى اللبن الأصلى عن طريق التخلص من كمية من الرطوبة عن طريق التبخير تحت التفريغ .

خطوات الصناعة :

استلام اللبن :

يجب أن يكون اللبن المستخدم فى إنتاج هذه الألبان طازجا وذو جودة ميكروبيولوجية وحسية وكيميائية مرتفعة ويجب أن يجرى على هذا اللبن عند استلامه الاختبارات الحسية والميكربيولوجية والكيمائية مثل تقدير الحموضة

والدهن والجوامد الصلبة الكلية حيث أن زيادة تركيز الجوامد الصلبة عن المفروض وجوده فى اللبن يعرض اللبن لعدم الثبات وترسيب البروتين أثناء المعاملة الحرارية ومما يساعد على ذلك زيادة حموضة اللبن أيضا .

تبريد اللبن وتعديل تركيبه :

بعد الاستلام يصفى اللبن وينقى بواسطة أجهزة طرد مركزى ثم يبرد إلى ما لا يزيد عن ٤ °م ويخزن ويعدل تركيبه عن طريق تعديل نسبة الدهن والجوامد الكلية وذلك للحصول على نسبة الدهن المطلوبة فى اللبن المركز .

التسخين الابتدائى :

عادة تستخدم درجة حرارة ٨٥ — ١٠٠ °م لمدة ٢٠ دقيقة أو ١١٥ — ١٢٨ لمدة ٣ دقائق وللتسخين الابتدائى أهمية فى صناعة الألبان المكثفة للأسباب الآتية :

١- زيادة اللزوجة مما يعمل على عدم انفصال الدهن .

٢- تعتبر وسيلة من وسائل القضاء على الميكروبات وتبيط الأنزيمات.

٣- زيادة ثبات اللبن للحرارة .

٤- منع اللبن مع الالتصاق على الأسطح الساخنة فى جهاز التكثيف .

٥- المساعد فى عملية غليان اللبن فى أجهزة التكثيف .

التكثيف (التبخير) :

يكثف اللبن فى جهاز خاص يسمى حلة التفريغ وهى محكمة الغلق بها شباك دائرى من الزجاج لمراقبة غليان اللبن ويتصل بأعلى حلة التفريغ أو أسطوانة التفريغ مضخة لتفريغ الهواء وفى أسفل حلة التفريغ يمرر البخار فى ملفات لتسخين اللبن وفى أحدى جوانب الجهاز يوجد فتحة لأخذ العينات وتجرى عملية التبخير تحت تفريغ ٢٥ بوصة على درجة حرارة ٥٥ — ٥٧ °م وهناك أنواع حديثة من المبخرات تعرف باسم **Kestener** وفيها يكثف اللبن فى ٥٠ ثانية حيث يدفع فيه اللبن فى شكل تيار مستمر داخل أنابيب طولها

حوالى ٢٣ قدم تحت تفريغ حوالى ٢٧ بوصة وتحاط هذه الأنابيب بالبخار المستخدم فى التسخين وأنواع هذه المبخرات هى مبحرات الفيلم الصاعد ومبخرات الفيلم الساقط والصاعد شكل ٤٥ والمبخرات ذات الألواح شكل ٤٧ ومبخرات الفيلم الميكانيكي ومبخر عالى المستوى ذو حلة تفريغ (شكل ٤٦).

التجنيس :

يحنس اللبن المكثف عند درجة حرارة ٤٨ — ٥٠ °م ويتم التجنيس على مرحلتين المرحلة الأولى تحت ضغط ١٥٠٠ — ٢٥٠٠ رطل/بوصة^{٢} والثانية تحت ضغط ٥٠٠ رطل /بوصة^{٢}.

وتأثير تجنيس اللبن المكثف يمكن تلخيصها فيما يلى:

أ — زيادة اللون الأبيض الناصح للبن.

ب- زيادة اللزوجة وهذا يساعد على زيادة مقاومة الكازين للتجبن الحرارى.

ج- زيادة التوتر السطحى.

د — زيادة احتمالات التزنخ الدهنى.

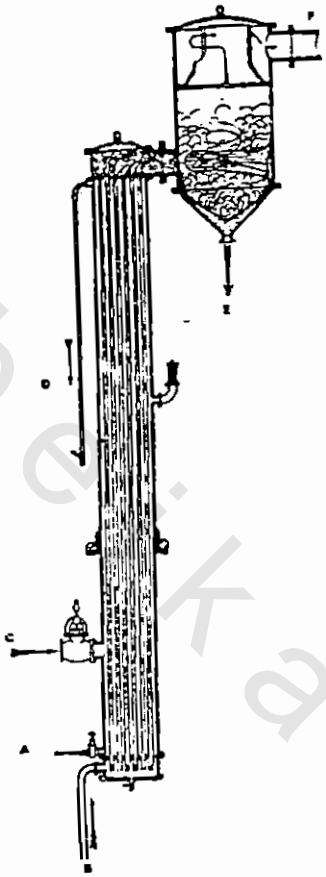
هـ- انخفاض تغيرات الأكسدة.

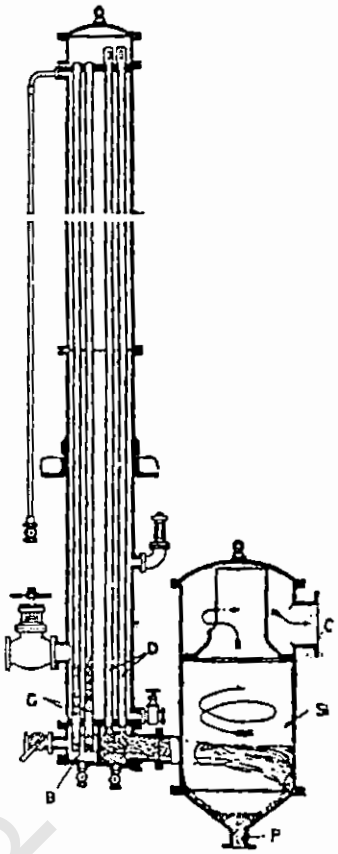
و — انخفاض احتمالات التجبن الجزئى للكازين.

ز — انخفاض ثبات البروتين الراجع للتوازن الملحى.

ح- إكساب الناتج تركيب متجانسا.

ك — عدم صعود القشدة فوق سطح اللبن المكثف.





مبخركستنر الساقط :

B صندوق دخول السائل

G أنابيب الفيلم الصاعدة .

D أنابيب الفيلم الساقطة

S فراز

G البخار الخارج

P خروج السائل المبخر والمكثف

مبخر كستنر الصاعد :

A خروج التكثيف

B دخول السائل

C دخول البخار

D خروج الهواء

E خروج السائل المكثف

F خروج البخار

شكل(٤٥) المبخر الساقط والصاعد

obeikandl.com

التبريد :

يبرد اللبن بعد التجنيس مباشرة فى مبادل حرارى (أنبوبى أو ذو الألواح) لدرجة حرارة ٤ °م لمنع نشاط الميكروبات .

التعديل النهائى للتركيب :

يعدل تركيب اللبن المكثف ليطابق المواصفات القانونية وذلك بإضافة ماء أو لبن فرز أو قشدة .

ويجب بسترة مواد التعديل قبل إضافتها كذلك يجب تحنيسها إذا كانت تحتوى على دهن .

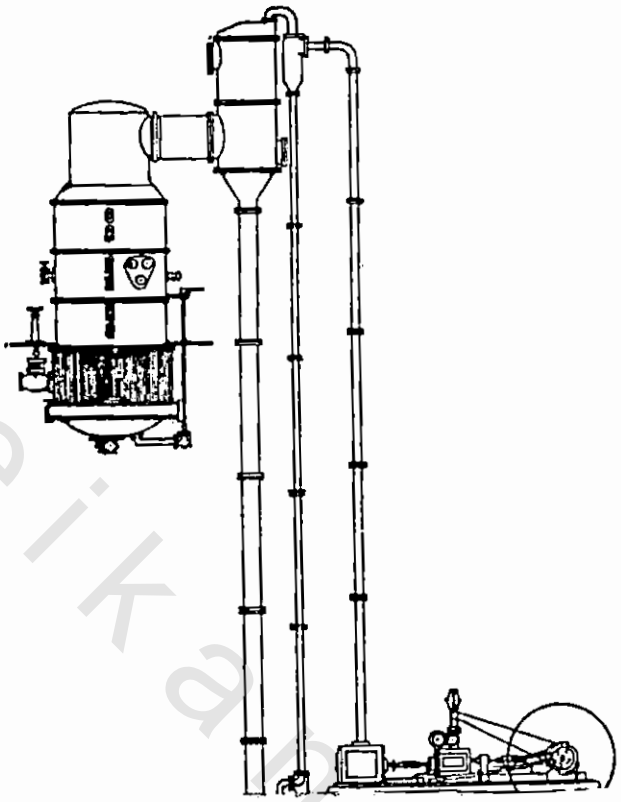
التعبئة والتعقيم :

بعقم اللبن المكثف بعد التعبأة وتستخدم درجة حرارة فى التعقيم تزيد عن ٢١٢ °ف ويجب معرفة أن زيادة درجة حرارة التسخين أو مدته عن الحد المفروض يمكن أن ينتج عنه خثرة صلبة وتغيرات غير مرغوبة فى اللون وعادة يستخدم فى التعقيم أحدى الطرق الآتية :

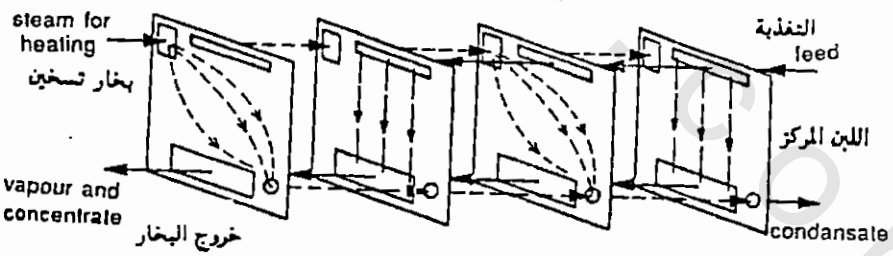
- التعقيم المتقطع Batch
- المستمر Continous
- التجزئيى Fractional

طريقة التعقيم المتقطع :

هذه الطريقة منتشرة حاليا – فبعد أن تترك العبوات ماكينة الملئ فإنها توضع فى حوامل فى غلابة بخار وتتحرك هذه الحوامل فى حركة دائرية والتى تجعلها فى حركة أثناء عملية التعقيم وتختلف سرعة الدوران بين ٦– ١٢ دورة فى الدقيقة وتجرى عملية التعقيم تحت ضغط ويتم التعقيم على درجة ٢٤٠ – ٢٤٥ °ف لمدة ¼ ساعة وبعد هذه المدة يوقف البخار وتبرد العبوات إلى ٧٥°ف إما بالغمر فى ماء بارد – أو برذاذ من الماء البارد .



شكل (٤٦) مبخر عالى المستوى بحلة تفريغ



شكل (٤٧) المبخر ذو الألواح

طريقة التعقيم المستمر :

وهى تسمح بأن تبقى العملية مستمرة ويتم اتباع هذه الطريقة فى الدول المتقدمة مثل الولايات المتحدة الأمريكية وهذه الطريقة يتم فيها تسخين مبدئى لعلب اللبن ثم تمر العلب بعد ذلك إلى منطقة التعقيم والذى يتكون من سلسلة من الحجرات والتى تبقى عند درجات حرارة مختلفة وعند دخول العبوات فى كل حجرة فإنها تدور داخلها على حامل فى حركة حلزونية تسمح بتقليب اللبن داخل العبوات .

طريقة التعقيم التجزئى :

حيث توضع العبوات المقفلة فى حمام مائى على درجة حرارة١٠٠ °م لمدة ٨ ساعات ثم تترك المياه تبرد تلقائيا وتترك ٤ساعات ثم ترفع حرارة المياه إلى ١٤٩ °م ويترك عليها لمدة ½ ساعة ثم تبرد العبوات وتجفف وتخزن.

اختبار صلاحية اللبن المكثف :

بعد التعقيم تترك عبوات اللبن المكثف فى حضانات على درجة حرارة ٨٠ °ف لمدة أسبوعين للتأكد من عدم وجود أى تنفيس فى غلق ولحام العبوات كذلك للتأكد من عدم وجود إلى أخطاء فى عملية التعقيم ويكتشف بسرعة وجود تخمرات نتيجة لهذه الأخطاء عن طريق حدوث انتفاخ فى العبوات .

عيوب اللبن المكثف الغير محلى (المبخر) :-

ترجع العيوب التى تظهر فى هذه الألبان إلى تغير فى تركيب اللبن أثناء التصنيع أو التخزين نتيجة لعيوب فى تركيب اللبن أو عيوب فى خطوات الصناعة أو التلوث بالميكروبات .

وعلى ذلك تقسم عيوب اللبن المكثف إلى عيوب ميكروبية وعيوب كيمائية وطبيعية .

أولا : العيوب الميكروبيولوجية :

تنتج العيوب الميكربيولوجية فى اللبن المكثف من تلوث اللبن بعد أجراء عملية التعقيم أو عدم إتمام المعاملات الحرارية على الوجه الأكمل .

وأهم العيوب الميكربيولوجية التى مكن أن تظهر فى اللبن المبخر هى:

أ- التجبن :

يحدث تجبن للبن نتيجة لوجود بعض أنواع من البكتريا تحدث تجبن للبن عن طريق تكوين الحموضة أو إفراز الأنزيمات المجبنه للبن دون إنتاج حموضة ولذلك فإن الخثرة المتكونة ممكن أن تكون حامضية أو حلوة أو مرة حسب نوع التجبن الحادث ومن أهم أنواع البكتريا التى تسبب هذا العيب هى B.coagulans ، B.cereus.

ب- الطعم المر :

هذا العيب نتيجة لنشاط بكتريا من جنس **Bacillus** والتى لها القدرة على تحلل البروتينات وإنتاج بتونات لها طعم مر، وينتج هذا العيب نتيجة لعدم كفاءة عملية التعقيم حيث أن هذه البكتريا تقتل على درجة حرارة ٢٥٠ °م لمدة ١٠ دقائق أو حدوث تلوث بعد التعقيم .

ج- الانتفاخ الغازى :

وهذا العيب يحدث بسبب عدم كفاءة عملية التعقيم، أو تلوث اللبن المكثف بعد التعقيم وينتج هذا العيب من بعض أفراد بكتريا **Streptococus** أو بكتريا القلون وهذه الميكروبات تتم إبادتهم على درجة حرارة ٦٠ °م/١٥ دقيقة.

العيوب الكيمائية والطبيعية :

أ- اللون البنى :

ينتج هذا العيب من تفاعل مجموعة الألدهيد الموجودة فى السكر مع مجموعة الأمين الموجودة فى حمض الـ **Lysine** الموجود فى البروتين حيث يتكون معقده بسبب هذا العيب- والتخزين على درجات الحرارة العالية أو التعقيم على درجات حرارة مرتفعة عن المطلوب تؤدى إلى ظهور هذا العيب .

ب- انفصال الدهن :

يرجع هذا العيب إلى عدم كفاءة عملية التجنيس مما يؤدى إلى عدم الحصول حبيبات دهن منتظمة التوزيع.

ج- الرواسب المعدنية :

وهى ترجع إلى ترسيب أملاح سترات الكالسيوم الثلاثية ويزيد هذا العيب عند تغذية الحيوانات على علائق خضراء أو تخزين اللبن المكثف على درجات حرارة أكثر من ٥٠ °ف .

د- الانتفاخ الغير ميكروبى :

وينتج هذا العيب من تفاعل الأحماض الموجود فى اللبن مع معدن العبوات مما يؤدى إلى تكون غازات تسبب انتفاخ العبوات .

التجبن الحرارى :

ويحدث التجبن الحرارى للبن أثناء التعقيم بسبب انخفاض الثبات الحرارى للبروتين ويمكن التغلب على هذا العيب بإضافة المثبات أو استخدام درجات حرارة أعلى فى التسخين الابتدائى لزيادة تأقلم اللبن على درجات حرارة التعقيم .

ثانيا :صناعة اللبن المكثف المحلى

Sweetened condensed milk manufacture

*** الأساس فى صناعة اللبن المكثف المحلى :**

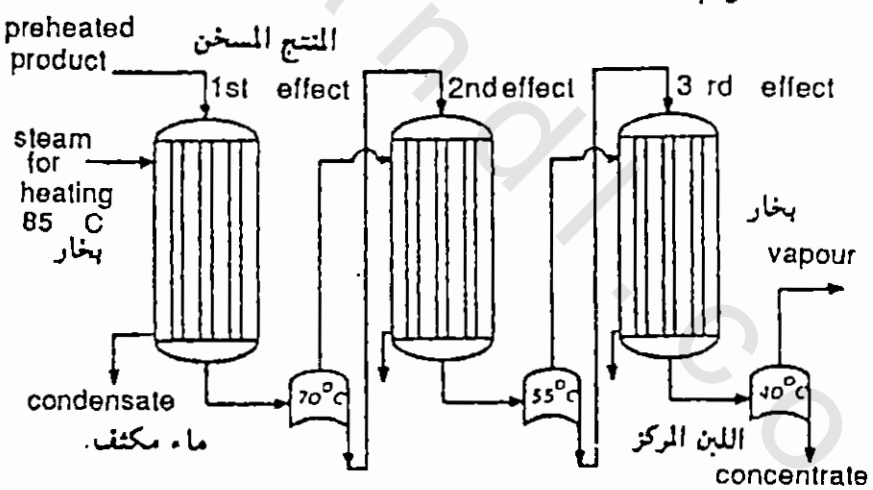
نجد أن القاعدة النظرية لتصنيع اللبن المكثف المحلى أنها تشمل عمليات التبخير متبوعة بإضافة السكر للبن المركز وذلك بهدف الحصول على منتج أطول فى مدة أو فترة حفظه **Long shelf life** والتى ترجع إلى عملية **osmoanabiosis** حيث أن **osmo** تكون راجعة لتأثير الضغط الاسموزى والـ **anabiosis** التثبيط الحيوى الراجع لارتفاع الضغط الاسموزى حيث يعمل السكر على عملية البلزمة لكائنات الحية الدقيقة .

يمكن إيضاح خطوات إنتاج اللبن المكثف المحلى فى الخطوات الآتية :

١- **استلام اللبن** : وتتم خلال هذه الخطوة استلام اللبن وتنقيته وأيضا تبريده ثم تخزينه وذلك بعد إجراء اختبارات تقدير الجودة الميكروبية والكيماوية والحسية كما سبق ذكره فى صناعة اللبن المكثف الغير محلى.

٢- **التعديل الأول لنسبة الدهن إلى الجوامد الصلبة** : وذلك بما يتفق مع التشريعات القانونية للإنتاج ففى الولايات المتحدة الأمريكية وهى ٨٪ دهن: ٢٨٪ جوامد صلبة كلية (بما فيها نسبة السكر) وفى ألمانيا تصل النسبة ٨,٤ : ٢٢٪ جوامد لا دهنية ويتم إجراء تعديل نسبة الدهن إلى الجوامد الصلبة الكلية باستخدام اللبن الفرز والقشدة.

٣- **المعاملة الحرارية (عملية التبخير)** : إجراء المعاملة الحرارية لإنتاج اللبن المكثف المحلى لها أهمية خاصة حيث لا يعرض اللبن المكثف المحلى للتعقيم ونجد أن عملية.التبخير تجرى على درجة حرارة منخفضة وذلك باستخدام النظام الثلاثى للتبخير **Multiple effect Vacuum** حيث أن استخدام مبخر واحد يعتبر غير اقتصادى لذلك صممت وحدات تبخير مكونة من ثلاث مبخرات متوالية كما فى شكل (٤٨) ويجب أن لا تتعدى حرارة التبخير ٥٥ °م حتى لا يحرق السكر ولذلك يجرى التبخير تحت تفريغ .



شكل (٤٨) النظام الثلاثى للتبخير

ونجد أن المُعاملة الحرارية للبن المكثف المحلى تنحصر أهميتها فى النقاط الآتية :

١- إيقاف الميكروبات المحبة للحرارة والضغط الأسموزى .

٢- تثبيط وهدم أنزيمات الليبز Lipase والبروتيز Proteases

٣- خفض انفصال الدهن خاصة أنه من الملاحظ أن التجنيس عادة لا يتم فى إنتاجيه اللبن المكثف المحلى.

٤- تقليل التغيرات التأكسدية الحادثة فى مراحل الإنتاج .

٥- لها قيمة اقتصادية إيجابية وتأثيرات تصنيعية جيدة .

٤- **التبخير Evaportaion** : يلاحظ أن التبخير يعتمد درجته على التركيزات القياسية المنشودة للمنتج النهائى والتى عادة ما تكون بين ٢ : ١

٥- **إضافة السكر** : نجد أن ما يميز إضافة السكر إلى اللبن المكثف المحلى أنه هو السبب لطول مدة حفظ اللبن المكثف المحلى المحلى ويفضل استخدام سكر السكروز Sucrose وقد يستخدم الديكستروز والجلوكوز وخاصة فى أغذية النظام الغذائى لإنقاص الوزن.

•• ومن أهم الصفات الواجب توافرها فى السكر المضاف إلى اللبن المكثف المحلى:

- جودة الصفات الميكروبية.
- عدم احتوائه على أية أحماض.
- عدم احتوائه على أية سكريات محولة وذلك بهدف أو ضمانا لجودة الإذابة وقلة قابليته لتخمره ميكروبيا .

•• أما بالنسبة لكمية السكر المضافة :

فنجد أن كمية السكر المضافة إلى السكر المكثف المحلى يتوقف على التركيز فى الوسط المائى للمنتج والذى يصل ما بين ٦٢,٥ — ٦٤,٥٪ وهذا المقياس يعرف باسم مقياس السكر Suger No أو suger-index ويحسب من المعادلة الآتية :

$$C_z = \frac{S}{S + W \times 100}$$

$62.5 < C_z < 64.5$

S = Sucrose %

W = Water %

مع ملاحظة أن ارتفاع القيمة عن ٦٢,٥ قد ينشأ معها عملية بلورة للاكتوز مسببة القوام الرملى **sandy texture** أما انخفاض القيمة عن ٦٢,٥ قد ينشأ عنها تغيرات ميكروبية مسببة عيوب نتيجة لملائمة الوسط لنمو الميكروبات.

٦- التعديل الثانى : تجرى عملية التعديل الثانى هنالك بهدف زيادة التحكم فى محتوى اللبن لكلا من الجوامد الصلبة والسكر والمحتوى الدهنى.

٧- التبريد : من الملاحظ حدوث عملية بلورة السكر بعد إجراء عملية التبخير وإضافة السكر ويرجع سبب حدوث البلورة إلى انخفاض الحرارة أثناء التبريد ولكن يلاحظ ارتفاع نسبة السكر فى الماء (١٠٪ للاكتوز، ٤٠٪ للسكروز) بالإضافة إلى محدودية نسبة الماء ونجد أن تحسين جودة اللبن المكثف المحلى يكون ذلك مرتبطا بصورة أساسية بعدد وحجم بلورات السكر فنجد أنه من الأفضل تواجد حبيبات كثيرة وحجمها قليل ولا يزيد حجمها عن ١٠ ميكروميتر وذلك حتى لا ينشأ القوام الرملى.

ونجد أنه إذا زاد حجم الحبيبات عن ١٥ ميكروميتر يعطى ذلك إحساسا بالقرقشة **Created** ونجد أن هذا العيب يسمى بـ **Sandiness** ولتجنب هذا العيب فقد يلقح اللبن باللاكتوز المبتلور (٠,٥كجم /١٠٠كجم لبن) مع التبريد والتقليب المستمر، ونجد أنه بهذه الطريقة يكون عدد البلورات ٤,١ بلورة / مل$^{-٣}$ وحجمها ولا يزيد عن ١٠ ميكروميتر ولذا فنجد أن عمليات التبريد تتم باستخدام تنكات مزدوجة الجدران **Double crystaliozers well tank** أو قد تتم باستخدام التبريد المستمر **Fluid flow continal coolers** أو قد تتم باستخدام التفريغ **vaccum crystallizers**

٨- **التعبئة والتخزين** : يلاحظ أن عمليات التعبئة تتم فى عبوات من التصدير مثلما يحدث فى اللبن المكثف الغير محلى وتتم عملية التخزين على درجة ١٠ °م.

٩- الجودة : فنجد أن ١مل اللبن المكثف المحلى أو اللبن المكثف الغير محلى يجب ألا يحتوى على ما يلى:

- **coaguleted positive staphylococci**
- **sulfite reducing Clostridia**
- **proteus or E-Coli**

عيوب اللبن المكثف المحلى :

١- العيوب الكيمائية والطبيعية

أولا : عيوب القوام والتركيب والمظهر :

أ- انفصال الدهن :

يرجع هذا العيب إلى انفصال الدهن وتجمعه فوق السطح نتيجة لانخفاض لزوجة اللبن المكثف المحلى عن الحد المرغوب لمنع مثل هذا العيب

ب- الملمس الرملى :

يحدث هذا العيب بسبب تكون بلورات كبيرة الحجم من اللاكتوز حيث تكون لها ملمس خشن على اللسان ويظهر هذا العيب إذا زاد تركيز اللاكتوز عن ٦٤,٥٪ فى مصل اللبن ويرجع هذا العيب إلى حدوث خطأ فى عملية تبريد اللبن المكثف مثل تدفئه اللبن المكثف بعد تبريد أو عدم تبريد اللبن المكثف بسرعة ويحدث هذا العيب إذا زاد قطر بلورات سكر اللاكتوز عن ١٠ ميكرون وزاد عددها عن ٣٠٠ ألف بلورة فى المليمتر المكعب .

ج- الانتفاخ الغير ميكروبى :

يرجع وجود هذا العيب إلى عدم أحكام غلق العلب وكذلك إلى قابلية المادة المصنوع منها الصلب للتمدد والانكماش بشدة .

obeikandl.com

فعند تخزين اللبن المكثف المحلى على درجات الحرارة المنخفضة يحدث انكماش للبن ويندفع الهواء من الثقوب الدقيقة إلى داخل العلب نتيجة عدم الغلق الجيد للعبوات وعندما ترتفع درجة الحرارة أثناء التداول فإنه اللبن يتمدد ويسد الثقوب فلا يجد الهواء المتمدد طريقا للخروج فيضغط على جدر العبوات ويسبب انتفاخها وانبعاجها.

د – ترسب السكر فى قاع العبوات :

يوجد كثير من العوامل التى تؤثر على ترسب السكر وهى كفاءة التجنيس وزيادة حجم بلورات اللاكتوز – زيادة درجات حرارة تسخين اللبن – تذبذب درجات حرارة التخزين مما يؤدى إلى اختلاف كثافة اللبن المكثف واللاكتوز المتبلور فيزيد الفرق فى الكثافة بينهما ويؤدى إلى رسوب سكر اللاكتوز نتيجة لذلك .

هـ- الثخانة Thickening :

يرجع هذا العيب إلى عدة عوامل وتشمل درجة حرارة التخزين وحموضة اللبن المستخدم فى التصنيع وتركيز السكر المضاف وتركيز المنتج النهائى ودرجة حرارة التسخين الابتدائى.

و – اللون الغامق :

ويرجع إلى العيب إلى ارتفاع درجات حرارة التسخين أثناء التصنيع عن الحد المرغوب أو المحدد – كما يرجع إلى ارتفاع درجة حرارة التسخين فوق ٥٠ °ف حيث يحدث تفاعل بين السكر والبروتين يؤدى إلى ذلك العيب .

ثانيا : عيوب الطعم :

أ – الطعم الشحمى :

يحدث الطعم الشحمى بسبب أكسدة الدهن ومن العوامل التى تساعد على أكسدة الدهن وتشجع حدوث ذلك العيب بقايا المعادن الثقيلة (الحديد والنحاس) وتعرض اللبن المكثف للهواء لفترة طويلة.

ب- الطعم المعدنى :

من الطعوم التى تظهر أيضا نتيجة لأكسدة الدهن والعوامل التى تساعد على أكسدة الدهن تزيد من احتمال ظهور ذلك العيب مثل تلوث اللبن ببقايا المعادن الثقيلة وتعرض اللبن المكثف للضوء والهواء لفترات طويلة .

الطعم الزنخ :

يحدث هذا العيب بسبب تحلل الدهن وانطلاق أحماض دهنية قصيرة السلسلة مثل حمض البيوتريك وذلك نتيجة لوجود أنزيم الليبيز وللتغلب على ذلك العيب لابد من أجراء عملية التسخين الابتدائى على درجة أعلى من ١٧٠ °ف وذلك لضمان القضاء على انزيم الليبيز ومما يساعد على ظهور هذا العيب تصنيع ألبان ناتجة من ماشية فى نهاية فصل الأدرار حيث يرتفع محتواها من انزيم الليبز .

٢- العيوب الميكروبية :

أ- الرائحة التعفنية والتخثر :-

يعتمد الحفظ فى اللبن المكثف المحلى على التركيز العالى من السكر وما يترتب على ذلك من زيادة فى اللزوجة مما يجعل وسط اللبن المكثف المحلى غير ملائم لنمو الميكروبات وحيث أن اللبن المكثف المحلى لا يعقم لذلك فإن بعض الميكروبات يمكنها النمو فى هذا الوسط المرتفع اللزوجة حيث تقوم هذه الميكروبات بإنتاج روائح تعفنية فى اللبن المكثف المحلى نتيجة لتحلل البروتين وارتفاع الحموضة وعند تخفيف هذا اللبن بالماء تنفصل الخثرة نتيجة ارتفاع حموضة اللبن بفعل هذه الجراثيم البكترية والخمائر.

ولتلاقى هذا العيب ومنع ظهوره فى اللبن المكثف المحلى يجب رفع نسبة السكروز فى مصل اللبن بحيث لا تقل عن ٦٤.٥٪ - كما يجب تخزين المنتج على درجة حرارة أقل من ١٠ °م واتباع الشروط الصحية من تعقيم الأجهزة ونظافة المصنع والعمال.

ب- الزرايير الفطرية Mold buttons

يرجع هذا العيب إلى نمو فطريات

Aspersgillus repens

Aspergillus glaucus

نتيجة لحدوث تلوث بعد عملية التسخين الابتدائى، ويظهر هذا العيب فى شكل نموات فطرية لها قوام الجبن ولونها أصفر مبيض أو بنى محمر ولها رائحة العفن ويزداد نمو هذه الفطريات المسببة هذا العيب عند التخزين على درجات الحرارة المرتفعة (أكثر من ١٠ °م) وخصوصا عند التخزين على درجة حرارة الغرفة حوالى ٢٠ °م أو أكثر ويمكن الحد من ظهور هذا العيب باتباع الشروط الصحية فى الإنتاج والتخزين على درجة حرارة منخفضة لا تزيد عن ١٠ °م .

جـ- الانتفاخ الغازى :

يحدث هذا العيب بسبب تكون غازات نتيجة للتخمرات الميكروبيولوجية التى تحدث إنبعاج للعلبة المحتوية على اللبن المكثف المحلى وأحيانا تسبب انفجارها ويظهر بجانب هذا العيب تكون كتل كبيرة تتحول أثناء التخزين إلى كتل صغيرة وينتج هذا العيب.

مقارنة بين اللبن المكثف المحلى واللبن المبخر (المكثف غير المحلى)

١- يعتمد الحفظ فى اللبن المكثف المحلى على الزيادة فى اللزوجة نتيجة لإضافة سكر السكروز — بينما وسيلة حفظ اللبن المبخر هو التعقيم

٢- لا تجرى عملية تجنيس للبن المكثف لأن لزوجته المرتفعة الناتجة من محتواه العالى من السكروز تمنع طفو حبيبات الدهن على سطح اللبن — بينما تجرى عملية التجنيس على اللبن المبخر بغرض منع طفو حبيبات الدهن على السطح وضمان توزيعها فى جميع أجزاء اللبن .

اللبن المجفف

إنتاج اللبن المجفف يتطلب نزع كمية كبيرة من الماء من اللبن السائل تصل إلى ٩٦ — ٩٧٪ ويتم ذلك خلال الخطوات التالية :

١- استلام وتعديل اللبن :

عند استلام اللبن لابد من التأكد من جودة اللبن من الناحية الطبيعية والكيماوية والميكروبيولوجية ذلك عن طريق إجراء الاختبارات المختلفة ويجب ألا تزيد حموضة اللبن عن ٠,١٥٪ ويكون المحتوى الميكروبى أقل ما يمكن.

٢- المعاملة الحرارية :

يتم معاملة اللبن حرارياً على درجة حرارة أعلى من درجة حرارة البسترة والغرض من هذه المعاملة ويتلخص فيما يلى :

أ – القضاء على الميكروبات المرضية .

ب– تثبيط الأنزيمات الموجودة فى اللبن مثل أنزيم الليبيز حتى لا يحدث تحلل للمنتج المجفف أثناء التخزين وينتج عن ذلك طعوم غير مرغوبة .

جـ– تحفيز إنتاج مجاميع السلفا هيدريل (SH-) والتى تعمل كمضادات أكسدة خلال فترة تخزين اللبن المجفف .

وتتراوح درجات الحرارة المستعملة فى المعاملة الحرارية من ٨٨ — ٩٢ °م لمدة ١٥ — ٢٠ ثانية وذلك باستخدام المبادل الحرارى ذو الألواح أو المبادل الحرارى الأنبوبى .

٣- التبخير :

يستخدم النظام الثلاثى للتبخير **multiple effect evaporator** لتركيز اللبن إلى نسبة جوامد ٣٣ — ٣٥٪ وذلك فى حالة تجفيف اللبن بطريقة الأسطوانات أو إلى نسبة جوامد ٤٠ — ٥٠٪ فى حالة تجفيف اللبن بالرذاذ كما يعمل التبخير على التخلص من جزء كبير من الغازات الموجودة فى اللبن.

٤- التجفيف

يتم تجفيف اللبن بالتخلص من الماء الموجود به فيحول إلى مسحوق (بودرة) تحتوى على نسبة رطوبة من ٣ – ٤٪ وهو ما يسمى باللبن المجفف والفكرة الأساسية للتجفيف هى تبخير الماء بسرعة .

الغرض من تجفيف اللبن :

١- تجفيف الزيادة من اللبن لتخزنها لحين الحاجة إليها حيث أن التجفيف يمنع نمو الميكروبات ويوقف حدوث الفساد وذلك نتيجة لنقص الرطوبة .

٢- تسهيل نقل اللبن حيث أن اللبن المجفف أسهل وأقل فى الحجم من اللبن الكامل وبالتالى يسهل نقله نتيجة لذلك .

طرق تجفيف اللبن :

١- التجفيف بالأسطوانات Roller drying أو ما يسمى بتجفيف الفيلم أو الغشاء.

٢- التجفيف بالرذاذ Spray drying.

٣- التجفيف بطريقة الرقائق أو الشرائح.

أولاً : التجفيف بالأسطوانات :-

يوجد منه طريقتين :-

أ – التجفيف بالأسطوانات المعرضة للهواء

Atmospheric roller drying

وفى هذه الطريقة فإن أسطوانات التجفيف تكون معرضة للهواء ويجرى التجفيف تحت الضغط الجوى العادى .

ب- التجفيف تحت التفريغ Vacuum Roller drying

وعند تطبيق هذا النظام فإن الوحدة بأكملها يجرى وضعها فى حجرة تحت تفريغ عالى .

وتتكون وحدة التجفيف من أسطوانة أو أسطوانتين بدوران فى اتجاه عكسى وتسخنا من الداخل بواسطة الهواء المضغوط على درجة حرارة ١٣٠ – ١٥٠ °م.

ويوجد نظامين لدخول اللبن أما تحت تأثير ثقله من خزان علوى (شكل ٥١) أو عن طريق موزع (nozzles) (شكل ٥٠) حيث يتوزع اللبن على سطح الأسطوانة أو الأسطوانتين على صورة غشاء رقيق سرعان ما يجفف أثناء دوران الأسطوانة ثم يكشف اللبن الجاف عن طريق سكاكين مثبتة على طرفى الأسطوانة أو الأسطوانتين .

وبعد ذلك يطحن ويغربل ويعبأ .

ومن الملاحظ أن استخدام طريقة التجفيف باستخدام الأسطوانات يعيبه قلة ذائبية المنتج بعد التجفيف مقارنة بطريقة التجفيف باستخدام الرذاذ أو الرش وهذه الطريقة تستخدم لتجفيف اللبن الفرز وأيضا فى إنتاج بعض الحلويات المجففة ومنتجات الخبيز أو إنتاج اللبن المجفف المستخدم فى علف الحيوانات.

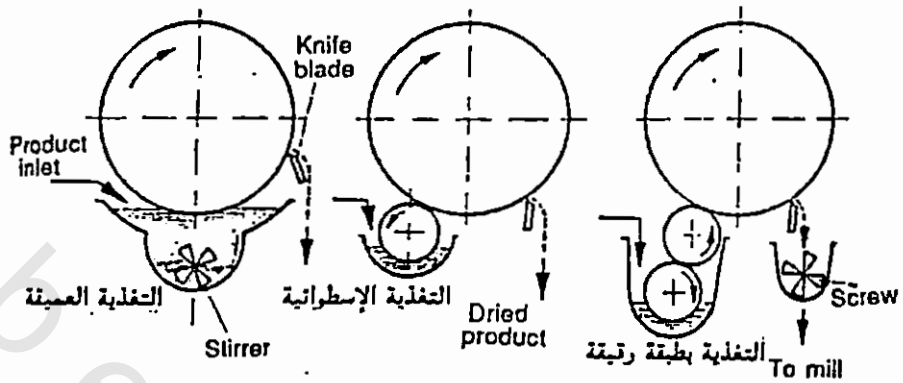
ومن الملاحظ أن أهم التغيرات التى تحدث نتيجة تجفيف اللبن باستخدام الأسطوانات هى:-

- حدوث عملية دنترة للبروتين والتى من شأنها بجانب تفاعل ميلارد حدوث انخفاض بجودة اللبن المجفف، بالإضافة إلى أن الحرارة المباشرة المستخدمة عند ملامسة اللبن لسطح الأسطوانات قد ينتج عنها تغيرات غير عكسية تطرأ على صفات اللبن مثل حدوث عملية كرملة للاكتوز وتفاعل ميلارد المكون للون البنى والذى يحدث من التفاعل بين الحمض الأمينى ليسين فى البروتين والمجموعة الكربونيلية بسكر اللاكتوز.

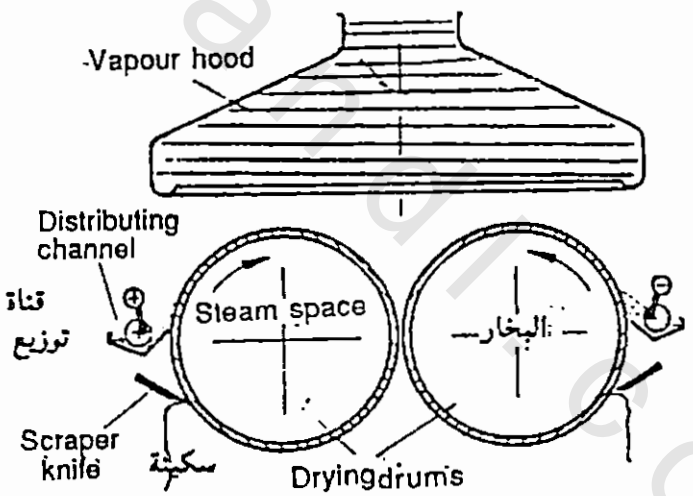
وتتميز هذه الطريقة :

١- أنها لا تحتاج إلى حيز كبير.

٢- قلة التكاليف.

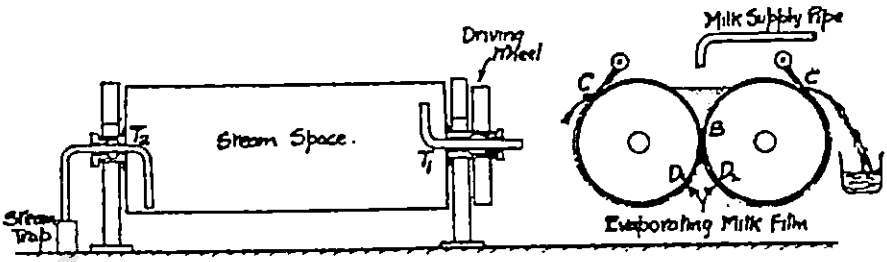


(شكل ٤٩) نظام التغذية فى التجفيف بالأسطوانات

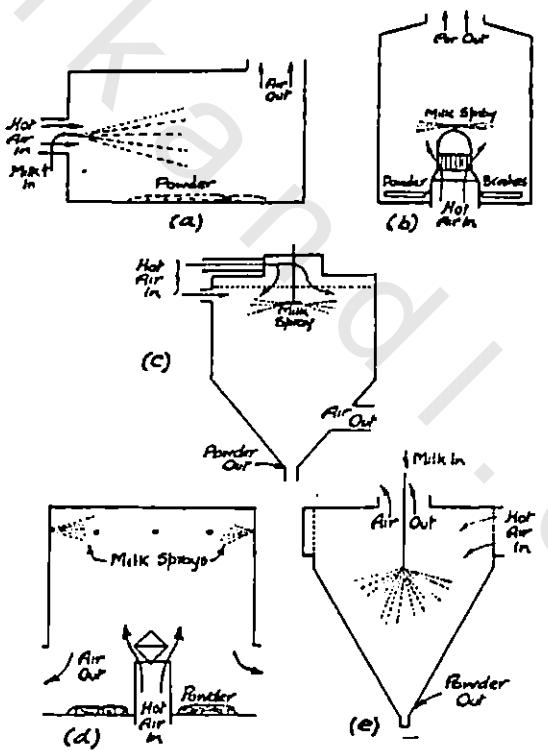


نظام الاسطوانتين ودخول اللبن عن طريق موزع

شكل (٥٠) التجفيف بالأسطوانات



شكل (٥١) من نظام التغذية فى التجفيف
بالأسطوانات المزدوجة ودخول اللبن من خزان علوى



(a) Merrell-Soule. (b) Krause. (c) Kestner. (d) Rogers. (e) Gray-Jensen.

شكل (٥٢) الطرق المختلفة للتجفيف بالرذاذ

٣- سهولة إجرائها بالإضافة إلى انخفاض تكلفتها.

ويمكن التغلب على ظاهرة أو تقليل التأثير السلبى للملامسة الحرارية للبن على الأسطوانة باستخدام .

١- استخدم الأسطوانات ذات التفريغ .

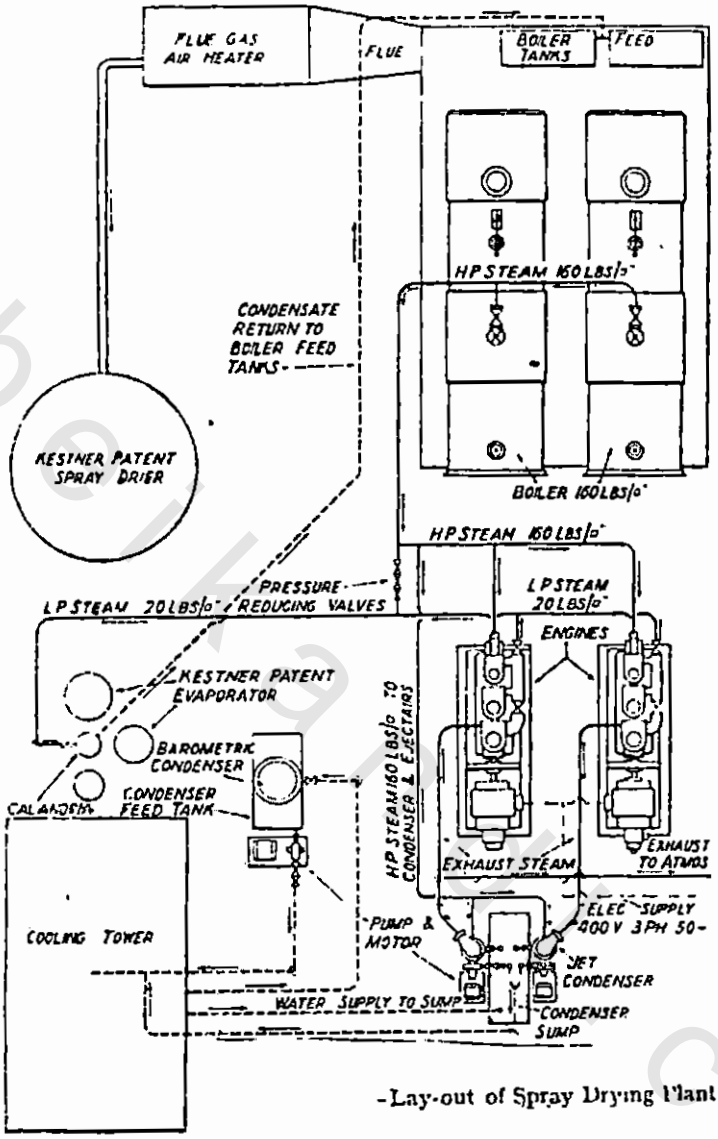
٢- يستخدم رش اللبن على الأسطوانات لتحسين الجودة .

٣- يستخدم بخار شبع جاف على درجة حرارة أعلى من ١٤٩ °م وضغط **261 Mpa** وسرعة أسطوانات **6- 24 rpm**

وزمن ملامس اللبن للأسطوانات يكون لايزيد عن ٣ ثوانى وزاوية سكينة المكشط على الأسطوانات ١٥ — ٢٠ °م.

ثانياً- التجفيف باستخدام الرذاذ spary drying

تتلخص الفكرة فى هذه الطريقة فى تجفيف اللبن وهو على هيئة رذاذ بواسطة تيار من الهواء الساخن ونجد أن هذه الطريقة هى الطريقة الشائعة الاستخدام لتجفيف اللبن الكامل والأساس فيها دفع اللبن فى صورة رذاذ اللبن المركز بسرعة خلال تيار من الهواء الساخن ويتم تحويل اللبن إلى الصورة الرذاذية عن طريق عمليات **atomization** ويلاحظ أن هذه لطريقة يستخدم فيها قرص ناثر للبن فى صورة دقيقة وقد يكون تحت ضغط وبمقابله الهواء الساخن مع رذاذ اللبن المركز يجعل اللبن يجف فى الحال ويلاحظ تساقط حبيبات البودرة فى قاع حجرة التجفيف **Drying chamber** ، حيث يتم سحب الهواء الساخن المحمل بالرطوبة إلى خارج حجرة التجفيف عن طريق ما يعرف بالـ **cyclone** وهى وحدات فصل البخار، ثم يتم سحب اللبن المجفف على سيور خاصة متحركة إلى منطقة التعبئة بعد تبريده باستخدام تيار هواء جاف (شكل ٥٣).



-Lay-out of Spray Drying Plant

شكل (٥٣) مصنع تجفيف بإتباع طريقة التجفيف بالرذاذ

مميزات طريقة التجفيف باستخدام الرذاذ ما يلى :

- سرعة إجراء العملية حيث أنها تستغرق ٣٠ ثانية .
- عدم حدوث التأكسد .
- محدودية فقد الفيتامينات .
- عدم تحويل اللاكتوز إلى المركبات الداكنة البنية (عدم حدوث تفاعل ميلادن) .

أما عن عيوبه فهى كما يلى :

- التكلفة العالية بسبب استخدام طاقة كهربائية وبخارية عالية
- وكذلك لابد من توافر كميات كبيرة من الألبان من ١٠٠ألف — ٥٠٠ ألف كيلو لبن خام يوميا .

٥- التعبئة :

يستخدم فى تعبئة اللبن المجفف الصفائح أو الكراتين ذات الطبقات المتعددة والمغطاة بالبولى أثيلين أو الصفائح المغطاة من الداخل بالألومنيوم وذلك لحفظ وحماية اللبن من الرطوبة والهواء والتلوث والحشرات .

٦- تقدير الجودة :

- التركيب .
- الذائبية .
- المحتوى المائى .
- الجزئيات المحروقة.
- القدرة على الانسياب Flowability
- تغيرات التأكسد
- النكهة واللون والتلوث بالـ Staphylococcus

– العيوب نتيجة لنمو نوع من الخمائر المتبرعة التابعة للجنس torual وهى:

Torula lactis condensi

حيث يظهر فى الناتج طعم الخميرة، ويصبح غير قابل للاستهلاك الآدمى . ويمكن التغلب على هذا العيب عن طريق :

١– تنظيف وتعقيم الأجهزة جيدا مع المراقبة المستمرة على هذه الأجهزة .

٢– نقاوة السكر المستخدم ويجب أن يستخدم فى صورة محلول مائى معقم .

٣– تعبئة اللبن المكثف فى ظروف تمنع نمو الميكروبات مثل التعبئة فى جو من الغازات الخاملة .

ومن أهم مشكلات إنتاج اللبن المجفف بطريقة الرذاذ :

هو تلوث الهواء المستخدم فى عملية التجفيف حيث أن التلوث الغازى من شأنه زيادة مركبات النتروجين **Nitrogen oxides** حيث يلاحظ ارتباط مجاميع الأمين بالبروتين مكونة النيتروز أمين **Nitrose amine** المسبب للسرطان، ولذا من الهام جدا أن يخضع تلك الهواء إلى إجراءات عنيفة لتنقيته.

وحديثاً تم تطوير صناعة التجفيف بالرذاذ لإنتاج لبن سريع الذوبان **Instant** حيث يجرى إعادة تجفيف اللبن مرة أخرى كما سيتم ذكره فى صناعة اللبن المجفف سريع الذوبان .

٣– التجفيف بطريقة الرقائق أو الشرائح :

تستخدم هذه الطريقة فى إنتاج لبن مجفف ذو قابلية كبيرة للذوبان السريع حيث يركز اللبن أولا فى هذه الطريقة إلى ربع حجمه تقريبا ثم يتم خفق كمية من الهواء فى اللبن حتى يصل اللبن إلى ضعف حجمه تقريبا – ثم يمرر اللبن على سير مثقب ويمر هذا السير فى مجفف على صورة نفق يتعرض فيه اللبن إلى الهواء الساخن من أسفل ومن أعلى وعند وصول السير إلى نهاية النفق يكون قد تم تجفف اللبن ولا تصلح هذه الطريقة ألا لتجفيف اللبن الفرز – حيث يتم دخول كمية كبيرة من الهواء الساخن فى اللبن مما يعرض الدهن للأكسدة فى حالة استخدام اللبن الكامل .

جدول (١٧) متوسط التركيب الكميائى للبن المجفف

المكون	لبن مجفف مصنع من لبن فـرز	لن مجفف مصنع من اللبن كامل الدسم
ماء	١ — ٨	١,٥ — ٦,٥
دهن	١ — ٢,٥	٢٥ — ٢٩
بروتين	٣٣ — ٣٨	٢٤ — ٣٢
رماد	٧,٥ — ٨,٥	٥,٥ — ٦,٥
لاكتوز	٤٥ — ٥٢	٣١ — ٣٨

صناعة اللبن المجفف سريع الذوبان

هذا النوع من الألبان المجففة يذوب وينتشر فورا فى الماء بمجرد خلطة به على درجة حرارة الغرفة — وينتج هذا اللبن بطريقة الزداد بعد إدخـال بعـد التعديلات على طريقة الصناعة حيث يتم إعادة تجفيف مسحوق اللبن المجفف حيث تضبط رطوبة المسحوق إلى نسبة رطوبـة أكثـر مـن ٨٪ حيـث ينـتج نـاتج حبيبى هش مسامى أسفنجى ثم يمرر على سير ويحجـز بعـض الوقـت لإعطـاء فرصة لتيبلور اللاكتوز جزئيا ثم يمرر اللبن على مجفـف خـاص لخفـض نـسبة الرطوبة إلى ٣٪ ويتم الحصول على مسحوق ذو حبيبات صغيرة ويكون جزء مـن اللاكتـوز فيـه فـى صـورة **Monohydrate** ممـا يجعـل النـاتج غـير شـرهة لامتصاص الماء ثم يخرج اللبن بعد التجفيف إلى مطحنة ثـم إلى التعبئـة ويكـون الناتج أغمق لونا نتيجة للمعاملة الحرارة المزدوجة.

عيوب الألبان للمجففة

أولا : عيوب الطعم :

١- الطعم الغير مقبول :

ينتج هذا الطعم غالبا عن تغيرات كيمائية وطبيعية لبروتين اللبن بسبب النموات الميكروبيولوجية وزيادة نسبة الرطوبة عن ٣٪ ومما يساعد على ظهور هذا العيب التخزين على درجات حرارة مرتفعة أكثر من ٥٥ °ف والتخزين فى عبوات غير محكمة القفل — ويظهر هذا الطعم فى صورة طعم متعفن ورائحة [redacted] .

٢- الطعم السمكى :

ويحدث ذلك الطعم بسبب أكسدة الدهن (الليسيثين والكولين والأحماض الدهنية الغير مشبعة) وتكون مادة ثلاثى ميثيل أمين والعوامل المساعدة للأكسدة تشجع وتخفر التفاعلات التى تسبب هذا العيب مثل وجود الهواء والتعرض للضوء لفترة طويلة ووجود أثار من المعادن الثقيلة مثل النحاس والحديد وزيادة الحموضة وارتفاع الرطوبة .

الطعم الزنج :

ويرجع هذا الطعم إلى تحلل الدهن بواسطة أنزيم الربين الموجود طبيعياً فى اللبن أو الذى تعرزه بعض الميكروبات حيث يتكون عدد من الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة وأهمها حمض البيوتريك التى تسبب ذلك العيب عند زيادة تركيزها — ولمنع تكون ذلك العيب يجب التأكد من وصول درجة حرارة اللبن أثناء النسخين الابتدائى إلى درجة الحرارة والمدة الكافية للقضاء على أنزيم الليبيز كذلك منع إعادة تلوث اللبن أثناء خطوات الصناعة.

الطعم الشحمى :

يحدث هذا الطعم بسبب أكسدة الدهن وخصوصا حمض الأوليك وللتغلب على هذا الغيب يجب تعبئه اللبن فى جو من الغازات الخاملة مثل غاز النتروجين والتخزين على درجة الحرارة المنخفضة

ثانيا : عيوب التركيب

صعوبة الذوبان :

ويرجع هذا العيب إلى عيوب فى تركيب اللبن المجفف نتيجة لحدوث أخطاء فى عملية التجفيف أو فى العمليات الحرارية قبل التجفيف أو التخزين فى ظروف غير مناسبة من درجة الحرارة والرطوبة النسبية، كما أن الصفات الرديئة فى اللبن الخام تؤدى إلى حدوث ذلك العيب أيضا وأهمها اختلال الميزان الملحى وارتفاع الحموضة .

اللون البنى :

يحدث هذا العيب بسبب حدوث تفاعل الكرملة بين مجموعة الألدهيد فى السكر ومجموعة الأمين فى البروتين ويحدث ذلك بسبب ارتفاع درجة حرارة المعاملات الحرارية وطول الوقت المعرض له اللبن لهذه المعاملات كما أن ارتفاع درجة الحرارة وارتفاع الرطوبة أثناء التخزين يتسبب فى حدوث هذا العيب .