تكنولوجيا ألألبان

أ.د. عبد المنعم البدوى هجرس
أستاذ علوم وتكنولوجيا الألبان
كلية الزراعة – جامعة عين شمس

أ.د. عصـــــام عثمـــــان فايـــــد
أستاذ علوم وتكنولوجيا الألبان
وعميد كلية الزراعة – جامعة عين شمس

المحتويات

رقم الصفحة

الباب الأول : الجبن

نبذة تاريخية 1
القيمة الغذائية 3
تقسيم الجبن 5
الخطوات الأساسية فى صناعة الجبن 8
الجبن المطبوخة 27
– خطوات الصناعة 28
– أنواعها 30
عيوب الجبن 31
التحكيم فى الجبن 37
تذكر 39
أسئلة 41

الباب الثانى : المنتجات اللبنية المتخمرة

مقدمة 42
المعاملات التكنولوجية 44
أنواع الألبان المتخمرة 61
إنتاج الألبان المتخمرة العلاجية 73
الفوائد الصحية للألبان المتخمرة 75
فساد الألبان المتخمرة 77
تذكر 78
أسئلة 80

الباب الثالث : المنتجات الدهنية اللبنية

مقدمة 81
القشدة 81
– طرق الحصول على القشدة 81
– الخواص الطبيعية 85

– أنواع القشدة 86
– طرق الحفظ 89
الزبـد 91
– طرق الصناعة 92
– الريـع 97
– العيوب 97
السمن 99
– طرق الصناعة 100
– المورثـة 105
– تلف السمن 106
تذكـــــــــــــــــــر 107
أسئلـة 110

الباب الرابع : الألبان المكثفة
مقدمـة 111
اجهزة التبخير 113
– قدر التكثيف تحت تفريغ 113
– تطور أجهزة التبخير وأقسامها 117
صناعة اللبن المكثف المحلى 124
صناعة اللبن المبخر 130
التركيب الكيماوى للألبان المكثفة 135
الخواص الميكروبيولوجية للألبان المكثفة 135
العيوب غير الميكروبيولوجية 137
تذكـــــــــــر 140
أسئلـة 142

الباب الخامس : الألبان المجففة
مقدمـة 143
صناعة اللبن المجفف 145
اللبن المجفف فورى الذوبان 152
خواص اللبن المجفف 154
التغيرات التى تحدث فى الألبان المجففة 160

تذكِرَة 162
أسئلة 165

الباب السادس : المنتجات اللبنية المجمدة
مقدمة 166
تقسيم الأغذية اللبنية المجمدة 168
المكونات الأساسية لمخاليط المثلوجات وتأثيرها ومصادرها 169
حسابات تحضير مخاليط المثلوجات 177
خطوات صناعة المثلوجات 184
المشروبات اللبنية المجمدة والمثلوجات المائية 191
المثلوجات اللبنية المتخمرة 193
العيوب فى المنتجات اللبنية المجمدة 194
تذكِرَة 197
أسئلة 200
الباب السابع : المنتجات الثانوية للبان 201
مقدمة 201
اللبن الفرز ، الشرش ، اللبن الخض ، التركيب والاستعمالات 201
صناعة الكازين والكازينات 203
مركز بروتينات الشرش 208
صناعة اللاكتوز 210
إنتاج حامض الاكتيك 211
تذكِرَة 214
أسئلة 215
المراجع 216

تقديـم

يمثل اللبن أحد أهم الأغذية للكثير من سكان العالم لإحتوائه على جميع العناصر الغذائية التى تلزم الإنسان فى مراحل عمره المختلفة ، وقد بدأ الأهتمام باللبن كمصدر للغذاء منذ عدة قرون وبدأت النظرة له كسائل بيولوجى منذ حوالى منتصف القرن العشرين. وتمثل صناعة الألبان ومنتجاتها المختلفة أحد وأهم قطاعات الصناعات الغذائية التى شهدت تطوراً كبيراً فى العقود الأخيرة حيث استخدمت تقنيات حديثة بهدف خفض تكاليف الإنتاج وتحسين جودة المنتج وفى معظم هذه الصناعات يمثل اللبن أو أحد مكوناته المكون الرئيسى بها.

يضم هذا الكتاب سبعة أجزاء تمثل المنتجات الرئيسية للألبان وهى الجبن ، الألبان المتخمرة ، منتجات اللبن الدهنية ، الألبان المكثفة ، الألبان المجففة ، منتجات اللبن المجمدة ستة منها بينما يتناول الجزء السابع أهم المنتجات الثانوية للألبان وقد تناول كل جزء منها أهمية هذه المنتجات والتقنيات المستخدمة فى إنتاجها وطرق حفظها وبعض العيوب التى قد تعتريها أثناء صناعتها وحفظها وتداولها ، وقد تم عرضها بطريقة ميسرة وواضحة لتناسب الطلاب والمشتغلين بصناعة الألبان لإمدادهم بالمعلومات الأساسية فى هذا المجال ونأمل أن يحقق الفائدة المرجوة لهم جميعاً.

والله ولى التوفيق

المؤلفان

الباب الأول
الجبن Cheese

1- نبذة تاريخية

الجبن مجموعة من منتجات الأغذية المتخمرة والتى تصنع أساساً من اللبن وتنتج فى أشكال وأطعمة مختلفة فى جميع أنحاء العالم وتعتبر صناعة الجبن وسيلة لحفظ مكونات اللبن. ويوجد عدد كبير من أنواع الجبن تصنع فى مناطق مختلفة من العالم وتصل الى أكثر من 1000 نوع من الجبن وقد تمكن بعض العلماء من وصف وشرح أكثر من 400 نوع من الجبن بينما تمكن آخرون من تصنيف 510 نوع من الجبن.

هناك بعض أنواع جديدة ورئيسية من الجبن قد إستنبطت حديثاً كنتيجة للبحث العلمى وعديد من الأنواع الأخرى قد تطورت بدرجة كبيرة حتى أصبحت أنواعاً جديدة كنتيجة لتتابع البحث العلمى وظهور تكنولوجيات جديدة فمثلاً جبن الفيتا Feta تنتج بواسطة الترشيح الفائق ultrafiteration وكذلك اشكال مختلفة من جبن الكوارج .Quarg .

من المصادر الرئيسية التى يرجع اليها التباين فى صفات الجبن هو أنواع الحيوانات المنتجة للبن فبالرغم من أن ألبان أنواع مختلفة من الحيوانات تستخدم فى صناعة الجبن إلا أن الأبقار من أهم هذه الحيوانات بينما الغنم ، الماعز، والجاموس لهم اهمية إنتاجية فى بعض المناطق. هناك إختلافات معنوية هامة فى تركيب اللبن نتيجة إختلاف نوع الحسوان التى تنعكس على صفات الجبن الناتج من هذه الألبان. من الإختلافات الرئيسية نتيجة إختلاف نوع الحيوان التى له أهمية فى صناعة الجبن هو تركيز وأنواع الكازين، تركيز الدهن وخاصة محتواه من الأحماض الدهنية، تركيز الأملاح وخاصة الكالسيوم . كما أن هناك إختلافات معنوية فى تركيب اللبن بين سلالات الماشية breed وهذه بدورها تؤثر على درجة جودة الجبن الناتج كما تؤثر أيضاً الإختلافات التى تعزى الى فصل الحليب وعوامل التغذية وكذلك طريقة إنتاج اللبن وتخزينه وتجميعه على صفات جودة الجبن الناتج.

2 - إنتاج وإستهلاك الجبن:

إرتفعت كمية اللبن التى تستخدم فى صناعة الجبن على مستوى العالم بدرجة كبيرة خلال الـ 35 عاماً الأخيرة. حيث كان يصنع 13% فقط من الإنتاج

الكلى من الألبان الى جبن فى عام 1955 ثم إرتفع هذا المستوى الى 31% فى عام 1984. وفى عام 1990 . وجد أن أكثر من 35% من إنتاج اللبن يصنع الى جبن .

تعتبر الجبن ناتج رئيسى فى دول أوروبا الغربية وكذلك الدول التى يسكنها مهاجرين من أوروبا مثل كندا ونيوزلندا. يبلغ إنتاج العالم من الجبن حوالى 15 مليون طن (جدول 1) بمعدل زيادة سنوية خلال العشرين سنة الأخيرة يبلغ حوالى 4% يبلغ إنتاج الدول الأوروبية فى عام 1994 حوالى 50% من إنتاج العالم حيث تحتل فرنسا (1562.5 ألف طن) المرتبة الأولى فى إنتاج الجبن فى أوروبا تليها ألمانيا (1371.2 ألف طن) ثم إيطاليا (919.4 ألف طن)، يمثل إنتاج دول أمريكا الشمالية حوالى 26% من الإنتاج العالمى حيث يصل إنتاج الولايات المتحدة الأمريكية ، التى تعتبر أكبر دولة فى العالم فى إنتاج الجبن، الى حوالى 3.4 مليون طن والذى يمثل أكثر من 20% من الإنتاج العالمى ، بينما تمثل كندا (503.1 ألف طن) المرتبة الثانية فى إنتاج الجبن يليها المكسيك (116.4 ألف طن). ومن الأمور الجديرة بالذكر أن إنتاج الجبن فى أمريكا الشمالية والإتحاد السوفيتى سابقاً ، الذى يكون فيه تعداد السكان مماثلاً لما هو موجود فى أوروبا، حوالى 50% ، 12% من إنتاج أوروبا على التوالى.

جدول (1) : الإنتاج العالمى للجبن فى عام 1994

الدول	الإنتاج (ألف طن)
الدول الأوروبية	7075.7
دول أمريكا الشمالية	3861.9
الدول الأسيوية	775.8
دول أمريكا الجنوبية	613.2
الدول الأفريقية	495.3
دول الباسفيك [1] pacific	521.6
إجمالى الإنتاج العالمى	14880.10

(1) استراليا ونيوزلندا واليابان.

المصدر : الكتاب السنوى للإنتاج – منظمة الأغذية والزراعة FAO – الأمم المتحدة – 1995.

خلال العشر سنوات الأخيرة ، إرتفع إستهلاك الفرد من الجبن بدرجة واضحة فى معظم دول العالم ويختلف إستهلاك الجبن إختلافاً واضحاً بين دول العالم وحتى فى الدول الأروبية فمثلاً فى أسبانيا يكون إستهلاك الفرد من الجبن أقل من 3/1 نصيب الفرد من الجبن فى فرنسا أو اليونان (جدول 2).

جدول (2) : إستهلاك الفرد من الجبن (كجم/السنة) فى بعض الدول

الدولة	الإستهلاك	الدولة	الإستهلاك	الدولة	الإستهلاك
فرنسا	22.0	النرويج	13.3	المجر	9.3
اليونان	21.6	بلغاريا	13.2	إستراليا	9.2
إيطاليا	17.9	الدنمارك	12.7	نيوزلندا	8.4
المانيا	16.9	تشيكوسلوفكيا	12.6	المملكة المتحدة	8.2
اسرائيل	17.4	الولايات المتحدة	12.5	روسيا	6.4
ايسلندا	16.4	فنلندا	12.2	أسبانيا	5.2
السويد	15.9	كندا	11.8	إيرلندا	5.0
بلجيكا	18.5	بولندا	11.6	جنوب إفريقيا	1.6
سويسرا	14.9	لكسومبورج	10.000006	اليابان	1.1
هولندا	14.7	النمسا	10.6	الهند	0.2

ويلاحظ أن الجبن ذات أهمية محدودة نسبياً فى آسيا وأفريقيا (ماعدا مصر) وأمريكا الجنوبية حيث تعتمد الوجبات الغذائية بصفة أساسية على المنتجات النباتية أكثر منها على المنتجات الحيوانية حيث لا توجد تجارة ألبان فى بعض هذه الدول ومع ذلك فإن بعض الأنواع الخاصة من الجبن قد تنتج فى معظم الدول فى أنحاء العالم.

3- القيمة الغذائية للجبن

يعتبر الجبن الغذاء الذى يتميز بقوة حفظ جيدة وإرتفاع البروتين مع الدهن والكالسيوم والفوسفور والريبوفلافين وغيرها من الفيتامينات والمتوفرة فى صورة مركزة ويعتبر الجبن كبديل للأغذية الأخرى فى الوجبة الغذائية بالنسبة للبروتين .

فمثلاً 1 مجم من جبن التشدر يعادل تقريباً فى قيمته الغذائية : 10 لتر لبن ، 30 بيضة، 1.5–2.0 كجم لحم، 2–3 مجم سمك ، 18–20 كجم خضروات ورقية.

يختلف التركيب الكيماوى للجبن إختلافاً كبيراً طبقاً لنوع الجبن وطريقة الصناعة (جدول3) وأيضاً بإختلاف الدول التى تقوم بإنتاج هذه الأنواع من الجبن.

جدول (3) : التركيب الكيماوى الإجمالى لبعض أنواع من الجبن

نوع الجبن	الرطوبة (%)	البروتين (%)	الدهن (%)	الدهن/المادة الجافة(%)
دمياطى (لبن جاموسى)	53.5	15.69	24.0	51.6
دمياطى (لبن بقرى)	55.0	12.95	20.2	44.4
دمياطى (خليط 1:1)	53.5	10.97	24.5	52.7
قريش	71.85	10.79	5.32	18.9
فيتا	63.0	18.4	16.0	40.0
Cottage	80.0	10.0	5.0	20.0
كممبير	54.0	21.0	21.8	45.0
جبن معرقة بالفطر (Blue)	43.0	22.4	29.0	50.0
إيدام/جودا	46.0	24.1	25.4	45.0
تشدر	37.0	25.4	32.4	50.0
إميتنال	36.0	28.9	30.0	45.0
برمسان	31.0	37.5	26.0	35.0
راس	33.7	27.8	37.7	56.8

بالرغم من أن إستهلاك اللبن السائل ومعظم منتجات الألبان فى تناقص إلا أن هناك زيادة مستمرة فى إستهلاك الجبن فى معظم الدول ويزداد إستهلاك

الجبن على مستوى العالم بمعدل يصل الى 4% سنوياً وقد إرتفع إستهلاك الجبن فى معظم دول العالم بدرجة واضحة فمثلاً فى ألمانيا إرتفع معدل الإستهلاك منذ 1962 من 8 الى 18 كجم/ للفرد/السنة. يوجد أعلى إستهلاك الجبن للفرد فى العالم فى فرنسا واليونان بينما الإستهلاك يكون منخفضاً جداً فى أمريكا الجنوبية والدول الإفريقية والأسيوية.

الجبن من المواد الغذائية الهامة حيث تعتبر مصدراً مركزاً للبروتين وفى بعض الحالات مصدراً للدهن. وتفقد بروتينات الشرش أثناء صناعة الجبن والبروتين الموجود فى الجبن يعتبر مشتق تماماً من الكازين وبالرغم من ذلك فإن الأحماض الآمينية الأساسية عادة موجودة فى الجبن.

يختلف محتوى الجبن من الدهن طبقاً لنسبة الدهن فى لبن الجبن ، نوع الجبن. وجبن اللبن الكامل مرتفع فى محتواه من الدهن مثل جبن التشدر والستليتون حيث تحتوى على 45-50% دهن بينما جبن الإيدام والأنواع المشابهة تحتوى على 40% . مثل هذه الجبن تكون مصدراً للدهن للأفراد المحتاجين الى وجبات غنية فى الطاقة وعلى العكس من ذلك فإن جبن اللبن الفرز تكون منخفضة فى محتوى الدهن وغالباً ما تكون جزءً من الوجبة الغذائية الصحية أو المنخفضة الطاقة الحرارية. وعموماً يوجد الكوليسترول فى جميع منتجات الألبان الكاملة الدسم، محتوى الكوليسترول لعديد من أنواع الجبن مرتفع، جبن التشدر تحتوى على حوالى 70 ملليجم/100 جرام كما أن الجبن مصدر جيد للفيتامينات بالرغم من أن فيتامين C يفقد أثناء الصناعة. الجبن أيضاً له أهمية خاصة كمصدر جيد للأملاح المعدنية وخاصة الكالسيوم والحديد والفوسفور.

4- تقسيم الجبن

توجد تجارة عالمية للأنواع الرئيسية للجبن، عديد من هذه الأنواع يتم إنتاجها فى عدد من دول العالم لكن قد تكون غير متماثلة فى صفاتها وتركيبها . هناك عدة محاولات قد تمت لوضع تخطيط لتقسيم أنواع الجبن وذلك لمساعدة التجارة العالمية وتقديم معلومات تغذوية وقد تكون لأسباب أخرى مثل البحث العلمى

تختلف المحاولات التى تمت لتقسيم الجبن طبقاً للأساس الذى بنى عليه عملية التقسيم فقد إعتمد البعض على عمليات التصنيع وتم تعديلها وتقسيمها الى

خمس مجموعات على أساس محتواها من الرطوبة (الرطوبة فى الجبن الخال من الدهن)على النحو التالى:

- جبن شديدة الجفاف dried تحتوى على أقل من 40% رطوبة
- جبن جافة جداً grated تحتوى على 40 الى 49.9% رطوبة
- جبن جافhard تحتوى على 50 الى 59.9% رطوبة
- جبن طرية soft تحتوى على 60 الى 69.9% رطوبة
- جبن طازجة fresh تحتوى على 70 الى 82.0% رطوبة

وقد تم تقسيم أربعة من هذه المجاميع (الطازجة، الطرية، الجافة والجافة جداً) كل منها الى ما تحت المجموعتين (أى الى ثمانى ما تحت المجموعة subgroups) على أساس عملية الكبس والطبخ. كما تم تقسيم كل من هذه التحت مجموعة الى ستة أقسام (a-f) على أساس تركيز الكالسيوم فى الجوامد اللادهنية fat – free solids الخالية من الملح NaCl – free : أكثر من 2.5% ، 2.5–2.1% ، 2.0–1.6% ، 1.5–1.1% ، 1.0–0.6% ثم أقل من 0.6% والتى تعكس معدل ودرجة زيادة الحموضة .

كما تم تقسيم الجبن على أساس الصفات الريولوجية rheological properties أو نسبة الرطوبة ويتضمن هذين التقسيمين أسس متماثلة. فى التقسيم الثانى قسمت الجبن بصفة أساسية الى جافة hard ، ونصف جافة semi-hard وطرية soft التى قسمت على أساس صفات الميكروبات الأساسية فى الجبن مثل بادئ بكتريا حمض اللاكتيك، بكتريا حمض البروبيونيك propionibacteria ، الطبقة السطحية الميكروبية surface slime والفطريات الداخلية أو السطحية وقد تم تقسيم 510 نوع من الجبن على أساس محتواها من الرطوبة كعامل أساسى فى التقسيم ومعامل اللزوجة Viscosity factor ، معامل المطاطية elasticity factor ومعامل springiness factor الى جبن شديد الجفاف، جافة، نصف جافة وطرية.

يبدو من هذا التقسيم أن مستوى الرطوبة المقترح فى التقسيم منخفض جداً. وقد قسم Scott الجبن بصفة رئيسية على أساس محتوى الرطوبة الى جافة، ونصف جافة وطرية ثم قسمت هذه المجاميع على أساس درجة حرارة الطبخ أو / والميكروبات الثانوية. وقد قام Walstra بوضع تقسيم للجبن نسبة الماء الى البروتين Water: protein ratio بدلاً من إستخدام محتوى الرطوبة كأساس للتقسيم وإستبدال درجة حرارة الطبخ بنوع البادئ أى بادئ محب للحرارة المعتدلة

mesophile وبادئ محب للحرارة المرتفعة thermophile الذى يعتبر معادلاً لإستخدام درجة حرارة الطبخ المستخدمة بواسطة آخرين .

وقد إقترح Walter and Hargrove تقسيم بديل يتضمن 8 عائلات مشابه لدرجة كبيرة على النحو التالى:

1 – جبن جافة جداً Very hard (grating)

أ – تسوى بالبكتريا : مثل Asiago ، البرمسان Parmesan ، الرومانو Romano.

2 – جبن جافة Hard

أ – تسوى بالبكتريا ولا تحتوى على عيون مثل التشدر Cheddar، Cociocavallo.

ب – تسوى بالبكتريا وتحتوى على عيون مثل Emmental ، Gruyere

3 – جبن نصف طرية Semi-soft

أ – تسوى بالبكتريا مثل Munster, Brick

ب – تسوى بالبكتريا والميكروبات السطحية : rappist , Limburger

جـ – تسوى بالفطر الأزرق داخلياً : Stilton , Gogonzola , Roquefort

4– جبن طرية Soft

أ – مسواه بالفطر : Camembert, Brie

ب – مسواه بالبكتريا : Domiati, Feta

جـ – تستهلك طازجة (غير مسواه) Tallaga, Karish, Primost Mysost, Ricotta, Cottage, Cream

وقد إقترح Fox تقسيم الجبن الى عائلات كبيرة على أساس عامل التجبن coagulation agent على النحو التالى:

1 جبن التجبن بالمنفحة cheese rennet وتضم معظم أنواع الجبن الرئيسية.
2 جبن التجبن الحامضى acid coagulation وتضم جبن Cottage والكوارجQuarg والقريش Karish والقشدة .Cream
3 جبن التجبن بالحرارة والحامض heat/ acid مثل جبن الريكوتا Ricotta والزيجر Ziger .
4 جبن التركيز والبلورة concentration / crystallization مثل جبن الميوسست Mysost .

وقد يبدو مقبولاً أن أنواع الجبن المرتفعة فى الملح التى عادة تخزن فى محلول محلى أو شرش مملح وتشمل الدمياطى والفتا والبلغارى يجب أن توضع فى التقسيم كتحت عائلة Sub-family منفصلة لجبن المنفحة او فى أى من نظم التقسيم السابق ذكرها.

وقد إقترح بعض الباحثين بتقسيم الجبن على أساس عمل بصمة كيماوية لكل نوع من الجبن chemical finger print ولكن هناك بعض الصعوبات التى تواجه هذا النظام حيث أن التسوية نظام متغير غير ثابت وبالتالى يطرأ على الجبن تغيرات مستمرة خلال فترة التسوية والتى تختلف طبقاً لطول فترة التسوية مما يصعب معه وضع بصمة كيماوية ثابتة لكل نوع من الجبن.

5 – الخطوات الأساسية فى صناعة الجبن:

(1) إعداد اللبن فى صناعة الجبن :

أ – تعديل تركيب اللبن:

يهدف تعديل تركيب اللبن الى ما يأتى:

1- الحصول على جبن ذات تركيب موحد على مدار السنة مطابقاً للمواصفات القانونية.
2- إستخدام بعض مكونات اللبن إستخداماً إقتصادياً كالقشدة حيث تضيف ربح للمصنع عند بيعها وكذلك زيادة تصافى الجبن.

3- إنتاج جبن عالى الجودة يتمشى مع ذوق المستهلك من ناحية التركيب الكيماوى. يمكن حساب % للكازين عند معرفة % للدهن كما يلى :

% للكازين = % للدهن فى اللبن × 4. + 1.0

الطرق التى تستخدم فى تعديل تركيب اللبن (C/F ratio)

1- فى حالة ما إذا كان اللبن المراد تعديله مرتفع فى نسبة الدهن – يتم تعديله بإحدى الطرق التالية:

أ – إضافة لبن فرز.

ب – إضافة لبن منخفض فى نسبة الدهن.

جـ- فرز جزء من اللبن ثم إضافة اللبن الفرز الناتج الى اللبن الباقى (اللبن مرتفع نسبة الدهن).

د – فرز القشدة بالفراز.

2- فى حالة إذا كان اللبن منخفض فى نسبة الدهن. يتم تعديله بإحدى الطرق التالية:

أ) إضافة القشدة.

ب) إضافة لبن مرتفع نسبة الدهن.

جـ) فرز جزء من اللبن ثم إضافة القشدة الناتجة الى اللبن المتبقى (منخفض نسبة الدهن).

ب – التجنيس:

يعتبرالتجنيس من الطرق الشائع إستخدامها على نطاق واسع فى صناعة العديد من الجبن سواء الجبن الطرى أو الجاف وتتلخص فوائد التجنيس فيما يأتى:

1 يؤدى التجنيس الى تقليل الفاقد من الدهن فى الشرش عند صناعة الجبن الجافة أو الطرية أو النصف جافة وبالتالى يعمل على زيادة محصول الجبن.

2 يؤدى التجنيس الى قلة خروج أو إسالة الدهن من الجبن الجافة أثناء التسوية والتخزين على درجات حرارة الغرفة أو عند تعرضها لدرجات حرارة عالية.

3 يعمل التجنيس على زيادة معدل تحلل الدهن أثناء تسوية الجبن خاصة فى حالة الجبن الأزرق أو المعرق بالفطر. ويعزى ذلك الى أن التجنيس يعمل على تفتيت حبيبات الدهن الى حبيبات صغيرة الحجم أى تهتك أغشية الحبيبات مما يساعد على تخلل الإنزيمات المحللة للدهون وتحلل الدهن الى

أحماض دهنية يعزى إليها طعم ورائحة بعض أنواع الجبن خاصة مع الجبن الأزرق المعرق بالفطر.

وفى الظروف العادية يتم فرز اللبن ثم تجنس القشدة الناتجة (25% دهن) على حده، ويعاد إضافتها مرة أخرى للبن الفرز وتخلط القشدة المجنسة مع اللبن الفرز قبل إجراء المعاملات الحرارية والضغط الكافى فى تجنيس اللبن المراد صناعته جبن هو 500–1000 رطل/ بوصة^2 وأيضاً الضغط 750 – 2500 رطل/بوصة^2 .

فى حالة إستخدام التجنيس على مرحلتين يفضل إستخدام الضغط ما بين 500 – 800 رطل/ بوصة^2 ودرجة الحرارة المناسبة للتجنيس هى 68.9° وغالباً ما تستخدم درجة 57° م.

<u>علاقة التجنيس بجودة الجبن الناتج:</u>

1. يؤدى التجنيس الى إنتاج جبن ذات طعم غنى أو دسم خاصة فى حالة الجبن الطرى الغير مسوى الناتج من اللبن المبستر المجنس.
2. التجنيس ضرورى فى حالة إنتاج الجبن الأزرق حيث يعمل على إنتاج طعم أفضل بكثير عن الجبن المصنعة من لبن غير مجنس.
3. التجنيس يعمل على زيادة قدرة الخثرة على الإحتفاظ بالرطوبة مما ينشأ عن ذلك سرعة التسوية وزيادة عدد الميكروبات المرغوبة التى تعمل على زيادة الطعم للجبن أثناء التسوية ويؤيد ذلك الجبن تشدر المصنع من لبن مبستر مجنس لها كفاءة عالية للإرتباط بالماء وزيادة الطعم المقبول.
4. التجنيس يؤدى الى تحسين تركيب وقوام الجبن الناتج خاصة النوع المعرف بإسم Neufchatel cheese حيث لوحظ أن التجنيس على ضغط 2000 رطل / بوصة ^{2} يكفى لحدوث تحسين مرغوب فى قوام وتركيب الجبن وزياة الضغط عن ذلك يحسن من الخواص ولكن يعاب عليه ظهور صعوبات فى الخثرة المتكونة.
5. التجنيس يعمل على زيادة التصافى ويعزى ذلك لإرتفاع محتوى الدهن/المادة الجافة حيث وجد أن الجبن الناتج من لبن مجنس يحتفظ بحوالى 95.5% من كمية الدهن الكلية الموجودة فى اللبن ولكن الجبن الناتج من لبن غير مجنس فقد يحتفظ فقط 91.2% كما يحتفظ الجبن

الناتج من لبن مبستر مجنس بحوالى 35.5% من الجوامد اللادهنية بينما الجبن الناتج من لبن مبستر غير مجنس يحتفظ 36.5% من الجوامد اللادهنية.

جـ - **تنقية اللبن بالطرد المركزى**

تنقية اللبن بالطرد المركزى تؤدى الى تكسير أو تفتيت التجمعات البكتيرية الموجودة فى اللبن الى تجمعات صغيرة تنشأ عنها زيادة العدد الكلى للبكتريا فى اللبن المنقى بهذه الطريقة بإستخدام طريقة العد بالأطباق عن اللبن الأصلى وأيضاً ينتج عن هذه العملية سرعة وزيادة نمو البكتريا مما ينشأ عنها زيادة وتطور الحموضة بصورة أكثر من اللازم وفى السنوات الأخيرة أمكن إختراع جهاز التنقية Bactofuge machine

ويوضح الجدول التالى رقم (4) مقارنة العدد الكلى للبكتريا والجراثيم الهوائية والغير هوائية فى اللبن المبستر واللبن المنقى بعد البسترة.

	% إنخفاض العدد	
	اللبن المنقى	**اللبن المنقى بعد البسترة**
العدد الكلى للبكتريا	99.17	99.83
عدد الجراثيم الهوائية	13.5	77.00
عدد الجراثيم اللاهوائية	صفر	79.00

عملية : Bactofugation

يقصد بها إزالة البكتريا والجراثيم والشوائب الغير مرئية الموجودة فى اللبن بواسطة الطرد المركزى العالى وطبقاً للنتائج المشار اليها فى الجدول السابق يلاحظ مدى أهمية هذه العملية حيث تؤدى الى خفض نسبة عدد الجراثيم الهوائية واللاهوائية الموجودة فى اللبن ويقدر حجم الراسب أو الوحل فى جهاز التنقية بحوالى 3% من الحجم الكلى للبن الأصلى ويحتوى هذا الراسب على 6.8% من بروتين اللبن ويعتبر فى هذه الحالة فقد كبير من بروتين اللبن.

وقد أمكن تعقيم هذا الراسب ثم إضافته مرة ثانية للبن المراد صناعته جبن ولوحظ عدم تأثير على جودة الجبن الناتج.

د – **معاملة اللبن بفوق أكسيد الأيدروجين**

يتم معاملة اللبن بعد التصفية بفوق أكسيد الأيدروجين بتركيز 2و% على 49°م/30ق ثم يبرد اللبن الى 38°م حيث يضاف كمية كافية من أنزيم الكتاليز للتخلص من الزيادة من فوق أكسيد الأيدروجين ثم يضاف البادئ بعدها حيث تتابع بعد ذلك باقى خطوات الصناعة. وقد يستخدم فوق أكسيد الأيدروجين مع كميات اللبن الصغيرة وأيضاً فى حالة عدم توفر ظروف إجراء المعاملات الحرارية للبن فى بعض البلاد وقد ينشأ عدة صعوبات عند إستخدام فوق أكسيد الأيدروجين النقى الذى يحتوى على آثار من معادن الحديد والنحاس والزنك وهى كلها معادن سامة وغير مرغوبة.

هـ – **تبريد وتخزين اللبن:**

معظم الألبان التى ترد للمصانع يفضل حفظها لمدد طويلة أو قصيرة ولكن على صورة مبردة (5°م)وكذلك أثناء نقلها أو تداولها وبالتالى فإن تخزين اللبن مبرد أصبح أمراً حتمياً.

قد تستخدم تنكات التخزين فى تسوية اللبن المراد تحويله الى جبن قبل دفعه الى أحواض التجبن حيث يضاف البادئ للبن كما يتم إجراء بعض التحليلات الكيماوية والبكتريولوجية على اللبن وهو داخل هذه التنكات كما يتم تعديل تركيب اللبن وأى معاملات أخرى ضرورية.

الشروط الواجب توافرها فى تنكات تخزين اللبن المبرد:

1. يجب أن يسهل تنظيفها .
2. يجب ألا يكون مصدراً لأى روائح غريبة غير مقبولة تنتقل الى اللبن.
3. يجب ألا تسمح بزيادة المحتوى البكتيرى للبن.
4. يجب أن تكون محكمة تحتفظ بدرجة حرارة التبريد وعدم حدوث أى تسرب للحرارة.
5. أن تكون مزودة بنظم تبريد محكمة تقوم بتبريد اللبن جيداً.

6. يجب ملئ هذه التنكات حتى النهاية لمنع تكوين طبقة القشدة السطحية الذى يؤدى الى تكوين عيب Creaming off

و - **المعاملة الحرارية للبن**

الغرض من إجراء المعاملة الحرارية للبن المراد صناعته جبن هو القضاء على الميكروبات أو الإنزيمات الغير مرغوبة وكذلك الميكروبات المرضية التى تؤثر على صحة المستهلك والمعاملة الحرارية ليست طريقة لتعديل الجودة البكتريولوجية للبن حتى ولو كانت لها علاقة مباشرة بذلك.

المعاملة الحرارية العادية التى تستخدم فى معاملة اللبن لصناعة الجبن قد ينتج عنها قتل لبعض البكتريا وإتلاف الإنزيمات التى قد تفيد فى صناعة الجبن ولهذا السبب فإن بعض المشتغلين بصناعة الجبن يفضلوا إستخدام درجة الحرارة المنخفضة أو التى تقل عن درجة حرارة البسترة لتلافى التأثير على بكتريا وإنزيمات اللبن النافعة فى صناعة الجبن خاصة انزيم الليبيز خاصة عند إستخدام درجة حرارة 75 – 80°م فى المعاملة الحرارية للبن.

النظم التى تستخدم فى معاملة اللبن بالحرارة:

يوجد ثلاثة أنظمة تستعمل فى عديد من البلاد لصناعة الجبن:

1. التسخين اللحظى (لا يوجد وقت) وتتراوح درجة الحرارة المستخدمة من 75-95°م.
2. نظام إستخدام الحرارة العالية ولوقت قصير (HTST) الذى يستخدم درجة حرارة ما بين 71-75°م لمدة تتراوح ما بين 15-40 ثانية.
3. نظام التسخين على درجة حرارة منخفضة مع زيادة وقت التسخين ويستخدم درجة حرارة مابين 61-65°م لمدة من 20-40ق.

تأثير درجة الحرارة على صفات وخواص الجبن الناتج:

1- تسبب فقد كبير فى مطاطية الخثرة .
2- محتوى الجبن المعامل بالحرارة أقل فى الدهن ومرتفع فى محتواه من النيتروجين الكلى فى المادة الجافة .
3- تؤدى المعاملة الحرارية الى خفض محتوى الجبن من النيتروجين الذائب.
4- تؤدى المعاملة الحرارية الى زيادة محتوى الجبن من الكالسيوم الكلى.

(2) إضافة البادئ:

تحضير البادئ:

يستخدم اللبن الفرز كبيئة فى تحضير البادئ وقد تضاف الفوسفات الى اللبن بغرض منع نمو البكتريوفاج الذى يوقف نشاط ونمو بكتريا البادئ مع مراعاة تسخين اللبن المستخدم فى تحضير البادئ بغرض القضاء على البكتريا الغير مرغوبة والتى تؤثر على البادئ.

درجة حرارة 65° - 72°م لمدة 30 دقيقة غير كافية فى إنتاج البادئ كما أنه فى حالة تسخين اللبن فى زجاجيات تستخدم درجة 125° أو الدوارق التى تستخدم فى إنتاج مزرعة الأم Mother culture بينما تستخدم درجة حرارة 90° - 100°م فى حالة إنتاج البادئ فى التنكات مع مراعاة عدم التعرض أو التلوث بالبكتريوفاج.

تستخدم التنكات محكمة القفل ذات الجدارين على نطاق واسع فى إنتاج البادئ حيث تختلف بسعتها من 225 الى 4500 لتر (50 - 1000 جالون) تبعاً على إحتياجات المصنع وتستخدم درجة الحرارة التحضين 22 - 24°م مع معاملة اللبن حرارياً بإستخدام المبادلات الحرارية ذات الألواح على درجة 96°م / 3 ث أو 75°م / 40°ث وأحياناً تستخدم درجة حرارة 95°م /30ث للحصول على بادئ جيد.

ميكروبات البادئ :

الميكروبات المستخدمة فى البادئ متنوعة للمزارع المنتجة تحت ظروف التعقيم والجدول التالى يوضح أهم الميكروبات التى تستخدم فى إنتاج بادئات الجبن:

نوع الميكروب	الغرض من الإستخدام
Lac. Lactis	يوجد منها عدد كبير من السلالات مع تجنب السلالات المنتجة للنياسين.
Lac. cremoris *Lac. lactis bv.diacetilactis* *Str. thermophilus*	تستخدم مع الأصناف التى تتعرض لدرجة حرارة عالية.
Ent. durans	تنمو عند درجات الحرارة العالية.
Ent. faecalis	تستخدم فى بعض الحالات لإنتاج مركبات الطعم والنكهة والنمو فى درجات الحرارة العالية
Ln. lactis	أساساً لإنتاج مركبات الطعم والنكهة
Ln. paramesenteroides	أساساً لإنتاج مركبات الطعم والنكهة
Ln. mesenteroides	أساساً لإنتاج مركبات الطعم والنكهة
Ln. dextranicum	أساساً لإنتاج مركبات الطعم والنكهة
L. casei	تستخدم فى الجبن التى تسمط على درجة حرارة عالية.
L. bulgaricus	تستخدم فى الجبن التى تسمط على درجة حرارة عالية.
L. helveiticus	تستخدم فى الجبن التى تسمط على درجة حرارة عالية.
Pro. freudenreichii ss. shermanii	تستخدم لإنتاج الغاز ومركبات الطعم والنكهة فى بعض الجبن (الامنتال)

فى بعض الأحيان تستخدم جراثيم بعض الفطريات مثال جنس البنسيليم أو جنس *Geotricum* كمزرعة لتلقيح بعض الجبن ولكن هذه المزارع منفصلة عن بكتريا حامض اللاكتيك. أحياناً يتطلب أن يكون البادئ ميزوفيلى Mesophilic

الغرض من إستعمال البادئ فى صناعة الجبن هو إنتاج أطعمة نظيفة للجبن مع إنتاج معدلات عالية من حمض اللاكتيك فى المراحل الأولى حيث يعمل حامض اللاكتيك على تثبيط الميكروبات الملوثة مثل الكوليفورم.

3 – المواد المضافة والتى تستخدم فى صناعة الجبن

توجد العديد من الإضافات المستخدمة فى صناعة الجبن فى الظروف العادية يمكن حصرها فيما يلى:

(أ) الأملاح التى تحافظ على الإتزان الملحى (الكالسيوم) للبن.
(ب)الأملاح التى تثبط عمل الميكروبات الغير مرغوب فيها (ملح الطعام – نترات الصوديوم – كربونات وبيكربونات الصوديوم)
(ج) الأحماض التى تستخدم فى التحميض المباشر للبن (لاكتيك – ستريك – الخليك – GDL)
(د) المواد الملونة أو القاصرة للون (الأناتو – بنزويل بيروكسيد).
(هـ) التدخين
(و) إضافة المشروبات الروحية كالكحولات – البيرة – الخمور بأنواعها.
(ز) إضافة بعض المواد الغذائية كالخضروات والأعشاب والتوابل.

(3) تجبن اللبن :

فعل الرنين على الكازين

يوجد الكازين فى اللبن على صورة جسيمات تحتوى على عدة مكونات تختلف فى وزنها الجزيئى وخواصها وإتزانها مع الكالسيوم والأملاح الأخرى فى اللبن وتظل هذه الجسيمات ثابتة فى الوسط بواسطة القوة الحافظة للكابا كازين. حيث يعتبر الكابا كازين هو البروتين أو المركز الرئيسى الذى يهاجمه أنزيم الرنين .

وأنزيم الرنين كأى أنزيم محلل للبروتين يؤثر على رابطة ببتيديه معينة وقد وجد أنه يؤثر على الكابا فيحلله الى مكونين رئيسيين:

1 – جزء يترسب يسمى باراكابا كازين ويمثل حوالى 70 – 75٪ من الكابا كازين وغير ذائب عن pH 4.7 .

2 – جزء يذوب فى محلول 12٪ T.C.A سمى جلوكوببتيد أو ماكروبيتيد يحتوى على نسبة عالية من الكربوهيدرات ويذوب عند الـ pH 4.7 .

** كما هو مبين بالآتى:

كابا كازين رنين باراكابا كازين + جلوكوببتيد أو ماكروببتيد
أيونات كالسيوم

ويمثل الجزء الذائب فى محلول 12٪ TCA النواتج الأولى لفعل إنزيم الرنين على الكابا كازين.

Acetyle-NH_2

Para – k – casein
107 – amino acid
Phe- Ala M.W. 14000
Attacked by Renin
Meth Leu. Ther. Ser. Vol COOH
glycopeptide
54-75. amino acid
K- casein M.W. 6000
165 – amino acid
M.W. 20;000

يستنتج من ذلك أنه نتيجة لتأثير الرنين على الكابا كازين نلاحظ أن الرنين يهاجم الرابطة بين فينايل الانين والمثيونين ويكسرها وينفرد تبعاً لذلك الجزء الببتيدى الكربوكسيلى للكابا كازين ويعرف بالجلوكوببتيد وله نفس الترتيب للطرف الكربوكسيلى للكابا أما الطرف الأمينى الحر فى الباراكابا كازين فغير معروف .

ومن دراسة تأثير الرنين على الكازين وسلوكه أثناء التجبن يمكن القول أن تجبن اللبن يتم على مرحلتين:-

(1) **المرحلة الأولى : (فعل الإنزيم الرنين)**

وفيها يتم إدمصاص الإنزيم على سطح جسيمات الكازين (ارتباط يقوى طبيعية وليس ارتباط كيماوى) ويبدأ الإنزيم عمله على المكون الحافظ لجسيمات الكازين وهو الكابا كازين.

(1) المرحلة الثانية:

نتيجة إنفصال الجلوكوببتيد يصبح الكابا كازين غير قادر على حماية جسيمات الكازين من الترسيب فيرسب بفعل أيونات الكالسيوم الموجودة فى سيرم اللبن.

يجب الأخذ فى الإعتبار أن التجبن لا يتطلب حدوث تحلل كامل لجزئيات الكابا كازين الموجودة على جسيمات الكازين لكن يتأثر حوالى 30% فقط ويظل 70% الباقية على صورة كابا كازين كما هو.

التغيرات التى تحدث أثناء التجبن:

لو تتبعنا التغيرات التى تحدث فى اللبن تحت الميكروسكوب الدقيق فإن أول ما يشاهد هو:

(1) توقف جسيمات الكازين عن الحركة البراونية وثم تبدأ الجسيمات فى التجمع على هيئة كتل Aggregates وفى الدقائق الأولى من إضافة الرنين تظل محتفظة بشكلها الكروى ثم تبدأ فى الترتيب على هيئة صفوف مرتبطة ببعضها البعض تتحول بعدها الى هيئة خيوط على صورة شبكة ذات ثلاث أبعاد مكونة بذلك جيل. ويتوقف الإرتباط بين الجزئيات (تكوين الشبكة) على تركيز الكالسيوم فى الوسط ..

(2) اللزوجة : بإستخدام طرق قياس اللزوجة يمكن تميز عدة مراحل لتغير اللزوجة أثناء تجبن اللبن.

أ – فى المرحلة الأولى تقل اللزوجة بسرعة وتكون العلاقة خطية.

ب – المرحلة الثانية تستمر اللزوجة فى التناقص ولكن بدرجة أقل وفى نهاية تلك المرحلة تصل اللزوجة الى أقل درجتها وتفسر بإنفصال الجلوكوببتيد من جسيمات الكازين وبالتالى يقل الوزن الجزئ له.

ج – المرحلة الثالثة تأخذ اللزوجة فى الإرتفاع تدريجياً.

د – فى المرحلة الرابعة تزداد اللزوجة زيادة سريعة (عند بداية تجمع جزئيات الكازين).

التغيرات التى تحدث بعد التجبن:

إنكماش الخثرة:

يتوزع الماء فى الخثرة على ثلاث صورة وهى :

أ – الماء الحر: ويوجد فى الفراغات الكبيرة فى الخثرة ويسهل إزالته منها بعمل التقطيع.

ب – الماء الشعرى: ويوجد فى الفراغات الشعرية بالخثرة وكلما زادت هذه الفراغات زادت كمية الماء الشعرى.

ج – الماء المرتبط ويرتبط بالسلسلة الببتيدية وبواسطة القوة الثانوية للأجراء المحبة للماء وهذا النوع يكون غرف على سطح جسيمات الكازين وتجمعاتها يمنع إنكماش الخثرة وعلى ذلك فإن عملية إنكماش الخثرة تبدأ بإزالة ماء التأدرت أثناء تحلل الكابا كازين وتعتبر أملاح الكالسيوم الداخلة فى تكوين جسيمات الكازين هى المسئولة جزئياً عن إحتفاظ الجسيمات بماء التأدرت. تبدأ الخطوة الثانية والتى تمثل الإنكماش الحقيقى للخثرة عن طريق تكوين روابط هيدروجينية بين جسيمات الكازين المترسبة وتجمعاته وكلما تقدم التفاعل فإن القوى الداخلة والمؤثرة فى الإنكماش تزيد وتكون روابط أكثر قوة بين المجموعات القطبية فى السلاسل الببتيدية للكازين حتى تصل فى المرحلة الأخيرة من مراحل الإنكماش الى تكون روابط أكثر قوة بين مجموعات السلفاهيديل فى تجمعات الكازين.

العوامل التى تؤثر على سرعة تفاعلات التجبن:

1- وجد Berridege من دراسة تأثير درجة الحرارة على المراحل المختلفة لتجبن اللبن أن خفض درجة الحرارة الى درجة الصفر يؤدى الى إيقاف تجبن اللبن وأن ذلك يقتصر على المرحلة الثانية من مراحل التجبن (الغير انزيمية).

وقد وجد أن الخطوة الإنزيمية لا تتأثر كثيراً بإختلاف درجة الحرارة وعلى ذلك فإن معامل الحرارة لها Q_{10} وهو معدل الزيادة فى التفاعل نتيجة إرتفاع درجة الحرارة (10°م) منخفضة (حوالى 2) فى حين أن المرحلة الثانية تتأثر تأثرا واضحاً بدرجات الحرارة ووجد أن معامل الحرارة فى المدى من 26 – 38° م يتراوح بين 13-16 .

2- الـ pH : وجد أن سرعة تجبن اللبن الفرز يزيد بإنخفاض الـ pH فى المدى من 6.7 – 5.9 وأن الزيادة فى سرعة التجبن تنشأ نتيجة لقصر الوقت اللازم لإتمام الخطوة الثانية من التجبن. وعلى ذلك يتقارب الزمن الذى يشاهد عند تكوين الخثرة والزمن اللازم لإتمام الخطوة الإنزيمية وعلى ذلك نجد أن اللبن يتجبن فى نفس الوقت الذى يتم فيه عمل الإنزيم عند 6.1.

3- تركيز الإنزيم : تزيد سرعة التفاعل بزيادة كمية الإنزيم – كذلك يختلف تأثير الرنين على كمية النيتروجين الغير بروتينى NPN المنفرد تبعاً لتركيزه فعند إضافة تركيز أعلى من 0.08 ميكروجرام من الرنين/مل فإن كمية النيتروجين المنفرد لا تتأثر بكمية الرنين المضافة.

<u>العوامل التى تؤثر على تجبن اللبن:</u>

1 – درجة الحرارة : تقل فعالية الرنين على درجات حرارة أقل من 20°م ويكون نشطاً بين 30-48° والدرجة المثلى له 41°م وتقل كفاءته على درجة حرارة أعلى من 50°م.

2 – تسخين اللبن: يقلل تسخين اللبن لدرجات حرارة مرتفعة من قدرة الرنين على تجبنه وعلى ذلك تسخين اللبن لدرجة 85°م/30 ق يجعل اللبن أقل قابلية للتجبن ويرجع تأثير الحرارة الى عاملين:

أ – ترسيب أيونات الكالسيوم من الوسط.

ب – ترسيب بروتينات الشرش وإرتباط مركب بيتا لاكتوجلوبيولين مع كابا كازين على سطح جسيمات الكازين مما يعطل الإنزيم وزيادة الوقت اللازم لحدوث الفعل الإنزيمى.

ج – تصاعد ثانى أكسيد الكربون وإرتفاع رقم الحموضة تبعاً لذلك.

3 – الحموضة : تؤثر الزيادة الطفيفة فى حموضة اللبن لإسراع تجبن بفعل الرنين.

4 – أيونات الكالسيوم : لا تؤثر أيونات الكالسيوم تأثيراً يذكر على الخطوة الأولى من تجبن اللبن – بينما تتأثر المرحلة الثانية بأى تغير فى تركيز الكالسيوم.

وعموماً عند إجراء التجبن للبن المبستر يضاف نسبة من كا كل $_2$ تعمل لعدة أغراض:

أ – خفض الـ pH

ب – زيادة تركيز آيونات الكالسيوم
ج – زيادة الكالسيوم الغروى .

5 – التجنيس : تسرع هذه العملية من تجبن اللبن وذلك عن طريق زيادة السطوح المعرضة لفعل أنزيم الرنين.

6 – المواد المثبطة : تقلل كثيراً من المواد الغروية مثل الالبيومين والببتون من تأثير الرنين وتقلل من سرعة تجبن اللبن – ولهذا السبب يعزى بطئ تجبن اللبن المصاب بمرض التهاب الضرع.

7 – تأثير حفظ اللبن : حفظ اللبن يؤدى الى زيادة مدة التجبن ويفسر ذلك بتصاعد ك أ$_2$ وما يصحبه من إرتفاع فى رقم الحموضة بالإضافة الى التغيرات التى تحدث فى البروتينات والتى أهمها زيادة نسبة البروتيوز – ببتون والذى يقلل من تأثير أنزيم الرنين . كما ويلاحظ أن حفظ اللبن على درجة حراراة منخفضة يؤدى الى زيادة مدة التجبن نتيجة للإختلال التوازن بين الكالسيوم الغروى والذائب.

(4) تقطيع الخثرة:

تؤدى عملية تقطيع الخثرة الى زيادة مساحة الأسطح التى يتسرب منها الشرش كما تساعد على سهولة وتجانس إنتقال الحرارة خلال كتلة الخثرة أثناء تسخينها أو أثناء عملية الطبخ ويجب تقطيع الخثرة الى مكعبات متجانسة من حيث الحجم والشكل وذلك للمساعدة على توحيد صفات وقوام وتركيب الجبن الناتج.

ويؤثر حجم قطع الخثرة على صلابتها كما يؤثر على تركيبها فإذا كانت القطع صغيرة الحجم يزداد معدل فقدها للرطوبة عنها فى حالة القطع الكبيرة ويؤدى إختلاف حجم قطع الخثرة الى إختلاف المحتوى الرطوبى للجبن الناتج فالقطع الكبيرة تحتوى محتوى رطوبى أعلى من الصغيرة وبالتالى قد تحدث بعض العيوب فى الناتج النهائى كما أن القطع الكبيرة تكون اكثر عرضة للكسر وبالتالى تؤدى الى فقد أكبر فى نسبة الجوامد الكلية وكذلك الخثرة التى اجرى تقطيعها الى قطع كبيرة تحتاج الى عناية أكبر فى عمليات التقليب لمنع تكسيرها.

والقطع الصغيرة تلتصق مع بعضها بأحكام وبدون وجود أى فجوات وبالتالى يتميز الجبن الناتج عنها بالتركيب المقفول Close texture بينما فى حالة وجود القطع الكبيرة فإن عملية الإندماج لا تتم فى درجة كبيرة ويتميز الجبن الناتج بالتركيب المفتوح Open texture ولذلك فإن عملية التقطيع تعتبر من العمليات الهامة فى صناعة أو صفات الجبن النهائى.

ويجب تقليب الخثرة بعد تقطيعها حتى تظل جزيئاتها عالقة فى الشرش وبالتالى يتاح الفرصة لخروجه من جميع أسطحها بإنتظام ويجب أن يكون التقليب بطئ وهادئ فى البداية حتى لا تتكسر الخثرة وتفقد جزء من الدهن الموجود بها وكذلك جزيئات الخثرة والعكس صحيح.

(5) سمط الخثرة:

ويقصد بها رفع درجة حرارة الشرش وما به من جزيئات الخثرة بعد عملية التقطيع الى درجة أعلى من حرارة التنفيح والغرض الأساسى لذلك هو الوصول الى درجة الليونة أو طراوة للخثرة بسرعة الإنكماش وكذلك بتنشيط ميكروبات البادئ للإسراع من تكوين الحموضة اللازمة لهذه المرحلة وتختلف درجة الحرارة حسب نوع الجبن المراد إنتاجه ففى حالة الجبن نصف الجافة ترفع درجة الحرارة الى حوالى 28°م بينما فى الجبن الجافة تصل الحرارة الى 40°م وفى صناعة الجبن السويسرية قد تصل درجة حرارة السمط الى 55°م .

ملحوظة : فى صناعة معظم أنواع الجبن الطرية لا تجرى عملية السمط.

(6) عملية فصل الشرش عن الخثرة :

قد تتم هذه العملية بسرعة فى صناعة بعض أصناف الجبن وقد تحتاج الى بضع ساعات فى أنواع أخرى وعند إجراء عملية تسخين للخثرة بعد تقطيعها (عملية السمط) فإنه يسمح للشرش الساخن أن يظل مع الخثرة كما هو الحال فى الجبن التشيدر بينما عند عدم إجراء عملية تسخين فإنه يبدأ التخلص من الشرش مباشرة بعد عملية التقطيع وتوجد عدة طرق للتخلص من الشرش وهى:-

1- توضع الخثرة فى الشاش.
2- بإستخدام القوالب المثقبة.

3- بتجميع الخثرة فى حوض الجبن ثم صرف الشرش.

(7) <u>الشدرنة:</u>

تهدف الى زيادة أو لإرتفاع فى الحموضة وبالتالى تساعد على خروج الشرش بدرجة أكبر ولذلك تترك الخثرة للتماسك وتقل مسطحات إجزائها المعرضة لخروج الشرش فيها.كما يطرأ على الخثرة تغيرات فى هذه المرحلة فى طبيعة الخثرة أهمها تماسك الجزئيات وأندماجها فى كتلة واحدة ولا تظهر حدود بين جزئيات الخثرة .

كما يحدث أيضاً تغير فى مطاطية الخثرة حيث تصبح ذو مطاطية بدرجة كبيرة وتزداد المطاطية بدون أن تتكسر وذلك بفعل الحموضة على الباركازين المتكون وتصبح الخثرة سهلة الإلتصاق ببعضها وهى خاصية تشبه الى حد كبير التام الجروح فى الأنسجة الميتة ويتوقف مدى التغيرات التى تحدث بالخثرة على عدة عوامل أهمها:

1 – <u>طول فترة الشدرنة:</u>

فكلما طالت هذه الفترة كلما كانت التغيرات أتم وأكمل من حيث إرتفاع الحموضة بها وخروج الشرش منها.

2 – <u>معدل إرتفاع الحموضة</u>

وهذه تؤدى الى طول الفترة كما تؤثر على صفات الخثرة فإذا كانت الحموضة تسير بسرعة فإن التغيرات فى المطاطية والإندماج تحدث بسرعة أيضاً وقد تؤدى الى سرعة خروج الشرش بدرجة أكبر من المطلوب . وفى هذه الحالة يلجأ الى معاملة الخثرة للحد من سرعة تكون الحموضة وذلك بتقليل كتل الخثرة على فترات قصيرة لمساعدة خروج الشرش ولحفظ درجة حرارتها نسبياً مع وضع أثقال عليها أما اذا كانت الحموضة تسير ببطء فإن العكس منتظر أن يحدث أى تم التغيرات ببطء قد يؤثر على صفات الجبن نفسه وفى هذه الحالة يلزم إطالة فترة تقليب كتل الخثرة للحد من خروج الشرش عنها لدرجة ما مع المحافظة على درجة الحرارة لمساعدة تكون الحموضة والمطاطية مع إطالة الفترة اللازمة للشدرنة للوصول الى المواصفات المطلوبة للخثرة.

3 – درجة الحرارة:

وهذه لها أهميتها من حيث المساعدة على إرتفاع الحموضة وتحول الخثرة من قوام مطاط وخروج الشرش منها. وكما سبق ذكره فأننا نلجأ الى رفع الحرارة لحد ما عند الرغبة فى أسراع تكون الحموضة والمطاطية بينما نلجأ الى خفض الحرارة لحد ما أيضاً إذ أن خفضها أكبر من اللازم يسبب تصلب الخثرة وتوقف تكوين الحموضة ويتم رفع درجة الحرارة عادة بإضافة ماء دافئ للجدار الخارجى لحوض الشدرنة.

(8) الفرم والكبس:

فى بعض انواع الجبن التشدر تكون الخثرة مطاطية مرنة وحجم كبير ولذلك يجب فرمها الى جزيئات صغيرة نسبياً بواسطة مفارم خاصة وذلك قبل تعبئتها فى القوالب وذلك حتى لا تترك فرغات كبيرة بينها عند كبسها كما يسهل تمليحها برش نسبة الملح المطلوبة على الجزئيات الضغيرة وتقليبها بتوزيع الملح بالطريقة المنتظمة قبل التعبئة أما فى حالة أنواع الجبن التى تم الشدرنة تحت سطح الشرش فإن المتبع هو تقطيع الخثرة المتكونة الى مكعبات مناسبة ويرفع كل مكعب ويوضع فى القالب حيث تأخذ شكله بسببه ليونتها ثم تكبس بعد ذلك وفى هذه الحالة أما أن يضاف الملح الى الجزء المتبقى من الشرش قبل ترسيب الخثرة او تتم عملية التمليح (بعد الكبس) فى محلول ملحى ثم بعد الفرم عملية الكبس.

(9) التمليح :

يضاف الملح (ص كل) الى الخثرة أو الجبن الناتج بطريقة تختلف حسب نوع الجبن المصنع فى حالة الدمياطى يضاف الملح الى اللبن قبل التجبن ولو أنه يمكن إضافة الى الجبن الناتج وذلك بغمرها فى محلول ملحى أما فى الجبن الجافة فأن الملح يضاف الى الخثرة قبل التعبئة وبعد الفرم.

(10) التغليف أو التعبئة للجبن الجاف ونصف جاف:

يحتاج الجبن الجاف الى مدة طويلة نسبياً حتى يتم نضجه ويتم ذلك فى جو رطب قد يساعد على نمو الفطريات على سطح الجبن كما يحدث فقد فى الوزن أثناء دفترة التسوية.

جو رطب ←——ينمو فطريات حتى إذا كان أقل قدر من

ولهذا يجرى التغليف لتفادى:

1 – النقص فى الوزن.

2 – وحمايته من الفطريات.

3– إعطاء الجبن مظهر أفضل وقد إستخدم شمع البرافين لهذا الغرض منذ فترة طويلة وفى السنوات الأخيرة إستخدمت أنواع اخرى من الشموع فى تغليف الجبن كما أمكن خلط شمع البرافين ببعض المواد الأخرى مثل زيت البرافين أو الشمع غير المتبلور مثل السيريزين وذلك لجعله أكثر مرونة وأقل قابلية للتشقق بعد التغليف والإتجاه الحديث فى مواد التغليف هو إستعمال مواد تغليف من البلاستيك حيث تعطى حماية لسطح الجبن.

<u>أهم الشروط التى يجب توافرها فى المادة المستخدمة لتغليف الجبن:</u>

1. أن يكون معدل الفقد فى الرطوبة مناسب وكذلك بالنسبة لنفاذيتها للأكسجين .
2. أن يكون سعرها إقتصادى
3. أن يكون غير قابلة للإنكماش أو نفاذية للضوء .
4. أن تكون ذو مرونة خاصة وقابلة للطباعة وذلك للتميز والدعاية.

<u>(11) تسوية الجبن:</u>

قد تستهلك بعض أنواع الجبن وهى طازجة أو بعد التسوية وتتم عملية التسوية بتخزين الجبن على درجة حرارة منخفضة وفى وجود درجة مناسبة من الرطوبة للعوامل البيولوجية والبكترولوجية الموجودة بالجبن وهذه العوامل هى:

(1) إنزيمات اللبن الأصلية وهى الموجودة أصل فى اللبن مثل إنزيم الجلكتيز (البروتينيز) الذى يؤثر على بروتين اللبن ويؤدى الى ظهور نواتج مختلفة حتى مرحلة الببتيدات . وكذلك أنزيم الليبيز والذى يؤثر على دهن اللبن وتنتج الأحماض المنخفضة فى وزنها الجزيئى والدور الذى تقوم به أنزيمات اللبن فى عملية التسوية يعتبر ضئيلاً وذلك لعدم توفر تركيز المناسبة فمثلاً رقم الـ pH العادى فى الجبن الجافة يتراوح بين 5 الى 5.5 وبينما الأمثل الإنزيم

البروتينيز الموجود باللبن هو 8 ويكون غالباً غير نشط عند 5 أقل من 6.5 ، كما أن إستخدام البسترة فى صناعة بعض أصناف الجبن يؤدى الى تثبيطه.

(2) المنفحة : يؤدى إضافة الرنين عند صناعة الجبن الى تجبن اللبن وتحلل البروتينات الى مركبات ذات وزن جزئ أقل وعموماً فإن تأثير المنفحة على التحلل البروتينى يقف عند مستوى البيتونات والببتيدات إلا أن مستحضرات المنفحة التجارية تحتوى على إنزيمات أكثر على تحلل البروتين مثل أنزيم الببسين والتربسين كما تحتوى عجينة المنفحة على الليبيز

(3) الميكروبات الموجودة فى اللبن أصلا وهى العامل الأساسى فى عملية التسوية وأهمها مجموعة الميكروكوكاس.

(4) الكائنات الحية الدقيقة التى تضاف كبادئات عند صناعة الجبن سواء المكونة لحمض اللاكتيك أو البروبيونيك أو الفطريات عند صناعة الجبن المسواه بالفطر.

وتحدث عدة تغيرات كيماوية الجبن يمكن إجمالها فيما يلى:

1 – تخمرت سكر اللاكتوز الى حمض لاكتيك وكمية قليلة من حمض الخليك والبروبيونيك .

2 – تحلل المائى للبروتينات.

3 – تحلل الدهن وإنفراد الأحماض الدهنية.

صناعة الجبن المطبوخة Processed cheese

الجبن المطبوخة هى الناتجة عن خلط عدة دفعات من الجبن الطبيعية مع أملاح الإستحلاب وتسخينها مع التقليب لتكوين كتلة بلاستيكية متجانسة ثم تبرد وقد تحتوى الجبن المطبوخة على فاكهة أو خضروات أو لحوم أو أسماك بغرض رفع القيمة الغذائية التى يحتاجها جسم الإنسان وتمتاز هذه الجبن بأنها أمنة من الناحية الصحية نظراً لتعرضها لدرجة حرارة مرتفعة عند الطبخ (°95-90م) .

- تنص التشريعات الخاصة بصناعة الجبن المطبوخ بألا تزيد نسبة أملاح الإستحلاب عن 3% وتتساوى نسبة الدهون والرطوبة فى الجبن. وأملاح الإستحلاب تشمل:-

1 – أملاح السترات سواء الأحادية أو الثنائية أو الثلاثية ولكن يعاب عليها بإخفاء القوام القشدى للجبن وإحداث تبقع فى الجبن الناتج وعدم منع نمو البكتريا

2- املاح الفوسفات الأحادية والثنائية والثلاثية الصوديوم ويعاب على الأملاح الأحادية عدم حدوث التحول القشدى الجيد وبالتالى لا تتانسب مع الجبن مرتفعة نسبة الدهن وقد تسبب طعم صابون وترميل ناتج عن تكوين بللورات من فوسفات الكالسيوم.

أهمية إضافة أملاح الإستحلاب فى صناعة الجبن المطبوخة هى:

1 – إذابة الكازين وتكوين محلول متجانس .

2- تقوم بفعل تنظيمى فى الجبن وضبط pH المطلوب.

3- إعطاء ناتج ذو قوام وخواص حفظ ثابتة.

أهمية العوامل الكيميائية والأولية والحرارية لصناعة الجبن المطبوخ

1. الماء لابد من إضافة الماء على دفعتين فى بداية الطبخ وقرب نهايته حيث يؤدى ذلك الى التحول القشدى بصورة أفضل.
2. إضافة الجبن المطبوخ الى الخليط عند الطبخ وهذه العملية تؤثر على اللزوجة والتركيب البنائى للجبن المسال ثم على تركيب ومرونة الناتج النهائى .
3. التسخين حيث يتم التسخين الخليط على 65-75°م وإرتفاع الحرارة عن هذا الحد تكون إسالة الكازين زائدة.

4. مدة الطبخ تتوقف مدة الطبخ على قوام الجبن الخام كما أن زيادة الحرارة يصاحبها تقليل مدة الطبخ.
5. التقليب بغرض خلط المكونات وعمل محلول متجانس.
6. الحموضة تلعب الحموضة دوراً هاماً فى القوام والتركيب البنائى للجبن الناتج حيث إنخفاض الـ pH الى 5.8 يعطى قوام جامد وإنخفاض أكثر من ذلك يؤدى الى تجبن الكازين وإرتفاعه عن هذا الحد يعطى قوام ضعيف ولزوجة أقل.

وتتلخص الخطوات الصناعة فى أربع خطوات رئيسية:-

ا – إختيار وخلط الجبن

تنتخب جبن ذات درجات متباينة من الطعم وتخلط مع بعضها بنسب مختلفة بحيث تعطى للناتج النهائى الطعم المرغوب وقد يستخدم فى هذا المجال صنف واحد أو أكثر . وبعد تنظيف هذه الجبن وإستبعاد الأجزاء التالفة تفرم ثم تنقل الى حلة الطبخ Cooker وهى عبارة عن حلة مزدوجة الجدران يمرر بينها البخار.

2 – إضافة املاح الإستحلاب:

يضاف بعض الأملاح الإستحلاب للحصول على النعومة المرغوبة فى الناتج النهائى حيث تعمل هذه الأملاح على إذابة البروتين وإستحلاب الدهن ومنع إنفصاله أثناء عملية الطبخ.

والأملاح التى تستخدم عادة لهذا الغرض عبارة عن أملاح الفوسفات phosphates والسترات Citrates والتارتارات Tartrates أو خليط منهم وعادة أو خليط منهم وعادة تستخدم هذه الأملاح بنسبة لا تتجاوز 3% من وزن الناتج وقد تعدل حموضة الجبن وذلك بإضافة بعض الأحماض غير الضارة مثل الخليك ، اللاكتيك ، الستريك ، الفوسفوريك بحيث لا ينخفض pH الجبن الى أقل من 5.3 كما قد تضاف الى مخلوط الجبن ملح ، ملون ، توابل ، فواكة ، خضروات ولحوم بالإضافة الى الماء والقشدة، جوامد اللبن اللادهنية فى صورة مختلفة وذلك لتعديل تركيب الناتج بحيث يكون مطابق للمواصفات القانونية. وجميع المواد السابق ذكرها إختيارية وذلك لصناعة انواع مختلفة من الجبن المطبوخ.

3 – تسخين الجبن:

يسخن مخلوط الجبن والإضافات الأخرى مع التقليب حتى تتحول الى كتلة بلاستيكية ناعمة ومتجانسة وعادة لا تقل درجة حرارة التسخين عن 66°م لمدة 30 ثانية على الأقل.

4 – التعبئة :

تعبأ كتلة الجبن وهى ساخنة حيث تناسب بسهولة فى عبوات خاصة ذات أحجام مختلفة ويحكم قفلها بطرد الهواء. وقد تعبأ فى صورة شرائح Slices مغلفة فى أغلفة بلاستيكية شفافة.

** وهناك ثلاث أنواع مختلفة من الجبن المطبوخة هى :-

ا – الجبن المطبوخ المبستر Pasteurized processed cheese

ب – غذاء الجبن المطبوخ المبستر Pasteurized processed cheese food

ج – مفرود الجبن المطبوخ المبستر Pasteurized processed cheese spread

تختلف فى مكوناتها ومواصفاتها بدرجة واضحة كما هو مبين بالجدول المرفق.

أنواع الجبن المطبوخة

نوع الجبن	المكونات	درجة حرارة الطبخ	التركيب	pH
الجبن المطبوخ Processed cheese	جبن طبيعى ذات درجات مختلفة من الطعم، ملون، أملاح إستحلاب	68-71°م	نسبة الرطوبة والدهن مماثلة للحدود القانونية للجبن الطبيعية المستخدمة فى إنتاج هذا الصنف.	5.6-5.8
غذاء الجبن المطبوخ Processed cheese food	يحتوى على المكونات السابقة بالإضافة الى مكونات أخرى إختيارية مثل اللبن الفرز،الشرش،أحماض عضوية .. الخ . ويجب ألا تقل نسبة الجبن فى هذا المخلوط 51%	76-82°م	نسبة الرطوبة لا تزيد عن 44% نسبة الدهن لا تقل عن 23%	5.2-5.6
مفرود الجبن Processed cheese spread	كما فى النوع السابق بالإضافة الى الصموغ لحجز كميات أكبر من الرطوبة ويجب الا تزيد هذه المواد عن 0.8% من وزن الناتج	85-90°م	نسبة الرطوبة لا تقل عن 44% نسبة الدهن لا تزيد عن20%	5.2 أو أقل

وفى جمهورية مصر العربية تنص اللوائح الغذائية على 3 أنواع من الجبن المطبوخة وهى:-

أ – جبن كامل الدسم: لا تقل نسبة الدهن الى المادة الجافة بما فيها ملح الطعام عن 54%.
ب – جبن دسم: لا تقل نسبة الدهن الى المادة الجافة بما فيها ملح الطعام عن 35%.
ج – حبن نصف الدسم : لا تقل نسبة الدهن الى المادة الجافة بما فيها ملح الطعام عن 25%.
وفى كل الحالات يجب ألا تزيد نسبة الرطوبة عن 50% .

عيوب الجبن

1 – تكوين غاز : Gas formation

قد يحدث هذا العيب أثناء أى خطوة من خطوات الصناعة أو أثناء التسوية. ويتوقف ظهور هذا العيب وشدته على إعداد وأنواع الميكروبات المسببة له.

فمثلاً إذا كان اللبن ملوثاً بكميات كبيرة من بكتيريا القولون ولم تتم بسترته فإن الغازات قد تتكون وتظهر أثناء عملية السمط مما يؤدى فى بعض الحالات الى طفو الخثرة ويزداد ظهور هذا العيب فى فصل الصيف مع إستعمال بادئات غير نشطة.

كما قد يحدث هذا العيب بعد الصناعة بفترة قصيرة (3–2 يوم) Early gassiness بسبب نمو نفس هذه الميكروبات ، خاصة فى حالة تبقى كميات وفيرة من اللاكتوز فى الخثرة بسبب إنخفاض نشاط بكتيريا البادئ.

وفى حالة الجبن الطرية فإن العيب قد يحدث فى حوض التجبن أو أثناء تصفية الشرش .

وكما سبق القول فإن عدد ونوع الميكروبات المسببة من العوامل الرئيسية المحددة لوقت وشدة ظهور العيب. وكما هو معروف فإن الأنواع المسببة لعيب الغاز المبكر هى: ميكروبات القولون – الخمائر المخمرة للاكتوز – بعض

البكتيريا المتجرثمة الهوائية، وفى جميع هذه الحالات تسبب الغازات المتكونة فى حدوث ثقوب غازية صغيرة الحجم يتراوح قطرها بين 2/1 الى 2 مم.

ومن ناحية أخرى فقد لا يحدث عيب تكوين الغازات فى الجبن الا بعد عدة أسابيع من تصنيعها وفى هذه الحالة يسمى عيب الغاز المتأخر Late gassiness ويكون ذلك بسبب نمو البكتيريا التابعة لجنس *Clostridium* وفى هذه الحالة يتكون داخل الجبن كميات وفيرة من الغاز مكونة ثقوب كبيرة وشقوق تجعلها ذات رائحة تعفنية كريهة. قوام أسفنجى وقد تؤدى فى بعض الحالات الشديدة الى إنفجار أقراص الجبن .

*** ولتلافى هذا العيب يجب إتباع ما يلى:**

1 – العناية بنظافة وتعقيم أدوات إنتاج اللبن وتصنيعه.
2 – بسترة اللبن للقضاء على بكتيريا الفولون والخمائر.
3 – إستخدام بادئات نشطة لإيقاف نشاط البكتيريا المتجرثمة.
4 – إستخدام سلالات من ميكروب *S. lactis* المنتجة للمضاد الحيوى nisin والمعروف بفاعليته ضد ميكروبات جنس *Clostridium* .
5 – العناية بتمليح الجبن لما للملح من تأثير مثبط لميكرولات جنس .CL

2 – التلوث بالفطريات :

يعتبر عيب تلف الجبن بسبب نمو الفطريات، من أكثر العيوب إنتشاراً والتى تواجه الصانع ، حيث أنها تسبب تشويه مظهر الجبن وإكسابه طعم ورائحة عفنة غيرها من الأطعمة غير المرغوبة.

فمثلاً يسبب فطر *Geotrium candidum* تلف الجبن المسمى Yeasty Flavour . بينما يسبب بعض أنواع من فطر Penicillium منع نمو الفطر المسئول عن تسوية جبن الكممبرت.

*** ولتلافى حدوث عيوب فى الجبن بسبب نمو الفطريات يمكن إتباع ما يلى:**

1 – العناية بنظافة وتعقيم الإدوات والأجهزة المستخدمة فى الصناعة وحجرات التسوية.

2 – الإبتعاد بقدر الإمكان عن استخدام الأدوات والأرفف الخشبية وضرورة نعومة أرفف التسوية حتى يسهل تنظيفها وتعقيمها ويستخدم لذلك عادة محلول 10% فورمالين أو محلول 500 جزء فى المليون من مركبات الأمونيوم الرباعية أو هيبوكلوريت الصوديوم.
3 – طلاء غرف التسوية بأنواع خاصة من البويات المضادرة لنمو الفطريات.
4– إستخدام التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية للأسطح التى تلاصق أو تلامس الجبن

3 – <u>التلف السطحى للأقراص:</u> Rind rot

يؤدى تراكم الرطوبة على السطحى الخارجى لأقراص الجبن الجاف الى السماح بنمو الخمائر والفطريات والبكتيريا المحللة للبروتين والتى تسبب الطراوة، عيوب اللون، الروائح غير المرغوبة. ويمكن تلافى هذا العيب بالمحافظة على السطح الخارجى للأقراص جاف تماماً وخالى من الرطوبة.

4 – <u>عيوب الطعم:</u>

أ – <u>الطعم الحامضى:</u>

ويرجع ذلك للأسباب التالية:

1 – إستخدام لبن مرتفع الحموضة.
2 – إضافة كمية من البادئ زائدة عن الحد.
3 – طول مدة تسوية اللبن.
4 – حموضة زائدة داخل الخثرة قبل أن تصل للجمودة المناسبة.
5 – سرعة تكون الحموضة قبل الطحن.

لتلافى هذا العيب يجب:

1 – جودة اللبن المستخدم فى الصناعة.
2 – إضافة كمية مضبوطة من البادئ قبل التلقيح.
3 – الإسراع فى إضافة المنفحة بمجرد الزيادة الملحوظة فى الحموضة لضمان الجمودة المناسبة للخثرة قبل تكون الحموضة الزائدة.

ب – **الطعم المر:**

ينتج هذا العيب إذا كان الجبن مصنع من لبن به هذا العيب نتيجة لمرض الماشية أو إختلاف فصل الحليب (تقدم أو تأخر) كما ينتج من تلوث اللبن ببعض البكتيريا التى تسبب هذا العيب، كما يتسبب فى ظهوره وجود شوائب فى الملح.

لتلافى هذا العيب يجب:

1 – تعقيم الأوانى، والأدوات للتأكد من عدم وجود البكتيريا المسببة لهذا العيب.

2 – إستخدام لبن من مواشى فى فصل الحليب وليس من بداية أو نهاية فصل الحليب.

جـ – **الطعم السمكى :**

يتسبب هذا العيب نتيجة نمو بعض أنواع من البكتيريا التابعة لجنس *Peseudomonas* ، وبعض المتجرثمة اللاهوائية وبعض السلالات الـ Intermediate التابعة لميكروبات القولون .

د – الطعم المؤكسد:

يظهر فى حالات نادرة وخاصة إذا كان رقم البيروكسيد للبن المصنع منه الجبن عاليا، وينتج هذا اللبن من مواشى متأخرة جداً فى فصل الحليب (فترة الجفاف). قد لا يظهر هذا الطعم فى اللبن ولكن بعد التخلص من الشرش يظهر هذا الطعم فى الخثرة ثم فى الجبن وخاصة إذا تم تخزينه وتسويته. وفى بعض الأحيان تصنع الجبن من لبن حدث له رج شديد أثناء النقل الى لبن نقل على درجة حرارة مرتفعة الى لبن نقل فى أوعية من معدن به صدأ، مثل هذا اللبن يكون رقم البيروكسيد له على ويظهر به الطعم المؤكسد والذى يظهر بالتالى فى الجبن فيما بعد.

ولتلافى هذا العيب يجب:

1 – تلافى إستخدام لبن من ماشية فى نهاية فصل الحليب مع عدم المبالغة فى حلب الماشية قرب الجفاف أو قبيل الولادة.

2 – يجب التأكد من نقل وتداول اللبن فى أوانى معدنية غير قابلة للصدأ.

3 – يجب التأكد من تبريد اللبن عقب الحلب مباشرة وأثناء النقل.

هـ – <u>الطعم الزنخ:</u>

يلاحظ هذا العيب نتيجة لإنفراد أحماض دهنية عقب تحلل الدهن أهمها حامض الأولييك Oleic وينتج هذا العيب من :

1 – تصنيع الجبن من لبن به العيب السابق.

2 – إستخدام البان ملوثة ببكتيريا تفرز إنزيم Lipase .

3 – تعرض الجبن أثناء التخزين لحرارة عالية.

4 – تخزين الجبن فى آوانى بها آثار من معادن ثقيلة مثل: النحاس – الحديد – الرصاص.

5 – <u>عيوب اللون:</u>

أ – اللون المخطط:

ويظهر هذا العيب إذا ما كانت الجبن ذات قوام شمعى أو عند إستخدام ملح غير نقى أو سرعة الإنتقال من خطوة صناعة الى خطوة تالية دون الوصول للحد المناسب من الحموضة أو عدم تجانس شدرنة الجبن وتسويقها أو سرعة تبخر الرطوبة من الخثرة.

ولتجنب هذا العيب يجب:

1 – غسيل الخثرة بالماء الدافئ (90 – 92° ف).

2 – إستعمال ملح نظيف يضاف على دفعات مع تقليب الجبن بين كل دفعة وأخرى.

3 – التأكد من وصول الخثرة أثناء الصناعة الى الدرجة الملائمة قبل الإنتقال لخطوة أخرى.

4 – التاكد من تجانس جميع أجزاء وقطع ومكعبات الخثرة ، وعدم وجود قطع طرية وأخرى أكثر صلابة.

ب – <u>بقع الصدأ :</u> Rusty spots

عبارة عن نقط او مساحات صغيرة ذات لون أحمر مصفر وتنتشر بإنتظام فى جميع أجزاء القرص مثل صدأ الحديد ، وإذا ما أجرى فحص دقيق لقرص من الجبن به هذا العيب وجد أن هذه البقع تقع على جدران الفجوات الصغيرة المحصورة بين جزيئات الجبن (ثقوب ميكانيكية) لعدم إكتمال تسويتها أو نضجها أثناء الصناعة .

قد لا تظهر هذه البقع قبل 8 أيام من صناعة الجبن وذلك لأن هذا العيب أحياناً يرجع الى نمو بعض انواع من البكتيريا :

- *L. plantarum var. rudensis*
- *L. brevis var. rudensis*

والتى تصل للجبن عن طريق الأوعية غير النظيفة ، ولأيدى الحلابين.

ولتلافى هذا العيب:

تراعى النظافة التامة فى المصنع مع غسيل وتعقيم الأدوات والآلات – المستخدمة وكذا الجدران والأرضية وتطهيرها ، مع عدم تراكم المياه فى أرضيات المصانع، والتأكد من نظافة البادئ.

جـ – <u>اللون الباهت</u> :

وسببه :

1 – زيادة حموضة اللبن.

2 – زيادة كمية البادئ .

د – اللون المبقع :

ويرجع هذا العيب الى:

1 – إضافة البادئ دون تصفية.

2 – إضافة البادئ بعد إضافة الملون.

3 – زيادة حموضة الخثرة.

4 – عدم فرم الخثرة جيداً.

5 – عدم تجانس رطوبة الخثرة.

6 – خلط خثرات مختلفة اللون فى قالب واحد.

6 – <u>عيوب المظهر</u>:

أ – تشقق القشرة وسببه:

1 – عدم تغطية الجبن بالقماش جيداً.

2 – ترك الجبن لمدة طويلة قبل التشميع.

3 – قلة الرطوبة وسرعة التهوية فى غرف التسوية.

ب – التشميع (إنفصال الشمع على هيئة قشور) وسببه:

1 – زيادة سمك طبقة الشمع.

2 – إنخفاض درجة حرارة الشمع عند التشميع.
3 – غمر الأقراص فى الشمع مدة طويلة.

جـ – عدم إنتظام الشكل وسببه:

1 – زيادة كمية الخثرة فى القالب.
2 – زيادة الأثقال مرة واحدة.
3 – عدم تهذيب الأقراص بعد الكبس.

7 – <u>عيوب التركيب</u>:

أ – تركيب مطاطى وسببه : سمط الخثرة بسرعة.

ب – تركيب جاف وسببه:

1 – إنخفاض الدهن فى اللبن.
2 – زيادة كمية المنفحة.
3 – تقطيع الخثرة الى قطع صغيرة جداً.
4 – التسخين لدرجة حرارة عالية جداً.

جـ – التركيب الدهنى وسببه:

1 – زيادة الدهن فى اللبن.
2 – أن يكون اللبن غير طازج.
3 – ان يكون اللبن سبق تجميده .
4 – تسوية الجبن على حرارة عالية.

هـ – التركيب المحبب وسببه:

زيادة الحموضة فى اللبن أو الخثرة أو الشرش.

التحكيم فى الجبن

**** يجب أن يراعى عند تحكيم الجبن ما يلى:**

1 – أن تكون درجة حرارة الجبن هى نفس درجة الحرارة التى يجرى عليها التحكيم، إنخفاض درجة الحرارة تجعل القوام صلب، بينما إرتفاعها يجعل القوام رخواً.
2 – يراعى مدى مطاطية الجبن وقوامه بالضغط عليه بالأصبع فإذا إرتد الجبن كان القوام جيداً جداً.
3 – يؤخذ بالمجس قطعة من الجبن تشم رائحتها وتفرك باليد لملاحظة

نعومتها ثم تختبر الطعم وسرعة الذوبان فى الفم.

4 – يغسل الفم بالماء بين كل عينة وأخرى.

وفيما يلى بعض الدرجات الخاصة فى التحكيم:

المظهر الخارجى	5
اللون	10
القوام	15
التركيب والمقطع	20
الطعم والرائحة	50
المجموع	100

تذكر

- الجبن مجموعة من منتجات الأغذية المتخمرة التى تصنع أساساً من اللبن وتنتج فى أشكال وأطعمة مختلفة فى جميع أنحاء العالم ، وتعتبر صناعة الجبن وسيلة لحفظ مكونات اللبن.
- يعتبر الجبن غذاء يتميز بقوة حفظ جيدة وارتفاع البروتين والدهن والكالسيوم والفوسفور والريبوفلافين وغيرها من الفيتامينات . ويختلف التركيب الكيماوى للجبن إختلافاً كبيراً طبقاً لنوع الجبن وطريقة الصناعة .
- تقسم الجبن بطرق مختلفة ، أهمها ما يعتمد على محتواها من الرطوبة إلى جبن جافة جداً ، جبن جافة ، جبن نصف طرية ، جبن طرية تختلف فيما بينها طبقاً لطريقة التسوية.
- يجرى تعديل تركيب اللبن المستخدم فى صناعة الجبن للحصول على جبن ذات تركيب موحد على مدار السنة مطابقاً للمواصفات القانونية بالإضافة إلى استخدام بعض مكونات اللبن خاصة الدهن بطريقة اقتصادية.
- يقصد بعملية الـ Bactofugation إزالة البكتريا والجراثيم والشوائب غير المرئية بواسطة الطرد المركزى العالى .
- الغرض من إجراء المعاملة الحرارية للبن المراد صناعته جبن هوالقضاء على الميكروبات والأنزيمات غير المرغوبة وكذلك الميكروبات المرضية التى تؤثر على صحة المستهلك ، وتؤدى المعاملة الحرارية إلى زيادة محتوى الجبن من الكالسيوم الكلى.
- توجد العديد من الإضافات المستخدمة فى صناعة الجبن منها الأملاح مثل كلوريد الصوديوم ، كلوريد الكالسيوم ، نترات الصوديوم والأحماض التى تستخدم فى التحميض المباشر مثل اللاكتيك والستريك ، المواد الملونة مثل الأناتو أو القاصرة للون مثل بنزويل كلوريد أو الخضراوات والأعشاب والتوابل.

- التجبن الأنزيمى للبن يتم على مرحلتين الأولى إنزيمية حيث يؤثر إنزيم الرنين على الكابا كازين ويحلله إلى الباراكاباكازين والجلوكوماكروببتيد أما ، المرحلة الثانية كيماوية حيث يرسب الكازين بفعل أيونات الكالسيوم الموجودة فى سيرم اللبن نظراً لأن الكاباكازين المحلل غير قادر على حماية جسيمات الكازين من الترسيب .
- توجد العديد من العوامل تؤثر على تجبن اللبن أهمها : درجة الحرارة ، الحموضة ، المعاملة الحرارية للبن ووجود المواد المثبطة.
- تستهلك بعض أنواع الجبن وهى طازجة أو بعد تسويتها على درجة حرارة منخفضة فى وجود درجة مناسبة من الرطوبة . وتتم التسوية بفعل الإنزيمات الموجودة أصلاً فى اللبن ، المنفحة ، الميكروبات الموجودة فى اللبن أو ميكروبات البادئ المضاف . حيث يحدث تحلل مائى للبروتينات والدهن وتخمر اللاكتوز.
- الجبن المطبوخة هى الناتجة عن خلط عدة دفعات من الجبن الطبيعية مع أملاح الاستحلاب وتسخينها مع التقليب لتكوين كتلة بلاستيكية متجانسة ثم تبرد ، ويجب ألا تزيد نسبة أملاح الاستحلاب عن 3% من وزن الجبن.
- أهم أنواع الجبن المطلوخ هى الجبن المطبوخة ، غذاء الجبن المطبوخ ومفرود الجبن المطبوخ . وقد تكون كاملة الدسم أو دسمة أو نصف دسم.
- قد تحدث بعض العيوب فى الجبن أهمها تكوين الغاز ، التلوث بالفطريات والتلف السطحى ، ومن عيوب الطعم : الطعم الحامضى ، الطعم المر ، الطعم السمكى والطعم الزنخ والمؤكسد كما قد تحدث بعض عيوب اللون أو المظهر وكذلك عيوب التركيب.

أسئلـة

1- وضح كيفية إعداد اللبن لصناعة الجبن؟

2- ما هى أنواع الألبان غير الطبيعية التى لا تصلح لصناعة الجبن وطرق الكشف عنها؟

3- ما هى أهم الطرق المستخدمة فى تعديل الصفات الطبيعية والكيماوية للبن المعد لصناعة الجبن.

4- أذكر تقسيماً للجبن يعتمد على نسبة الرطوبة وعوامل التسوية معاً.

5- تكلم عن أهم الإضافات فى مجال صناعة الجبن؟

6- أشرح الهدف من إضافة البادئ فى صناعة الجبن وما هى أنواع البادئات التى تستخدم فى هذا المجال.

7- ما هو المقصود بالمواد المجبنة ، وما هى بديلات الرنين من حيث مصادرها وتأثيرها على خواص الجبن الناتج.

8- قارن بين صفات الخثرة الإنزيمية والخثرة الحامضية.

9- ما هى العوامل التى تؤثر على تجبن اللبن الأنزيمى.

10- قل ما تعرف عن : محصول الجبن – طرق معاملة اللبن بالحرارة – تجبن اللبن – إضافة الملون فى صناعة الجبن – تغطية وتغليف الجبن.

11- أذكر فقط خطوات صناعة الجبن الجاف.

12- لماذا يلجأ صانع الجبن إلى إسراع تسوية الجبن وما هى طرق إسراع التسوية وكيفية التعامل مع هذه الطرق.

13- قل ما تعرفه عن :

- استخدام طريقة الترشيح الدقيق فى صناعة الجبن الأبيض.
- القيمة الغذائية للجبن
- أهم العيوب الشائعة فى الجبن
- غرف تسوية الجبن

14- أشرح طريقة صناعة الجبن المطبوخ.

الباب الثانى
المنتجات اللبنية المتخمرة
Fermented Milks

1 – مقدمة :

تنتشر صناعة الألبان المتخمرة فى جميع أنحاء العالم، حيث يوجد عديد من منتجات الألبان المتخمرة فى كثير من دول العالم، بالرغم من أن كثير من هذه الأنواع متشابهاً تكنولوجياً . تعتبر صناعة الجبن والألبان المتخمرة من أقدم الطرق التى مارسها الإنسان لحفظ الأغذية القابلة للفساد ومرتفعة القيمة الغذائية (مثل اللبن) الى منتجات تتميز بقوة حفظ جيدة. من الصعب تحديد متى بدأت صناعة منتجات الألبان المتخمرة ، ولكن أشارت بعض الدراسات أن الألبان المتخمرة قد تم صناعتها منذ حوالى 10–15 ألف سنة مضت ، منذ تغير نظام حياة الإنسان من جامع للغذاء food gather الى منتج للغذاء food producer

الألبان المتخمرة من أقدم المنتجات اللبنية المعروفة للإنسان ، حيث عرف الإنسان ان حموضة اللبن تزيد بسرعة بعد حلبه من الماشية ، كما عرف أن اللبن الحامض لا يحدث فيه أى تغيرات غير مرغوبة، إلا تحت ظروف خاصة، لذلك كان يحتفظ باللبن بطريقة تشجع على تكوين الحامض ليصبح قابلاً للحفظ عدة أيام. من الطبيعى أن تؤدى الإختلافات فى نوع اللبن وفى الطريقة التى تم معاملته بها بين القبائل الى إختلاف الناتج المتخمر ، مما أدى الى ظهور عدد كبير من الألبان المتخمرة، مما أدى الى ظهور عدد كبير من الألبان المتخمرة عرفت بأسماء مختلفة .

يرجع الإهتمام الكبير بالألبان المتخمرة والإنتشار الواسع لهذه الألبان فى جميع أنحاء العالم وخاصة اليوجهورت، الى ما أشار اليه العالم الروسى إيلى متشنكوف Eli Metchnikoff فى كتابة (عام 1908) عن إطالة الحياة prolongation of life ونظريته عن التسمم الذاتى auto-intoxication ، حيث نصح الإنسان بتناول لبن متخمر يحتوى على *Lactobacillus bulgaricus* (المعروف حالياً *Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus*) ، حيث إفترض أن هذا الميكروب يستطيع أن ينمو فى أمعاء الإنسان ويحل محل البكتريا التعفنية putrefactive bacteria ، التى تستطيع أن تنمو فى الأمعاء ، وبالتالى تقلل من إنتاج مركبات سامة (توكسينات) . وقد عزى هذا العالم قصر عمر الإنسان الى إمتصاص توكسينات معينة تنطلق فى الأمعاء نتيجة نشاط البكتريا

اللاهوائية المحللة للبروتين (بكتريا تعفنية) مسببة تسمماً ذاتياً . وقد أشار الى أن ذلك لا يحدث فى البيئة الحامضية ، وأنه يمكن إيقاف هذا التسمم الذاتى إذا أمكن تنمية أحد أنواع البكتيريا المنتجة للحامض فى أمعاء الإنسان.
كما أرجع هذا العالم طول عمر سكان البلقان الى إستهلاك كميات كبيرة من اللبن البلغارى ، حيث علل ذلك بأن الحامض الذى يتكون فى الأمعاء نتيجة هذا اللبن المتخمر يمنع الشيخوخة المبكرة ، وإفتراض أن ميكروبات هذا اللبن مسئولة عن إبادة البكتريا التعفنية بالأمعاء.

ورغم عدم التسليم بأن اللبن المتخمر يطيل العمر ، بدليل موت العالم ميتشنكوف عن عمر يناهز 71 عاماً ، رغم إستهلاكه كميات ضخمة من الألبان المتخمرة ، فإن جدل واسع قد قام بين العلماء حول النظرية ، إلا أنهم جميعاً إتفقوا على أن مقاومة الجسم تضعف بتقدم العمر وأن الصحة العامة تكون جيدة إذا كانت فلورا الأمعاء تحتوى على بكتريا من جنس *Lactobacillus* أو غيرها من الميكروبات النافعة، مثل*Bifidobacterium spp., Lb. casei* .
وفى السنوات الأخيرة مع تزايد المعرفة بأهمية الميكروبات المعوية المختارة تم تطوير وإنتاج ألبان متخمرة جديدة تحتوى على *Lb. acidophilus, Bifidobacterium spp.* منفردة أو معاً مختلطة مع بكتريا أخرى. وقد ساهمت هذه الألبان المتخمرة العلاجية الجديدة فى زيادة معدلات إستهلاك الألبان المتخمرة بصفة عامة. وما زال هذا المجال يحتمل مزيد من التطوير لما له من أهمية صحية وغذائية للإنسان ، فضلاً على إمكان الإستفادة من الإمكانيات الكبيرة فى تعديل تركيب اللبن وأنواع البادئات والإضافات المختلفة ، الأمر الذى يجعل مجالات التوسع والتطوير فى هذا الإتجاه لا حدود لها.

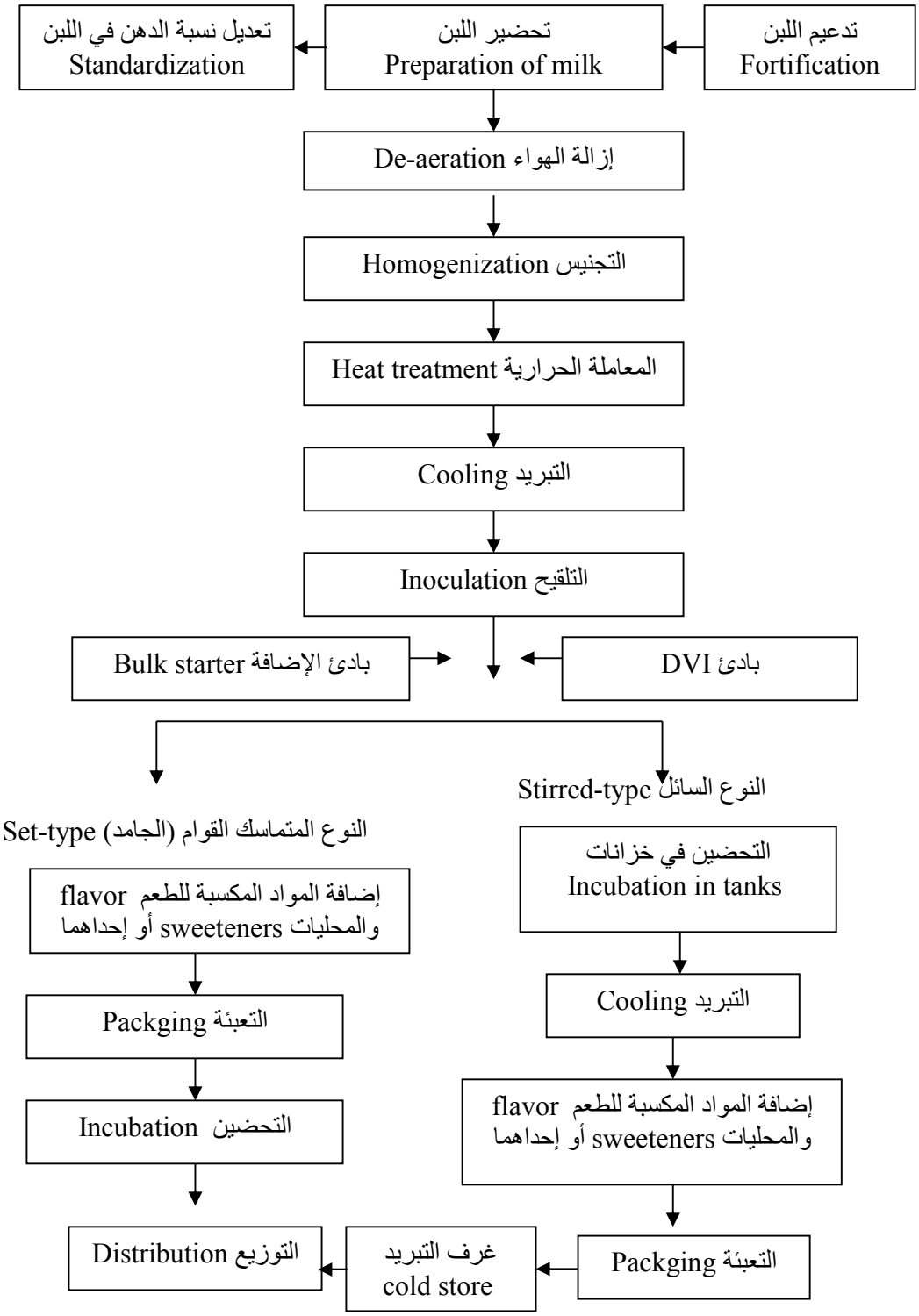
لا تتوفر حالياً بيانات عن صناعة الألبان المتخمرة ، لمعرفة الإنتاج العالمى الحقيقى لكل نوع من الألبان المتخمرة التى تنتج سنوياً فى كل دولة. وقد أشارت البيانات المتاحة فى عام 1992، أن الإنتاج العالمى من الألبان المتخمرة يقدر باكثر من 23 مليون طن، (حوالى 9 مليون طن يوجهورت ، 11 مليون طن لبن خض متخمر وحوالى 3 مليون طن ألبان متخمرة متنوعة).

يعتبر اليوجهورت واليوجهورت المركز (اللبنة) أكثر شيوعاً فى دول الشرق الأوسط، شمال أفريقيا والبلقان، كما أن اليوجهورت والأنواع المشابه أكثر شيوعاً

فى العالم . التطور الذى حدث فى الخمسينات فى إنتاج اليوجهورت المحتوى على الفاكهة والمطعم بالمواد المكسبة للطعم والنكهة أدى الى إحتلال هذا الناتج أهمية كبيرة فى صناعة الألبان فى أوروبا الغربية والولايات المتحدة الأمريكية وغيرها من الأسواق غير التقليدية. ومنذ ذلك التاريخ ، فإن عدد أنواع اليوجهورت والأغذية الشبيهة باليوجهورت قد زادت بدرجة كبيرة ، كما زاد الإهتمام باليوجهورت وغيره من الألبان المتخمرة كوسيلة لتدعيم الصحة العامة.

2 – المعاملات التكنولوجية:

المعاملات التكنولوجية المستخدمة فى إنتاج الألبان المتخمرة تكاد تكون متماثلة بصفة عامة فى هذه المنتجات. إنتاج الألبان المتخمرة فى نطاق ضغير يحتاج فقط الى معدات بسيطة، بينما الإنتاج على نطاق واسع من خلال المصانع الكبيرة ذات الإنتاج الثابت المتجانس والمنخفض التكاليف، يحتاج الى مستوى أعلى من المراقبة ومعدات أكثر تعقيداً، بالرغم من أن أساسيات عمليات التصنيع ثابتة. الإختلافات فى معظم الحالات تكون مرتبطة بنوع البادئ ومحتوى جوامد اللبن الكلية. ونظراً لأن اليوجهورت من أكثر أنواع الألبان المتخمرة شيوعاً فى جميع أنحاء العالم ، فإنه سوف يتم إستعراض العمليات التكنولوجية الخاصة بهذا النوع من الألبان المتخمرة ، وكذلك التطورات التكنولوجية التى طرأت على هذا المجال فى العقد الأخير. وعموماً فإن إتحاد الألبان الدولى International Dairy Federation (IDF) يصدر بصفة دورية نشرات تضم أحدث النواحى التكنولوجية والعلمية للألبان المتخمرة. شكل (1) يوضح المراحل الأساسية فى إنتاج اليوجهورت والألبان المتخمرة.


تعديل نسبة الدهن في اللبن
Standardization
تحضير اللبن
Preparation of milk
تدعيم اللبن
Fortification
إزالة الهواء De-aeration
التجنيس Homogenization
المعاملة الحرارية Heat treatment
التبريد Cooling
التلقيح Inoculation
بادئ الإضافة Bulk starter
بادئ DVI
النوع السائل Stirred-type
النوع المتماسك القوام (الجامد) Set-type
التحضين في خزانات
Incubation in tanks
إضافة المواد المكسبة للطعم flavor
والمحليات sweeteners أو إحداهما
التبريد Cooling
التعبئة Packging
التحضين Incubation
إضافة المواد المكسبة للطعم flavor
والمحليات sweeteners أو إحداهما
التعبئة Packging
غرف التبريد
cold store
التوزيع Distribution

2-1- إستلام اللبن

تستخدم معظم مصانع الألبان المتخمرة اللبن السائل liquid milk كمادة أساسية فى صناعة الألبان المتخمرة ، حيث يتم تسليمه الى المصنع فى أقساط أو خزانات تبريد متحركة يتم إختبار اللبن عند تسليمه (كيماويا وميكروبيولوجيا) . قد تصنع الألبان المتخمرة من أى نوع من ألبان الثدييات، لكن ألبان الأبقار، الغنم ، الماعز أكثرهم شيوعاً، وألبان الجاموس والإبل والفرس يستخدم أيضاً بنجاح فى بعض الدول. تتحكم جودة بروتين اللبن فى صلاحية الألبان لصناعة اليوجهورت ، وتحلل البروتين فى اللبن الخام يجب أن يكون تحت السيطرة، وذلك بالتأكد من أن الحالة الميكروبيولوجية للبن جيدة ، وأن درجة حرارة تخزين اللبن يجب أن تكون منخفضة بدرجة كافية للحد من نشاط البكتيريا المحللة للبروتين.

تم توحيد مواصفات اللبن ومنتجاته من خلال الإتحاد الأوروبى European union (EU) منذ 15 يونيو 1995 . وتتطابق هذه المواصفات أساساً مع المواصفات المتداولة فى جميع أنحاء العالم، حيث ترتبط إختبارات الإستلام بالجودة التركيبية للبن compositional quality ، الحمل الميكروبى microbial load (العدد الكلى للميكروبات) ، عدد الخلايا الجسيمة somatic cell count ، عدم وجود أى بقايا من المضادات الحيوية وإنخفاض درجة حرارة اللبن عند الإستلام.

2 – 2 – تعديل محتوى اللبن من الدهن:

جميع أنواع اليوجهورت ، سواء الطبيعى natural أو المطعم بالفاكهة fruit ، يكون فى معظم الدول منخفض الدهن low-fat ، ومع ذلك فهناك أسواق أيضاً تفضل اليوجهورت كامل الدسم full-fat . فى المملكة المتحدة يحتوى اليوجهورت منخفض الدهن او خال الدسم على حوالى 1.5جم وأقل من 0.5 جم دهن/100 جم يوجهورت ، على التوالى ، بينما فى اليوجهورت كامل الدسم تتراوح محتوى الدهن من 3.5 الى حوالى 5 جم/100 يوجهورت .

2-3- تدعيم اللبن بجوامد اللبن اللادهنية

الهدف الأساسى من تعديل محتوى اللبن من الجوامد اللادهنية (MSNF)milk solids not fat ، هو إنتاج ناتج لزج Viscous product ، عن طريق رفع مستوى البروتين. متوسط محتوى اليوجهورت ، على المستوى التجارى ، من MSNF حوالى 14% ، منها حوالى 5% بروتين وأقل من 1.5% دهن. ويتم رفع محتوى اللبن من MSNF بإحدى الطرق الآتية:

- غليان اللبن boiling of milk (لا يستخدم على النطاق التجارى).
- إضافة منتجات ألبان مجففة dairy powders .
- التركيز بالتبخير تحت التفريغ evaporation under vacuum (EV)
- التركيز بإستخدام الترشيح بالأغشية membrane filtration ، مثل الترشيح الفائق ultrafiltration (UF) أو الأسموزية العكسية reverse osmosis (RO).

2-3-1 إضافة منتجات الألبان المجففة:

إضافة لبن فرز مجفف skimmed milk powder (SMP) بإستخدام خلاط قوى a high sheer mixer من الطرق المستخدمة على نطاق واسع لرفع محتوى اللبن من MSNF عند 40°م . وقد يستخدم أنواع أخرى من اللبن ومنتجاته المجففة فى هذا المجال. جدول (1) يوضح الإختلافات فى التركيب الكيماوى لهذه المنتجات المجففة. الهدف من التدعيم fortification هو رفع مستوى البروتين فى اللبن الى حوالى 5 جم/100جم . إستخدام مركزات الترشيح الفائق المجفف UF retentate powder . (لبن كامل ، لبن فرز أو مركزات بروتينات الشرش) يرفع مستوى البروتين والدهن أو أحدهما فقط، دون حدوث تغيير فى محتوى اللاكتوز. يحتوى الناتج النهائى على لاكتوز أقل عند مقارنته باللبن المدعم بمسحوق لبن كامل ، مسحوق لبن فرز SMP أو مسحوق لبن خض (مخيض مجفف) . يجب أن تكون هذه المنتجات خالية من المضادات الحيوية، حيث أن جميع بادئات الألبان تكون حساسة لوجود هذه المضادات.

جدول (1) : تركيب اللبن ومنتجاته المجففة المستخدمة فى صناعة الألبان المتخمرة (جم/100جم).

المنتج	بروتين	لاكتوز	دهن
• **لبن كامل مجفف dry whole milk**			
– تجـــــــــــــارى commercial	26.3	39.4	26.3
– مركز (retentate) UF	41.7	9.3	41.7
• **لبن فرز مجفف dry skimmed milk**			
– تجـــــــــــــارى commercial	36.1	52.9	0.6
– مركز (retentate) UF	80.5–62.8	23.9–5.5	1.5–0.9
• **شـــرش مجفـــف dry whey**			
– تجـــــــــــــارى commercial	12.2	78.0	1.3
– منـــــزوع الأمـــــلاح demineralized	14.5	80.5	1.0
– مركـــــز بـــــروتين protein concentrate	73.2–35.0	55.0–12.0	0.2
• **لـــــبن خفـــــض مجفف dry butter milk**	**34.1**	**51.0**	**5.0**
• **كازينات صوديوم Na-caseinate**	**87.3**	––	**0.2**

يجب أن يكون التدعيم بمسحوق بروتين الشرش فى حدود 1-2% حتى لا يؤدى الى ظهور عيوب فى الطعم off-flavors الذى يعزى الى بقايا السستئين cysteine فى β-lactoglobulin ، الذى يرفع محتوى السلفدريل sulphydryl فى اللبن بعد المعاملة الحرارية ويعطى طعم مؤكسد oxidized غير مرغوب. كما أن المعاملة الحرارية العالية تؤدى الى تجبن مركزات بروتينات الشرش، الذى يسبب مشاكل، وفى بعض الحالات يسخن مخلوط اللبن والشرش الى درجة حرارة لا تزيد عن 80°م لمدة 30 دقيقة لإنتاج اليوجهورت.

يفضل إستخدام لبن مجفف متوسط الحرارة medium heat فى إنتاج الألبان المتخمرة. من المواد الجافة الأخرى التى قد تضاف فى مرحلة إعادة التركيب recombination ، السكر والمثبتات stabilizers . تخضع هذه المواد المضافة لمواصفات خاصة بها يجب أن تؤخذ فى الإعتبار.

2-3-2- تركيز اللبن

يتم تركيز اللبن بواسطة التركيز بالتبخير تحت تفريغ (EV) ، الأسموزية العكسية (RO) أو الترشيح الفائق (UF) . فى بعض الدول ، مثل الدنمارك ، لا يسمح بإضافة الألبان المجففة، ويركز اللبن المستخدم فى الصناعة تحت تفريغ (EV) أو بإستخدام تكنولوجيا الأغشية (RO أو UF). يتم التخلص من الماء جزئياً من اللبن بطريقة EV أو RO ، حيث يركز اللبن الى 14-15جم/100 جم جوامد كلية (TS)، وفى طريقة UF يصل التركيز الى 12 جم/100 جم للمحافظة على مستوى البروتين عند 5 جم/100جم . أجهزة EV تكون جزء من خط إنتاج اللبن المتخمر، بينما أجهزة UF, RO تكون منفصلة عن خط الإنتاج.

بصرف النظر عن الطريقة المستخدمة فى تركيز اللبن، فإن الزيادة فى الجوامد الكلية TS يكون لها تأثير ضار ضعيف على نشاط بكتريا البادئات، حيث أن زيادة TS تزيد من القوة التنظيمية buffer capacity ، وقد يشجع نمو بعض الميكروبات *Str. thermophilus, Lb.acidophilus* .

2-4 الترشيح وإزالة الهواء

يفضل عادة ترشيح filtration الألبان المعاد تركيبها recombined milk لإزالة الجزيئات غير الذائبة والجزيئات المحترقة scorched من اللبن، ويمكن أن يتم ذلك بإستخدام: (1) مرشح مثبت داخل خطوط الأنابيب الصلب غير

قابل للصدأ، وهذه الطريقة مناسبة لخطوط الإنتاج الصغيرة، أو (2) منقيات تعمل بالطرد المركزى centrifugal clarifiers ، تستخدم فى حالة كميات الألبان الكبيرة. يتم التخلص من الجزيئات غير الذائبة من اللبن لتقليل الأضرار التى قد تصيب صمامات المجنس، وتقليل ترسيب جوامد اللبن على ألواح المبادل الحرارى plate heat-exchanger .

كما يفضل أجزاء عملية إزالة الهواء de-aeration من اللبن المستخدم فى الصناعة، وذلك للتخلص من الهواء الذى يدخل الى اللبن أثناء مرحلة إعادة التركيب recombination ، وذلك لتهيئة ظروف نمو مناسبة لبكتريا البادئات ولتقليل تلوث المبادل الحرارى، والحد من إنفصال الشرش نتيجة وجود غازات منتشرة فى اللبن.

2-5- التجنيس

تتم عملية التجنيس homogenization بدفع اللبن عند 60-70°م تحت ضغط مرتفع (15-18 MPa) خلال فتحة ضيقة orifice ، حيث يتم تفتيت حبيبات الدهن الى حبيبات أصغر، (متوسط قطر هذه الحبيبات أقل من 2 ملليكرون µm). هذه الحبيبات الصغيرة تكون أقل قدرة على الإلتصاق وتكوين مجاميع أكبر والصعود الى سطح اللبن لتكوين طبقة قشدة.

التغيرات التى تعزى الى التجنيس عند درجة حرارة حوالى 70°م أو أقل قبل المعاملة الحرارية قد تشمل:

- زيادة مساحة سطح الدهن، وإنخفاض حجم حبيبات الدهن مع إختلاف تركيب غشاء حبيبات الدهن.
- يحدث إدمصاص adsorption المواد النشطة سطحياً (أساساً البروتينات) ، جزئياً على سطح الدهن.
- التأثير الشديد للتجنيس turbulent يشجع أساساً على إدمصاص جسيمات الكازين بدرجة أكبر من بروتينات السيرم (حوالى 5%) بحيث يغطى حوالى 25% من مساحة سطح حبيبات الدهن.
- عند إعادة تركيب اللبن recombination (حيث يتم تجنيس دهن اللبن فى اللبن الفرز) ، يتكون غشاء حبيبات الدهن الناتجة أساساً من بروتينات السيرم فقط .
- سلوك حبيبات الدهن المجنس (اللبن المجنس) مماثل لسلوك جسيمات الكازين الكبيرة (نظراً لأن غشاء حبيبات الدهن يتكون أساساً من الكازينات)

الذى يزيد من تركيز الكازين الحقيقى، وبالتالى تترسب فى تفاعلات الكازينات مثل الترسيب الحامضى.

- زيادة أعداد حبيبات الدهن الصغيرة تحسن من قدرة اللبن على إنعكاس الضوء، ونتيجة لذلك فإن اللبن المجنس المتخمر يبدو أكثر بياضاً Whiter
- تقل فرصة إنفصال الشرش syneresis (أى إنفصال شرش حر على سطح اللبن المتخمر المتماسك القوام "الجامد" set) وتزداد صلابة firmness الناتج النهائى

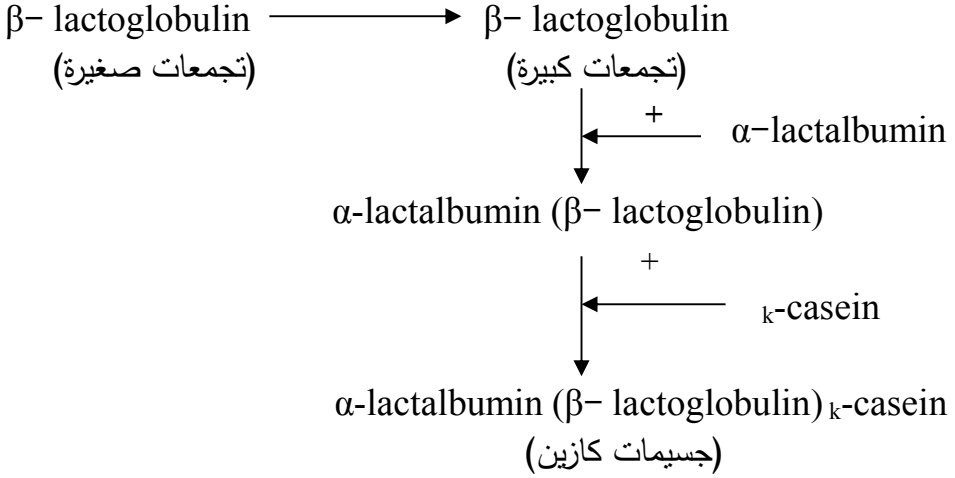
2-6- المعاملة الحرارية

تسخين اللبن من المعاملات التصنيعية الشائعة فى صناعة منتجات الألبان المتخمرة وتتراوح درجات الحرارة المستخدمة من حوالى 50°م (عملية تسخين thermization) الى 150°م فى المعاملات الحرارية فائقة الإرتفاع (UHT) ultra-high temperature تختلف المعاملة الحرارية للبن المستخدم فى صناعة الألبان المتخمرة من حيث درجة الحرارة ومدة المعاملة. ومن أمثلة هذه المعاملات (1) 80-85°م/30 دقيقة، (2) 90-95°م/5 دقائق و(3) 110°م/3 ثوان.

يتعرض اللبن المستخدم فى صناعة اليوجهورت لمعاملات حرارية ثابتة تقريباً. كانت المعاملة الحرارية 80-85°م/30 دقيقة مفضلة لعدة سنوات، لكلن عملياً تختلف المعاملة الحرارية بدرجة كبيرة من البسترة لدرجة حرارة مرتفعة ولفترة قصيرة HTST الى معاملة حرارية فائقة الإرتفاع UHT . تعتبر المعاملة الحرارية هامة فى زيادة لزوجة اليوجهورت وتحسين التركيب البنائى texture. الميكروبات المرضية المنقولة عن طريق اللبن milk borne pathogens مثل *Campylobacter, Salmonella* يتم القضاء عليها. كما تنخفض أعداد البكتيريا غير المرغوبة والمتبقية التى قد تتنافس فى البداية مع نمو بكتريا البادئ . قد تستخدم المعاملة بـ UHT عندما يحتوى اللبن على أعداد كبيرة من البكتيريا المتجرثمة، خاصة إذا كان البادئ يتكون من بكتريا بطيئة النمو مثل *Bifidobacterium* . كما أن المعاملة الحرارية تنشط أيضاً من نمو بكتريا البادئ وذلك بخفض محتوى الأكسجين ، وطبقاً للمعاملة الحرارية قد يحدث تنشيط أو تثبيط لنمو بكتيريا البادئ.

تسخين اللبن أو مخلوط اليوجهورت له دور تكنولوجى هام فى تعديل صفات البروتين والمساهمة فى ثبات الخثرة. كما يتم أيضاً إعادة توزيع الكالسيوم، المغنسيوم والفوسفور بين الصورة الذائبة والصورة الغروية التى تميل الى تقليل مدة التجبن.

التأثير الرئيسى المباشر للتسخين على البروتينات هو دنترة denaturation (تغيير فى طبيعة البروتين) بروتينات الشرش والتفاعل مع κ−casein . كان يعتقد لعدة سنوات مضت أن التفاعل يتضمن فقط β−lactoglobulin ، لكن من المعروف حالياً أن α−lactalbumin يشترك أيضاً فى التفاعل (شكل 2).



شكل (2) : التفاعلات بين الكازين وبروتينات الشرش أثناء تسخين اللبن

عند درجات الحرارة اعلى من 70°م ، فإن التغيرات الطبيعية والكيماوية التى قد تحدث فى اللبن، تكون معقدة ومتعددة الوظائف multifunctional . فى كثير من مصانع الألبان، يختلف تركيب اللبن المعد لصناعة الألبان المتخمرة وتحدد ظروف عمليات التصنيع طبقاً للإمكانيات المتوفرة فى المصنع. يمكن تلخيص تأثير المعاملات التصنيعية المختلفة فيما يلى:

2−6−1 الميكروبات والإنزيمات الطبيعية فى اللبن

المعاملة الحرارية للبن المستخدم فى صناعة الألبان المتخمرة عادة تكون كافية للقضاء على معظم ، بل جميع الخلايا الخضرية للميكروبات الموجودة فى اللبن الخام ولكن تتبقى الميكروبات المكونة للجراثيم spore-formers فى اللبن

حيث تقاوم هذه المعاملات الحرارية. يتم القضاء تماماً على الميكروبات المرضية غير المتجرثمة عند 85-95°م . ينخفض الحمل الميكروبى نتيجة المعاملة الحرارية، مما يؤكد أن اللبن المعامل حرارياً يمثل بيئة نمو جيدة لبكتريا البادئات حيث يكون التنافس أقل.

يوجد أكثر من 60 إنزيماً فى اللبن الخام. بعض هذه الإنزيمات غير مقاومة للحرارة ، بينما البعض الآخر يستطيع أن يقاوم المعاملات الحرارية العالية للبن. وجود هذه الإنزيمات فى اللبن لا ينشأ عنها مشاكل هامة فى صناعة الألبان المتخمرة ، بالرغم من أن بعض هذه الإنزيمات قد تكون موجودة فى الألبان المتخمرة الناتجة.

7-2 – إضافة مكونات أخرى

بالرغم من أن كثير من المستهلكين بفضلون اليوجهورت بدون إضافات additives ، إلا انه قد يضاف المثبتات stabilizers الى اليوجهورت السائل (stirred) لتحسين اللزوجة والقوام وخفض القابلية لطرد الشرش syneresis. كما ان المثبتات تحسن الشعور الفمى mouthfeel ويسمح بإنخفاض الطاقة الحرارية (السعرات الحرارية calories) والمحافظة على الجودة الحسية organoleptic quality . المثبتات عبارة عن غرويات محبة للماء hydrocolloids وتشمل الجيلاتين والكربوهيدريت مثا النشا pregelatinized starch ، الآجار agar ، صمغ الجوار gum guar ، البكتين pectin والكاراجينان carragennan قد يستخدم الجيلاتين والنشا بتركيزات تصل الى 1% ، لكن تركيزات المثبتات الأخرى يجب ألا تزيد عن 0.3 الى 0.5% ، حتى لا يتأثر طعم الناتج. وقد زاد إستخدام الغرويات المحبة للماء فى السنوات الأخيرة وذلك لتقليل إضافة جوامد اللبن للحد من إرتفاع التكاليف. الإختيار الدقيق للمثبات يسمح أيضاً بإنتاج نطاق واسع من المنتجات من خلطة أساسية واحدة.

المواد المحلاة sweeteners ، المواد الملونة coloring والمواد المكسبة للطعم flavoring عادة تضاف بعد البسترة لتجنب التحلل الحرارى thermal degradation لهذه المواد. قد تتم الإضافات قبل أو بعد عملية التخمر. يتم تحلية اليوجهورت أصلاً بإضافة السكروز. وقد أقترح عدد من المحليات البديلة التى تشمل شراب الذرة المرتفع الفركتوز high fructose corn syrup ، السكارين saccharin ، جلوسيتول glucitol (سوربيتول sorbitol) والأسبارتام

aspartame . يستخدم سكر القصب الخام (السكروز الخام) وعسل النحل لما لهما من فوائد صحية. كما يستخدم مركزات الفاكهة fruit concentrates ، حيث يستخدم مركزات التفاح والكمثرى على نطاق واسع فى أوروبا، ومركزات فاكهة المناطق الحارة tropical fruit concentrates فى الولايات المتحدة الأمريكية. وقد وجد أن المستهلك يفضل الجلوسيتول والأسبارتام، ولكن يعتبر السكارين غير مرغوب فيه نتيجة المرارة bitterness التى يسببها. إستخدام شراب الذرة المرتفع الفركتوز يؤدى الى خفض اللزوجة مقارنة بالجلوسيتول والأسبارتام، وخاصة فى الولايات المتحدة الأمريكية حيث يكون متوفراً بأسعار إقتصادية .

بعض بكتريا حامض اللاكتيك ، مثل *Lb.acidophilus* ، بالرغم لما لها من صفات علاجية، إلا أنها لا تنتج أسيتالدهيد الذى يعطى صفات الطعم الزبدى buttery لليوجهورت العادى، وفى هذه الحالة يكون طعم الناتج ناقصاً ولتحسين الطعم، غالباً ما تخلط عصائر الفاكهة بالألبان المتخمرة بنسب مختلفة. تستخدم فواكه المناطق المعتدلة مثل الفراولة، التفاح، الكمثرى، البرتقال ، العنب وكذلك فواكة المناطق الحارة ، مثل المانجو والأناناس.

وقد لوحظ أن عدد الميكروبات الحية من *Lb. acidophilus* فى اللبن المتخمر المحتوى على عصير فراولة ينخفض بدرجة أسرع من اللبن المتخمر المحتوى على عصائر الفاكهة الأخرى. إضافة كمية قليلة من عصير الفراولة تصل الى 3% (حجم/حجم) تؤدى الى إنخفاض فى أعداد الميكروبات بما يقدر بدورتين لوغاريتمين فى خلال 5 أيام ، بينما الميكروبات فى الألبان المتخمرة غير المحتوية أو المحتوية على أنواع أخرى من العصائر، بنسب تصل الى 10% (حجم/حجم)، تبقى حية لفترة أطول. يحدث الإنخفاض فى إعداد *Lb.acidophilus* فى لبن الفراولة فقط عندما يتعرض الناتج للضوء الطبيعى day light . عندما يعبأ الناتج فى رقائق الألمونيوم، فإنه لا يحدث إنخفاض سريع فى أعداد الخلايا الحية للميكروب. لذلك يعتقد أن التفاعلات الضوئية الكيماوية photochemical فى الفراولة تؤدى الى تكوين مواد تبدو أنها قاتلة لخلايا البكتريا.

تجهز الفاكهة، والمكسرات (بدرجة أقل) ، فى صورة بورية معامل حرارياً heat-treated purees فى علب (cans) كبيرة أو فى عبوات كبيرة الحجم bulk للإتصال المباشر بخط إنتاج اليوجهورت . بوريه الفاكهة المستخدم فى البداية كان يشبه المربى، ولكن يفضل حالياً البورية الأخف الذى يبلغ تركيزه 30–50 درجة بركس brix ، ويتم الحصول على القوام المرغوب من خلال إستخدام المثبتات.

يجب التأكد بكل دقة أن المثبتات المستخدمة لا تؤثر على الطعم (إنفراد الطعم flavor-release) . تجرى عمليات الإضافة فى اليوجهورت السائل (Stirred) بعد التخمر، لكن فى اليوجهورت المتماسك القوام (الجامد set-type) توضع طبقة من الفاكهة فى جل لزج viscous فى العبوة قبل تعبئتها باللبن الملقح inoculated milk . ما زال ثانى أكسيد الكبريت sulphur dioxide يستخدم كمادة حافظة فى الفاكهة، وأحياناً يسبب طعماً غير مرغوباً فى يوجهورت الفاكهة fruit yoghurts .

عادة تضاف المثبات قبل عملية التجنيس والمعاملة الحرارية، ومع ذلك ، قد تضاف المثبات بعد البسترة، مع مادة حاملة carrier مثل المواد المكسبة للطعم أو الملونات.

2-8- إضافة البادئ

يتم تبريد اللبن بعد المعاملة الحرارية الى درجة حرارة التحضين طبقاً لنوع البادئ المستخدم. فى اليوجهورت، تتضمن عملية التخمر عادة نمو مشترك من *Str.thermophilus , Lb.delbrueckii ssp. bulgaricus* بالرغم من أن *Lb.helveticus ssp. jugurti* يستخدم أحياناً بدلاً من *Lb.delbrueckii ssp. bulgaricus*

العلاقة بين ميكروبات البادئ تكون تعاونية synergistic ، يزيد نشاط *Str. thermophilus* بواسطة الأحماض الآمينية والببتيدات الناتجة من الكازين بواسطة lactobacilli التى بدورها تنشط بواسطة حامض الفورميك الناتج بواسطة streptococci . يستخدم حالياً على النطاق الكبير من الإنتاج بادئات معرفة السلالة (وحيدة أو متعددة السلالة) single of multiple strain defined cultures بدلاً من بادئات السلالات المختلطة التقليدية traditional mixed strain cultures . المشاكل الناجمة عن نشاط البكتريوفاج bacteriophage تكون نادرة نسبياً ، بالرغم من أن السلالات (mutants) المقاومة للفاج تستخدم فى أستراليا. يستخدم معظم الإنتاج الحديث على نطاق واسع طريقة التخمر السريع short-set method ، حيث يضاف البادئ بمعدل 2% (حجم/حجم) مما يساعد على إتمام عملية التخمر فى خلال 4 ساعات عند درجة حرارة تحضين 40-42°م ، عند هذه المرحلة تصل الحموضة الى 0.9 – 0.95%. مازالت كميات صغيرة من اليوجهورت تصنع بإستخدام طريقة التخمر البطئ long-set process ، حيث يضاف البادئ بمعدل 0.5% (حجم/حجم) وتتم عملية التخمر فى خلال 14-16

ساعة عند 30°م يفضل إستخدام الطريقة البطيئة عند إستخدام مزارع البادئ السائلة.

يستخدم التلقيح المباشر فى الحوض Direct-Vat-Inoculation (DVI) على نطاق واسع فى الإنتاج الكبير ، خاصة فى الولايات المتحدة الأمريكية حيث يتم التحضين عند 42°م لفترة تصل الى 5 ساعات. يمكن الحصول على مزارع البادئات فى صورة معلقات مجمدة فائقة التركيز super-concentrated frozen suspension أو فى صورة مجفدة. تكون المزارع المجفدة أكثر سهولة فى الإستخدام وتتفوق تكنولوجيا نتيجة القدرة على الخلط الجاف للميكروبين المكونين للبادئ ليعطى سيطرة دقيقة للغاية للصفات النهائية لليوجهورت.

يتم تخمير اليوجهورت المتماسك القوام (set-type) فى عبوات الإستهلاك النهائية (عبوات التسويق retail containers) ، والتحضين سواء على نظام الدفعات batch فى حمامات مائية أو غرفة معدلة الحرارة ، أو بطريقة مستمرة ، خلال المرور فى نفق ساخن heated tunnel حيث تمرر الحاويات المحملة بعبوات اليوجهورت خلال النفق على سير ناقل، يتم التحكم فى سرعة السير الناقل وطوله طبقاً لدرجة حرارة التحضين ونسبة البادئ المستخدم ونشاطه. يتم تخمير اليوجهورت السائل (المقلب) فى خزانات متعددة الأغراض multipurpose tanks أو فى أوعية تخمر خاصة. تستخدم مقلبات على سرعة بطيئة الى متوسطة لمدة لا تزيد عن 5–10 دقائق ، حيث أن ذلك يؤدى للحصول على القوام والتركيب المرغوبين، وكذلك يبطئ من عملية التخمر، ويقلل من عيوب تنشأ عن الحموضة الزائدة . يتوقف القوام النهائى لليوجهورت على العمليات التصنيعية، لكن دور ميكروبات البادئ فى إنتاج القوام اللزج الناعم المرغوب من خلال إنتاج المواد اللزجة slime ، يجب أن تؤخذ فى الإعتبار وكذلك دور المواد اللزجة slime فى تقليل الحاجة الى مثبتات، فى إحتجاز الطعم flavor retention ، وفى إنتاج مظهر لامع (مصقول) glossy appearance . الأمر يتطلب مراقبة دقيقة لتجنب التركيب الخيطى (اللزج) ropy texture . تنشأ اللزوجة slime عادة من سكريات عديدة polysaccharides تفرز خارج خلايا البادئ تحتوى على سكر أمينى amino sugar ، الكمية الناتجة والتركيب البنائى يختلف من سلالة الى أخرى.

يختلف اليوجهورت العلاجى عن الأنواع التقليدية فى ميكروبات البادئ المستخدم، بينما تتشابه فى النواحى الأخرى من تكنولوجيا الإنتاج . تستخدم *Bif.bifidum, Lb.acidophilus* أو *Bif.longum* ، وبدرجة أقل *Lb.casei*.

يتم تحضير اليوجهورت العلاجى بإستخدام مزارع بادئات علاجية بمفردها أو مع بكتريا بادئ عادى. إنتاج حامض بواسطة بادئات علاجية يكون بطيئاً فى غياب بكتريا البادئ العادى، ويجب إتخاذ إحتياطات صارمة ضد التلوث والنمو الزائد للميكروبات غير المرغوبة، كما يمكن تحسين التأثير العلاجى بوجود مزارع البادئ العادى.

من الضرورى أن تكون بكتريا البادئ المستخدمة فى اليوجهورت العلاجى قادرة على مقاومة الظروف البيئية فى القناة الهضمية للإنسان والوصول الى الأمعاء ، حيث تبقى نشطة فى وجود أملاح الصفراء bile salts ولها القدرة على إستيطان الأمعاء. يعتبر الحد الأدنى من الخلايا الحية 10^{6} /مل (أقل جرعة علاجية minimum therapeutic dose) ضرورى للتأثير العلاجى ، لكن الأعداد الأكثر تأثيراً تكون حوالى 8×10^{6} خلية / مل . ميكروبات كل من *Lb. acidophilus* , *Bifidobacterium* تكون غير مقاومة للحموضة ، ولضمان وجود أقل جرعة علاجية فى الناتج النهائى ، فإنه من الضرورى أن يستخدم معدل تلقيح 10–20% أو المحافظة على قيم pH بالمنتج النهائى أعلى من 4.6 سواء بواسطة ثبات القدرة التنظيمية لليوجهورت أو إنتهاء عملية التحضين عند pH 4.9 – 5.0 .

وعموماً ، يختلف معدل التلقيح بالبادئ من 2–3% فى اليوجهورت، 10% فى الألبان المتخمرة العلاجية الى 30% فى الكوميس.

2-9 تكوين الخثرة

خثرة اليوجهورت أساساً من النوع الحامضى (خثرة حامضية) acid-type مماثلة لخثرة الجبن الحامضية. يوجد فروق رئيسية بين خثرة اليوجهورت وخثرة الجبن الحامضية، حيث يكون إنفصال (طرد) الشرش ، مرغوباً فيه فى صناعة الجبن لتكوين الخثرة ، ولكنه يكون غير مرغوباً فيه فى اليوجهورت وغيره من الألبان المتخمرة. جسيمات الكازين، تعمل كهيكل عظمى، يتكون من casein $_{-sl-}$ α مرتبطاً مع β–casein وفوسفات الكالسيوم غير مائى amorphous محاطاً بطبقة واقية casein$_{-k}$. عندما ينخفض الـ pH أثناء التخمر ينفرد الكالسيوم نتيجة التحميض acidification ، لكن يبقى الهيكل.

يحدث تجمع للكازين بعد التشتيت الذى يبدأ بواسطة β–casein عندما ينخفض الـ pH بدرجة كافية، ويحمل المكونين الرئيسيين للكازين (β–casein and α–) شحنات معاكسة opposite charges . إستمرار إنخفاض الـ pH الذى يعقبه إنكماش، عندما يصبح β–casein موجب الشحنة ويبقى casein $^{-sl-}$α سالب الشحنة، وفى النهاية تتكون الشبكة. معدل تكوين الحموضة على درجة كبيرة من الأهمية فى تكوين الشبكة ، إنتاج حموضة بدرجة سريعة يؤدى الى الترسيب (كازين حامضى).

تضاف الغرويات المحبة للماء hydrocolloids الى بعض الألبان المتخمرة كمواد مثبتة وتعمل على تكوين شبكة من الروابط linkage بين مكونات اللبن. تنشأ هذه الصفة سواء من وجود ملح قادر على تجميع أيونات Ca^{2+} أو من وجود مجاميع الشحنات السالبة مثل شقوق radicals الأيدروجين أو الكربونيل. تزيد قدرة الخثرة على الإحتفاظ بالرطوبة نتيجة إستقرار شبكة البروتين ليبطئ من الحركة الحرة للماء، مما يزيد من مستوى تشرب المكونات (اساساً البروتينات) وإرتباط ماء التشرب.

2-10 – معاملات ما بعد التخمر

فى معظم أنواع الألبان المتخمرة ، فإن معاملات ما بعد التخمر post-fermentation processing تقتصر على التبريد ، إضافات مثل عصائر أو بوريه الفاكهة.. الخ والتعبئة. التبريد إحدى الطرق الشائعة للتحكم فى النشاط الأيضى metabolic activity للبادئ والإنزيمات الناتجة منه. قد تكون الألبان المتخمرة من النوع المتماسك القوام (set-type) حيث يتم التخمير فى عبوات

التجزئة والإستهلاك. الفرق الرئيسى بين النوع المتماسك القوام (set-type) والنوع السائل (stirred type) يكمن فى الصفات الريولوجية rheological properties للخثرة. فى النوع الأول (set-type) ، تكون الخثرة نصف صلبة semi-solid ، بينما فى النوع الثانى(stirred) تتفتت الخثرة فى نهاية فترة التخمير قبل التبريد وعمليات التصنيع الأخرى التالية. هناك العديد من الطرق المختلفة التى يمكن إستخدامها لتبريد اليوجهورت، لكن يجب ملاحظة أن معدل التبريد قد يؤثر على تركيب الخثرة، لذا فإن التبريد السريع جداً قد يؤدى الى إنفصال الشرش، ويرجع ذلك الى الإنكماش السريع لشبكة البروتين والتى بدورها تؤثر على قدرتها على الإحتفاظ بالرطوبة. كما أن التقليب الزائد يقلل من لزوجة اليوجهورت ، ويجب تجنب ذلك أثناء التداول handling. قد يجرى لليوجهورت السائل عملية تنعيم smoothing قبل التبريد وذلك بتمريره خلال مصفاه ذات ثقوب ضيقة جداً (تعرف بـ texturizer) ، حيث تكون هذه العملية فعالة فى تقليل التحبب، لكن يجب أن تتم هذه العملية بعناية فائقة حتى لا تؤدى الى إنخفاض اللزوجة وإنفصال الشرش . الطريقة الشائعة لتبريد اليوجهورت فى الصناعة تتم على مرحلتين، حيث يتم تبريد اليوجهورت فى المرحلة الأولى الى 15–20°م قبل خلطه بالفاكهة / المواد المكسبة للنكهة وقبل التعبئة. فى مرحلة التبريد الثانية ، حيث يتم التبريد النهائى لليوجهورت الى 5°م فى غرف التبريد cold stores .

قد يتم تبريد اليوجهورت فى أنفاق التحضين tunnel لليوجهورت المتماسك القوام set ، حيث يتضمن النفق قسم للتبريد، بينما يتم تبريد اليوجهورت السائل فى خزانات In-tank cooling متعددة الأغراض ، وقد يستغرق الخزان الذى يبلغ سعته 2500 – 5000 لتر من اليوجهورت أكثر من 4 ساعات ليبرد من 45°م الى أقل من 10°م. كما قد يستخدم مبادلات حرارية أنبوبية أو ذات ألواح والذى يعتبر نظاماً فعالاً لتبريد اليوجهورت بسرعة وبصورة مستمرة ، ويلاحظ أن التبريد بإستخدام المبادلات الأنبوبية يقلل من الأضرار بقوام الخثرة.

يفضل تعبئة اليوجهورت فى العبوات النهائية مباشرة عقب عملية التبريد . إذا كان ذلك ممكناً ، يجب أن يتم التخزين فى غرف مبردة بأسرع ما يمكن ويجب ألا تزيد فترة التخزين عن 24 ساعة درجة الحرارة المثلى للتخزين 10–20° وذلك لتجنب فقد اللزوجة وإنفصال الشرش. قد يعبأ اليوجهورت فى عدد من العبوات

تشمل زجاجات بغطاء ألمونيوم أو عبوات بلاستيكية بغطاء من رقائق المونيوم أو البلاستيك.

فى الدراسات على الحيوانات المعملية والإنسان ، وجد أن الإتاحة الحيوية للعناصر المعدنية من اليوجهورت تكون مساوية أو أقل مما فى حالة اللبن. أثناء المعاملة البيولوجية يتحلل حوالى 30% من اللاكتوز، ومع ذلك فإن الإتاحة الحيوية للكالسيوم من منتجات الألبان يكون أعلى مما فى المنتجات النباتية. عموماً فإن منتجات الألبان المتخمرة لا تختلف عن اللبن بالنسبة للإتاحة الحيوية للعناصر المعدنية، ومع ذلك فإن هذا الإختلاف من الناحية التغذوية ليس على جانب كبير من الأهمية وأن الألبان المتخمرة تعتبر مصدراً ممتازاً للعناصر المعدنية.

تعتبر الفيتامينات vitamins عوامل مساعدة أساسية فى العمليات الأيضية المختلفة، ويعتبر اللبن ومنتجات الألبان المتخمرة مصادر جيدة للفيتامينات يوجد إختلافات واسعة فى محتوى الألبان المتخمرة من الفيتامينات نظراً لأن LAB تغير من محتوى الألبان المتخمرة من الفيتامينات . تحتاج كثير من LAB فيتامينات B للنمو ، بينما تكون عدة أنواع أخرى من LAB قادرة على تخليق هذه الفيتامينات. بعض أنواع من LAB تحتاج فيتامينات B ، خاصة حامض الفوليك. تم تقدير مستوى الفولات عند تنمية LAB فى اللبن الفرز ووجد *Lb.delbrueckii ssp. bulgaricus* تخفض من مستوى الفولات ، بينما *Str.thermophilus* ، *Lb. acidophilus* تزيد من مستويات الفولات بدرجة كبيرة. وقد وجد أن تنمية بعض أنواع من lactobacilli فى لبن فرز مسترجع ، تحتاج الى فيتامين B_{12} للنمو. وقد أشارت بعض الأبحاث أن محتوى الألبان المتخمرة من فيتامينات B يرجع الى نوع وكذلك سلالة lactobacilli المستخدمة فى الصناعة.

تؤثر المعاملات التكنولوجية والتخزين للألبان المتخمرة على محتوى هذه الألبان من الفيتامينات. قد تؤثر فترة ودرجة حرارة التحضين على محتوى الألبان المتخمرة من الفيتامينات. وقد لوحظ أن إنتاج بعض فيتامينات B بواسطة LAB يتوقف على درجة حرارة التحضين. درجة الحرارة المثلى لإنتاج النياسين niacin والفولات folate فى اليوجهورت هى 42°م ، ولكن ينخفض مستوى حمض الفوليك وفيتامين B_{12} فى اليوجهورت أثناء التخزين عند 4-5°م . يكون البيوتين biotin

والنياسينniacin وحامض البنتوثينيك pantothenic ثابتاً بدرجة كبيرة فى اليوجهورت أثناء التخزين عند 5°م.

عموماً فإن تركيز فيتامينات B فى الألبان المتخمرة يكون مرتفعاً. تركيز حامض الفوليك أعلى فى القشدة الحامضية sour مقارنة باليوجهورت. وقد وجد أن فيتامينات B يكون أعلى فى اليوجهورت المدعم بجوامد اللبن اللادهنية مقارنة باللبن. من ناحية أخرى فإن معظم فيتامينات B توجد بتركيزات أقل فى اليوجهورت عنه فى اللبن، بإستثناء الفولات. وفى دراسة عن تخليق والإستفادة من حامض الفوليك وفيتامين B_{12} بواسطة LAB فى اليوجهورت ، وجد أن حامض الفوليك فى اليوجهورت ينخفض بعد 3.5 ساعة من التحضين. يتم تخليق حامض الفوليك بواسطة *Str.thermophilic* ، بينما يحتاج اليه *Lb. delbrueckii. bulgaricus* . وتجدر الإشارة الى أن المعاملة الحرارية الأولية للبن تكون هامة لإنتاج الصلابة المرغوبة لليوجهورت ومنع إنفصال الشرش. الإتلاف الجزئى للفيتامينات يعتبر أحد عيوب هذه المعاملة الحرارية، لذلك فإن الأمر يتطلب مزيداً من الدلائل لتأكيد أن الإتاحة الحيوية من الفيتامينات للألبان المتخمرة تكون أفضل تغذوياً عنه فى اللبن.

4 – أنواع الألبان المتخمرة

تختلف طبيعة منتجات الألبان المتخمرة من مكان لآخر ، طبقاً لنوع الميكروبات المستخدمة والظروف المناخية للمنطقة. فمثلاً ، فى الظروف تحت القارية Sub-tropical ، فى الشرق الأوسط، فإنه من المتوقع أن تكون بكتريا حمض اللاكتيك المحبة للحرارة العالية thermophiles (درجة حرارة النمو المثلى 40–45°م) سائدة مقارنة بالأنواع المحبة للحرارة المعتدلة mesophiles (درجة حرارة النمو المثلى 30°م) السائدة فى شمال أوروبا. فى بعض المناطق ، مثل البلقان والقوقاز، تصنع منتجات أخرى مثل الكفير Kefir والكوميسKoumiss بإستخدام بكتريا حامض اللاكتيك والخمائر (جدول2).

يعتبر تصنيع الألبان المتخمرة عملية معقدة، تشمل علوم الميكروبيولوجيا، الإنزيمات ، الكيمياء والكيمياء الحيوية، الفيزياء والهندسة. هناك تشابه كبير فى النواحى التكنولوجية لصناعة هذه الألبان المتخمرة ، كما تتضمن عملية التخمر ميكروبات متخصصة. يوجد فى جميع أنحاء العالم حوالى 400 أ سم تستخدم لمنتجات الألبان المتخمرة التقليدية traditional والمصنعة industrialized .

تحمل هذه المنتجات أسماء محلية مختلفة ولكنها متشابهة تقريباً. يمكن تقسيم الألبان المتخمرة الى 3 أنواع طبقاً لنواتج التخمر (metabolic products) :

1 – ألبان متخمرة بإستخدام بكتريا حامض اللاكتيك Lactic fermentation :

أ – محبة للحرارة المعتدلة mesophilic

مثل اللبن الخض Buttermilk ، اللبن الخض المتخمر Cultured Butter milk واليمر Ymer

ب – محبة للحرارة المرتفعة thermophilic

مثل اليوجهورت، الزبادى ، اللبنة (لبن متخمر مركز) ، اللبن الرايب، السكير Skyr ، اللبن الخض البلغارى Bulgarian Buttermilk

جـ – علاجية therapeutic

مثل Biogarde , Bifighurt ، لبن الأسيدوفلس Acidophilus milk ياكولت Cultura AB, Yakult .

2– ألبان متخمرة بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك وخمائر Yeast-lactic fermentation مثل الكفير Kefir ، الكوميس Koumiss ، لبن أسيدوفلس محتوى على خميرة Acidophilus-yeast milk .

3 – ألبان متخمرة بواسطة بكتريا حامض لاكتيك وفطريات Mold-lactic fermentation : مثل الفيلى Viili .

يتم تصنيع منتجات قريبة الشبه من الألبان المتخمرة بواسطة:

ا – التخلص من الشرش لتركيز الناتج الذى يشبه الجبن الطرى، مثل اللبنة Lebneh ، اليمر Ymer ، السكير Skyr ولبن الزير.

ب – تجفيف خليط من الحبوب واللبن المتخمر، مثل الكشك kishk .

جـ – تجميد اللبن المتخمر لإنتاج ألبان متخمرة مجمدة frozen fermented milk تشبه المثلجات القشدية.

جدول (3) : بعض انواع الألبان المتخمرة والميكروبات المستخدمة في إنتاجها:

Product/origin	*Starter organisms*
Acidophilus milk	*Lactobacillus acidophilus* *Streptoccoccus thermophlus*
Biogarde	*Lac. acidophilus* *Lac. acidophilus* *Bifidobacterium bifidum*
Bioghurt	*Str. thermophilus* *Lac. acidophilus*
Bifighurt	*Bif. bifidum*
Butter milk (Bulgarian)	*Lac subsp. bulgaricus*
Butter milk (cultured)	*Commercial butter starter or a mixture of :* *Str. lactic subsp. lactis subsp. cremoris* *Str. lactis biovar. diacetylactis and Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris*
Cultura	*Lac. acidophilus* *Bif. Bifidum*
Cultured cream	*As for cultured buttermilk, but usually without Leuconostoc spp.*
Dahi	*Str. thermophilus* *Lac. delbruchii subsp. bulgaricus or* *Str. lactis subsp. lactis* *Str. lactis subsp. cremoris* *Str. lactis biovar diacetylactis* *(Final choice depends on country of manufacture)*
Filmjolk	*Srt. lactis subsp. lactis* *Str. lactis biovar. diacetylactis* *L. mesentroides subsp. cremoris*
Kefor	*Kefir grains*
Kumiss	*Lac. acidophilus* *Lac. delbruchii subsp. bulgaricus* *Saccharomyces lactis* *Torula a koumiss*
Taetmjolk	*As for Film jolk*
Viili	*As for Film jolk, plus Geotricum candidum*
Yoghurt (including Labneh and related products	*Str.thermophilus* *Lac. delbruchii subsp. bulgaricus*

تخمرات الحرارة المرتفعة Thermoppilic Fermentations

يطلق مصطلح Thermophilic على مزارع البادئات التى تكون درجة الحرارة المثلى لنموها ما بين 37–45°م وتعرف بالأحياء الدقيقة من أنواع *Lactobacillus*, *Streptococcus* .

1 – اللبن الخض البلغارى Bulgarian Butter Milk :

ينتج اللبن الخض الحامضى بواسطة *Lactobacillus bulgaricus* Marshall (1984) . اللبن الكامل المبستر هو مادة التخمر فبالتحضين طوال الليل على درجة 40–42°م يمكن أن نحصل مستوى الحموضة المطلوب. وفى بعض الأحيان ربما تحتوى مزرعة البادئ أيضاً على *Str. thermophilus* وقد ذكر Marshall (1984) أن المنتج له نكهة نظيفة مشابهة لليوجهورت.

2 – اليوجهورت Yoghurt :

توجد أنواع عديدة من اليوجهورت فى مختلف أنحاء العالم ولكن بصفة عامة يمكن تقسيم اليوجهورت الى الأنواع المختلفة تبعاً للمواصفات القانونية ، طرق الإنتاج ، النكهة المميزة له ، المعاملات التى تجرى بعد التحضين.

أولاً : تقسيم اليوجهورت تبعاً للمواصفات القانونية:

تعتمد المواصفات القانونية لليوجهورت بصفة أساسية على التركيب الكيماوى للمنتج النهائى من حيث النسب المئوية لكل من الدهن والجوامد اللادهنية أو الجوامد الكلية. وبناءً على المواصفات التى وضعتها كل من منظمة الأغذية والزراعة FAO ومنظمة الصحة العالمية WHO فإنه تم تقسيم اليوجهورت الى الأنواع الثلاثة الرئيسية الآتية:

أ – كامل الدسم Full وفى هذا النوع يجب ألا تقل نسبة الدهن عن 3%.

ب – متوسط Medium وتتراوح نسبة الدهن به من 0.5% – 3% .

ج – منخفض Low تبلغ نسبة الدهن به 0.5% أو أقل.

وتجدر بالإشارة الى أنه يحدث بعض التغيرات فى النسب المذكورة سابقاً تبعاً للتشريعات الموجودة فى كل بلد" وذلك تبعاً لرغبة المستهلكين فى كل بلد، فعلى سبيل المثال يوجد 4 أنواع من اليوجهورت تعرف بإسم يوجهورت البلقان Balkan

Yoghurt فى هولندا وألمانيا الغربية والإتحاد السوفيتى تتراوح نسبة الدهن فيما بين 4.5% كحد أدنى الى 10% كحد أقصى.

ثانياً : تقسيم اليوجهورت تبعاً لطريقة الإنتاج:

يتم تقسيم اليوجهورت تبعاً للطريقة المتبعة فى إنتاجه وكذلك تبعاً للصفات الطبيعية للناتج النهائى والأجهزة والأدوات المستخدمة فى التحضير الى نوعين رئيسيين:

أ – النوع الثابت Set yoghurt ب – النوع المخلوط Stirred yoghurt

وفى النوع الأول (أ) يضاف البادئ الى اللبن بعد التعبئة فى العبوات الخاصة بالإستهلاك ثم يتم التحضين " بعد التعبئة حتى يتم التجبن تتميز هذه الطريقة بأن عملية الصناعة تكون مستمرة كما يتميز الناتج بأنه يكون شبه صلب. أما فى النوع الثانى (ب) فأنه يتم إضافة البادئ الى خزان اللبن ويترك فيه حتى يتم التجبن فى الأوعية الكبيرة Bulk (أى حدوث عمليات التخمر) ثم تجرى بعد ذلك عمليات التبريد لإيقاف عمليات التخمر ثم التعبئة فى العبوات الخاصة بالإستهلاك.

وهناك نوع آخر يعرف باليوجهورت السائل Fluid yoghurt ويشبه النوع (ب) ، إلا أنه يتميز بإنخفاض اللزوجة وذلك لإحتوائه على نسبة منخفضة نسبياً من الجوامد الكلية حيث يحتوى على 11% أو أقل من الجوامد الكلية.

ثالثاً : تقسيم اليوجهورت تبعاً للنكهة المميزة له :

يمكن تقسيم اليوجهورت الى ثلاثة أنواع رئيسية بناءً على النكهة المميزة له (Fig : 2) كما يلى:

1 – اليوجهورت الطبيعى أو السادة. ويعتبر هو النوع التقليدى ويتبع هذا القسم أيضاً اليوجهورت ذو الطعم الحامضى اللاذع.

2 – يوجهورت بالفواكهة Fruit yoghurt : ويصنع هذا النوع بإضافة بعض انواع الفواكة أو مواد التحلية الى اليوجهورت الطبيعى السادة.

3 – اليوجهورت ذو النكهة Flavored yoghurt : وفى هذا النوع لا يتم إضافة الفواكة الطبيعية ولكن تضاف مواد مكسبة للنكهة لها لون ونكهة الفواكة الطبيعية.

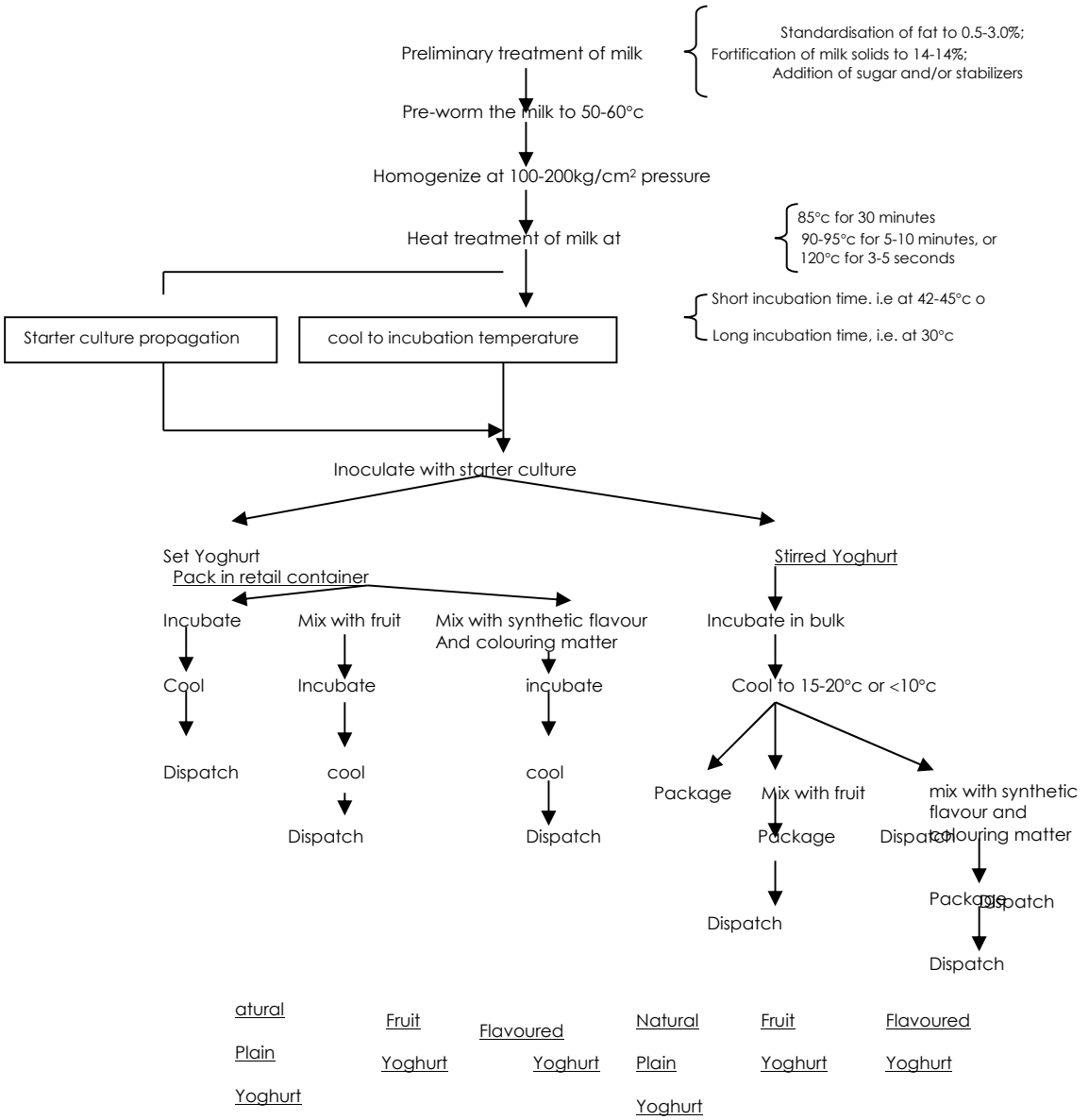


Fig.2 Flavoured yoghurts

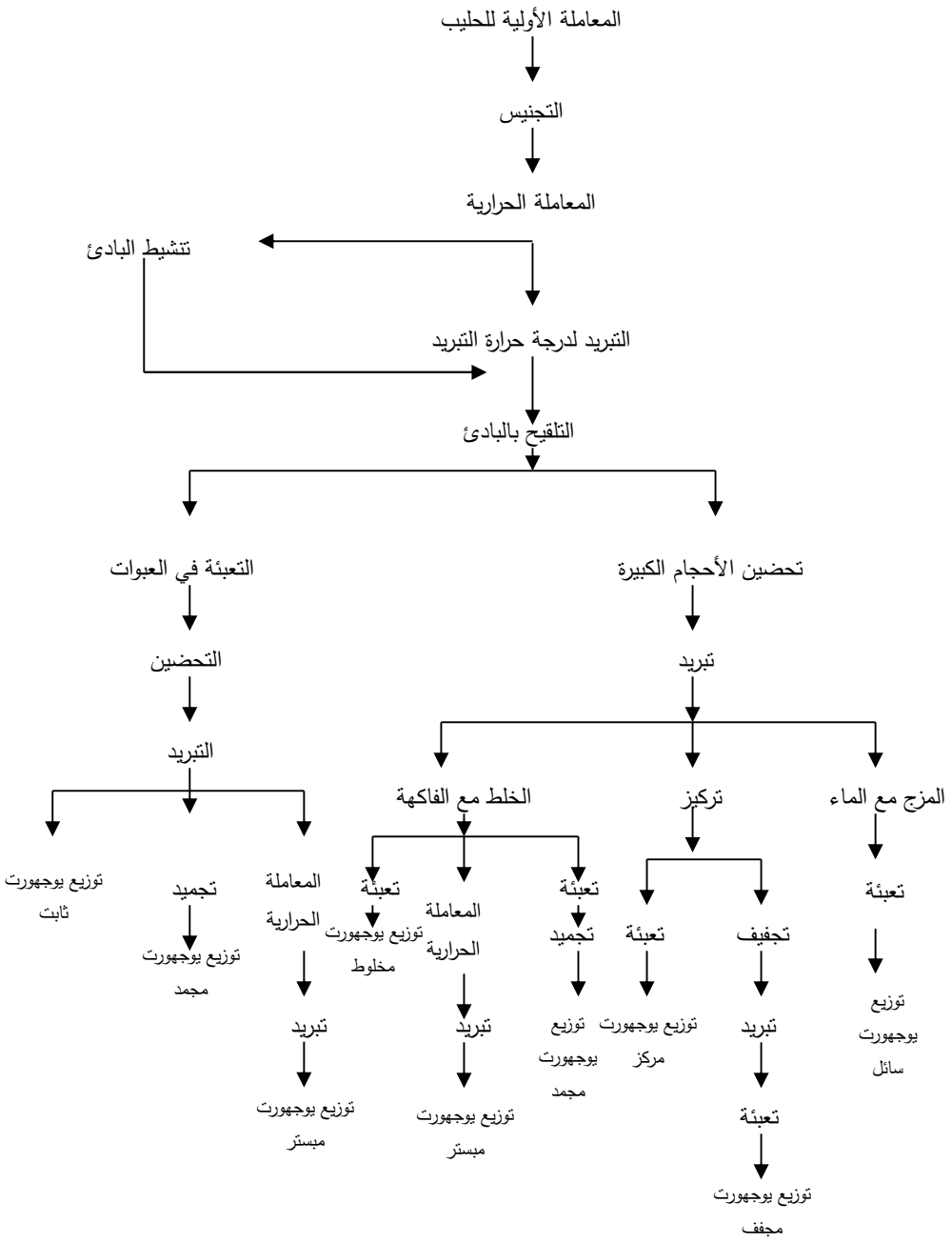
رابعاً : تقسيم اليوجهورت تبعاً للمعاملات بعد التحضين

توجد فى الأسواق الآن أنواع عديدة من اليوجهورت تعرف بإسم اليوجهورت المعدل ومما هو جدير بالذكر أنه يوجد الآن أنواع محسنة ولكنها ذات شهرة أقل، ومن أنواع اليوجهورت المعدل ما يلى:

- اليوجهورت المبستر pasteurized yoghurt : وهو عبارة عن اليوجهورت مصنع بالطريقة العادية أجريت له معاملة حرارية بعد حدوث التخمر بغرض إطالة فترة حفظه .
- اليوجهورت المجمد Frozen yoghurt : وهو عبارة عن اليوجهورت مصنع بالطريقة العادية ثم أجريت له عملية تجميد "على درجة – 20°م " وقد يتطلب الأمر فى هذه الحالة زيادة نسبة السكر وإضافة مواد رابطة لتحسين صفات الناتج المجمد ويجب ملاحظة أن تكون هذه المواد على درجة عالية من الجودة .
- وتوجد أنواع أخرى من اليوجهورت (المعدل) ويسمى Diabetic yoghurt مثل اليوجهورت منخفض السعرات Low calorie yoghurt ، أو اليوجهورت منخفض اللاكتوز Low lactose yoghurt أو اليوجهورت المدعم بالفيتامينات أو البروتينات Vitamin / protein fortified yoghurt وكذلك يوجد أيضاً اليوجهورت المركز Concentrated yoghurt (يحتوى على حوالى 24% T.S.) ، واليوجهورت المجفف Dried yoghurt (يحتوى على 90–94% جوامد كلية).

إنتاج اليوجهورت Production of yoghurt :

يوضح الشكل رقم (3) الخطوات المستعملة فى تصنيع بعض الأنواع المختلفة من اليوجهورت ، ويمكن ملاحظة أن الإنتاج متشابه لكل من النوعين الثابت (set) والمخلوط (stirred) من اليوجهورت وتختلف فقط بعد إضافة البادئ.



الشكل رقم (3) الخطوات المستعملة في تصنيع بعض الأنواع المختلفة من اليوجهورت

1 – المعاملة الأولية للبن Preliminary Treatment of milk

يشمل إعداد المخلوط الأساسى على تدعيم تركيب اللبن أو تعديله ، للحصول على الصفات الريولوجية المرغوبة للمنتج المصنع يحتوى اليوجهورت التجارى على حوالى 15% من جوامد اللبن، بالرغم من أن أكثر طرق التدعيم شهرة تلك التى يتم فيها إضافة مسحوق اللبن الى اللبن السائل إلا أن إستخدام الترشيح الفائق Ultrafitration لتركيز الجوامد فى اللبن الفرز يعتبر البديل الملائم كما تضاف للبن المصنع المثبتات مثل النشا بتركيز قد يصل الى 1% أو الصموغ النباتية (بتركيز قد يصل الى 0.5%) عند هذه المرحلة حيث أن خروج الماء Syneresis من خثرة اليوجهورت المخلوط يمكن تلافيها بسهولة من خلال ترشيد إستخدام الغرويات المائية.

2 – التجنيس Homogenization :

تؤدى معاملة التجنيس Homogenization treatment الى صغر حجم حبيبات الدهن بمتوسط (Iμm >) وبناء على ذلك لا نلاحظ طبقة قشدة مميزة على سطح اليوجهورت المنتج فى المخلوط المجنس وعامة فإن تجنيس اللبن ينتج خثرة ناعمة يسهل هضمها.

3 – المعاملة الحرارية Heat treatment

تتطلب صناعة اليوجهورت معاملة حرارية شديدة (80 – 85°م/30ق) تؤدى لقتل جميع الفلورا المرضية ومعظم الخلايا الخضرية وبذلك تكون فترة حفظ اليوجهورت أكيدة ومضمونة ومن الناحية الميكروبيولوجية يؤدى التخلص من الميكروبات المنافسة competitive organisms الى توافر ظروف تساعد على نمو بكتريا اليوجهورت المرغوبة وأكثر من ذلك فإنه يحدث طرد الأكسجين وينتج ظروف مختزلة (تولد السلفاهيدريل) وتحليل بروتين وإنشقاق مكونات نيتروجينية. التغيرات الطبيعية فى البروتينات كنتيجة للمعاملة الحرارية لها تأثير شديد على لزوجة اليوجهورت وواضحة بتغير طبيعة بروتينات الشرش بنسبة من 70–90 % حيث تحسن وتشجع القدرة على إمتصاص الماء وبتلك الوسيلة تحدث نعومة فى القوام واللزوجة العالية والثبات بعدم إنفصال الشرش من اليوجهورت .

تأثيرات المعاملة الحرارية يمكن تلخيصها فيما يلى:

1 – تحدث دنترة لبروتينات الشرش (الألبيومينات والجلوبيولينات) مع حدوث تجمع لجزيئات الكازين على شكل شبكة ثلاثية الأبعاد. ، وتحجز هذه الشبكة خلالها بروتينات الشرش وتصبح خثرة اليوجهورت الناتجة بعد ذلك أكثر لزوجة.

2– يقل المحتوى البكتيرى فى اللبن ، وبالتالى تواجه البادئات منافسة أقل من الميكروبات المرضية.

3 – يحدث إنخفاض فى كمية الأكسجين فى اللبن، وحيث أن بادئات اليوجهورت الطبيعى تتطلب كميات قليلة من الهواء Microaerophilic فإن إنخفاض توتر الأكسجين يشجع على نموها.

4 – قد يحدث تحلل محدود لبروتينات اللبن خلال التسخين ، يؤدى الى تشجيع (تحفيز) نشاط البادئ.

4– التخمير (التحضين):

يعد تحميض اللبن خلال صناعة اليوجهورت عملية حيوية ، ويمكن إجراؤها تحت ظروف محكمة فى حضانات أو خزانات تخمير خاصة . يمكن إختيار نظام التحضين فى صناعة اليوجهورت الثابت من أحد الأنظمة التالية:

أ – الحمامات المائية: Water baths

يوضع اللبن المحضن فى زجاجات ، عبوات البيع بالتجزئة ، وبعد تعبئتها فى عدد من الصوانى المعدنية تخمر فى حمامات مائية ضحلة أو فى خزانات . ويجب إبقاء درجة الحرارة على 40–45°م الى حين الوصول الى الحموضة المرغوبة، وعند هذه النقطة يستبدل الماء الساخن بماء بارد لخفض النشاط التمثيلى للبادئ . ثم يجرى التبريد النهائى فى مخزن مبرد ، وهذه الأنواع من الحضانات تتطلب عمالة كبيرة ، كما تستهلك كميات كبيرة من الطاقة وتحتاج الى مساحة أرضية كبيرة.

ب– الخزانات Cabinets :

تتكون الخزانة من حجرة صغيرة معزولة ومقسمة الى أقسام ، ومعظم الحضانات من هذا النوع عبارة عن غرف متعددة الأغراض لها المقدرة على تدوير هواء بارد أو ساخن . ومن الناحية العملية توضع عبوات التجزئة على

منصة ناقلة فى الخزانة ، ويدور الهواء الساخن خلال فترة التحضين ثم يدور هواء بارد خلال مرحلة التبريد . وتستخدم هذه الخزانات فى بعض الأحيان كحضانات فقط ويبرد اليوجهورت فى مخازن مبردة على كل حال، فإن الخثرة الدافئة قد تتعرض الى تحطم فى قوامها خلال النقل ، لذا فإنه يفضل تحاشى الخطوة الأخيرة إذا أمكن .

جـ – النفق Tunnel :

يتم فى النوعين السابقين من الحضانات إنتاج اليوجهورت الثابت بطريقة الدفعات، ولكن عند إتباع نظام النفق يكون إنتاج مستمر. يقسم النفق الى مقطعين حيث يمثل الجزء الأول غرفة التسخين ، بينما يمثل الجزء الثانى المبرد . تمرر الحاويات المحملة بعبوات اليوجهورت خلال النفق الى خزان ناقل، ويتم التحكم فى سرعة الخزان الناقل وطوله تبعاً لدرجة حرارة التحضين ، ونسبة البادئ المستخدم ونشاط البادئ ، فكلما إنخفضت درجة حرارة التحضين الى أقل من 35°م على سبيل المثال كان معدل التلقيح أقل (1% مثلا) ، ولزم إطالة طول الحزام وتخفيض سرعته، وبالرغم من أن الخثرة الدافئة تتحرك أثناء التخمر إلا أنه يحدث تحكم بدرجة قليلة للتركيب بوضع عجلات ناعمة تحت الحزام الناقل. ومن مميزات هذه الطريقة أنه يمكن إستعمال أى نوع أو حجم من عبوات التجزئة.

يخمر اللبن بكميات كبيرة فى خزانات تحضين خاصة عند تصنيع اليوجهورت المخلوط وقسمت الى نوعين رئيسيين:

خزانات التخمير:

تستخدم هذه الخزانات كحضانات فقط وعادة يتم عزلها للحفاظ على درجة الحرارة المناسبة. ويجرى تصنيع اللبن وتبريد اليوجهورت فى معدات اخرى ضمن خط إنتاج.

الخزانات متعددة الأغراض:

إن هذا النوع من الخزانات يحتوى على جدار مزدوج ، وبالإمكان إستخدامها فى جميع مراحل إنتاج اليوجهورت كما ذكر سابقاً .

5 – التبريد Cooling :

هناك العديد من الطرق المختلفة والتى يمكن إستخدامها لتبريد اليوجهورت المخلوط، ولكن يجب أن يلاحظ أن معدل التبريد قد يؤثر على تركيب الخثرة . لذا فإن التبريد السريع جداً قد يؤدى الى فصل الشرش ، وهذا راجع الى الإنكماش السريع لخيوط البروتين والتى بدورها تؤثر على خواصها المحبة للماء.

لذا فإن الطريقة الإعتيادية فى الصناعة تتم بتبريد اليوجهورت الى 15–20°م قبل خلطه بالفاكهة/ المكسبات للنكهة وقبل التعبئة . ويجرى التبريد النهائى فى مخزن مبرد الى درجة أقل من 5°م ، وتشمل الطرق المستخدمة لتبريد اليوجهورت ما يلى:

أ – التبريد فى الخزان In-tank cooling :

يتطلب تبريد اليوجهورت فى الخزان المتعدد الأغراض دوران الماء البارد فى الجدار المزدوج أو قد يستغرق الخزان الذى يسع 2500 – 5000 لتر من اليوجهورت لأكثر من أربع ساعات ليبرد من 45°م الى أقل من 10°م .

ب – ألواح أو أنابيب التبريد Plate or tube cooler :

يعد إستخدام ألواح أو أنابيب التبريد نظاماً لتبريد اليوجهورت بسرعة وبصورة مستمرة وقد تأكد أن التبريد بالأنابيب يسبب أقل تحطم لقوام الخثرة وبالرغم من الطريقة المعتادة يتم فيها تبريد اليوجهورت الى أقل من 20°م إلا أن الأبحاث التى اجريت فى معهد الأبحاث الدنماركى (Anon, 1977) إقترحت أن النظام التالى يحسن من جودة المنتج النهائى:

1 – خلط اليوجهورت فى خزان التخمر للحصول على مخلوط متجانس.

2– تبريد مبدئى الى 24°م ثم تعبئة المنتج.

3 – التبريد النهائى : المرحلة الأولى : تبريد هوائى الى درجة 7–10°م لمدة 5–6 ساعات . المرحلة الثانية : تبريد هوائى الى 1–2°م للمدة المتبقية من التبريد.

6 – التعبئة Packaging .

إنتاج الألبان المتخمرة العلاجية Therapeutic products

1 – لبن الأسيدوفيلس Acidophilus milk :

بالرغم من تمتع هذا المنتج بشعبية كبيرة فى أوروبا الشرقية ، إلا أن المستهلكين فى بقية أوروبا والولايات المتحدة يفضلونه بصورة أكبر نتيجة لما كتب عن خواصه العلاجية أكثر من تفضيلهم للنكهة. ويجب إتخاذ الحذر لحماية اللبن المصنع من التلوث لأن *Lac. acidophilus* تنمو بدرجة بطيئة فى اللبن . لذا من الضرورى حفظ البادئ بصورة نشيطة، كما يفضل نقل المزرعة الأم يومياً للتأكد من الحصول على نتائج ثابتة. ويعتبر اللبن الفرز المعقم البيئة الإعتيادية، فبعد تبريده الى 37° م ، يلقح بمقدار 1% من المزرعة النشيطة. ويجب التحكم فى التحضين للحصول على 0.6–0.7% حمض لاكتيك للحفاظ على أقصى درجة من نشاط الخلايا، وهذه المزرعة يمكن إستخدامها فيما بعد لإنتاج البادئ بكميات كبيرة Bulk starter ويتم تداول هذه المزرعة بالطريقة نفسها على أن يضاف البادئ بنسبة 2–5% للبن المستخدم.

يستخدم لبن فرز أو لبن كامل الدسم للتصنيع ، ويجب ان يكون ذا جودة ميكروبيولوجية مرتفعة ، إضافة الى انه يجب معاملته حرارياً للحصول على تعقيم شبه كامل، حيث يسخن اللبن عادة لحوالى 95°م لمدة ساعة ، ثم يبرد الى 37°م ثم يحفظ اللبن على هذه الدرجة لمدة 3–4 ساعات لتشجيع نمو الجراثيم، ثم يسخن مرة أخرى الى 90– 95°م لقتل أى خلايا خضرية أخرى ، ثم يلقح اللبن المبرد حتى 37°م ببادئ نقى من *Lac.acidophilus* ويحضن حتى تتكون الخثرة. فى بعض الدول قد تستمر عملية التخمر حتى الحصول على حموضة تصل الى حوالى 1% حمض لاكتيك قبل تبريده ووضعه فى عبوات، وفى حالة إنتاجه للإستعمال العلاجى يجب وقف الحموضة عند حد 0.6–0.7% حمض لاكتيك . وفى كلتا الحالتين يجب أن يتم التخزين عبوات المنتج بين 5 و 10°م . السبب الرئيسى للإختلاف الكبير فى الحموضة يرجع الى أن البكتريا تعيش أفضل على الحموضة المنخفضة ، ولأن الخلايا الحية ضرورية لأى إستخدام علاجى (الرقم الأمثل حوالى 2000–3000 مليون بكتريا/مل) لذا فإن خواص المنتج تضبط على هذا الأساس .

2 – المنتجات العلاجية مع المزارع المختلطة

Therapeutic products with mixed cultures:

المزارع المباعة بواسطة شركة "Evog " توجد تحت مجموعات تعرف بالأسماء التجارية الآتية:

Biogard cultures { *Str. thermophilus*, *Lac. acidophilus*, *Bif. bifidum*

Biogard cultures / Bifighurt cultures { *Str. thermophilus*, *Lac. acidophilus*, *Bif. Bifidum*

جميعها تستخدم للأغراض العلاجية ويمكن لأى من هذه المزارع أن تندمج مع المنتجات اللبنية غير المتخمرة مثل الزبد والأيس كريم. ونفس هذه المزارع يمكن إستخدامها للألبان المتخمرة وطريقة التصنيع تشبه تصنيع اليوجهورت . ولكن عادة ينصح بأن يكون بادئ الإضافة Bulk starter من بادئ مستمر بإستخدام لبن فرز مجفف مسترجع يحتوى على 11% جوامد كلية، ويضاف اليه 0.5 مستخلص خميرة .

ويوضح الجدول التالى فترة التحضين عند تصنيع لبن متخمر بإستخدام بادئ Biogard culture :

Organism / culture	Incubation conditions
Str. thermophilus	7h at 42°C
Bif. bifidum	4h at 42°C
Lac. acidophilus	24h at 42°C
Bulk Starter	4h at 42°C
Mono culture added in ratio of I:I:I: Retail product	3h at 42°C

تستخدم كمية كبيرة من معدل التلقيح (2–10–%) للتأكد من إحتواء الناتج النهائى على عدد كبير من الخلايا (10^{6} – 10^{8} / مل) والـ pH فى المنتج النهائى يكون حوالى 4.6 ولكن فى نهاية التحضين يكون الـ pH 4.9–5 للمخلوط .

5 – الفوائد الصحية للألبان المتخمرة:

الأهمية التاريخية للفوائد الصحية health benefits للميكروبات المستخدمة فى صناعة الألبان المتخمرة نشأت من ملاحظات العالم الروسى متشينكوف على طول عمر سكان ريف البلقان ونظرياته لشرح صفات الألبان المتخمرة التى تؤدى الى إطالة العمر.

فى السنوات الأخيرة ومع تزايد المعرفة بأهمية الميكروبات المعوية المختارة، تم تطوير وإنتاج ألبان متخمرة جديدة تحتوى *Lb. acidophilus* , *Bifidobacterium spp.* مفردة أو مختلطة مع بكتريا بادئات أخرى . وقد ساهمت هذه الألبان المتخمرة الجديدة فى إنتعاش صناعة الألبان المتخمرة فى السنوات الأخيرة فى اليابان وبعض الدول الأوروبية، حيث طرحت فى الأسواق عدد كبير من المنتجات اللبنية المتخمرة المزعم أحتوائها على صفات مفيدة أو دوائية (أقراص مجفدة تحتوى على هذه الميكروبات) كما سبق الإشارة الى ذلك وقد أشارت معظم الدراسات العلمية فى هذا المجال الى الفوائد التى تعقب تناول منتجات الألبان المتخمرة، التى تتضمن فوائد صحية (وقائية prophylactic وعلاجية therapeutic) وتغذوية nutritional الجدول (3) يوضح الدور الوقائى والعلاجى والتغذوى المحتمل لميكروبات الألبان المتخمرة . تتضمن الفوائد الصحية والتغذوية التى قد تنشأ من تناول منتجات الألبان المتخمرة fermented milk products أو منتجات محتوية على مزارع حية culture-containing products ، بصورة مستمرة ، ما يلى:

1 – تحسين القيمة الغذائية للبن.
2 – مقاومة العدوى المعوية .
3 – تحسين الإستفادة من اللاكتوز عند الأفراد الذين يعانون من سوء هضم اللاكتوز.
4 – السيطرة على مستويات كوليسترول سيرم الدم.

5 – نشاط مضاد للمواد المسرطنة.
6 – تنشيط الجهاز المناعى.

جدول (3) : الصفات الصحية والتغذوية المرتبطة بميكروبات الألبان المتخمرة.

الصفة	الميكروبات	الميكانيكية المقترحة
– المحافظة على التوازن الميكروبى فى الأمعاء	*Bifidobacterium ssp.* *Lb. acidophilus*	أ– إنتاج مواد مثبطة ب–تنشيط الجهاز المناعى فى العائل
– معالجة سوء هضم اللاكتوز	صفة عامة فى الألبان المتخمرة	أ– إنخفاض محتوى اللاكتوز فى الناتج. ب– الهضم الذاتى للاكتوز بواسطة إنزيم β–galactosidase الناتج من ميكروبات البادئ
– نشاط مضاد للمواد المسرطنة	*Bifidobacterium ssp.* أنواع مختلفة من بكتريا حامض اللاكتيك LAB	أ–التخلص من المواد المشجعة للسرطان. ب– تنشيط النظام المناعى فى العائل
– إنخفاض مستوى الكوليسترول	*Bif. bifidum* *Lb.acidophilus*	أ– إمتصاص الميكروبات للكوليسترول. ب– ترسيب الكوليسترول مع أحماض الصفراء غير المرتبطة وافرازه مع البراز خارج الجسم
– تحسين القيمة الغذائية	*Bif. bifidum* *Lb.acidophilus*	أ– تخليق فيتامينات مجموعة *B* (*Bif.bifidum* فقط) ب– زيادة إمتصاص الكالسيوم
– التخفيف من تأثيرات سوء وظيفة الكلى	*Bifidobacterium ssp.* *Lb. acidophilus*	أ– خفض مستوى الأمينات السامة (*Bif.bifidum* فقط)
– تحسين الإستجابة المناعية فى العائل	أنواع مختلفة من بكتريا حامض اللاكتيك LAB	أ–زيادة مستويات الأجسام المضادة ب–زيادة نشاط البلعمات macrophages

6 – فساد الألبان المتخمرة:

تعتبر الخمائر من أهم الميكروبات المسببة للفساد وعادة تكون مرتبطة بعملية التخمر التى تؤدى الى إنتاج غاز. من السهل التعرف على هذا الفساد نتيجة إنتفاخ العبوات. خمائر مثل *Saccharomyces spp., Kluyveromyces marxianus* تكون أكثر مساهمة فى حدوث الفساد التخمرى fermentative spoilage واليوجهورت المضاف اليه سكريات عادة يتأثر بهذه الخمائر، يعتبر بورية الفاكهة الملوث نتيجة عمليات التداول غير المناسبة مصدراً رئيسياً للتلوث، بالرغم من أن اليوجهورت المطعم بالشيكولاتة يكون أيضاً أكثر عرضة للفساد بواسطة الخمائر .

الخمائر المؤكسدة oxidative yeasts تكون أيضاً ميكروبات فساد هامة فى اليوجهورت . يتوقف نمو الخمائر على توفر الأكسجين، وقد يكون قاصراً على سطح اليوجهورت الملامس للهواء. فى مثل هذه الحالات قد تتكون مستعمرات أو طبقة رقيقة (فيلم) من النمو على سطح اليوجهورت . تسمح مواد بعض العبوات مثل polystyrene بدخول كمية كافية من الهواء الى العبوة لتدعيم نمو الخمائر المؤكسدة فى اليوجهورت. فى مثل هذه الظروف تكون الخمائر المؤكسدة قريبة من جدار العبوة. وقد تم عزل عدد كبير من الخمائر المؤكسدة من اليوجهورت تشمل الأنواع الالية: *Candida , Rhodotorula, Pichia , Metschnikowia, Dabaryomyces , Yarrowia, Teichosporon , Torulaspora* .

نمو الفطريات على سطح اليوجهورت الملامس للهواء يؤدى الى ظهور طبقة mat أو أزرار buttons مرئية من الميسليوم. وقد تم عزل أنواع كثيرة من الفطريات تشمل

Absidia , Alternaria , Aspergillus , Micelia , Monilia , Mucor , Penicillium , Pullaria , Rhizobus. يعتبر Aspergillus ذو أهمية خاصة حيث تشمل الأنواع التى تم عزلها سلالات منتجة للأفلاتوكسين aflatoxin) من أن الفطريات عادة تكون على درجة من الأهمية تلى الخمائر ، فإن نمو الفطريات فى الأحيان يسبب مشكلة أكثر اهمية فى اليوجهورت المخزن لفترات طويلة عند حوالى صفر درجة مئوية قبل تسويقه.

تذكر

- الألبان المتخمرة من أقدم المنتجات اللبنية المعروفة للإنسان والتى عرفت بأسماء مختلفة فى بلدان العالم وذات قيمة غذائية مرتفعة وقوة حفظ جيدة.
- يمكن إنتاج الألبان المتخمرة من الألبان الطبيعية كما هى أو بعد تعديل تركيبها سواء بنزع جزء من الدهن أو إضافة جوامد اللبن اللادهنية أو بعد تركيزها.
- يتم تسخين اللبن المستخدم فى صناعة الألبان المتخمرة لتحسين خواصها الميكروبيولوجية وتنشيط بكتريا البادئ وتعديل صفات البروتين وتوزيع الأملاح بين صورتها الذائبة والغروية.
- من الضرورى أن تكون بكتريا البادئ المستخدمة فى اليوجهورت العلاجى قادرة على مقاومة الظروف البيئية فى القناه الهضمية للإنسان ولها القدرة على الاستيطان فى الأمعاء بالإضافة إلى بقائها نشطة فى وجود املاح الصفراء.
- يمكن تقسيم الألبان المتخمرة إلى ثلاثة انواع طبقاً لنواتج التخمر وهى ألبان متخمرة باستخدام بكتريا حامض اللاكتيك ، ألبان متخمرة باستخدام بكتريا حامض اللاكتيك وخمائر ، ألبان متخمرة بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك وفطريات .
- تنقسم بادئات بكتريا حامض اللاكتيك إلى : محبة للحرارة المعتدلة ، محبة للحرارة المرتفعة ، علاجية .
- يمكن تقسيم اليوجهورت تبعاً للطريقة المتبعة فى إنتاجه والصفات الطبيعية للناتج النهائى إلى نوعين رئيسين وهما : النوع الثابت (المتماسك) والنوع المخلوط (المقلب) بينما يقسم تبعاً للنكهة المميزة له إلى : اليوجهورت الطبيعى أو السادة ، يوجهورت بالفواكه ، اليوجهورت ذو النكهة (بإضافة مكسبات نكهة).

- من الألبان المتخمرة العلاجية لبن الاسيدوفيلس حيث تستخدم مزرعة من بكتريا *Lactobacillus acidophilus* .
- من أهم الفوائد الصحية لتناول الألبان المتخمرة : تحسين القيمة الغذائية للبن ، مقاومة العدوى المعوية ، السيطرة على مستويات كوليسترول الدم ، تحسين الاستفادة من اللاكتوز عند بعض الأشخاص وتنشيط الجهاز المناعى بالإضافة إلى النشاط المضاد للمواد المسرطنة.
- تعتبر الخمائر والفطريات من أهم الميكروبات المسببة لفساد الألبان المتخمرة.

أسئلـة

1- ما هى مزارع البادئات ، وضح أهمية استخدامها فى الصناعة؟
2- أذكر أنواع البادئات الأساسية التى تستخدم فى الصناعة.
3- ما هى البادئات المساعدة ؟ وما هو الغرض من استخدامها؟
4- بالرسم فقط وضح كيفية إنتاج مزارع البادئ؟
5- اشرح الطرق المختلفة لحفظ مزارع البادئ مع توضيح الأساس العلمى الذى بنى عليه؟
6- تكلم عن العوامل المثبطة لمزارع البادئ؟
7- ما هو الغرض من استخدام المواد القلوية فى عمليات غسيل الأوعية؟
8- أشرح كيف يمكن الكشف عن نشاط ونقاوة مزارع البادئ؟
9- قسم الأنواع المختلفة للألبان المتخمرة؟
10- أذكر أنواع المنتجات المتخمرة التى تعتمد على درجة الحرارة المعتدلة مع ذكر نوع البادئ المستخدم؟
11- تكلم عن تخمرات الحرارة المرتفعة مع ذكر اهم أنواعها؟
12- قسم أنواع اليوجهورت المختلفة؟
13- أشرح كيفية إنتاج اليوجهورت؟
14- ما هى أهمية إجراء المعاملة الحرارية للبن المستخدم فى صناعة الألبان المتخمرة؟
15- تكلم عن النظم المختلفة فى إجراء عمليات التحضين؟
16- وضح كيف يعتبر اليوجهورت غذاء آمن صحياً؟
17- أذكر الأنواع المنتسبة لليوجهورت؟
18- أشرح كيفية إنتاج الألبان العلاجية مع ذكر نوع أو اكثر من الأنواع التى ينطبق عليها ذلك؟
19- أذكر الأنواع التى تعتمد على التخمر اللاكتكى والكحولى؟
20- ما هى تخمرات حمض اللاكتيك الفطرية؟
21- تكلم بالتفصيل عن كيفية إنتاج اليوكلت مع ذكر نوع التخمر والبادئ المستخدم؟

الباب الثالث
المنتجات الدهنية اللبنية
Dairy Fat Products

المنتجات الدهنية اللبنية هى تلك المنتجات التى يمكن تحضيرها من اللبن وتحتوى على نسبة مرتفعة من الدهن مثل القشدة (40%–12 دهن) وقد تصل فى بعض الأحيان إلى 60–70% والزبد (82%–78 دهن) والسمن (99%–97 دهن) ، وعلى ذلك فصناعة المنتجات الدهنية هى عبارة عن تركيز لنسبة حبيبات الدهن بالإضافة إلى تغيير شكلها ويعتبر دهن اللبن أكثر المكونات اللبنية أهمية من الناحية الاقتصادية والغذائية حيث يتوقف سعر اللبن وتلك المنتجات على نسبة الدهن.

وسوف نتعرض فيما يلى لصناعة كل من القشدة والزبد والسمن

أولاً : القشدة Cream

تعرف القشدة طبقاً للمواصفات القياسية بأنها الجزء من اللبن الغنى بالمواد الدهنية وينتج من الألبان الطازجة أو الحامضية بالطرد المركزى أو الطفو عند ترك اللبن فترة من الزمن بدون تحريك ودون إضافة مواد غريبة إلى اللبن وتتراوح نسبة الدهن بالقشدة من 15–70% وهى تحتوى على جميع مكونات اللبن ولكن تقل المكونات اللادهنية بزيادة نسبة الدهن.

طرق الحصول على القشدة :

أساس فصل القشدة من اللبن هو إختلاف الكثافة النوعية للدهن (0.93 جم/سم3) عن كثافة باقى مكونات اللبن (1.036–1.040 جم/سم3) ويستخدم فى ذلك إحدى قوتين إما الجاذبية الأرضية (الترقيد) أو القوة الطاردة المركزية باستخدام الفرازات .

أ– طريقة الجاذبية الأرضية :

وقد يطلق عليها طريقة الترقيد ويتم ذلك بوضع اللبن فى أوعية (عادة الشوالى والمتارد) ويترك ساكناً لفترة تتراوح من 48–72 ساعة فتتعرض مكونات اللبن الأكثر فى الكثافة لقوة جاذبية أرضية تزيد عن التى يتعرض لها الدهن (الأقل فى الكثافة) وبالتالى تنجذب مكونات اللبن اللادهنية بقوة إلى أسفل ، بينما الدهن يطفو

على سطح اللبن مكوناً طبقة من القشدة يسهل فصلها عن اللبن المتخمر (الرائب)، وتستخدم هذه الطريقة بكثرة فى الريف المصرى.

وقد اقترحت العديد من النظريات والتفاسير لشرح ظاهرة تجمع حبيبات الدهن أثناء تكوين القشدة حيث وجد أن حبيبات الدهن فى اللبن البقرى لا تصعد منفردة وإنما تتجمع لتكوين العناقيد أو المجاميع وتحتفظ كل حبيبة بحالتها الطبيعية أى بالغشاء الموجود حولها. وأكثرها قبولاً هى نظرية الأجلوتنين وتتلخص هذه فى وجود مادة بروتينية من نوع جاما جلوبيولين تلتصق على سطح كريات الدهن فى اللبن البقرى بدرجة تتوقف على الحالة الطبيعية لهذه الكريات من حيث السيولة والصلابة فتزداد درجة الالتصاق عندما يكون الدهن فى الحالة الصلبة (عند درجات الحرارة المنخفضة) بينما لا تلتصق على حبيبات الدهن السائلة وبالتالى لا تعمل على تجمعها ، كما تتغير طبيعة هذه المادة وتصبح غير نشطة بالتسخين وتقل قدرتها اللاصقة وعلى ذلك فإن أفضل درجة حرارة لترقيد اللبن البقرى هى 5–10°م بينما لوحظ عدم وجود تلك المادة فى اللبن الجاموسى وبالتالى فإن صعود حبيبات الدهن فى هذه الحالة يتميز بسلوك آخر حيث تصعد الحبيبات منفردة طبقاً لحجمها فتصعد الحبيبات الكبيرة اولاً ثم الأصغر منها وهكذا . وقد وجد أن درجة الحرارة المثلى حوالى 27°م وصعود حبيبات الدهن منفردة فى حالة اللبن الجاموسى يجعلها تنتظم فى طبقة القشدة بترتيب خاص نتيجة لاختلاف سرعة صعودها حسب اختلاف قطرها وهذا الترتيب يجعل حبيبات الدهن فى طبقة القشدة أكثر تلاصقاً وتماسكا كما وأن نسبة الدهن فى القشدة تكون أعلى بالمقارنة بما يحدث عند ترقيد اللبن البقرى.

وعموماً فإن سرعة صعود كريات الدهن منفردة او مجتمعة يتبع قانون ستوك التالى:

$$ع = \frac{2\ نق^2\ (ث_1 - ث_2)\ حـ}{9ز}$$

حيث :

نق = نصف قطر حبيبة الدهن (سم)

$ث_1$ = كثافة وسط الانتشار وهو اللبن (جم/سم^3)

$ث_2$ = كثافة الوسط الدهنى (جم/سم3)

حـ = عجلةالجاذبية الأرضية (981 داين)

ز = لزوجة وسط الانتشار وهو اللبن (سنتى بويز)

ع = سرعة الصعود (سم/ث)

ويؤخذ على طريقة الجاذبية الأرضية (الترقيد) عدة عيوب أهمها :

1- القشدة الناتجة تكون مرتفعة الحموضة ومنخفضة الجودة.
2- اللبن المتبقى بعد فصل القشدة والذى يطلق عليه اسم اللبن الرائب يكون حمضى ويستخدم فقط فى صناعة الجبن القريش.
3- تحتاج عملية الترقيد إلى وقت طويل يتراوح بين 48-72 ساعة.
4- لا يمكن التحكم فى نسبة الدهن بالقشدة الناتجة.
5- نسبة الفاقد من الدهن فى اللبن الرايب تكون عالية (10-30%) .
6- القشدة واللبن الرائب الناتجين يكونا عرضة للتلوث.
7- تعتبر هذه الطريقة غير اقتصادية وغير عملية فى حالة تصنيع كمية كبيرة من اللبن .

ب- طريقة الطرد المركزى (الفراز):

قوة الطرد المركزى هى القوة التى يدفع بها جسم بعيداً عن مركز الدوران – وتتولد فى الفراز وهو الجهاز المستخدم فى فصل القشدة – نتيجة دوران المخروط بسرعة تتراوح بين 6-10 آلاف دورة فى الدقيقة فيتولد عنها قوة تعادل 5-10 آلاف ضعف الجاذبية الأرضية ويتوقف ذلك على قطر مخروط الفراز. وهذه القوة تدفع مكونات اللبن الدهنية الأعلى فى الكثافة (اللبن الفرز) بعيداً عن محور الدوران تجاه جدار المخروط بينما تتجه القشدة المحتوية على كل الدهن تقريباً (الأقل كثافة) تجاه مركز الدوران ويخرج كل منها من فتحة خاصة به. وتستخدم هذه الطريقة فى معامل ومصانع الألبان.

وتتميز هذه الطريقة بما يلي:-

1- القشدة الناتجة تكون طازجة وكذلك اللبن الفرز الناتج وبالتالى يمكن استخدامه فى إغراض عديدة.
2- يمكن فرز كميات كبيرة من اللبن فى مدة قليلة.
3- يمكن التحكم فى نسبة الدهن بالقشدة الناتجة.
4- نسبة الفاقد من الدهن فى اللبن الفرز ضئيلة حيث تصل نسبة الدهن فى اللبن الفرز الناتج بين 0.01 -0.07%.
5- يمكن الحصول على القشدة الطازجة فى أى وقت على مدار العام.
6- صغر الحيز الذى يشغله فى المعمل أو المصنع.

7- درجة تلوث القشدة واللبن الفراز الناتجين منخفضة جداً حيث يتم التخلص من نسبة كبيرة من الميكروبات مع الشوائب فيما يعرف باسم وحل الفراز.

كفاءة فراز القشدة:

يستدل على كفاءة أى فراز بواسطة قياس نسبة الدهن فى اللبن الفرز والفراز الجيد هو الذى يعطى لبن فرز لا تزيد نسبة الدهن به عن 0.01% والفراز الذى يعطى أكثر من ذلك يدل على ان به خلل ميكانيكى او أنه لم يتم تشغيله تحت ظروف صحيحة.

وتوجد بعض العوامل التى تؤثر على كفاءة فرز القشدة من اللبن أهمها:

1- الحالة الميكانيكية للفراز – فيجب أن تكون الأجزاء سليمة ومحكمة الربط وأن يكون محور الدوران فى وضع رأسى تماماً وأن يكون الفراز ثابتاً أثناء التشغيل.

2- درجة حرارة اللبن – حيث يؤدى انخفاض درجة حرارة اللبن عن 30°م إلى خفض كفاءة عملية الفرز ويزداد الفقد من الدهن فى اللبن الفرز وعموماً فإن الدرجة المثلى لعملية الفرز تكون ما بين 50-60°م.

3- سرعة دوران المخروط – يجب الالتزام بالسرعة المنصوص عليها للفراز حيث تتوقف السرعة المثلى على معدل دخول اللبن كما أن انخفاض سرعة الدوران يصاحبها انخفاض قوة الطرد المركزى وبالتالى زيادة الفاقد من الدهن فى اللبن الفرز.

4- معدل دخول اللبن إلى مخروط الفراز – فعندما يمر اللبن بسرعة كبيرة خلال مخروط الفراز يتعرض لقوة طاردة مركزية أقل من تلك الكافية لفصل كل الدهن من اللبن.

5- حموضة اللبن – يجب أن يكون اللبن المراد فرزه طازجاً ما أمكن تخثر حيث أن زيادة الحموضة قد ينتج عنها تخثر جزء من الكازين إلى الدرجة التى يصعب معها فصل القشدة لانسداد مسار اللبن داخل المخروط.

وعموماً فإن فرازات المصانع الحديثة تصمم بحيث لا يدخل الهواء إلى المخروط كما يتم تغذية المخروط باللبن من أسفل الفراز من خلال محور الدوران المجوف وتتجمع القشدة على هيئة عمود عند المحور الحقيقي لدوران المخروط وتحت ضغط ودفعها إلى الخروج حيث أن اللبن المراد فرزه يدفع تحت ضغط بفعل مضخة إلى مخروط الفراز . كما يتم التحكم فى نسبة القشدة بتغيير الضغط الواقع

على فتحة خروج القشدة ، وحيث أنه لابد من الهواء مع اللبن إلى المخروط فإنه لا يحدث أى أى رغوة فى اللبن الفرز أو القشدة.

التركيب الكيماوى للقشدة:

يختلف التركيب الكيماوى للقشدة بإختلاف نوع القشدة ونسبة الدهن بها – والجدول التالى يبين التركيب الكيماوى التقريبى لأنواع مختلفة من القشدة:

المكون	قشدة خفيفة	قشدة متوسطة	قشدة سميكة	قشدة الخفق	قشدة مسمطة
دهن	19.0	29.30	56.0	36.0	60.0
بروتين	2.55	2.75	1.4	2.30	4.70
لاكتوز	4.45	3.40	2.25	3.25	1.30
رماد	0.60	0.55	0.35	0.45	0.50
ماء	73.40	64.0	40.0	58.0	33.50

وتختلف حموضة القشدة طبقاً لمحتواها من الدهن حيث أن المواد الحامضية فى اللبن أو القشدة توجد فى السيرم – وعموماً فحموضة القشدة أقل من حموضة اللبن المستخرجة منه.

الخواص الطبيعية للقشدة:

تتأثر الخواص الطبيعية للقشدة بمحتواها من الدهن وعموماً فإن أهم الخواص الطبيعية للقشدة يمكن إيجازها فيما يلى :

1- الوزن النوعى :

يتوقف الوزن النوعى للقشدة على نسبة الدهن بها فتنخفض كثافتها بزيادة محتواها من الدهن نظراً لانخفاض الوزن النوعى للدهن (0.93-0.91) عن الوزن النوعى للسيرم أى اللبن الفرز (1.036 – 1.041) وعموماً فإن الوزن النوعى للقشدة بتتراوح بين 0.947 – 1.023 .

2- لون القشدة :

يتوقف لون القشدة على نوع اللبن المصنعة منه ، فهى بيضاء اللون إذا صنعت من اللبن الجاموسى ومصفرة إذا صنعت من اللبن البقرى ويرجع ذلك إلى وجود الصبغات الذائبة فى الدهن مثل الكاروتين والذى يتوقف تركيزه على سلالة الحيوان ونوع العليقة ونسبة الدهن فى القشدة – فدهن لبن الجيرسى يعطى لون اكثر اصفراراً عن لبن الشورتهورن والفريزيان مثلاً وكذلك العليقة الخضراء تعطى زيادة فى اللون وكذلك كلما زادت نسبة الدهن فى القشدة.

3- لزوجة القشدة :

يحكم المستهلك على جودة القشدة ودسامتها بثقل قوامها وارتفاع لزوجتها ، وتتأثر لزوجة القشدة بعدة عوامل منها:-

أ- نسبة الدهن – فتزداد اللزوجة بزيدة نسبة الدهن بالقشدة.

ب-حجم كريات الدهن فتزداد اللزوجة كلما زاد حجم كريات الدهن.

جـ- نسبة الحموضة – فكلما زادت الحموضة ارتفعت اللزوجة لترسيب جزء من الكازين ويلاحظ ذلك من أن قشدة الشوالى أكثر لزوجة من قشدة الفراز المحتوية على نفس النسبة من الدهن.

د- التجنيس – يؤدى التجنيس إلى زيادة الزوجة .

هـ- درجة الحرارة – انخفاض درجة الحرارة يزيد اللزوجة فالتبريد والتعتيق يزيد اللزوجة.

و- إضافة مواد رابطة مثل الجيلاتين وبعض الصموغ يزيد اللزوجة.

أنواع من القشدة Types of Cream

توجد فى الأسواق عدة أنواع من القشدة تختلف فيما بينها تبعاً لاختلاف نسبة الدهن ، طريقة التصنيع والغرض الذى تحضر من اجله وتدخل قشدة الفراز الطازجة فى تحضير انواع متعددة من القشدة منها:

1- قشدة المائدة Table Cream

وهى قشدة خفيفة تتراوح نسبة الدهن بها من 20-25% لها القدرة على تلوين القهوة وعند إضافتها إلى الشاى أو القهوة الساخنة يجب ألا ينفصل الدهن على هيئة قطرات زيتية على السطح أو يحدث لها تجبن وذو طعم مقبول وحموضة منخفضة.

تصنع ببسترة القشدة على 70°م/30ق ثم تبرد إلى 5م وتجنس عند 2000 رطل على البوصة المربعة ثم تبرد وتحفظ لمدة 24 ساعة على درجة 4-7°م قبل تسويقها.

2- القشدة المختمرة Sour cream

وهى قشدة ارتفعت حموضها إما طبيعياً بواسطة البكتريا الموجودة أصلاً فى اللبن مثل قشدة الشوالى أو المتارد تبلغ حموضها حوالى 0.5% تقريباً ذو قوام متماسك وهذا النوع من القشدة عرضة لكثير من التغيرات فى الطعم والرائحة بسبب نشاط أنواع من البكتريا غير المرغوبة.

ولذلك يفضل تحضيرها ببسترة القشدة الطازجة الناتجة باستخدام الفراز ذو نسبة دهن 25-30% على 65°م/30ق ثم تجنس وتبرد بسرعة إلى 30°م ويضاف البادئ بنسبة 1-2% وتترك على هذه الدرجة لمدة 6-12 ساعة حتى تتخمر وتصل الحموضة إلى 0.5-0.6% ثم تبرد وتحفظ فى الثلاجة على درجة 5°م حتى استهلاكها. وهذه القشدة مفضلة عند كثير من المستهلكين.

3- القشدة المسمطة أو المسخنة Scalded Cream

وتعرف باسم قشدة الأطباق أو قشدة النار وتمتاز بارتفاع نسبة الدهن بها حيث يصل إلى 50-60% وتمتاز بطعمها المطبوخ وقوامها الاسفنجى ويفضل صناعتها من اللبن الجاموسى للونه الأبيض بعد رفع نسبة الدهن به إلى 8-12% ثم التسخين غير المباشر إلى 90°م مع التقليب المستمر لمدة 30-40 دقيقة لتكثيف المخلوط والقضاء على المكيروبات غير المرغوبة وعندئذ تتكون رغوة سميكة على السطح ثم يبرد اللبن إلى درجة 45-50°م ويترك على هذه الدرجة لمدة 5-7 ساعات ثم ينقل إلى الثلاجة لمدة 3-5 ساعات حتى تجمد طبقة القشدة ليسهل نزعها من السطح.

4- القشدة المخفوقة Whipped Cream

وهى عبارة عن قشدة ثم دمج كمية من الهواء بها لتكوين رغوة ثابتة جامدة نوعاً (عملية خفق) تؤدى إلى إنتاج قشدة ذات تركيب اسفنجى وطعم خاص مميز ، وتستعمل هذه القشدة فى صناعة الحلويات كما تضاف إلى الفاكهة والأيس كريم وغير ذلك من الاستعمالات المنزلية.

ويتم تحضيرها بحفظ القشدة متوسطة الدهن (30–35%) على درجة 5م° لمدة 12–24 ساعة ، ثم يعقب ذلك عملية الخفق ثم الحفظ فى الثلاجة لحين استعمالها. وقد يضاف مادة رابطة مثل الجيلاتين أو مكسبة للطعم والنكهة مثل الفانيليا أثناء عملية الخفق كما قد يضاف السكر الناعم بنسبة 18–20% بعد إجراء خفق جزئى حتى لا يطيل مدة الخفق أو يخفض نسبة الربع أو صلابتها.

5- القشدة السميكة Plastic Cream

وهى قشدة طازجة مرتفعة اللزوجة ذو قوام نصف صلب ذات طعم دهنى مميز وتستعمل كبديل للزبد وفى صناعة الحلوى والأيس كريم وتصنع من قشدة بها 40% دهن يعاد فرزها للحصول على قشدة بها 75–80% دهن ثم تبستر وتحفظ مبردة على درجة حرارة الثلاجة – وقوة حفظ هذه القشدة أقل من قوة حفظ الزبد بالرغم من تماثل نسبة الدهن فيها ويرجع ذلك لأحتواء القشدة على كمية أكبر من الخثرة.

6- القشدة المجمدة Frozen Cream

وهى قشدة طازجة نسبة الدهن بها 60–75% ذو لزوجة وجودة عالية يمكن حفظها لمدة طويلة وتستخدم فى صناعة مخاليط الأيس كريم ويتم تحضيرها وبسترتها بعناية ثم تخزن على درجة -15 إلى -25°م لعدة أسابيع أو شهور .

7- القشدة الصناعية : Artificial or Reconstituted Cream

وتصنع هذه القشدة عندما يصعب الحصول على قشدة طازجة كما هو الحال فى الحروب وعلى البواخر أو عندما يراد الحصول على قشدة رخيصة لصناعة بعض المنتجات الغذائية وتصنع من منتجات لبنية سهلة الحفظ ورخيصة الثمن. وعادة ما تصنع هذه القشدة من لبن كامل أو فرز مجفف مع زبد أو دهن نباتى حيث تخلط هذه المكونات مع الكمية المناسبة من الماء على درجة 50–55°م ثم يبستر المخلوط على درجة 65°م/30ق مع التقليب المستمر ثم يجنس المخلوط ويعبأ ويحفظ على درجة حرارة منخفضة لحين الاستهلاك.

طرق حفظ القشدة:

تتوقف المدة التى يمكن حفظ القشدة فيها صالحة للاستعمال على :

أ-نظافتها – فكلما قل عدد البكتريا كلما طالت مدة الحفظ.

ب- نسبة الدهن بها – فكلما زادت هذه النسبة كلما طالت مدة الحفظ.

جـ- درجة حرارة حفظ القشدة – فكلما انخفضت درجة الحرارة كلما زادت مدة الحفظ.

ويمكن حفظ القشدة بإحدى الطرق التالية:

1- التبريد :

يمكن حفظ القشدة الخام على درجة حرارة 5°م لمدة تختلف حسب درجة نظافتها – وعموماً يمكن حفظ القشدة الخام لمدة أسبوع أما القشدة المبسترة فيمكن حفظها لبضعة أسابيع كما يمكن حفظها لمدة تصل إلى 6 شهور بالتجميد وذلك لاستخدامها فى صناعة المثلوجات القشدية مع مراعاة تجنيس المخلوط قبل التجميد لتلافى انفصال الدهن الذى يحدثه التجميد.

2- المعاملة الحرارية :

أ-**البسترة:** وذلك للقضاء على الميكروبات المرضية ومعظم الميكروبات الأخرى التى قد تسبب فسادها وكذلك للقضاء على الإنزيمات غير المرغوبة وخاصة اللايبيز وعاده ما تستخدم درجات حرارة أعلى أو مدة أطول عن المتبع فى حالة اللبن لزيادة لزوجتها وإرتفاع نسبة الدهن مما يؤدى الى حماية الميكروبات ولذا يستخدم 70°م/30دقيقة أو 90°م/15ث ثم التبريد فجائياً الى 5-8°م.

ب-**التعقيم** : ويقصد به قتل جميع الميكروبات الحيه وعادة ما تجنس القشدة أولاً ثم تعبأ فى عبوات مناسبة ثم تعقم على 115°م/20 دقيقة ثم تبرد وتحفظ.

جـ- **التجفيف** : حيث يتم التخلص من الماء الموجود بالقشدة كما فى حالة الألبان المجففة مما يساعد على حفظها لمدة طويلة وعادة يجرى تجفيف القشدة بطريقة التجفيد.

د- **التركيز** : يؤدى تركيز الدهن الى جعل القشدة وسطاً غير صالحاً لنمو كثير من الميكروبات وذلك لانخفاض نسبة المواد غير الدهنية بها من ماء

وبروتينات وأملاح ذائبة ، وعادة ما تحتوى القشدة على 80% دهن وتخزن على درجات حرارة منخفضة 5-8°م كما وتعتبر صناعة الزبد أو السمن من طرق تركيز الدهن فى القشدة لزيادة فترة حفظها وعادة لاتقل نسبة الدهن فى الزبد عن 80% وفى السمن عن 99%.

هـ-إضافة المواد الحافظة : وهى أقل طرق حفظ القشدة انتشاراً وعديد من البلدان تحرم قوانيها إضافة اى مواد غريبة الى المنتجات اللبنية-مثل الكربونات والبيكربونات – وقد يضاف ملح الطعام بنسبة تصل الى 10% بالقشدة وذلك فى الريف بغرض زيادة مدة حفظها حتى يتم تجميع كمية مناسبة منها لتصنيعها الى زبد.

ثانياً : الزبـد Butter

الزبد هو أحد المنتجات اللبنية المرتفعة فى نسبة الدهن حيث تبلغ نسبة الدهن فيه حوالى 80–85 % ، ويعرف الزبد بأنه الناتج من تجميع حبيبات الدهن التى باللبن أو القشدة أو الشرش بالطرق اليدوية أو الآلية بدون إضافة اى مواد غريبة أو حافظة سوى ملح الطعام والمواد الملونه المسموح بها.

ونظراً لإرتفاع نسبة الدهن بالزبد وانخفاض نسبة الرطوبة والمواد اللبنية غير الدهنية به فإن الزبد أكثر قابلية للحفظ من القشدة واللبن.

وعموماً فإن التركيب الإجمالى للزبد

دهن	78–82%
ماء	14–18%
جوامد لادهنية(خثرة)	0.50–2.0%
ملح	صفر–2.0%

ويصنع الزبد فى الريف بالطرق البدائية منها خض اللبن المختمر فى قربة أو ضرب القشدة المتخمرة باليد أو بملعقة خشبية حتى يتكون الزبد ثم يجمع باليد ويغسل ويعصر ويملح ويشكل على هيئة قوالب أو أقراص.

وقد تطورت صناعة الزبد بشكل كبير فى نهاية القرن التاسع عشر اى بعد إختراع الفراز عام 1879 فحتى ذلك الوقت كانت صناعة الزبد تعتمد على تجميع القشدة الناتجة من الترقيد من المزارعين وبإدخال الفرازات فى المصانع أصبح من المفضل تجميع اللبن وفرزه بطريقة أكثر كفاءة عن الطرق القديمة حيث يقل الفاقد من الدهن بالإضافة الى تحسين جودة الزبد الناتج فى هذه الحالة ثم تطورت صناعة الزبد خاصة بعد الحرب العالمية الثانية حيث ظهرت الأجهزة المستمرة لصناعة الزبد.

ويوجد بالأسواق عادة نوعين رئيسيين من الزبد هما زبد المائدة Table butter وزبد الطبخ Cooking butter أو الزبد الفلاحى وكلاهما يمكن ان يصنع مباشرة من اللبن أو القشدة الناتجين من الأبقار أو الجاموس أو خليطهما وقد يضاف الى زبد المائدة لون الأناتو أو الكاروتين لإكسابه اللون الأصفر الذهبى كما قد يضاف له الملح لتحسين الطعم وزيادة قوة الحفظ ويجب ألاتقل نسبة الدهن فى زبد المائدة عن 80% وألا تزيد نسبة الخثرة عن 1.5% والرطوبة عن 16% فى الزبد المملح ، 18% فى الزبد غير المملح. أما زبد الطبخ أو الزبد الفلاحى أو

الزبد الفلاحى الفلاحى قد لا يضاف إليه مواد ملونة ويجب ألا تقل نسبة الدهن عن 76% وهذا الزبد يحتوى على كمية أكبر من الخثرة تتراوح بين 1-3% ونسبة مرتفعة منالرطوبة قد تصل إلى 23% وغالباً ما يضاف إليه الملح بغرض زيادة الوزن وزيادة قوة الحفظ خاصة فى الأوقات ذات درجة الحرارة المرتفعة ، ويستعمل الزبد الفلاحى أساساً فى صناعة السمن.

ويعاب على صناعة الزبد من اللبن مباشرة أنها تحتاج إلى وقت طويل لصعوبة تجمع الدهن نظراً لقلة تركيزه فى الوسط ، بالإضافة إلى زيادة الفاقد من الدهن فى اللبن الخض وزيادة التكاليف كما وأن الزبد الناتج ذو قوة حفظ ضعيفة لاحتوائه على نسبة عالية من المواد غير الدهنية والرطوبة وغير موحد الصفات وقد تكون حموضته عالية.

صناعة الزبد فى المعامل والمصانع:

قد يصنع الزبد من قشدة طازجة أو متخمرة وفى كلتا الحالتين يجب أن يكون طعم القشدة نظيفاً خالياً من الأطعمة غير المرغوبة حيث أن ذلك يؤثر بدرجة كبيرة على درجة جودة الزبد الناتج ، لذلك ينصح بتدريج القشدة عند استلامها لاستبعاد القشدة المحتوية على أطعمة غير مرغوبة .

وفيما يلى خطوات إنتاج الزبد فى المعامل او المصانع :

1- تعديل حموضة القشدة Neutralization

تقوم معظم المصانع بعملية فرز اللبن لإنتاج القشدة لصناعة الزبد وتتحمل هذه المصانع مسئولية العناية بالمادة الخام خلال مختلف مراحل التصنيع إلى أن يتم إنتاج الزبد.

وقد تحصل مصانع الزبد على ما يلزمها منالقشدة من مصادر مختلفة عادة ما تكون مرتفعة الحموضة ، وفى هذه الحالة تجرى معادلة الحموضة بحيث لا تزيد عن 0.2-0.3% حيث أن بسترة القشدة الحامضية قد تؤدى إلى تجبن الجزء غير الدهنى بها وحجز جزء من الدهن بين جزيئات الخثرة المتكونة وبالتالى زيادة الفاقد من الدهن كما أن تلك الأجزاء المتجبنة قد تتبقى بالزبد مما يقلل من قابلية الزبد الناتج للحفظ وظهور أطعمة غير مرغوبة.

وتجرى عملية التعادل باستخدام مواد قلوية مثل كربونات أو بيكربونات الصوديوم أو أيدروكسيد الكالسيوم على صورة محلول تركيزه حوالى 10% عند

درجة حرارة 35–40°م بالكمية المناسبة مع التقليب والتأكد من وصول حموضة القشدة إلى الدرجة المرغوبة.

2– بسترة القشدة : Pasteurization

تجرى عملية البسترة للقشدة بعد تعديل حموضتها وذلك للقضاء على الميكروبات المرضية ومعظم الميكروبات غير المرغوبة واتلاف الأنزيمات خاصة المحللة للدهن والبروتينات لتحسين طعم الزبد وزيادة قوة حفظه.

وتجرى عملية البسترة بإحدى طرق البسترة مع استعمال معاملة حرارية أعلى لزيادة نسبة الدهن والطريقة الأكثر تفضيلاً هى بسترة القشدة تحت تفريغ vacreation للتخلص من الروائح غير المرغوبة التى قد تكون عالقة بالقشدة.

3– تسوية القشدة Ripening

تجرى عملية تسوية القشدة أو تخميرها لتحسين طعم ونكهة الزبد الناتج وسرعة عملية الخفق مع تقليل الفاقد من الدهن فى اللبن الخض – وتتم عملية التسوية قبل الخض بإحدى الطريقيين التاليتين:–

أ– التسوية الطبيعية :

وتتم التسوية بهذه الطريقة بواسطة البكتريا التى تحتويها القشدة وذلك عند صناعة الزبد فى المزارع حيث يتم خلط قشدة يومين أو ثلاثة وتركها على درجة حرارة الغرفة لمدة 2–3 يوم مع التقليب حتى تصل الحموضة إلى 0.3–0.4%.

ب– التسوية الصناعية:

وعادة ما تتبع هذه الطريقة فى مصانع الزبد التى تقوم بصناعة الزبد من القشدة الناتجة من فرز اللبن بعد البسترة بإضافة بادئ الزبد بنسبة 3–5% على 20–22°م وتترك حتى تصل الحموضة إلى 0.3–0.4.

4– إعداد القشدة قبل الخض : وتشمل

أ– تبريد القشدة :

بعد أن تصل حموضة القشدة إلى الدرجة المرغوبة (0.3–0.4%) تبرد إلى 8–10°م وتحفظ على تلك الدرجة لمدة لا تقل عن 12 ساعة كى تبرد وتتصلب حبيبات الدهن فى القشدة مما يساعد على سهولة وسرعة إلتصاقها ببعضها أثناء

عملية الخض لتكوين حبيبات الزبد مما يقلل من الفاقد من الدهن فى اللبن الخض كما توقف هذه العلمية تطور أو زيادة حموضة القشدة لحين إجراء عملية الخض.

ب- تعديل قوام ودرجة حرارة القشدة:

قبل إجراء عملية الخض يعدل قوام القشدة ونسبة الدهن بها ويتم ذلك بإضافة كمية من الماء البارد أو الدافئ حسب درجة حرارة القشدة حتى تكون نسبة الدهن فى القشدة مناسبة لعملية الخض (30-35%) ودرجة الحرارة 10-12°م وذلك يؤدى إلى تسهيل عملية تصفية القشدة كما تسرع من عمية الخض.

جـ- تصفية القشدة وإضافة الملون :

يتم تصفية القشدة فى الخضاض باستخدام شاش لإزالة ما يكون عالقاً بها من شوائب وكذلك تفكيك الكتل التى قد تكون موجودة بها ، ويجب ألا يزيد حجم القشدة عن نصف سعة الخضاض كما يجب ألا تقل عن ثلث سعته.

وقبل إجراء عملية الخض مباشرة يضاف الملون إلى القشدة وهو عبارة عن صبغة الأناتو مذابة فى زيت نباتى – لتوحيد لون الزبد الناتج على مدار السنة حيث يختلف لون الزبد باختلاف لون العليقة المقدمة للحيوان ، جنس الحيوان ، فصل الحليب وطريقة الصناعة .

5- عملية الخض Churning

حيث أن حبيبات الدهن فى القشدة تمثل الوسط المنتشر فى النظام الغروى ، ويساعد على ثبات انتشارها فى المصل وجود غشاء رقيق مكون من عدة مركبات كيماوية معقدة يسمى Fat gloubule membrane complex وعند التقليب أثناء الخض فإن حبيبات الدهن تصطدم مع بعضها أو تحتك مما يؤثر على منطقة أو مساحة من الغشاء الذى على سطح الحبيبات حيث تتمزق بروتينات الغشاء وتنزع أو تسقط تدريجياً . وخلال الخض تندمج حبيبات الزبد ، وباستمرار التقليب أو الخض وعندما يكون قد اندمج الكثير من حبيبات الدهن تظهر حبيبات الزبد فجأة بقطر أقل من 1 ملليمتر وهذا يحتاج فى الخضاض إلى 20-40 ق من الخض يحدث انعكاس بين أوساط النظام الغروى أى يصبح الدهن وسط للانتشار والماء ومكونات المصل مادة منتشرة.

وعملية الخض لا تكون قد اكتملت لحظة ظهور الزبد حيث لا يكون قد تحولت كل حبيبات الزبد لضمان استخلاص كل الدهن قدر الإمكان على شكل زبد

وتقليل الفاقد من حبيبات الدهن الصغيرة فى اللبن الخض فإن التقليب يستمر بعد ملاحظة ظهور الزبد وبعناية إلى أن تكبر حبيبات الزبد المتكونة ويصبح قطرها 4-5مم.

عند ظهور حبيبات الزبد يضاف ماء بارد إليها يعرف بماء الظهور أى الماء الذى يضاف عند بدء ظهور حبيبات الزبد وهو عبارة عن ماء بارد على درجة 5°م وعادة يضاف هذا الماء لخفض درجة حرارة الزبد ، وتجميد حبيباتها ومنعها من التكتل والزيادة فى الحجم وكذلك لغسل حبيبات الزبد وإزالة بعض المواد اللادهنية العالقة بها ويوقف الخضاض عقب ظهور حبيبات الزبد.

ويضاف ماء الظهور بكمية تقدر بحوالى 20-25% من حجم القشدة الموضوعة فى الخضاض أصلا ويصفى بعد ذلك اللبن الخض وماء الظهور خلال شاش لمنع حبيبات الزبد من المرور.

6- غسيل وتمليح وخدمة الزبد:

أ- غسيل الزبد:

يضاف كمية من الماء مساوية لكمية اللبن الخض الناتجة وتكون درجة حرارته حوالى 8°م ويدار الخضاض عدة لفات يصفى بعدها الماء وقد يغسل الزبد أكثر من مرة وذلك إذا كان به بعض الروائح والأطعمة غير المرغوبة للتخلص منها أو التقليل منها.

ب- تمليح الزبد

الغرض من عملية التلمليح هو تحسين طعم الزبد أو إكسابه طعم يفضله كثير من المستهلكين كما أنه يحسن من قوة حفظ الزبد الناتج حيث أن الملح يعيق نمو ونشاط كثير من الميكروبات التى قد تسبب فساد الزبد وتجرى عملية تمليح الزبد بإضافة كمية كافية من محلول ملحى تركيزه 10% إلى الزبد فى الخضاض وعادة تكون درجة الحرارة للمحلول الملحى حوالى 8°م ثد يدار الخضاض بضعة لفات وتترك الزبد بعد ذلك ساكناً فى المحلول مدة قد تصل إلى نصف ساعة تبعاً لنسبة الملح المراد وجودها فى الزبد ويعتبر التمليح بهذه الطريقة عملية غسيل أخرى للزبد.

جـ- عصر وخدمة الزبد:

تجرى هذه العملية لتجميع حبيبات الزبد فى كتلة واحدة وتوزيع الملح بانتظام خلال كتلة الزبد كما تساعد على التخلص من كمية الماء الزائد . وهذه العملية مهمة جداً ويجب إجراؤها بعناية بحيث يكون التركيب الكيماوي للزبد الناتج مطابقاً للمواصفات القانونية كما يكون قوامها وتركيبها مرغوبين وعند الانتهاء من خدمة الزبد يجب ألا توجد بها نقط كبيرة من الماء وأن يكون قوامها جامد وشمعى كما يجب أن يكون التركيب محكم وأن يكون الملح موزعاً بانتظام حيث أن عدم انتظام توزيع الملح بسبب قلة الخدمة قد يؤدى إلى ظهور بعض العيوب فى اللون كما ان خدمة الزبد أكثر من اللازم قد يؤدى إلى إعطائه القوام الشحمى وبعد تمام الخدمة يكون الزبد جاهز للوزن والتشكيل والتغليف ، والتسويق والتخزين بعد ذلك على درجة حرارة منخفضة حيث يخزن الزبد عادة على درجة 5°م فى حالة حفظه لعدة أسابيع أو على درجة التجميد أو أقل من ذلك فى حالة حفظه لمدة طويلة قد تصل إلى سنة .

صناعة الزبد بالطرق المستمرة:

تستخدم هذه الطرق فى الإنتاج على نطاق واسع بصورة مستمرة أجهزة خاصة ، وقد يصل سعة هذه الأجهزة إلى إنتاج 2 طن زبد فى الساعة وتبنى هذه الطرق على أساسين :

أ- طرق يتم فيها إجراء خض سريع للقشدة العادية إلى زبد مباشرة فى أسطوانة مشابهة للخضاض العادى ولكنها مزودة بمقلبات ذات سرعات عالية بحيث يتم تحويل الأوساط فى عدة ثوان. ومنها طريقة Fritz الألمانى ، طريقة Sen السويسرى.

ب- طرق يتم فيها تركيز الدهن فى القشدة بالطرد المركزى بواسطة فرازات خاصة إلى 75-90% ثم إجراء تبريد سريع للدهن لتحويل الأوساط مع إضافة الماء اللازم لتعديل التركيب الكيماوى مع الملون والملح وإجراء الخدمة ثم التعبئة ومنها طريقة ألفا الألمانية السويدية وطريقة Kraft الأمريكية وكذلك طريقة Cherry Burrell الأمريكية ويقصد بتحويل الأوساط أو انعكاستها أن يصبح الدهن فى الزبد هو وسط الانتشار بينما الماء ومكونات المصل هى المواد المنتشرة ، بعكس القشدة واللبن.

الريع فى الزبد :

يعرف الريع فى الزبد بأنه الزيادة فى وزن الزبد عن وزن الدهن الموجود به ، وتتغير النسبة المئوية للريع تبعاً للتركيب الكيميائى ومهارة الصانع فى المحافظة على الدهن من الفقد. وأعلى نسبة مئوية للريع يمكن الحصول عليها تحت الظروف العملية هى 23.5% ، وأهم مسببات انخفاض نسبة الريع هو ارتفاع نسبة الفاقد من الدهن فى اللبن الخض كنتيجة لعدم إمكان الصانع من التحكم تماماً فى ظروف خض القشدة أو عدم التمكن من إدماج النسبة الملائمة من الرطوبة فى الزبد.

ويمكن حساب الريع من المعادلة التالية :

$$\% \text{ للريع فى الزبد} = \frac{\text{وزن الزبد} - \text{وزن الدهن فى اللبن أو القشدة}}{\text{وزن الدهن فى اللبن أو القشدة}} \times 100$$

وهناك نوعان من الريع:

أ- **الريع النظرى** : وهو تقدير حسابى لزيادة وزن الزبد عن الدهن الأصلى فى اللبن أو القشدة – ولحسابه يلزم معرفة نسبة الدهن فى كل منهما والزبد الناتج دون الأخذ فى الاعتبار الدهن المفقود أثناء الصناعة – ويحسب كما فى المعادلة السابقة.

ب- **الريع الحقيقى** : وهو يماثل الريع النظرى إلا أن الفاقد من الدهن أثناء الصناعة مثل الفقد من الدهن فى اللبن الفرز واللبن الخض وفى آلات التصنيع . يؤخذ فى الاعتبار.

عيوب الزبد Butter Defects

يوجد عدد كبير من العيوب قد تظهر بالزبد وسوف تقتصر على بعض العيوب العامة والشائعة فى الزبد كما يلى:-

أولاً : عيوب النكهة

1- النكهة المرة : Bittert Flavour

وترجع أسبابها إلى :

أ- تلوث القشدة ببعض الميكروبات المسببة للمرارة.

ب- وجود شوائب فى الملح مثل أملاح الماغنسيوم.
ج- عدم تصفية القشدة فى الخضاض مما ينشأ عنه وجود بعض قطع الخثرة فى الزبد يصعب غسلها جيداً والتى تتحلل بفعل البكتريا وتنتج مركبات تعطى الطعم المر.

2- النكهة الزيتية أوالشحمية Oily or Metalic Flavour

ينشأ هذا الطعم عن تأكسد الأحماض الدهنية غير المشبعة وأهمها حامض الأوليك وتكوين بيروكسيدات تتحول بدورها إلى الدهيدات وكيتونات . وينتج عن ذلك طعم معدنى أو شحمى.

3- الطعم السمكى : Fishy Flavour

وينشأ هذا الطعم عن التحلل المائى لليسيثين (المصاحب للدهن) وانفراد مركب ترای ميثيل أمين.

الليسثين + ماء ← جليسرين + أحماض دهنية + حمض الفوسفوريك+كولين

كولين + ماء ← ترای ميثيل أمين + مركبات اخرى.

ويعتبر ترای ميثيل أمين هو المسئول عن ظهور الطعم السمكى فى منتجات الألبان ومن العوامل التى تساعد على ظهور هذا العيب زيادة الحموضة وارتفاع درجة الحرارة ووجود أثار معادن ثقيلة كما أن وجود الملح يساعد على سرعة ظهور هذا العيب.

4- الطعم الزنخ Rancid Flavour

ينشأ هذا الطعم نتيجة انفراد الأحماض الدهنية المنخفضة الوزن الجزئى مثل البيوتريك نتيجة مهاجمة أنزيم الليبيز لدهن اللبن ويوجد أنزيم الليبيز أصلاً فى اللبن أوتفرزه بعض البكتيريا والفطريات الموجودة فى اللبن أو الزبد.

ثانياً : عيوب القوام والتركيب

1- **القوام والتركيب الطرى** ويرجع إلى :
أ- عدم تبريد القشدة بدرجة كافية.
ب- الخض على درجة حرارة مرتفعة أو زيادة الخض.
جـ- عدم استعمال ماء بارد فى غسل الزبد.

د- قلة عصر وخدمة الزبد.

2- القوام والتركيب الشحمى أوالمرهمى وينشأ نتيجة :
أ- عدم تبريد القشدة.
ب- الخض على درجة حرارة مرتفعة.
جـ- عدم استعمال ماء بارد فى الغسيل.
د- زيادة عملية العصر والخدمة عن اللازم.
هـ- حفظ الزبد على درجة حرارة مرتفعة.

ثالثاً : عيوب اللون

يجب أن يكون لون الزبد مطابقاً لرغبات السوق وعادة يكون هذا اللون قمحى أو أصفر ذهبى. وعلى ذلك يجب إضافة الملون بالكمية التى تعطى هذا اللون ويلاحظ أن كثرة الغسيل والعصر والخدمة تسبب اللون غير المتجانس ويرجع ذلك إلى :-

أ- عدم انتظام توزيع الماء فى الزبد نتيجة لسوء خدمتها وعصرها.
ب- استخدام قشدة ليست متماثلة الحموضة.
ج- التمليح غير منتظم.

ثالثاً: السمن
Chee, Samna or Butter Oil

السمن هو الصورة النقية لدهن اللبن حيث يحتوى على اكثر من 99.5% دهن والسمن بيئة غير صالحة لنمو وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة مما يزيد من قابليته للحفظ على درجة حرارة الجو العادى دون تعرضه السريع للتلف مقارنة بالزبد. وتتلخص صناعة السمن فى التخلص من العوامل التى تساعد على فساد الدهن وذلك عن طريق التخلص من المواد غير الدهنية بما فيها الرطوبة ، قتل الكائنات الحية الدقيقة واتلاف الانزيمات.

وتتنافس الطرق المختلفة المستخدمة فى صناعة السمن سواء من القشدة أو من الزبد فى القضاء على عوامل الفساد المذكورة إلى أقل حد ممكن دون الأضرار بخواص وصفات دهن اللبن. وعموماً تعتبر صناعة السمن احسن وسيلة اقتصادية لتخزين دهن اللبن الزائد نظراً لسهوله تحضيره بالمنازل أو المصانع كما يمكن زيادة

قوة حفظه بتخزينه بعيداً عن الضوء والهواء والرطوبة وأثار المعادن الثقيلة وآثار الدهن التالف.

وتنص المواصفات على ألا تقل نسبة الدهن فى السمن عن 99% ولا تزيد درجة الحموضة عن 10 درجات (درجة الحموضة هى عدد ملليلترات الصودا الكاوية 0.1 عيارى اللازمة لمعادلة الحوضة فى 1 جم دهن ولا يجوز إضافة مواد غريبة غير ملح الطعام بنسبة لا تزيد عن 1% والمادة المانعة للأكسدة التى تسمح بإضافتها التشريعات الغذائية وتحتوى السمن على 99.4% دهن ، 0.20 بروتينات ، 0.35 رطوبة ، 0.05 رماد.

طرق صناعة السمن

توجد عدة طرق للحصول على السمن أهمها ما يلى :

أ- طريقة الغلى المباشر :

وتستخدم هذه الطريقة فى المنازل وبعض المصانع الصغيرة وتتلخص خطواتها فيما يلى:

1- فحص الزبد ووزنه:

من المعروف أنه لا يمكن إنتاج سمن جيد باستخدام مادة خام رديئة لذلك يراعى الدقة فى فحص الزبد من حيث المظهر واللون والنكهة والحموضة ونسبة الدهن ووجود الغش من عدمه ، وعموماً يجب أن يكون الزبد خالياً من الشوائب المرئية وذو لون طبيعى وجيد الطعم والرائحة.

2- إسالة الزبد:

يستخدم لذلك أوانى جيدة الطلاء ويفضل المصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ وتوضع بها الزبد بحيث لا تشغل اكثر من $\frac{1}{2}$ حجم الأناء وعندما تصل الحرارة إلى 55-60°م يصفى الزبد بواسطة مصفاه ضيقة الثقوب أو بقطعة من الشاش لإزالة أى شوائب قد تكون عالقة . وقد يضاف الملح بنسبة 1-3% من وزن الزبد بغرض المساعدة على ترسيب بروتينات الزبد عند غليه.

3- غلى الزبد :

يعاد تسخين الزبد المنصهر مع التقليب المستمر إلى أن يتم طرد الرطوبة منه وتختلف الدرجة النهائية بين 115-120°م وأثناء التسخين يلاحظ التغيرات التالية:

عند الوصول إلى 90°م تظهر رغوة بالتدريج وتستمر فى الزيادة حتى 100°م والتى تظل ثابتة بعض الوقت وسبب زيادة حجم الرغوة هو خروج المواد المتطايرة مع بخار الماء نتيجة التسخين وعندما تقل كمية الماء المتبقية تقل بالتالى الرغوة تدريجياً إلى أن تصل إلى حد ضئيل ايذانا بحلول المرحلة التالية وهى الغليان المنتظم حيث يكون قد تبخر كل الماء الحر وأصبحت الحرارة حوالى 103°م. ويبدأ التخلص من الماء المرتبط مع المواد الصلبة غير الدهنية والذى لا يحتاج إلا إلى كمية أصغر من الحرارة نظراً لصغر كميته لذلك يخفض مصدر التسخين مع الاستمرار فى التقليب وعند الوصول إلى 110°م يزداد حجم الجزئيات غير الدهنية ويلاحظ تناثر بعض الفقاعات الكبيرة نوعاً ما وميل الخثرة إلى الترسب بسرعة مما يستدعى الانتباه فى التقليب. وباستمرار التسخين ترتفع الحرارة إلى 115-120°م ويلاحظ ظهور بعض العلامات المميزة التى يستدل بها على تمام نضج السمن وهذه العلامات هى:-

1- تلون المواد الصلبة غير الدهنية (المورتة) بلون بنى فاتح.
2- ظهور الرائحة المميزة للسمن الناضج.
3- ظهور رغوة شفافة فجائية بكمية غزيرة.

4- الترسيب وفصل السمن :

يترك السمن وقتاً كافياً لترسيب المورتة ولانخفاض حرارته بعض الشئ ثم يفصل السمن الرائق إلى ما قبل الوصول إلى الجزء السفلى الذى يحتوى على المورتة وهذا الجزء الأخير يصفى بمفرده ولا يضاف إلى باقى السمن ويوضع فى أناء منفصل ويستهلك أولاً.

ملحوظة :

يمكن تحضير السمن من القشدة بنفس الخطوات السابقة التى اتبعت فى غلى الزبد إلا أنها تستغرق وقتاً طويلاً كما أن كمية المورتة المتخلفة تكون كبيرة وبالتالى يزداد الفقد من الدهن. وقد يظهر بها الطعم المطبوخ إلا أن السمن الناتج يتميز بقوة حفظ أعلى من الناتج من الزبد بسبب زيادة المواد المضادة للأكسدة التى تتكون نتيجة زيادة التسخين.

ب- طريقة الفصل إلى طبقات ثم الغلى (الطريقة الهندية):

وهذه الطريقة تعتمد على اسالة الزبد وتركه لفترة لينفصل إلى طبقات ثم سحب الطبقة المائية وتسخين ما تبقى للحصول على الدهن الرائق ويلزم لذلك وعاء خاص مزود بفتحة من أسفله عليها صمام وتتم كما يلى :-

وضع الزبد فى الوعاء وتسخينه إلى 80°م ثم حجزه على هذه الدرجة لمدة نصف ساعة تقريباً حيث ينفصل الزبد إلى ثلاث طبقات ، الطبقة السطحية تكون رقيقة ومتكونة من جزيئات الخثرة وفى الوسط طبقة من الدهن المنصهر وعند القاع طبقة من اللبن الخض أو المصل. تسحب الطبقة المائية من الفتحة السفلية دون مساس الطبقتين العلويتين ولا تزال الطبقة السطحية التى بها أجزاء الخثرة قبل اتمام التسخين الكامل لأنها تحتوى على بعض المواد التى تعطى نكهة السمن الجيد عندما تصل الحرارة إلى 100°م أو أكثر عند التسخين فى المرحلة التالية.

بعد سحب الوسط المائى تبدأ المرحلة الثانية من التسخين للتخلص من الرطوبة الحرة مع التقليب الجيد حتى لا يحدث تسخين زائد أو احتراق للمواد الملامسة لسطح التسخين. وعند الاقتراب من انتهاء تبخر الرطوبة الحرة تكون حرارة الدهن حوالى 103°م ويبدأ التخلص من الماء المرتبط بالمواد الصلبة اللادهنية ولذلك يخفض مصدر التسخين مع الاستمرار فى التقليب ويلاحظ خلال ذلك الارتفاع التدريجى فى درجة الحرارة إلى حوالى 115-118°م وتترك المحتويات عند هذه الدرجة حتى يصبح لون المورتة بنى فاتح . وعند الوصول للون المناسب يوقف التسخين والتقليب ويترك السمن لفترة إلى أن تترسب المروتة ثم يفصل السمن النقى ويعبأ فى عبوات نظيفة جافة.

وتمتاز هذه الطريقة عن طريقة الغلى المباشر بما يلى :-

1- توفير نفقات التسخين الخاصة بالتخلص من كل مقدار الماء.
2- التوفير فى وقت العمل بمقدار 45%.
3- عدم تعرض الدهن لدرجات الحرارة العالية لمدة طويلة.

4- احتفاظ الناتج بخواص جيدة لمدة أطول.

(جـ) الطريقة النيوزيلاندية:

وفى هذه الطريقة يسال الزبد بواسطة بخار الماء إلى ان تصل حرارة الزبد إلى 50°م وهذه الخطوة تؤدى إلى زيادة الرطوبة بالزبد نتيجة لتكثف بخار الماء واختلاطه بالزبد ثم تعادل الحموضة إلى pH 8.5 أى صفر % حمض لاكتيك لإذابة البروتين مما يسهل فرز الزبد بالفرازات.

يترك الزبد المسال فى أحواض لفصل الدهن عن المواد غير الدهنية والماء ثم يسحب الجزء العلوى لتنقية ما به من دهن بواسطة جهاز طرد مركزى كذلك يمرر الجزء المائى السفلى على جهاز طرد مركزى آخر لاستخلاص ما قد يكون به من دهن.

يجمع الدهن الناتج من القسمين ويخلط بضعف حجمه ماء ساخن على 65°م ثم يعاد فرز المخلوط عدة مرات لفصل الدهن من بواقى المواد غير الدهنية ويخرج الدهن من اسفل وهو منخفض الرطوبة إذ تبلغ من 2-3% والمواد غير الدهنية حوالى 0.2% ويمرر على جهاز بسترة تحت تفريغ Vacreator حيث يسخن إلى 77°م تحت تفريغ قدرة 29 رطل على البوصة المربعة لإزالة معظم الرطوبة المتبقية إذ يخرج الدهن وبه رطوبة لا تزيد عن 0.2% إلى جهاز يعرف بالمنقى Clarifier حيث ينقى من آثار المواد الصلبة غير الدهنية المتبقية ثم يبرد بعد ذلك إلى 15°م ويعبأ فى صفائح جيدة الطلاء محكمة القفل.

إضافة المواد المضادة للأكسدة:

أهم عامل فى تلف السمن هو الأكسدة بفعل أكسجين الهواء ، وقد عرفت مواد تؤدى إضافتها للسمن إلى تعطيل أكسدة الدهن ، حيث يستغرق وقتاً طويلاً يحتفظ خلاله الدهن بصفاته الأصلية فتطول مدة حفظة ، وتسمى هذه المواد بمضادات الأكسدة ، وفى حالة السمن يمكن تقسيم مضادات الأكسدة إلى:-

1- مواد يوجد بعضها فى السمن مصدرها اللبن الأصلى وأهمها التوكوفيرول توجد فى السمن بنسبة ضئيلة أقل كثيراً مما يلزم لحفظ السمن من الأكسدة لمدة كافية.

2- مواد تتكون أثناء التسخين مثل مجموعة السلفاهيدريل.

3- مواد تضاف لمنع الأكسدة. وهذه يمكن تقسيمها إلى قسمين:

أ- نباتيـة كـدقيق القمـح ومسـحوق الخـروب والقـرطم ودقيـق فـول الصويا.
ب-مستحضرات كيماوية تكفى كميات قليلة منها لإطالة مدة حفظ الدهن.

وعموماً يجب ملاحظة:
1-انه لا يجب الاعتماد على مضادات الأكسدة وحدها لحفظ السمن وإهمال باقى الاحتياطات الأخرى الواجب مراعاتها فى اختيار الخامة ، وعملية الغلى وتخزين الناتج وإلا كان استعمال تلك المواد محدود الأثر.
2- إضافة مضادات الأكسدة مبكراً وفى الوقت المناسب قبل حلول الأكسدة فى السمن.

تعبئة السمن وتخزينه:

يعبأ السمن دافئاً على درجة 45-50°م وقد يلجأ البعض إلى تعبئته على درجة حرارة أعلى من ذلك نحو 60°م مساعدة فى تعقيم الأوانى بحرارة السمن وتجرى التعبئة فى أوانى تصنع عادة من الصفيح المطلى بالقصدير. وقد يعبأ السمن فى الأوانى الفخارية ذات السطح الداخلى المصقول المزجج ، كما قد يعبأ السمن فى أواني زجاجية .
ويلاحظ عند التعبئة ما يأتى:
1- نظافة الأوانى وخلوها من آثار السمن القديم حيث يساعد وجودها على سرعة تزنخ السمن وتلفه.
2- خلو الأوانى من أى رائحة وأن تكون معقمة جافة.
3- ملء الأوانى لنهايتها . وبذا تقل فرصة تعرض محتويات الآنية للأكسدة.
4- قفل الأوانى قفلاً محكماً ، حتى لا يتسرب إليها الهواء محافظة عليها من التأكسد وتعبئته فى جو خال من الأكسجين وفى وجود غاز خامل وتبعئته مثل النيتروجين.

يراعى فى تخزين السمن حفظه على درجة حرارة مخفضة لتقليل فرصة حدوث التفاعلات الكيماوية نتيجة لأكسدة دهنه . وكذلك بعيداً عن الضوء.

المورتـة

عبارة عن المواد غير الدهنية التى تترسب فى قاع الإناء وتنفصل عن الدهن (السمن) عند إجراء عملية التسيح . وتحتجز هذه المواد بعضاً من السمن تبلغ نسبته فى الأحوال العادية نصف الوزن الكلى للمورتة وتقل هذه النسبة أو تزيد حسب درجة كفاءة عملية فصل السمن.

وتحتوى المورتة على نسبة من الماء تختلف حسب مقدار التبخر أثناء التسخين كما تحتوى على نسبة من ملح الطعام تتوقف على مقدار ما يضاف منه للزبد أوالقشدة.

والجدول التالى يوضح متوسط تركيب المورتة من زبد غير مملح وأخر مملح:

	من قشدة أو زبد غير مملحة	من قشدة أو زبد مملح
ماء	%15	%15
دهن	%50	%40
جوامد لبنية غير دهنية	%35	%21
ملح طعام	–	%24

المورتة مادة سريعة التلف نسبياً ويرجع سبب ذلك إلى طبيعة تركيبها الكيماوى باحتوائها على نسبة من الماء تساعد على حدوث التفاعلات الكيماوية والتغيرات البكتويولوجية.

وللمورتة الجيدة لون برتقالى غامق ، ولا يرغب فى اللون الأغمق عن ذلك. حيث يعنى ذلك زيادة التسخين وتغيير الطعم وللمورتة رائحة خاصة وطعم واضح وتركيب مرمل وتتوقف كمية المورتة الناتجة على نسبة الجوامد غير اللبنية فى القشدة أو الزبد المستعمل ونسبة الملح المضاف وعلى مقدار التبخير ودرجة كفاءة ترسيب وفصل المروتة كما تتوقف على مقدار السمن المحتجز مع المواد غير الدهنية.

غش السمن :

يغش السمن عادة إما بعدم تسييح الزبد كما يجب ، فتزداد نسبة الماء ونسبة المواد الصلبة اللادهنية بالسمن أو بإضافة دهون أخرى إليه خلاف دهن اللبن ، مثل الزيوت النباتية الصلبة والشحوم الحيوانية والنوع الأخير هو أخطر أنواع الغش.

ويمكن الكشف عليه بطريقة مشابهة للطريقة المستعملة فى كشف غش الزبد بإيجاد رقمى رايخرت وبولنسكى.

تلف السمن :

يتعرض السمن لعيب رئيسى وهو ظهور الطعم المعدنى أو الشحمى وقد سبق الإشارة إليه (التزنخ التأكسدى فى الزبد) ومما يساعد على ظهور ذلك العيب الحموضة ، الرطوبة ، الحرارة ، التعرض للضوء وكذلك وجود آثار من بعض المعادن مثل النحاس والحديد .

إصلاح السمن التالف

لما كانت معظم انواع التلف التى تصادف السمن مرجعها ما يكون به قبل التخزين أو يحصل فيه أثناء التخزين من أنواع التزنخ فتذكر فيما يلى أهم الطرق التى استخدمت فى هذا الشأن:-

1- وجد أنه بإعادة تسخين السمن ومعادلة حموضته بمحلول قلوى من لأيدروكسيد الصوديوم أو كربونات الصوديوم ثم غسل السمن بالماء وتجفيفه وجد تحسناً فى صفات الناتج ألا أن هذا التحسن كان جزئياً.

2- بإعادة غليه مخلوطاً بلبن متجبن حمضياً كالرايب او الزبادى وتؤدى هذه المعاملة إلى بعض من التحسن الوقتى فى صفات الناتج.

وعموماً يمكن الاستفادة من السمن التالف الذى لا يرجى إصلاحه فى صناعة الصابون والجليسرين إذا توافرت كمية كافية منه.

تذكر

- دهن اللبن عبارة عن جلسريد ثلاثى يتميز عن معظم الدهون الأخرى بإحتوائه على أنواع متعددة من الأحماض الدهنية خاصة تلك المنخفضة الوزن الجزيئى والتى تلعب دوراً كبيراً فى طعم ورائحة بعض المنتجات اللبنية مثل الزبد والجبن.
- يتشابه دهن اللبن مع غيره من الليبيدات فى أن تواجده فى الغذاء له ثلاث وظائف رئيسية وهى أغراض الطبخ وإعداد الطعام ، وظيفة فسيولوجية ثم الوظيفية الغذائية .
- القشدة هى تلك الطبقة التى تتكون فوق سطح اللبن وتتركز فيها نسبة الدهن ، وهى تحتوى على جميع المكونات الموجودة فى اللبن الكامل الذى تحضر منه بنسب مختلفة ، والوزن النوعى لها أقل من اللبن.
- لفصل القشدة من اللبن تستخدم إحدى طريقتين: الترقيد – بفعل قوة الجاذبية الأرضية ، الفراز – بفعل القوة الطاردة المركزية وإنخفاض كثافة الدهن عن باقى مكونات اللبن (السيرم) هو أساس الفصل فى كلا الطريقتين .
- درجة الحرارة المثلى لتكوين طبقة القشدة من اللبن البقرى تتراوح بين 5–10°م بينما الدرجة المثلى فى حالة اللبن الجاموسى هى 27°م.
- توجد فى الأسواق أنواع عديدة من القشدة تختلف فيما بينها تبعاً لإختلاف نسبة الدهن ، طريقة التصنيع ومن هذه الأنواع قشدة المائدة ، القشدة المجمدة ، القشدة المركزة (السميكة) ، القشدة المتخمرة ، القشدة المخفوقة والقشدة المسمطة (المطبوخة).
- يمكن حفظ القشدة بعض الوقت بعدة طرق منها التبريد (الحرارة المنخفضة) والتسخين (البسترة أو التعقيم) والتجفيف.

- الزبد هو أحد المنتجات اللبنية المرتفعة فى نسبة الدهن (85%-78) ويصنع من خض القشدة أو اللبن .
- تبستر القشدة بعد تعديل حموضتها وذلك للقضاء على الميكروبات المرضية ومعظم الميكروبات غير المرغوبة وإتلاف الإنزيمات خاصة المحللة للدهن والبروتينات لتحسين طعم الزبد الناتج وزيادة قوة حفظه.
- عند صناعة الزبد من القشدة او اللبن يحدث إنعكاس بين أوساط النظام الغروى بفعل عملية الخض أى يصبح الدهن وسط الانتشار والماء ومكونات المصل هى المواد المنتشرة.
- الريع فى الزبد هو الفرق بين كمية الزبد الناتجة وبين كمية الدهن الموجودة فى القشدة أو اللبن المستخدم فى الصناعة وهو يمثل الزيادة فى وزن الزبد عن الدهن والتى تنتج عن وجود الرطوبة ، الملح والمواد اللادهنية المتبقية فى الزبد.
- السمن أحد المنتجات اللبنية التى تحتوى على نسبة عالية من الدهن (99.3 – 99.7%) أى دهن اللبن بحالة نقية تقريباً والأساس فى صناعته هو التخلص من اكبر كمية ممكنة من المواد غير الدهنية من الخامة المستعملة سواء كانت زبد أو قشدة.
- يمكن تحضير السمن من القشدة بطريقة مماثلة لتحضيره من الزبد إلا أنها تستغرق وقتاً أطول وتزداد كمية المورتة الناتجة ويظهر الطعم المطبوخ وللتغلب على ذلك فقد يعاد فرز القشدة لزيادة نسبة الدهن بها.
- تتوقف كمية السمن التى يحصل عليها من قدر معلوم من اللبن على نسبة الدهن فى اللبن وكذلك على مقدار الفاقد من الدهن أثناء النصاعة.
- يراعى عند تخزين السمن ملأ العبوات تماماً وأن تكون غير منفذة للضوء أو الرطوبة وأن تحفظ على دجرة حرارة منخفضة حتى يمكن حفظها لمدة طويلة بحالة جيدة.

- يمكن الاستفادة من السمن التالف فى صناعة الصابون والجلسريدات ويستدعى الأمر عندئذ التخلص من الروائح حتى يمكن الحصول على نواتج خالية من رائحة التزنخ.

أسئلـة

1- وضح الأهمية الغذائية والفسيولوجية لدهن اللبن.

2- أشرح نظريـة الأجلـوتينين لتفسـير ظـاهرة تكـوين طبقـة القشـدة فـى اللـبن البقرى.

3- تكلم عن كيفية تكوين القشدة فى اللبن الجاموسى .

4- اذكر مع الشرح العوامل التى تؤثر على سرعة صعود كريات الدهن إلى سطح اللبن عند الترقيد.

5- أذكر أنواع القشدة مع الإشارة إلى أهم الفروق او الاختلافات بينها.

6- ما هى الطرق المستخدمة فى حفظ القشدة – أشرح إحداها بالتفصيل .

7- أذكر أهم العيوب التكنولوجية والميكروبيولوجية التى قد تلاحظ فى القشدة.

8- إشرح عملية خض اقشدة إلى زبد.

9- وضح تأثير العوامل الأتية عند تصنيع الزبد من القشدة

أ- تسوية القشدة ب- تعديل قوام ودرجة حرارة القشدة

وضح أهمية الخطوات التالية فى صناعة الزبد:

أ- تعديل حموضة القشدة ب- تجهيز القشدة قبل الخض جـ- تمليح وخدمة الزبد.

10- عرف الريع فى الزبد وأهميته.

11- أذكر العيوب التى قد تظهر فى الزبد عند صناعتها مع شرح إحدى تلك العيوب بالتفصيل.

12- إشرح الطريقة النيوزيلاندية لتحويل الزبد إلى سمن.

13- قارن بين طريقتى عمل السمن من القشدة ومن الزبد.

14- إذا كان عندك كمية من السمن ظهر بها بعض التلف وضح هذا التلف والعوامل المؤثرة عليه وكيف يمكن الاستفادة منه.

الباب الرابع
الألبان المكثفة
Condensed Milks

اللبن المكثف هو الناتج المتحصل علية بتخير جزء من اللبن تحت تفريغ ويتم تسويقة فى عبوات محكمة الغلق. وترجع جودة حفظ هذا المنتج إلى أحد عمليتان تحددان طبيعة ونوع الناتج النهائى، الأولى إضافة السكر إلى اللبن أثناء التصنيع بحيث يصبح الماء وهو وسط الانتشار فى الناتج مرتفعا فى الضغط الاسموزى ليمنع نمو الميكروبات ويعرف ذلك المنتج باللبن المكثف المحلى، أما الثانية حيث يعقم اللبن بعد تكثيفه بتعريضه لدرجات حرارة مرتفعة،ويعرف ذلك المنتج باللبن المكثف غير المحلى أو اللبن المخبر. ويصنع اللبن عادة بعد تعديل تركيبه بنزع الدهن جزئيا أو كليا الإنتاج اللبن المكثف، كما قد يتم إنتاج اللبن الفرز المخمر واللبن الحضن والشرس على حالة مركزة.

وقد بدأت صناعة الألبان المكثفة فى منتصف القرن التاسع عشر وذلك فى نفس الوقت تقريبا الذى نشأت فيه مصانع الزبد والجبن. حيث أدى اختراع قدر التكثيف تحت تفريغ فى إنجلترا عام1835 وتطور صناعته منذ عام1850 إلى نجاح صناعة اللبن المكثف حيث بدأ إنتاج اللبن المكثف تجاريا على يد الأمريكى Gail Borden والذى يلقب باب عملية تكثيف اللبن الذى استمر فى أبحاثه لمدة 10سنوات متصلة وأنشأ أول مصنع لتكثيف اللبن تحت تفريغ سنة 1856 فى الولايات المتحدة الأمريكية بدون إضافة أى مواد إلى اللبن ألا أنه استغل التصريح وأنتج لبن مكثف محلى بالسكر فى نفس العام، ثم أنشئت العديد من المصانع فى أمريكا وفى أوربا بعد ذلك وقد كان اللبن المكثف المحلى يعبأ ويسوق فى عبوات من الصفيح مقفلة أما البن المكثف غير المحلى فقد كان يسوق مثل اللبن السائل.

وفى عام 1884 حصل Meyenberg فى الولايات المتحدة الأمريكية على ترخيص بمنحه حق استخدام البخار تحت ضغط فى تعقيم العلب بعد غلقها

وقد أدخلت عملية التجنيس فى صناعة اللبن المكثف فى سنة 1909 لتثبيت مستحلب الدهن ومنع انفصاله على سطح اللبن وبذلك أصبح من الممكن إطالة مدة حفظ اللبن وتخزينه بدون حدوث تغيرات طبيعية به.

وفى سنة 1922 أدخل نظام التعقيم المستمر فى صناعة اللبن المكثف ثم عممت هذه الطريقة فيما بعد وحلت محل نظام التعقيم على دفعات فى معظم المصانع خاصة الكبيرة منها.

وفى سنة 1928 بدأ استخدام اللبن المكثف فى تغذية الأطفال كأفضل صورة من صور اللبن وذلك من حيث تماثل إنتاجه من يوم إلى آخر والتعقيم وسهولة الهضم حيث أن المعاملة الحرارية للبن أثناء الصناعة تحدث تغيرا طبيعيا فى بروتين اللبن من شأنه أن يجعل قطع الخثرة الناتجة من اللبن أصغر وأكثر نعومة أثناء الهضم، كما أن حبيبات الدهن الدقيقة الناتجة عن عملية التجنيس تزيد من مساحة الأسطح المعرضة لفعل الأنزيمات وبالتالى تسرع من الهضم،ن وقد بدأت إضافة فيتامين "د" إلى اللبن المكثف غير المحلى سنة 1933 وعممت إضافته سنة 1940، وفى نفس العام وضعت التشريعات الخاصة بمواصفات الألبان المكثفة.

وقد استمر التقدم فى تطوير قدر التكثيف تحت تفريغ وأدخلت عليه تعديلات كبيرة من حيث المحافظة على القيمة الغذائية للبن وزيادة كفاءة القدر فى استخدام البخار والاقتصاد فى ماء التكثيف كما أمكن إدخال بعض التعديلات على القدور بحيث أصبح إنتاجها للبن المكثف مستمرا، ومن جهة أخرى فقد تطورت صناعة أجهزة التكثيف نفسها وتم تصميم واستخدام أجهزة التكثيف ذات الوحدات المتعددة والتى تعمل بالطريقة المستمرة، كما أمكن إنتاج اللبن المكثف باستخدام درجات الحرارة المنخفضة.

أغراض صناعة الألبان المكثفة:

تنحصر أهم أغراض صناعة الألبان المكثفة فيما يلى:-

1- إمكان تنظيم عمليات تسويق اللبن بحيث يمكن تصنيعه فى مواسم الإنتاج العالمية وتخزينه للفترات التى يقل فيها الإنتاج وبذلك يمكن التحكم فى أسواق اللبن وأسعاره.
2- تقليل وزن وحجم اللبن حيث أن اللبن السائل يحتوى على نسبة عالية من الماء والتى تقل بعملية التكثيف.
3- الاستغناء عن وسائل الحفظ التى تحتاج إلى تبريد.
4- تحسين خواص اللبن من الوجهة الصحية وإطالة مدة حفظه- وذلك بالقضاء على البكتريا المرضية ومعظم الأنواع الأخرى من البكتريا الخمائر والفطريات التى قد تسبب الفساد.

أهم استعمالات الألبان المكثفة:

يمكن استعمال الألبان المكثفة غير المحلاة فى تغذية الأطفال وفى عمل الفطائر والحلويات والمثلجات اللبنية حيث تمتاز بأنها خالية تقريبا من الميكروبات

وسهولة تداولها وحفظها، أما اللبن المكثف المحلى فيمكن استخدامه فى جميع الأغراض السابقة فيما عدا تغذية الأطفال الرضع لاحتوائه على نسبة عالية من السكر كما أنه لا يجرى له عملية تعقيم.

أجهزة التبخير Evaporators

تستخدم المبخرات لإزالة جزء من ماء اللبن أو بعض المنتجات اللبنية وذلك لإنتاج اللبن المبخر أو المكثف المحلى وبعض المنتجات الأخرى المركزة كناتج نهائى أو التركيز اللبن قبل تجفيفه، ويجب معرفة أن تكاليف إزالة الماء فى أجهزة التبخير تكون أقل منها فى المجفف، وعادة ما يركز اللبن المستخدم فى إنتاج اللبن المجفف لكى ترتفع نسبة الجوامد به من 9-13 ٪ لكى تصبح حوالى 40-45 ٪ وذلك قبل دفعه إلى المجفف. وأجهزة التبخير المستخدمة أما أن تكون وحدة واحدة وهو ما يطلق عليه عادة قدر التكثيف تحت تفريغ Vacuum pan أو تكون متعددة الوحدات حيث تتكون من وحدتين أو ثلاث ونادرا ما تكون أربعة وحدات.

قدر التكثيف تحت التفريغ Vacuum pan or Vacuum Evaporator

يعتبر قدر التكثيف تحت تفريغ هو قلب صناعة اللبن المكثف حيث تتم فيه عملية تركيز اللبن ويستعمل فى تركيز كافة أنواع اللبن المكثف مثل اللبن المكثف المحلى واللبن المبخر واللبن المكثف السادة اللبن الفرز المكثف واللبن الخض المكثف والشرش المركز وذلك أما لإنتاجها فى صورة مركزة أو كخطوة وسيطة عند الرغبة فى إنتاجها على صورة مجففة،كما ويستخدم أيضا فى إنتاج اللاكتوز من الشرش وذلك فى خطوة التركيز.

ويتركب قدر التفريغ أساسا من الأجزاء الريئسية التالية:-

1- سطح التسخين	Heating surface
2- فراغ التبخير	Vapor space
3- مصيدة رذاذ اللبن المركز	Entertainment separator
4- مكثف الأبخرة	Vapor condenser
5- مضخة التفريغ	Vacuum pump

بالإضافة إلى مجموعة كبيرة من الأجهزة المساعدة المركبة على القدر.

أولا: سطح التسخين

يتكون سطح التسخين أما من جدار مزدوج للبخار أو مجموعة من أنابيب البخار أو كلاهما، أو قد يمرر اللبن فى أنابيب يحيط بها البخار وذلك فيما يعرف بأسم الكلاندريا.

وتلعب مساحة وتصميم سطح التسخين دورا هاما فى تقدير السعة التبخيرية لقدر التكثيف والتى تعتمد أساساً على ما يأتى:

1- المساحة الكلية لسطح التسخين.
2- فرق درجات الحرارة بين البخار واللبن.
3- كفاءة نقل الحرارة: والتى تتوقف على سرعة تيار كل من البخار واللبن، اللزوجة،الكثافة، الحرارة النوعية ومعدل التوصيل الحرارى للبن، معدل التوصيل الحرارى للمعادن سمك، غشاء اللبن وتكوين قشور من اللبن، وأخيرا سرعة تكثيف البخار المتصاعد من اللبن.

ثانيا: فراغ التبخير

وهو الجزء من قدر التكثيف الذى يمتد فوق سطح اللبن، وفى هذا الجزء يتحول الماء الموجودة فى اللبن إلى بخار، ويكون هذا الجزء اسطوانى فى معظم قدور التكثيف ويجب أن يكون ارتفاعه كافيا لتجنب خطر زيادة فقد اللبن فى عملية التبخير، كما يجب أن يتناسب هذا الارتفاع مع تصميم سطح التسخين حيث يلزم زيادة فى ارتفاع فراغ التبخير بزيادة سطح التسخين.

ويزود جدار فراغ التبخير بزجاجة للملاحظة وأخرى للإضاءة وترمومتر لقياس درجة الحرارة ومقياس للتفريغ(مانومتر) وجهاز لوقف التفريغ وفتحة للتنظيف.

وفى حالة نظام المكثف الداخلى فانه يوجد أيضا فى القدر مصيدة لرذاذ اللبن المركز، كما يوجد فى جدار فراغ التبخير أيضا أنبوبة دخول اللبن التى تتصل بجهاز التسخين المبدئى وتدفع باللبن الطازج الساخن إلى قدر التكثيف ويختلف قطرها حسب سعة القدر ودرجة حرارة اللبن فى قدر التكثيف، ويوجد

جهاز لأخذ عينات اللبن المكثف مثبتا فى أحد جوانب القدر بحيث يمكن أخذ عينات من اللبن أثناء التكثيف بدون تأثير على تشغيل القدر، أما فى حالة القدور المستمرة فلا يحتاج الأمر لأخذ عينة لتقدير كثافة اللبن المركز ولكن تقرأ الكثافة أثناء تشغيل القدر بجهاز خاص مثبت على أحد جوانب القدر وبالتالى يمكن معرفة تركيز اللبن باستمرار أثناء عملية التكثيف.

ثالثا: مصيدة رذاذ اللبن المكثف

الغرض من جودها هو حجز جزئيات اللبن التى تدفع بواسطة تيار البخار المتجه من قدر التكثيف إلى مكثف الأبخرة بسرعة كبيرة وبذلك تمنع فقد المواد الصلبة من اللبن، كما أنها تقلل من تلوث مخلفات المصنع بالمواد الصلبة العضوية الموجودة باللبن وبذلك تقلل من الاحتياج الحيوى للأكسجين للمخلفات.

ويوجد ثلاثة أنواع من تلك المصائد وهى:-

1- Centrifugal Separator
2- Deflector Type Separator
3- Reverse-Flow Separator

رابعا: مكثف الأبخرة

الغرض من وجوده هو تكثيف البخار المتصاعد من اللبن وتبريد الهواء المحبوس والغازات غير القابلة للتكثيف، وهذه العملية لا يمكن الاستغناء عنها حيث أنها أساسية للتخلص من البخار بمجرد تولده وذلك حتى يمكن الاحتفاظ بالتفريغ داخل حلة التفريغ كما أن تبريد الهواء والغازات غير المتكثفة يخفف الضغط على مضخة التفريغ وبذلك يتجنب حدوث المتاعب فى تشغيل القدر وعلى ذلك يساعد المكثف عمل مضخة التفريغ.

ويوجد عدة تصميمات للمكثف منها:-

1) المكثف السطحى Surface condenser ويوجد بداخل أو خارج القدر وهو غير اقتصادى قليل الاستعمال.
2) المكثف بالرذاذ Jet condenser ويوجد عادة خارج القدر ويتصل بها بواسطة أنبوبة بخار ويوجد على أحد نظامين (شكل 1) هما :-

شكل (1) المكثف بالرذاذ

أ . نظام التكثيف متوزاى التيار Parallel flow حيث يكون الماء المستخدم فى التكثيف والبخار فى اتجاه واحد.

ب . نظام التكثيف مضاد التيار Counter flow وفيه يدخل ماء التكثيف من أعلى بينما تدخل أبخرة اللبن من أسفل أى فى اتجاهين متضادين.

ويتم التخلص من الماء المتكثف بواسطة مضخة رطبة والهواء والغازات الغير المتكثفة بواسطة مضخة تفريغ جافة.

خامسا: مضخة التفريغ

الغرض من وجود هذه المضخة هو إحداث تفريغ جزئى فى قدر التكثيف والمحافظة على هذا التفريغ داخل القدر حتى يمكن تكثيف اللبن تحت ضغط منخفض وما يتبع ذلك من انخفاض درجة حرارة التكثيف.

تطور أجهزة التبخير وأقسامها

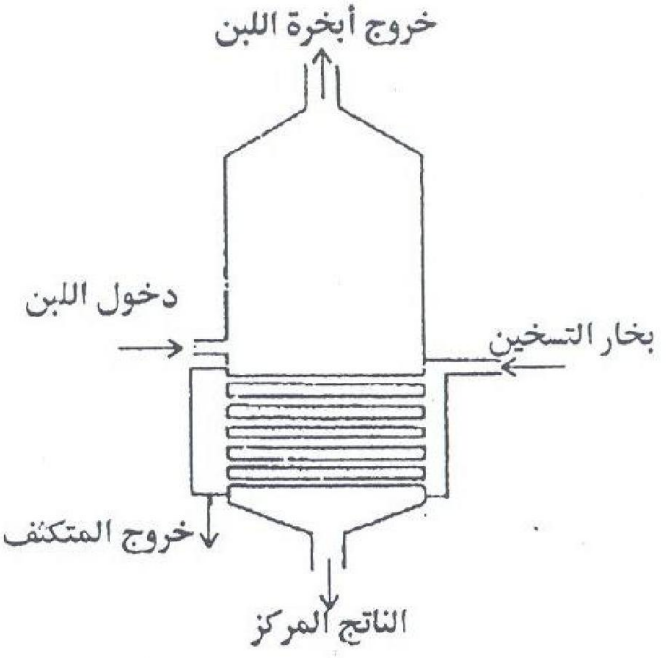
يوجد العديد من أشكال وأحجام وأنواع وحدات التبخير وقد تستخدم طريقة أو أكثر من الطرق الآتية فى تقسيم وحدات التبخير:

1) مصدر الحرارة . بخار أو لهب مباشر أو شمسى أو غير ذلك.
2) وضع أنابيب التسخين . أفقية، أو رأسية مائلة.
3) طريقة تمرير المنتج . طبيعية أو تحت ضغط أى بالدفع.
4) طول الأنابيب . قصيرة،أو طويلة أو متوسطة.
5) اتجاه سريان غشاء المنتج إلى أعلى (غشاء صاعد) أو إلى أسفل (غشاء هابط).
6) عدد مرات تمرير الناتج . مرة أو مرتين أو أكثر.
7) شكل الأنابيب المستخدمة فى نقل الحرارة . مستقيمة أو ملتفة أو على شكل سلة.
8) مكان أو موقع البخار . داخل أنابيب أو خارجها أو كلاهما.
9) مكان أو موقع أنابيب البخار . داخلية أو خارجية.

وفيما يلى نبذة عن بعض أنظمة أجهزة التبخير:

أجهزة التبخير ذات الأنابيب الأفقية: .Horizontal tube evaporators

وهى وحدة بسيطة وأن كانت لا تستخدم على مدى واسع فى الإنشاءات الجديدة (شكل رقم 2) ويتراوح قطر أنابيب البخار الأفقية من**3/4** . **11/4** 1بوصة وتمتد خلال قاع اسطوانة رأسية بقطر يتراوح من 3 . 10 قدم وارتفاع 8 .15 قدم ويدخل البخار فى الأنابيب من جانب ويمر خلالها لكى يخرج المتكثف من الجانب الأخر المقابل، أما بخار اللبن فيخرج من الفتحة الخاصة به فى أعلى الاسطوانة.



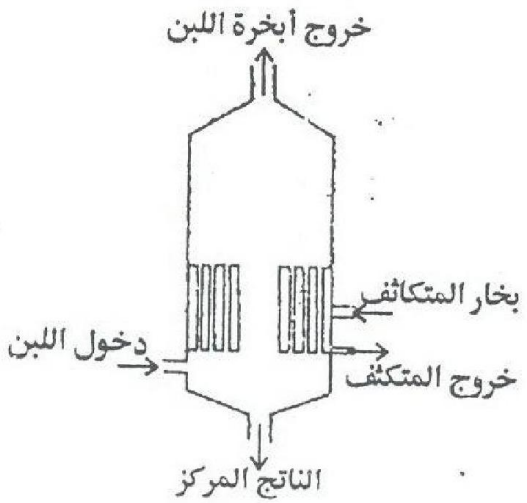
شكل (2) أجهزة التبخير ذات الأنابيب الأفقية

أجهزة التبخير ذات الأنابيب الرأسية القصيرة:

Vertical short-tube evaporators

فى هذا النوع تكون أنابيب البخار فى وضع رأسى وتوضع فى الجزء السفلى من الأسطوانة الجهاز (شكل رقم 3) . ويتماز هذا النوع بسهولة تنظيف هذه الأنابيب ويطلق على هذا النوع فى أوربا اسم Roberts evaporator أما فى الولايات المتحدة فيعرف باسم Calandria evaporator .

وفى إحدى تصميمات هذا النوع توضع أنابيب البخار داخل الاسطوانة على شكل دائرى (فى وضع رأسى) بمحاذاة جدار الاسطوانة ويتبع ذلك وجود فراغ مفتوح فى وسط الاسطوانة يتحرك به السائل المراد تركيزه بحرية ومع تحركه يقوم بعملية تقليب حيث يتجه الجزء الذى ارتفعت درجة حرارته إلى أعلى ويتجه البارد إلى أسفل لكى يتم تسخينه.



شكل (3) أجهزة التبخير ذات الأنابيب الرأسية القصيرة

أجهزة التبخير ذات الأنابيب الرأسية الطويلة

Vertical long-tube evaporators

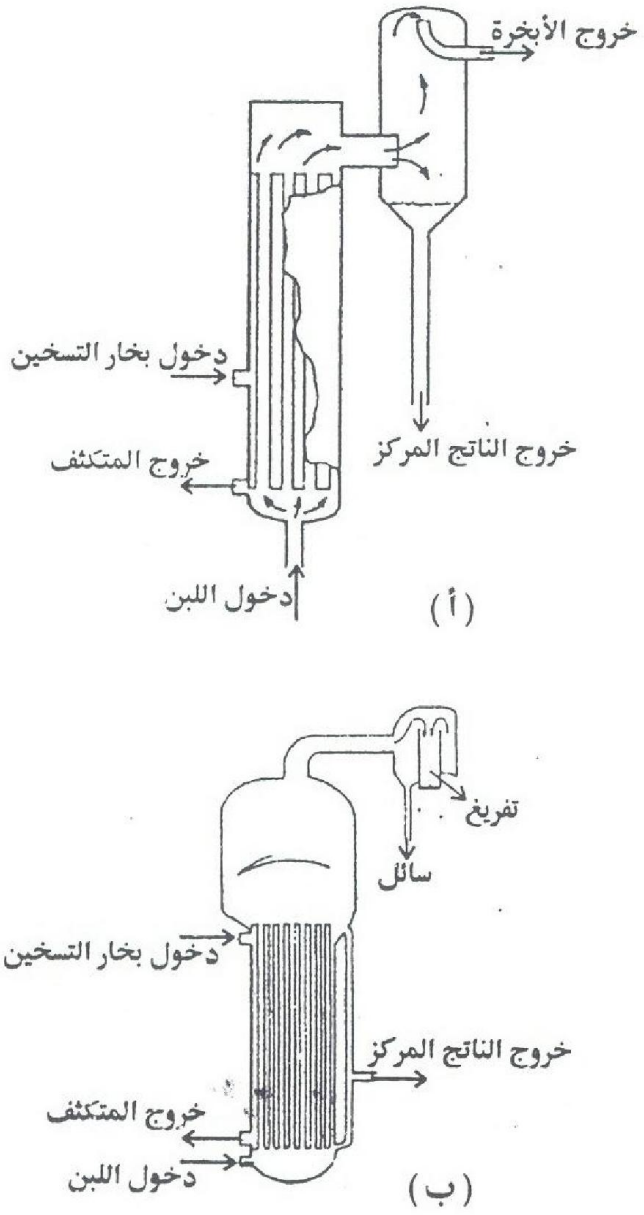
وفيها يمر اللبن بطريقة طبيعية إما إلى أعلى أو إلى أسفل وعلى ذلك يوجد منها نوعان وهما : .

أ) مبخرات بنظام الغشاء الصاعد

Climbing or rising film evaporators

وهى كما هو مبين بشكل (رقم 4أ) حيث يمر اللبن متجها إلى أعلا بداخل أنابيب رأسية قطرها **1 1/4** . 2 بوصة وارتفاعها 12–20 قدم. وهذه الأنابيب موجودة داخل أسطوانة جهاز التركيز والتى يمرر بها البخار أى أن التسخين يتم عن طريق نقل الحرارة من خارج الأنابيب. وفى هذا النظام يدخل اللبن من قاع جسم جهاز التبخير حيث يسخن ويتحرك اللبن بسرعة تجاه قمة الأنابيب ومنها إلى غرفة الفصل حيث يتم فصل بخار اللبن عن الناتج المركز الذى قد يعاد امراره أن لزم الأمر حسب التركيز المطلوب.

وفى بعض التصميمات قد يوضح عاكس أو مظلة بالقرب من نهاية اسطوانة الجهاز وذلك لصد الناتج وتقليل الجزء الفاقد مع البخار (شكل رقم 4ب) ..

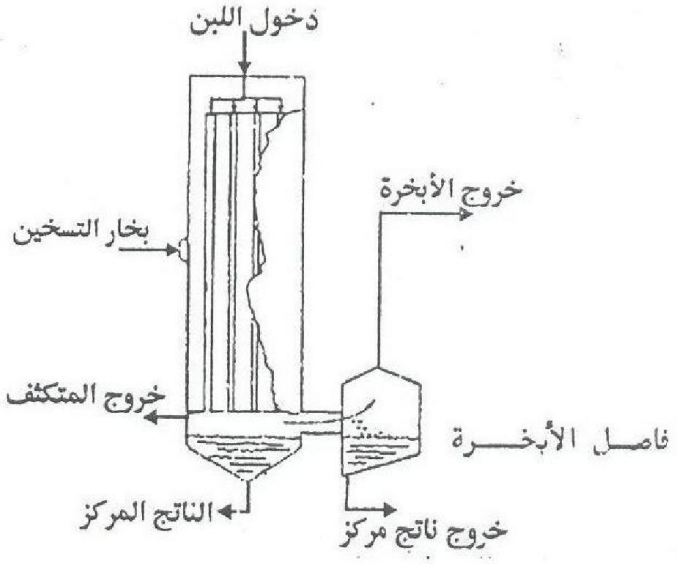


شكل رقم (4) أجهزة التبخير بنظام الغشاء الصاعد

ب) أجهزة التبخير التى تعمل بنظام الغشاء الهابط

Falling film evaporators

وتستعمل هذه الأجهزة لتقليل تعريض المنتج للحرارة (شكل رقم 5)، ويتراوح قطر الأنابيب يمر بداخلها اللبن من **1 1/2** . 2بوصة وطولها قد يصل إلى 30قدم . وتسخن هذه الأنابيب من الخارج وفيها يتوزع اللبن على أنابيب الكلاندريا من القمة ويهبط إلى القاعدة حيث ينفصل بخار اللبن عن الناتج المركز عن طريق فاصل البخار الموجود فى وضع منخفض وينتشر استعمال هذا النوع من المبخرات فى الولايات المتحدة وأوربا.

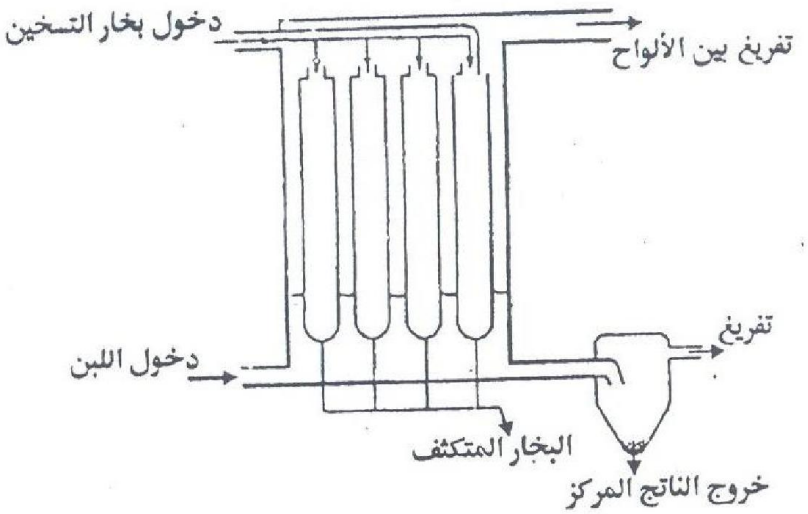


شكل (5) أجهزة التبخير بنظام الغشاء الهابط.

التركيز باستخدام المبخرات السطحية Plate evaporators

يعتبر استخدام المبادلات الحرارية ذات الألواح فى تركيز اللبن من التطورات فى صناعة الألبان المكثفة ت وتعمل هذه الأجهزة بنفس أساسا عمل

قدر التكثيف تحت تفريغ ويستخدم البخار لتسخين ألواح يمر اللبن على أحد أسطحها بينما يمر البخار على السطح الأخر (أى بالتبادل) . ويمر اللبن من أسفل أو قاع الوحدة متجها إلى أعلا بين الألواح وذلك بطريقة تماثل التركيز بنظام الغشاء الصاعد . ويمر اللبن المركز والبخار المتصاعد منه إلى فاصل بخار مركب فى وضع أفقى وفى مستوى منخفض عن المبادل الحرارى حيث يخرج اللبن المركز بينما يتجه البخار المتصاعد من اللبن إلى المكثف (شكل رقم 6).



شكل رقم (6) أجهزة التبخير السطحية

أجهزة التبخير متعددة الوحدات .Multiple effect evaporators

يحتوى البخار المتصاعد من اللبن أثناء تركيزه فى قدر تكثيف تحت تفريغ على مقدار من الحرارة الكامنة، وهذا البخار يمكن استخدامه لتسخين وحدة تكثيف أخرى بنفس الطريقة التى يستخدم فيها البخار فى تسخين الوحدة الأصلية (الأم) ولهذا فانه يمكن استخدام وحدتين أو أكثر من وحدات التركيز تحت تفريغ وذلك كطريقة يمكن بها الاستفادة من الحرارة الموجودة فى بخار اللبن المتصاعد

وبالتالى يمكن تشغيل الجهاز بطريقة اقتصادية. والنوع الأكثر شيوعا يتكون من ثلاث وحدات وكل وحدة يمكن أن تكون من أى نظام من الأنظمة السابق ذكرها .

وفى النظام المتعدد الوحدات من أجهزة التبخير فان البخار المتصاعد من كالاندريا الوحدة الأولى يكون على درجة حرارة أعلا ويتجه إلى أنابيب أو لفائف التسخين فى الوحدة الثانية والتى تعمل عند درجة حرارة أقل، وبنفس الطريقة فان بخار اللبن المتصاعد من الوحدة الثانية يتجه إلى أنابيب تسخين الوحدة الثالثة أى أن درجة الحرارة تأخذ فى الانخفاض تجاه الوحدات الثانية والثالثة، وعلى ذلك يتم التركيز جزئيا فى الوحدة الاولى عند درجة حرارة عالية وتقل درجة الحرارة فى الوحدة الثانية وتكون أقلها فى الوحدة الثالثة، وحتى يمكن غليان اللبن فى الوحدات الثلاث فان الضغط يكون أكثر انخفاضا تجاه الوحدات الأخيرة بمعنى أنه يلزم تفريغ أكبر فى الوحدة الثالثة عنه فى الوحدة الثانية وفى الأخيرة عن الوحدة الأولى، ويكون فرق درجات الحرارة بين كل وحدة والتالية 10°م على الأقل وقد يصل الفرق بين الوحدة الأولى والأخيرة إلى حوالى 30°م. وعموما فى حالة أجهزة التبخير ذات الوحدة تين فان درجة حرارة الوحدة الأولى تكون 65°م وفى الوحدة الثانية 45°م. أما فى المبخرات ذات الثلاثة وحدات فتكون درجة حرارة اللبن فى الوحدة الأولى 65°م، 55°م فى الوحدة الثانية،45°م فى الوحدة الثالثة.

وأهم مميزات النوع المتعدد الوحدات هو الاقتصاد فى كمية البخار المستخدمة لتبخير ماء اللبن وأن كان يؤخذ عليها أنها مكلفة فى إنشائها بسبب زيادة الأجهزة وفى تشغيلها وصيانتها، وعلى ذلك فانه لابد أن يكون العائد من الاقتصاد فى البخار يغطى زيادة التكاليف اللازمة لها.

ومن المميزات الأخرى عند استخدام هذه الأجهزة متعدد الوحدات هو توفير كمية كبيرة من الماء المستخدم فى تكثيف أبخرة اللبن (أكثر من 50 ٪) حيث أنه يلزم تكثيف الأبخرة الناتجة من الوحدة الأخيرة فقط.

ورغم أن تشغيل وصيانة وتنظيف هذه الأجهزة يحتاج إلى مزيد من الجهد إلا أنه قد زاد انتشار استعمالها لا مكان استيعابها للكميات الكبيرة من اللبن كما ساعد استخدام نظام التنظيف فى المكان على تيسير عملية التنظيف.

"صناعة اللبن المكثف المحلى"

اللبن المكثف المحلى هو الناتج المركز من اللبن الطازج بنسبة 2.25 . 2.75: 1، بمتوسط 2.5: 1 تقريبا ويحتوى على السكروز المضاف إلية أيضا نسبة من الجلوكوز ويحتوى الناتج النهائى على نسبة من السكر المضاف تتراوح من 40 . 45 ٪ وتنص المواصفات الأمريكية على أن اللبن المكثف المحلى الكامل يجب أن يحتوى على الدهن بنسبة لا تقل عن 8.5 ٪ وعلى جوامد اللبن الكلية بنسبة لا تقل 28 ٪ بينما تشترط المواصفات البريطانية على ألا تقل نسبة الدهن والجوامد اللبنية الكلية عن 9،31 ٪ على التوالى. ويصل اللبن المكثف المحلى إلى الأسواق فى عبوات من الصفيح محكمة القفل للاستهلاك المنزلى كما قد يسوق على صورة عبوات كبيرة مثل البراميل المعدنية بغرض الاستعمال فى الصناعات الغذائية.

وفيما يلى خطوات الصناعة اللبن المكثف المحلى:

أولا: استلام اللبن واختباره

يجب أن يتوفر فى اللبن الخام المستخدم فى صناعة الألبان المكثفة مواصفات أو شروط معينة خصوصا فيما يتعلق بثبات غرويان اللبن والذى يتوقف على حموضة اللبن ، التوزان بين محتواه من الأملاح وغيرها. وأبسط الطرق لتقدير أو معرفة الثبات الحرارى للبن هو اختبار التجبن بالكحول حيث يجب ألا يتجبن اللبن عند خلط كمية منه بحجم مماثل لها من كحول الايثايل 70 . 75 ٪ كما يجب أجراء اختبار التجبن بالغليان على اللبن عند استلامه ويجب أن تكون نتيجته سالبة وفيما يختص بالاختبارات الحسبة فيجب أن يكون طعم اللبن ورائحته طبيعيتان ويجب عدم وجود روائح مثل تلك التى تصاحب تكون الحموضة فى اللبن كما يجب ألا تزيد الحموضة المقدرة بالتعادل عن 0.17 ٪ وأن يكون مظهر اللبن طبيعى وعند أجراء اختبار الراسبة فيجب ألا تقل خواص اللبن المقدرة بهذا الاختبار عن المواصفات القياسية له حيث يجب ألا يحتوى على آثار لقطع متجبنة أو أى أجزاء من أجسام الحشرات.

ومن جهة أخرى فيجب ألا يقل الوقت اللازم لاختزال أزرق المثيلين عن 3.5 ساعة وإذا أجرى اختبار العدد الكلى للبكتريا بطريقة الميكروسكوب المباشر فيجب ألا يزيد عدد البكتريا عن مليون/مل لبن . وعموما كلما ازدادت العناية بإنتاج اللبن كلما ارتفعت جودة الألبان المكثفة الناتجة.

ثانيا: تبريد اللبن وحفظه وتعديل تركيبه الكيماوى

بعد انتهاء عملية الاستلام يصفى اللبن ينقى ويبرد إلى مالا يزيد عن 50°ف وهو فى طريقة إلى صهاريج تخزين اللبن الخام وأخيرا تؤخذ منه عينة لتقدير نسبة الدهن والجوامد وتعديل تركيبه إذا اقتضى الأمر. وأهم أغراض عملية تعديل التركيب فى صناعة الألبان المكثفة مايلى: .

1- الحصول على ناتج متجانس على مدار السنة.
2- تنفيذ اشتراطات التشريعات القانونية.
3- الحصول على تركيب ثابت لألبان الأطفال.
4- إرضاء رغبات المستهلكين.
5- استخدام مكونات اللبن الصلبة استخداما اقتصاديا.

ولا جراء تعديل تركيب اللبن تحسب الكميات اللازم إضافتها من القشدة أو من اللبن الفرز فإذا كان محتوى اللبن السائل من الدهن منخفضا ففى هذه الحالة تضاف قشدة إلى اللبن أما إذا كان محتوى اللبن السائل من الدهن مرتفعا فيضاف لبن فرز إلى اللبن.

ثالثا: التسخين المبدئى

بعد الانتهاء من التعديل الكمياوى للبن يبدأ فى عملية التسخين المبدئى والغرض من هذه العملية فى هذه الصناعة مايلى: .

1- المساعدة على انتظام غليان اللبن ومنع الثقافة على الأسطح الساخنة واحتراقه فى قدر واحتراقه التفريغ.
2- زيادة لزوجة الناتج وتقليل أو منع حدوث عيب ثقل القوام أثناء التخزين.
3- تعتبر كعملية بسترة خاصة وأن هذا الناتج لا يتعرض لعملية تعقيم . وتؤدى هذه المعاملة إلى تثبيط الأنزيمات الطبيعية والأنزيمات التى تفرزها الميكروبات بالإضافة إلى التخلص من الخمائر والفطريات.
4- المساعدة على إذابة السكر.

درجات الحرارة المستخدمة فى التسخين المبدئى:

فى صناعة اللبن المكثف المحلى يستخدم نطاق واسع من درجات الحرارة فى التسخين المبدئى فقد تستخدم درجات الحرارة الخاصة بعملية البسترة

(63°م/30ق) أو درجات حرارة مرتفعة تصل إلى 120°م وفى بعض الأحيان قد تصل إلى 150°م وعموما فإن أكثر الدرجات استخداما تتراوح بين 82 .100°م لمدة 10 .30ق.

طرق أجراء عملية التسخين المبدئى

توجد عدة طرق لأجراء عملية التسخين المبدئى منها:

1- التسخين المبدئى باستخدام الآبار الساخنة hot wells إلى درجة حرارة أقل من الغليان
2- طريقة المسخنات المستمرة والتى يسخن فها اللبن إلى درجة الغليان باستخدام المبادلات الحرارية الأنبوبة أو ذات الألواح.
3- التسخين المبدئى لدرجة حرارة أعلا من الغليان باستخدام أنابيب بخار تحت ضغط أو الحقن بالبخار الحى مباشرة.

رابعا: إضافة السكر

يضاف السكر فى صناعة اللبن المكثف المحلى كعامل حفظ للناتج بدون الحاجة إلى عملية التعقيم وذلك عن طريق رفع الضغط الأسموزى للناتج مما لا يتيح الفرصة للميكروبات للنمو والتكاثر فيه، وكذلك فهو يعطى الناتج طعما مميزا حلو المذاق. وعادة ما يستخدم السكروز النقى سواء الناتج من قصب السكر أو البنجر . كما قد يستخدم الدكستروز (سكر الذرة) فى صناعة اللبن المكثف المحلى حيث سمحت المواصفات الأمريكية بذلك على الرغم من أن الدكستروز مع السكروز يجعل الناتج حساسا لحدوث اسمرار اللون وكذلك لحدوث عيب نقل القوام أثناء التخزين خصوصا عند درجات الحرارة المرتفعة، ومع ذلك فإن هذه العيوب يمكن تقليل فرصة حدوثها وذلك بالإضافة الدكستروز بمفرده على صورة محلول مائى مركز قرب نهاية عملية التركيز. وبنسبة لا تزيد 25 ٪ من كمية السكر اللازمة. أما اللبن المكثف المحلى الذى يستخدم فى الاستهلاك اليومى العادى فيفضل أن يحتوى على السكروز فقط.

فيجب أن يكون السكر المستخدم فى الصناعة ذو خواص بكتروبولوجية وكيماوية جيدة وعلى درجة كبيرة من النقاوة ويفضل أن يكون على صورة بللورات . ومعبأ فى عبوات غير منفذة للرطوبة وفى مكان جاف بعيدا عن الأتربة والحشرات والحيوانات القارضة.

ويجب أن يضاف السكر بكمية تسمح بجعل ماء الناتج غير مناسبا لنمو الميكروبات وذلك لتلافى حدوث عيوب بكتريولوجية فى الناتج النهائى ويعبر عن ذلك عادة باصطلاح Sugar ratio أى نسبة السكر فى ماء اللبن المكثف معبرا عنها كنسبة مئوية وتعتبر نسبة السكر فى الماء هى الأساس الدقيق لحساب كمية السكر التى يجب أن يحتويها اللبن المكثف المحلى

$$\% \text{ للسكر فى الماء} = \frac{\text{٪ للسكر فى اللبن المكثف} \times 100}{(100 - \text{نسبة الجوامد اللبنية الكلية})}$$

ولقد أوصى الباحثون بإن تكون نسبة السكر فى محتوى الناتج من الرطوبة 62.5 ٪ وبالرغم من أن استخدام نسبة مرتفعة من السكر يساعد على زيادة قوة حفظ الناتج إلى أن ارتفاع نسبة السكر عن حد معين قد يؤدى إلى حدوث عيب تبلور السكر خصوصا عند درجات الحرارة المنخفضة ولذلك فقد أقترح ألا تزيد نسبة السكر فى محتوى الناتج فى الماء عن 64.5 ٪ .

طرق إذابة السكر وإضافته إلى اللبن

تؤثر درجة الحرارة والوقت الذى يضاف عنده السكر إلى اللبن على قابلية اللبن المكثف المحلى الناتج للحفظ وكذلك على الثبات الطبيعى له، فقد وجد أن إضافة السكر إلى اللبن الطازج قبل أو أثناء عملية التسخين المبدئى يؤدى إلى زيادة مقاومة الميكروبات والأنزيمات الموجودة باللبن للحرارة وبالتالى تؤثر على قابلية الناتج للحفظ وذلك يتطلب استخدام درجات حرارة أعلا أو مدة أطول فى التسخين المبدئى، أن وجود السكر أثناء عملية التسخين المبدئى يزيد من فرصة حدوث عيب ثقل القوام فى الناتج أثناء التخزين وعلى ذلك يفضل إضافة السكر إلى اللبن فى قدر التكثيف أثناء عملية التركيز وذلك على صورة محلول سكرى ساخن يحتوى على 60 . 65 ٪ سكر ويجب أن تصل درجة حرارة المحلول إلى 85°م أو أعلا وأن يرشح للتخلص من أى مواد غريبة.

خامسا: عملية التركيز Condensation

يتم تركيز أو تكثيف اللبن . بعد تسخينه مبدئيا . فى قدر التكثيف تحت تفريغ أو أحد أجهزة التكثيف السابق الإشارة إليها إلى الدرجة المرغوبة.

ويوجد عدة طرق لمعرفة وصول اللبن للتركيز المناسب منها سحب عينة من القدر وتقدير كثافتها بالعين المجردة وذلك بملاحظة قوامها ومظهرها وسرعة

انسكابها ولكن هذه الطريقة لا تعتبر مقياسا دقيقا كما أنها تحتاج إلى خبرة عالية لا تتوفر فى الكثيرين، أو عن طريق اختبار الكثافة أو باستخدام الرفراكتوميتر.

سادسا: التعديل النهائى للبن المكثف المحلى .Final standardization

ويجرى هذا التعديل بهدف تحديد نسبة الجوامد الكلية المطلوب وجودها فى الناتج النهائى . وعادة ما يسحب اللبن المركز مرتفعا فى تركيزه عن التركيز المطلوب وعندئذ يجرى التعديل بالإضافة الماء مع اتخاذ الاحتياطات اللازمة بخلطة تماما مع كل الكمية من اللبن المركز .

أما إذا كانت نسبة الدهن فى اللبن المكثف المحلى أقل من النسبة المفروض وجودها فيلزم أن يتم التعديل بإضافة الكمية اللازمة من القشدة المبسترة على أن يتم خلطها جيدا مع كمية اللبن المركز.

ويتم حساب كمية الماء اللازمة لعملية التعديل فى حالة ارتفاع نسبة الجوامد الكلية من المعادلة الآتية:

كمية الماء اللازم إضافتها:

$$= \frac{\text{نسبة الدهن في اللبن المركز الناتج}}{\text{نسبة الدهن المرغوبة في اللبن المركز}} \times \text{كمية اللبن المركز} - \text{كمية اللبن المركز}$$

سابعا: عملية التبريد Cooling

يجب أن يبرد اللبن المكثف المحلى بعد التركيز بأسرع ما يمكن وذلك لأن التأخير فى عملية التبريد ينشأ عن حدوث عيب ثقل القوام وكذلك اسمرار اللون وزيادة محتواه من أعداد البكتريا، هذا بالإضافة إلى طريقة التبريد يتوقف عليها مدى نعومة أو خشونة الناتج النهائى وخلوه من بللورات السكر المترسبة، وعلى ذلك فيجب أن تتم عملية التبريد بطريقة سليمة حتى لا تتسبب فى تغير خواص هذا الناتج من ناتج ناعم التركيب إلى ناتج رملى فى خلال 12 . 24ساعة بسبب وجود بللورات كبيرة من اللاكتوز.

لتلافى تكوين البللورات الكبيرة تجرى عملية البذر seeding بهدف المساعدة على تكوين أكبر عدد من البللورات الصغيرة، ويمكن الإسراع من عملية التبلور للاكتوز بتبريد الناتج مما يؤدى إلى رفع درجة الحرارة تشبع الماء باللاكتوز وقد وجد أن الدرجة المثلى التى يتبلور عندها اللاكتوز هى 30°م وعلى ذلك

فبمجرد سحب اللبن المكثف المحلى من قدر التكثيف يجب تبريده مباشرة وبسرعة إلى 30°م وعندئذ يضاف كمية صغيرة من بللورات اللاكتوز الدقيقة الحجم بنسبة تتراوح من 0.1 . 0.3 ٪ من كمية اللاكتوز فى اللبن المكثف المحلى حيث تنشر الكمية المناسبة للدفعة فى قليل من اللبن المكثف المحلى وذلك لجعل الناتج متجانسا وغير متكتل ثم تضاف تدريجيا إلى كل الدفعة مع التقليب الشديد . وتعمل بللورات اللاكتوز المضافة كنوايا أو بذور يتجمع حولها اللاكتوز من المحلول فوق المشبع وأثناء ذلك يحب تقليب اللبن المكثف المحلى بشدة حتى يتكون أكبر عدد ممكن من البللورات الدقيقة . ويتميز اللبن المكثف المحلى بالقوام والتركيب الناعم ويجب المحافظة على درجة الحرارة ثابتة أثناء هذه العملية والتى تستغرق حوالى الساعة بعدها يبرد اللبن المكثف المحلى إلى 10°م مع استمرار التقليب بعض الوقت.

وتوجد عدة طرق لا تمام تبريد اللبن المكثف المحلى وهى:

1- التبريد بطريقة الدفعات (الطريقة غير المستمرة).
2- التبريد بالطرق المستمرة .
3- التبريد بنظام يجمع الطريقتين السابقتين.
4- التبريد تحت ضغط منخفض (تفريغ) .

تأثير عملية التبريد على التركيب

يتوقف مدى نعومة الناتج المكثف على عدد وحجم بللورات اللاكتوز التى يحتويها فقد وجد بالفحص الميكروسكوبى لعينات اللبن المكثف المحلى ذو التركيب الناعم الجيد أنها تحتوى على حوالى 400.000 بللورة/مم3، وتحت الظروف الموجودة فى صناعة اللبن المكثف المحلى فإن الصورة ألفا . لاكتوز هى التى تتبلور، وتتم عملية البلورة ببطء وذلك لأن المحافظة على الصورة ألفا . لاكتوز فى حالة فوق تشبع يتطلب التحول المستمر من الصورة الأكثر ذوبانا وهى بيتاهيدريد B – hydride إلى الصورة الأقل ذوبانا وهى hydrate - & كما أن معدل تبلور اللاكتوز فى البن المكثف المحلى يعوقه غرويات اللبن واللزوجة العالية التى تقلل من معدل الانتشار.

ثامنا: تعبئة اللبن المكثف المحلى Packaging

يتم تعبئة اللبن المكثف المحلى على صورتين الأولى فى عبوات صغيرة من الصفيح محكمة القفل وتناسب الاستعمال فى الأغراض المنزلية . يتم غلقها

بطريقة القفل المزدوج. أما الصورة الثانية فهى تعبئة فى براميل معدنية أو خشبية ذات غطاء يمكن رفعه وتركيبه، وهذه البراميل مصنوعة بحيث يمكن إعادة استخدامها أكثر من مرة وتصلح هذه العبوات للاستعمال فى أغراض الصناعات الغذائية.

ويجب ملأ العبوات إلى أقص حد ممكن وذلك حتى تكون خالية من الهواء لعدم نمو الفطريات أن وجدت، كما يلزم تعقيم العلب وأغطيتها باستخدام البخار فوق المسخن أو الأشعة فوق البنفسجية. وبعد تعبئة العلب وغلقها تلصق عليها البيانات أو تطبع وتنقل بعد ذلك إلى حجرات التخزين.

صناعة اللبن المبخر

يعرف اللبن المركز (المبخر) بأنه الناتج من تركيز اللبن الطازج تحت تفريغ بحيث ينتج 1رطل منه من تركيز 2.15 . 2.55 رطل لبن طازج وله قوام القشدة الخفيفة ويسوق على صورة عبوات من الصفيح مقفلة تماما يختلف حجمها من 6 . 14.5 أوقية وقد تصل جالون وعامل الحفظ فى هذا الناتج هو الحرارة التى تتعرض لها العلب . بعد تعبئتها . على صورة بخار تحت ضغط عادة.

وتنص الموصفات الأمريكية على أن اللبن المركز الكامل يجب أن تحتوى على الدهن بنسبة لا تقل عن 7.9 ٪ وللجوامد اللبنية الكلية بنسبة لا تقل عن 25.9 ٪ بينما تشترط المواصفات البريطانية على وجود الدهن والجوامد اللبنية الكلية بالنسب 9 ٪ ، 31 ٪ كحد أدنى على التوالى.

وفيما يلى خطوات صناعة اللبن المركز:

أولا: استلام اللبن واختباره

تجرى على اللبن عقب استلامه بعض الاختبارات التى سبق ذكرها عند الإشارة إلى صناعة اللبن المكثف المحلى وذلك للتأكد من صلاحية اللبن المركز لإنتاج اللبن المركز.

ثانيا: تعديل نسبة الدهن إلى الجوامد اللادهنية

يتم سحب اللبن الذى اجتاز اختبارات الاستلام بنجاح إلى أحواض الوزن لأخذ عينات منه وتسجيل الوزن . ثم إلى تانكات اللبن الخام والتى يسحب منها بعد ذلك إلى المبرد ثم إلى تانكات الحفظ أو التخزين وعندئذ يختبر من حيث نسبة

الدهن والجوامد اللبنية الكلية ثم تعدل نسبة الدهن إلى الجوامد اللادهنية المرغوبة فى اللبن المركز . كما سبق الإشارة إلى ذلك.

ثالثا : التسخين المبدئى

فى صناعة اللبن المركز لا تجرى عملية التسخين المبدئى بهدف التخلص من الميكروبات المرضية أو التى تؤثر على جودة الناتج أو أتلاف الأنزيمات حيث أن ذلك هو الغرض من عملية التعقيم للناتج النهائى بالبخار المضغوط، ألا أن عملية التسخين المبدئى من الخطوات الهامة فى هذه الصناعة حيث أنها تتحكم فى الثبات الحرارى للبن المركز وعموما فيمكن استخدام أحد المعاملات الحرارة التالية فى عملية التسخين الابتدائى:

أ – من 90 . 100°م/10 . 25ق. ب . من 100 . 120°م / 3 .10ق.

جـ . أكثر من 120°م/عدة ثوان .

رابعا: التركيز

تجرى عملية التركيز للبن بعد تسخنيه مبدئيا وذلك بإحدى الأجهزة المستخدمة فى التركيز السابق الإشارة إليها.

خامسا: زيادة محتوى اللبن المبخر من فيتامين" D"

نظرا لانخفاض محتوى اللبن الطبيعى من فيتامين " D " فقد اتجه التفكير إلى إنتاج لبن مركز يحتوى على فيتامين " D " بكمية أكبر ويوضح ذلك على عبوات اللبن المركز بإضافة فيتامين D إلى اللبن وعادة ما يتم ذلك بإضافة مستحضرات غنية بالفيتامين وتقع هذه المواد تحت مجموعتين إحداهما مركزات لا تمتزج باللبن بينما الأخرى يمكنها الامتزاج باللبن.

سادسا: التجنيس

تجرى عملية التجنيس للبن المركز عقب أجراء عملية التركيز وقبل التبريد وذلك للحصول على توزيع منتظم للدهن وإكساب الناتج التركيب المتجانس بمنع انفصال الدهن على هيئة طبقة على السطح، هذا بالإضافة إلى أن التجنيس يرفع من لزوجة الناتج النهائى مما يؤدى إلى زيادة ثبات توزيع الدهن به وإلى زيادة مقاومة الكازين للتجبن الحرارى أثناء التعقيم وتزداد لزوجة الناتج كلما زاد الضغط المستخدم فى التجنيس كما ترتفع القيمة الغذائية للناتج عن طريق جعل مكوناته خصوصا الدهن أسهل هضما وامتصاصا.

سابعا: التبريد والتعديل النهائى

يبرد اللبن المركز بعد تجنيسه وهو فى طريقة إلى تانكات التخزين، وعادة ما يتم ذلك باستخدام المبردات التى تعمل بالطريقة المستمرة سواء السطحية أو الأنبوبة، أما عند استخداما المبردات التى تعمل بطريقة الدفعات فإنها تكون عادة كأحواض حجز حيث يتم بها التبريد والحفظ.

وفى أثناء وجود اللبن المركز فى صهاريج التخزين تجرى عادة عملية تعديل تركيبه الكيماوى وعادة ما تقوم المصانع الكبيرة بتركيز اللبن إلى درجة أعلا قليلا عن الدرجة المطلوبة وحيث أن ذلك اللبن قد أجرى تعديل نسبة الدهن إلى الجوامد اللادهنية قبل التركيز فان التعديل النهائى يتم بالإضافة الماء وذلك بحساب الكمية الواجب لإضافتها منه حنى يكون التركيب مطابقا للمواصفات.

$$\text{كمية الماء الواجب إضافتها} = \frac{\text{كمية اللبن الطازج}}{\frac{\%\text{ للجوامد المرغوبة}}{\%\text{ للجوامد فى اللبن الطازج}}} - \frac{\text{كمية اللبن الطازج}}{\frac{\%\text{ للجوامد فى الناتج المركز}}{\%\text{ للجوامد فى اللبن الطازج}}}$$

ثامنا: التعبئة Packaging

يتم تعبئة اللبن المخبر فى عبوات معدنية صغيرة وزنها 453حجم عادة وذلك عند اتباع أسلوب التعقيم بالطرق التقليدية مع مراعاة أن تكون مصنوعة من مواد تتحمل التغيرات فى الضغط أثناء التعقيم مع مراعاة عدم ملأ العلب تماما حيث يترك فراغ يسمح بتمدد اللبن بفعل الحرارة المستخدمة فى التعقيم وأن تكون محكمة الغلق.

أما عند استخدام أسلوب التعقيم باستخدام الحرارة المرتفعة ولوقت قصير UHT فتتم عملية التعبئة للبن المعقم فى عبوات من الورق المشمع سبق تعقيمها وذلك تحت ظروف معقمة.

تاسعا: تعقيم اللبن المخبر Sterilization of evaporated milk

لا تعقيم علب اللبن المكثف غير المحلى للقضاء على ما به من ميكروبات فحسب ولكن تجرى هذه العملية أيضا لزيادة لزوجته الناتج ولقد وجد أن درجات الحرارة التى تؤدى إلى رفع لزوجة الناتج إلى الدرجة المناسبة تكون كافية للقضاء على الأنزيمات وكذلك للقضاء على الميكروبات التى قد تكون موجودة فى الناتج، ويجب عدم استخدام درجات حرارة شديدة الارتفاع حتى لا يحدث تغيرات فى اللون وتجبن للناتج، ومتوسط درجات الحرارة والوقت اللازم لعملية التعقيم تكون حوالى 115°م لمدة 20 دقيقة ومن الممكن استخدام درجة 118°م لمدة 15 دقيقة.

وقد يحدث أحيانا أن يتجبن اللبن المكثف عند تسخينه على هذه الدرجات السابق ذكرها مكونا خثره جامد غير مرغوبة فيها ولذلك ففى المصانع الكبيرة تؤخذ عينة صغيرة من اللبن المكثف المطلوب تعقيمه وتختبر قبل أجراء عملية التعقيم على كل الدفعة المراد تعقيمها فإذا تجبنت العينة بمثل هذه المعاملة الحرارية يضاف إلى اللبن قبل التعقيم بعض الأملاح الخاصة بكميات معينة ويطلق على هذا الاختبار اسم الاختبار التجريبى للتعقيم.

يمكن الاحتفاظ بالخواص الطبيعية للألبان المكثفة إذا أجرى تعقيمها باستخدام درجات الحرارة أقل ارتفاعا ولوقت أطول، ولقد أدت هذه المعلومات إلى استخدام طريقة التعقيم لدرجة مرتفعة ولوقت قصير بدلا من استخدام التعقيم بالطريقة التقليدية على 115°م لمدة 20 دقيقة.

ويمكن أجراء ذلك كما يلى:

1- بعد تعبئة اللبن المكثف فى العلب يعقيم برفع درجة حرارة العلب إلى درجة تتراوح بين 127 . 132°م لمدة 2 دقيقة إلى 40 ثانية.
2- قد يعقم اللبن المكثف قبل تعبئة بالطريقة المستمرة على درجة 145°م أو أعلا لمدة ثوانى قليلة على أن يعبأ اللبن بعد ذلك تحت ظروف التعقيم.

وعلى الرغم من أن أجراء التعقيم باستخدام درجات الحرارة المرتفعة ولوقت قصير يعطى ناتجا معقما بدرجة كافية إلا أنه يلزم معاملة حرارية إضافية لضمان نبات اللبن أثناء تخزنيه

عاشرا: اختبار العلب التعقيم

1- من حيث الوزن :- حيث تختبر العلب من حيث الوزن وتستبق العلب الناقصة.

2- التحضين: وذلك بوضع العلب بعد تعقيمها فى حجرة دافئة على درجة 28-37°م

/10-30 يوم وتفحص حيث يستبعد المنتفخ منها كما يفتح بعضها لاختبار محتوياتها قبل تسويقها من حيث مدى تأثير اللبن خلال تلك الفترة وكذلك مدى وجود بللورات مترسبة من الأملاح فى قاع القلب.

" **اللبن المكثف**"
Plain condensed milk

هو لبن مكثف غير محلى يحضر من اللبن الكامل أو المنزوع منه الدهن كليا أو جزئيا وتضبط نسبة الدهن إلى الجوامد به وكذلك نسب مكوناته لكى تناسب الغرض المستخدم من أجله ويكثف بحيث تتراوح نسبة تركيزه من2.5:1 . 1:4 وعادة ما يعبأ فى عبوات سعتها 10 جالون وذلك لاستخدامه فى مصانع الايس كريم ومنتجات المخابز توزيع نسبة قليلة منه على صورة زجاجات لبن تستهلك مباشرة وهذا المنتج لا تجرى عملية تعقيم كما أنه لا يحفظ عن طريق إضافة سكر القصب إلية ويماثل فى جودة حفظه اللبن المبستر بكفاءة، ومعظم هذا الناتج يعامل بالبخار فوق الساخن والهدف الأساس من معاملة اللبن الفرز المكثف بالبخار هو زيادة مقدار لزوجته، وهذا الناتج يرفع إلى حد معين من لزوجة الأيس كريم كما أنه يحسن من خواص رغيف الخبز عند إضافته إلى مخلوط العجين.

إلا أنه يجب ملاحظة أن هناك خطورة من زيادة استخدام البخار عند صناعة هذا الناتج وذلك لاحتمال تجبن اللبن إذا زادت الحرارة المستخدمة عن مقدار تحمل اللبن وثباته الحرارى.

التركيب الكيماوى للألبان المكثفة

يوضح الجدول التالى التركيب الكيماوى للأنواع المختلفة من الألبان المكثفة:

المنتجات اللبنية	جوامد لبنية	دهن	بروتين	لاكتوز	رماد	سكروز
لبن مكثف محلى كامل الدسم	* 28	*8.5	7.5	10.5	1.50	44.0
لبن فرز مكثف محلى	24	0.5	8,8	12.7	2.00	47.5
لبن مبخر كامل الدسم	*25.9	*7.9	6.7	10.00	1.4	.
لبن فرز مبخر	20.00	0.3	7.3	10.8	1.6	.
لبن حضن مكثف	28.90	1.95	10.61	***13	3.33	.
لبن فرز مخمر مكثف	28.00	1.17	10.19	***10	2.13	.

*نسبة الدهن والجوامد اللبنية الكلية كحد أدنى . طبقا للمواصفات الأمريكية

** تشمل حوالى 5.11 ٪ حموضة كحامض لأكتيك .

*** تشمل حوالى 6.08 ٪ حموضة كحامض لاكتيك .

الخواص الميكروبيولوجية للألبان المكثفة

تعتبر الألبان المكثفة بصفة عامة خالية من الأحياء الدقيقة المسببة للأمراض وذلك نتيجة لأن المعاملة الحرارية المستخدمة فى التسخين الأبتدائى تكون كافية لقتل تلك الميكروبات المرضية ورغم ذلك فإن بعض صور الألبان المكثفة تحتوى على أعداد كبيرة من الميكروبات مثل اللبن المكثف المحلى واللبن المكثف أما اللبن المبخر فيحتوى على أعداد قليلة من البكتريا التى تقاوم عملية التعقيم لهذا المنتج أو التى قد تصل إلية بعد التعقيم.

وعموما يعتبر اللبن المكثف غير المعامل plain قابل للفساد السريع فتزداد حموضته ويظهر به الطعم الحامض أو المتخمر خاصة إذا حفظ على درجة الحرارة العادية ولذلك فإنه يفضل استهلاكه مباشرة وهو طازج وإذا ما دعت الضرورة إلى بقاءه بعض الوقت فلا بد من حفظه تحت تبريد.

أما اللبن المكثف المحلى ولا تجرى له عملية تعقيم ذلك، وتحت الظروف التسويقية العادية فإن اللبن المكثف المحلى المحضر حديثا يحتوى فى المتوسط

من 5×10^{3} . 5×10^{4} ميكروب/سم3. وعموما فإن اللبن المكثف المحلى ذو قوة حفظ لاحتوائه على نسبة عالية من السكر التى تقلل من تطور أو زيادة محتواه من الميكروبات ورغم ذلك فإن أعداد البكتريا بهذا المنتج قد تزداد أثناء التخزين وقد تنقص فى بعض الأحيان ويتوقف ذلك التغير على درجة حرارة التخزين.

وعموما يجب مراعاة كل الشروط الصحية عند إنتاج اللبن المكثف المحلى وذلك لأنه لا يتعرض لدرجات حرارة مرتفعة بعد عملية التسخين المبدئى، وحيث أن هذا الناتج لا يكون معقما فإن العدد الكلى للميكروبات فيه قد يتراوح ما بين بضع مئات قلقة إلى أكثر من مائة ألف ميكروب فى ال 1 جرام وقد يكون هذا اللبن محتويا على الخمائر والفطريات و micrococci والكوليفورم، البكتريا المتجرثمة الهوائية. ويؤخذ عدد الميكروبات الموجودة فى الناتج بعد الانتهاء من التصنيع بوقت قصير كمقياس لبيان تأثير عملية التسخين المبدئى وتأثير الظروف الصحية للمصنع أثناء الإنتاج على البكتريا وخلافها من الميكروبات.

وأكثر العيوب الميكروبيولوجية شيوعا فى اللبن المكثف المحلى هى تكوين الغاز(الانتفاخ)، ثقل أو سماكة القوام، نمو الفطريات وفيما تعلق باللبن المبخر فإنه من وجهة النظر البكتريولوجية فإنه يمكن اعتباره منتج غذائى مأمون الاستعمال فى تغذية الأطفال، ولكن فى بعض الأحيان قد تكون عملية التعقيم غير تامة بسبب عدم استخدام الحرارة الكافية سواء من حيث الدرجة أو المدة وفى هذه الحالة تتكاثر البكتريا المقاومة للحرارة وخاصة المتجرعة وتسبب بعض العيوب وأهميها الانتفاخ نتيجة تخمر اللاكتوز وتكوين الغاز، أو لتجبن نتيجة تكون الحموضة أو بفصل بعض الميكروبات المنتجة لأنزيمات مشابها لأنزيمات الرنين. وقد يتبع ذلك تحلل البروتين وظهور الطعم المر. وقد تحدث بعض العيوب البكتريولوجية عن وجود تنفيس فى العلب أو عدم أحكام الغلق ويسببها مجموعة مختلفة من الميكروبات تصل إلى محتويات العلب نتيجة دخول ماء التبريد.

وبالرغم من أن اللبن المبخر يعتبر ناتجا معقما ومن الممكن تخزينه لفترة طويلة على درجة حرارة الجو العادى إلا أنه عند فتح العلب تصبح محتوياتها عرضة للفساد السريع وعلى ذلك فإنه يجب فى حالة عدم استعمال محتوياتها العلبة فى الحال حفظها فى الثلاجة.

العيوب غير الميكروبيولوجية التى قد تحدث فى الألبان المكثفة

بخلاف العيوب الميكروبيولوجية فإنه قد تحدث بعض العيوب الطبيعية والكياوى فى الألبان المكثفة

أولا: اللبن المكثف المحلى.

1. الترميل Sandiness :

يرجع ظهور عيب الترميل إلى زيادة حجم بللورات اللاكتوز وعدم تجانسها مما يعطى الإحساس بالمذاق الخثن نتيجة لعدم إجراء عملية التبريد بكفاءة.

وقد يرجع عيب الترميل أيضا إلى تكوين بللورات من السكروز وذلك عند تعرض اللبن المكثف المحلى أثناء نقله أو تخزينه أو تداوله لدرجات حرارة منخفضة خاصة إذا زادت السكروز فى الماء اللبن عن 64.5 ٪ وهى الحالة التى يكون عندها السكروز فى حالة تشبع كامل وعندئذ تتكون بللورات كبيرة الحجم من السكروز تعطى اللبن المكثف المحلى التركيب الرملى الخشن.

2. وجود راسب من السكر : Sugar Sediment

من العيوب التى قد تحدث فى اللبن المكثف المحلى هو وجود راسب من السكر فى قاع العبوات أو البراميل المحتوية على وقد أثبتت نتائج التحليل الكيماوى والفحص الميكروسكوبى أن مثل هذا الراسب يتكون عادة من سكر اللاكتوز والسبب الأساس فى تكوينه يرجع إلى الاختلاف فى الوزن النوعى بين اللاكتوز المتبلور وباقى محتويات العبوه من اللبن المكثف المحلى.

3. ثقل القوام: Age thickening

يعتبر هذا العيب أكثر العيوب خطورة فى هذا الناتج حيث تزداد لزوجة الناتج تدريجيا أثناء التخزين إلى درجة قد يصبح معها ذو قوام شبيه بالبودنج وتعزى لزوجة اللبن المكثف المحلى وميله إلى التخانة أثناء التخزين إلى زيادة تشرف أو انتفاخ البروتينيات وخاصة الكازين.

4. النكهة الزنخة: Rancid Flavor

قد يحدث هذا العيب بفعل أنزيم اللايبيز الموجود أصلا فى اللبن أو الذى تفرزه بعض الميكروبات.

5. انفصال الدهن : fat separation

قد يحدث فى عبوات اللبن المكثف المحلى نتيجة لانخفاض اللزوجة حيث يصعد جزء من الدهن مكونا طبقة صفراء اللون على السطح، ويمكن منع حدوث هذه الظاهرة باتباع طريقة الصناعة التى تضمن زيادة اللزوجة.

6. اللون الداكن: Dark Color

ويرجع ظهور هذا العيب إلى استعمال درجات حرارة مرتفعة ولمدة طويلة فى عملية التسخين المبدئى وكذلك إلى ارتفاع درجات حرارة التخزين (أعلا من 30°م) ومن النادر حدوث هذا العيب إذا خزن الناتج على درجة أقل من 15°م.

ثانيا: اللبن المبخر:

تنحصر أهم العيوب غير البكتريولوجية التى قد تحدث فى اللبن المخبر فيما يلى:.

1. التجبن الحرارى: heat coagulation

ويلاحظ أن التكثيف يؤدى إلى زيادة اللزوجة ولكن الزيادة الكبيرة فى اللزوجة تحدث نتيجة لعملية التعقيم وفى الواقع فإن الزيادة فى اللزوجة تنشأ عن حدوث تجبن جزئى لبروتينيات اللبن Some coagulation of proteins ويجب ألا يزيد التجبن إلى زيادة درجة ينشأ عنها وجود ناتج خشن حبيبى أو وجود خثره curd لا تسمح باختلاط اللبن وتجانسه مع الماء عند تخفيفه أو استرجاعه.

2. انفصال الدهن: Fat Separation

قد تحدث انفصال للدهن وذلك فى حالة عدم إجراء عملية التجنيس بكفاءة وأيضا إذا كانت لزوجة الناتج ضعيفة والتى تشاهد عند حدوث العيب المعروف بالقوام المائى أو الخفيف.

3. اسمرار اللون: Browning

وجد أن اسمرار اللون خصوصا أثناء التعقيم يحدث كنتيجة لزيادة المعاملة الحرارية المستخدمة فى هذه العملية كما وجد أيضا أن التسخين لمدة طويلة على درجة حرارة منخفضة نسيبا أثناء التعقيم تساعد على حدوث هذا العيب، كما يزداد

اسمرار اللون أثناء التخزين بزيادة درجة حرارة التخزين وطول مدة التخزين بينما لا يحدث تغير فى لون الناتج عند التخزين على درجة 9°م أو أقل.

4. ترسيب الأملاح: Mineral Deposit

قد يحدث فى بعض الأحيان وجود راسب من الأملاح فى قاع العبوات وهذا الراسب يتكون أساسا من سترات الكالسيوم الثلاثية. وتزداد فرصة حدوث هذا العيب فى الفصول التى يتم فيها تغذية الأبقار على التعليقة الخضراء حيث تزداد نسبة السترات فى اللبن خاصة إذا زدات نسبة تركيز اللبن وذلك أثناء التخزين أو تم تخزينه على درجة حرارة مرتفعة نوعا.

تذكر

- اللبن المكثف هو الناتج المتحصل عليه بتبخير جزء من ماء اللبن تحت تفريغ ويتم تسويقه فى عبوات محكمة الغلق ، ويصنع من اللبن الكامل أو المعدل أى بنزع الدهن جزئياً أو كلياً . وعادة ما ينتج 1 كجم من اللبن المكثف من 2.25–2.75 كجم لبن طازج.
- ترجع قوة حفظ الألبان المكثفة إلى أحد عمليتان تحددان طبيعة ونوع الناتج النهائى وهما :

أ- إضافة السكر إلى اللبن أثناء التصنيع بحيث يصبح الماء وهو وسط الانتشار مرتفعاً فى الضغط الأسموزى ليمنع نمو الميكروبات – ويعرف ذلك المنتج باللبن المكثف المحلى (44%–42 سكر) .

ب–تعقيم الناتج المركز بالحرارة ويعرف ذلك المنتج باللبن المبخر أو المكثف غير المحلى.

- تنحصر أهم أغراض صناعة الألبان المكثفة فى تنظيم عمليات تسويق اللبن ، تقليل وزنه وحجمه والاستغناء عن وسائل الحفظ التى تحتاج إلى تبريد بالإضافة إلى تحسين خواص اللبن من الوجهة الصحية وإطالة مدة حفظه.
- يمكن استعمال الألبان المكثفة فى كافة الأغراض التى يستخدم فيها اللبن الطازج فيما عدا تغذية الأطفال بالنسبة للبن المكثف المحلى لإحتوائه على نسبة عالية من السكر كما أنه لا يجرى له عملية تعقيم.
- يعتبر قدر التكثيف تحت تفريغ هو قلب صناعة الألبان المكثفة حيث يتم فيه تركيز اللبن لإنتاجه فى صورة مركزة أو كخطوة وسيطة عند الرغبة فى إنتاج اللبن المجفف وكذلك فى صناعة اللاكتوز من الشرش . ويتركب أساساً من : سطح التسخين ، فراغ التبخير ، مصيدة رذاذ اللبن المركز ،

مكثف الأبخرة ، مضخة التفريغ ، بالإضافة إلى مجموعة من الأجهزة المساعدة المركبة على القدر.

- يوجد عديد من أشكال وأحجام وأنواع اجهزة التبخير منها: أجهزة التبخير ذات الأنابيب الأفقية ، اجهزة التبخير ذات الأنابيب الرأسية القصيرة أو الطويلة ، أجهزة التبخير السطحية.
- يجب ان يبرد اللبن المكثف المحلى بعد التركيز بأسرع ما يمكن حتى لا يكون عرضة لحدوث عيب ثقل القوام أو اسمرار اللون أو يزداد محتواه من الميكروبات.
- يعقم اللبن المبخر بالطرق التقليدية على درجة حرارة 115-118°م/15-20 دقيقة بعد تعبئته فى عبوات تتحمل تلك المعاملة الحرارية – أو باستخدام طريقة التعقيم على درجة حرارة مرتفعة لوقت قصير (140-145°م/30-40 ثانية) ثم تتم تعبئته فى عبوات من الورق المشمع سبق تعقيمها وتحت ظروف معقمة.
- تنهى المواصفات الأمريكية على أن اللبن المكثف المحلى الكامل يجب أن يحتوى على الدهن بنسبة لا تقل عن 8.5% وعلى جوامد اللبن الكلية بنسبة لا تقل عن 28% بينما لا تقل نسبة الدهن عن 7.9% والجوامد اللبنية الكلية عن 25.9% فى حالة اللبن المكثف غير المحلى (المبخر).
- قد تظهر بعض العيوب فى اللبن المكثف المحلى أهمها الترميل ، وجود راسب من السكر ، ثقل القوام ، النكهة الزنخة بينما أهم العيوب التى قد تحدث فى الألبان المكثفة غير المحلاه التجبن الحرارى ، انفصال الدهن ، اسمرار اللون وترسيب الأملاح.

أسئلـة

1- أذكر أهم أغراض صناعة الألبان المكثفة ، مع الإشارة إلى أهم استخداماتها؟

2- أذكر أهم مكونات وحدة التكثيف ثم وضح دور كل منها فى عملية التكثيف ؟

3- أذكر أهم مميزات اجهزة التكثيف متعددة الوحدات ثم وضح أهم النظم المتبعة بها.

4- وضح أهم الاختلافات فى صناعة اللبن المكثف المحلى وغير المحلى؟

5- أذكر أهمية العمليات التالية فى صناعة الألبان المكثفة : تعديل تركيب اللبن – التسخين الابتدائى.

6- تعتبر عملية التبريد من الخطوات الهامة التى تؤثر على صفات اللبن المكثف المحلى" – ناقش ذلك مع الإشارة إلى طرق إجراءها.

7- "تؤثر الطريقة التى يتم بها تعقيم اللبن المبخر على الخواص التسويقية للناتج" وضح ذلك مع ذكر درجات الحرارة والمدة المستخدمة فى كل منها؟

8- تختلف الخواص المبكروبيولوجية لكل من اللبن المكثف المحلى واللبن المبخر" وضح ذلك مع الإشارة إلى أهم العيوب الميكروبيولوجية التى قد تحدث بهما.

9- وضح أهم أسباب ظهور العيوب التالية فى الألبان المكثفة وكيفية تلافي حدوثها:

أ- الترميل ، وجود راسب من السكر فى اللبن المكثف المحلى.

ب- التجبن الحرارى ، اسمرار اللون فى اللبن المبخر.

الباب الخامس
الألبان المجففة
Dried Milks

اللبن المجفف هو الناتج من تبخير الماء الموجود فى اللبن الطازج حتى تصل نسبة الرطوبة بة الى 3–5% ويتحول الى صورة مسخوق يطلق علية مسحوق اللبن أو اللبن المجفف ودرجة التجفيف للبن الخام هى فى الواقع وسيلة حفظ المسحوق الناتج من التلف حيث أن طريقة الصناعة قد لا تقضى تماما على كافة الأحياء الدقيقة و الإنزيمات ، وعلى ذلك فكلما قلت نسبة الرطوبة كلما ساعد ذلك على إيقاف وتثبيط نشاط المتبقى بالناتج من الانزيمات والكائنات الحية الدقيقة.وقد يصنع من اللبن كامل الدسم أو منزوع دهنة "جزئيا أو كليا" مع ضرورة توضيح ذلك على العبوة – وكمل سبق الإشارة بالنسبة للألبان المكثفة فإن صناعة تجفيف اللبن تعتبر وسيلة لحفظ اللبن السائل الزائد عن الحاجة فى مواسم الإنتاج المرتفع والاستفادة منه فى فترات الانتاج المحدود وكذلك المناطق التى يندر أو يقل فيها إنتاج اللبن بالإضافة الى تقليل وزن وحجم اللبن وبالتالى سهولة النقل والتخزين وعدم الحاجة الى وسائل للتبريد مما يقلل من التكاليف.

وقد بدأت صناعة اللبن المجفف تجاريا فى بداية القرن الماضى حيث تم إنشاء أول مصنع لتجفيف اللبن بالولايات المتحدة عام 1903 بطريقة الأسطوانات تحت الضغط الجوى العادى ثم بنى مصنع آخر للتجفيف بطريقة الاسطوانات تحت تفريغ عام 1905 ، أما طريقة التجفيف على صورة رذاذ فقد أدخلت فى الصناعة بنجاح لأول مرة عام 1906 وقد استعمل اللبن السائل فى الصناعة فى بادئ الأمر ثم استخدام بعد ذلك اللبن المكثف ، وفى عام 1912 إستخدم Kranse بألمانيا أول جهاز طرد مركزى لرش اللبن على صورة رذاذ.

وقد تطورت صناعة التجفيف بواسطة الأسطوانات تحت الضغط الجوى العادى وزادت أهميتها بالمقارنة بتلك الطريقة تحت تفريغ والتى تتطلب تكاليف باهظة مقارنة بطريقة تجفيف اللبن على صورة رذاذ التى انتشرت بصورة كبيرة وذلك لما للناتج من خواص جيدة وتكاليف منخفضة على المستوى التجارى وفى عام 1954 انتج اللبن المجفف فورى الذوبان Instant dried milk لأول مرة فى الولايات المتحدة الأمريكية بواسطة David Beebles بهدف زيادة سرعة قابلية الناتج للذوبان والاسترجاع فى الماء البارد بدون تقليب يذكر .

وقد استمرت التحسينات فى انتاج وتعبئة اللبن المجفف مثل التعبئة تحت تفريغ أو فى وجود غاز خامل لاطالة قوة حفظ اللبن وتحسين خواصه التسويقية أثناء التخزين وجعل تركيبه ثابتا بدرجة كبيرة .ومن جهة أخرى فقد استخدمت طريقة التجفيد (التجفيف بالتجميد) Freeze drying فى تجفيف اللبن الا أنها لم تنتشر تجاريا لإرتفاع تكلفة الناتج.

استعمالات الألبان المجففة:

يستخدم اللبن المجفف فى كافة الأغراض التى يستخدم فيها اللبن السائل تقريبا" فعلى سبيل المثال :-

1- يستخدم اللبن المجفف بعد إسترجاعة فى أغراض التغذية فى البلاد ذات الانتاج المحدود والتى تعتمد بدرجة كبيرة على إستيراد الألبان المجففة وذلك إما بمفردة أو بعد خاطة بنسبة من اللبن الطازج ، وكذلك فى تغذية أفراد القوات المسلحة أثناء الحروب .
2- يستخدم اللبن المجفف بعد تدعيمة ببعض الفيتامينات أو المعادن أو إضافات أخرى أو بعد إجراء بعض المعاملات لتعديل تركيبة فى تغذية الاطفال وبعض حالات التغذية الخاصة من المرضى .
3- يستخدم اللبن المجفف كليا أو جزئيا مع اللبن الطبيعى فى صناعة الجبن بأنواعها المختلفة ويستخدم لهذا الغرض مسحوق اللبن الفرز المنتج بإستعمال الحرارة المنخفضة Low Heat Milk Powderختى لا تتأثر عملية التجبن أو صفات الخثرة بتلك الاضافة.
4- يستخدم اللبن الفرز المجفف فى كثير من الصناعات الغذائية مثل صناعة منتجات المخابزوالشيكولاتة والحلويات والمارجرين والسجق وبعض أنواع الشوربة بهدف تحسين خواص الناتج ورفع القيمة الغذائية كما يدخل فى كافة الصناعات السابقة إستخدام البان مجففة أستخدم فى إنتاجها درجة حرارة مرتفعة High heat milk powder.
5- يستعمل البن المجفف الفرز وبعض المنتجات المجففة مثل الشرش واللبن الخض خصوصاتلك المجففة بطريقة الأسطوانات فى تكوين علائق الماشية والدواجن .

ومما هو جدير بالذكر أن القيمة الغذائية للبن المجفف مماثلة لتلك الخاصة باللبن السائل قبل التجفيف فيما عدا الفقد بنسب مختلفة لبعض الفيتامينات خاصة الذائبة فى الماء كما وجد أن عملية التجفيف لا تؤثر على كل

من اللاكتوز والدهن والبروتينات –ومن جهة أخرى يتميز مسحوق اللبن بضمان خلوه من الميكروبات الممرضة وزيادة مدة حفظة.

صناعة اللبن المجفف

اللبن المجفف أو مسحوق اللبن هو الناتج من البن السائل بعد التخلص من معظم ما به من ماء بحيث تصل نسبة الرطوبة به حوالى 3–5% ويعطى كل 8 كجم تقريبا من اللبن البقرى 1كجم من اللبن المجفف بينما تنتج هذة الكمية من حوالى 6–7كجم من اللبن الجاموسى وتنص المواصفات القياسية المصرية على ألا تزيد نسبة الرطوبة عن 5% بينما تختلف نسبة الدهن به تبعا لمايلى :

- لبن مجفف عالى الدهن (40–50%)
- لبن مجفف كامل الدهن (26–40%)
- لبن مجفف نصف دهن (لا يقل عن 14%)
- لبن مجفف ربع دهن (لا يقل عن 7%)
- لبن مجفف منزوع الدهن (لا يزيد عن 1.5%)

مع مراعاة ألا تزيد حموضتة عند إسترجاعة عن 0.17%

وتتلخص خطوات صناعة اللبن المجفف فيمايلى:-

1- **إستلام اللبن وإختباره**

تجرى على اللبن عقب إستلامه بعض الاختبارات التى سبق ذكرها عند الإشارة الى صناعة الألبان المكثفة – وأهم تلك الاختبارات هو إختبار الحموصة حيث يجب أن يكون اللبن طازجا ذو حموضة منخفضة لتأثيرها على جودة الناتج النهائى ثم تصفية اللبن وتنقيته وحفظه مبردا على(4–5م°) .

2- **تعديل التركيب الكيماوى Standardization**

يجرى تعديل تركيب اللبن خاصة فيما يتعلق بنسبة الدهن الى التركيب المرغوب ويتم ذلك عن طريق إضافة القشدة أو فرز جزء من اللبن كما قد يتم فرز اللبن كليا عند الرغبة فى انتاج لبن فرز مجفف

3- التسخين المبدئى Preheating

وتهدف هذة المعاملة الى التخلص من الميكروبات المرضية ومعظم البكتريا غير المتجرثمة وتثبيط النشاط الإنزيمى خاصة إنزيم اللايبيز وتثبيط مجاميع السلفهيدريل وتعتبر هذة العملية ضرورية سواء تم تجفيف اللبن كما هو أو بعد تركيزه وتختلف المعاملة الحرارية المستخدمة بدءاً من البسترة السريعة(72°م /15ث) عند الرغبة فى انتاج لبن مجفف منخفض الحرارة Low heat milk powder إلى معاملة أشد (85-88°م/15-30ق) عند الرغبة فى إنتاج مسحوق لبن من النوع مرتفع الحرارة High heat milk powder ويستخدم فى ذلك المبادلات الحرارية سواء السطحية أو الأنبوبية وعادة ما تقسم الألبان المجففة تبعا للمعاملة الحرارية التى تتعرض لها أثناء الصناعة ومدى ملائمتها للغرض التى تستخدم من أجلة ، ويتم تقدير نيتروجين بروتينات الشرش غير المدنترة كأساس لهذا التقسيم كما يلى :-

القسم	نيتروجين بروتينات الشرش WPN
مرتفع الحرارة High heat	لا يزيد عن 1.5مجم/جم مسحوق
متوسط الحرارة Medium heat	من 1.51-5.99مجم/جم مسحوق
منخفض الحرارة Low heat	لا يقل عن 6مجم/حم مسحوق

4- التكثيف Condensation

قد يتم تجفيف اللبن كما هو أو بعد تركيزة – ولو أنه يفضل عمليا تركيزه أولا حيث أن كمية الطاقة اللازمة لتبخير رطل واحد من الماء فى أجهزة التبخير أقل منها كثيرا عن أجهزة التجفيف سواء بالإسطوانات أو بالرشاش وتتوقف درجةالتركيز للبن المعد للتجفيف على طريقة التجفيف فبينما يصل التركيز الى 30-45% جوامد عند إستخدام طريقة الرذاذ تبعا لنوع جهاز الرش المستخدم إلا أنها يجب ألاتزيد عن 18% عند التجفيف بطريقة الإسطوانات .

ومن جهة أخرى فإن درجة التركيز المستخدمة لها علاقة بكثافة المسحوق الناتج حيث تزداد كثافة المسحوق المنتج بطريقة الرذاذ بزيادة تركيز اللبن المستخدم ممايحسن من قوة حفظه .

وعموما فتستخدم إحدى أجهزة التبخير تحت تفريغ السابق الإشارة إليها فى الجزء الخاص بالألبان المكثفة تبعا لكمية اللبن المراد تركيزها وتجفيفهاوقد تستخدم أجهزة الإسموزية العكسية Reverse Osmosis فى تركيز اللبن قبل تجفيفه – كما يمكن الجمع بين الطريقتين حيث تستخدم طريقة الإسموزية العكسية لتركبز اللبن الى حوالى 25% ثم يكمل التركيز بأجهزة التبخير تحت تفريغ الى الدرجة المطلوبة.

5- التجنيس Homogenization

قد تجرى عملية التجنيس عند صناعة اللبن المجفف المحتوى على الدهن وذلك بعد عملية التركيز ، وذلك لتقليل محتوى المسحوق من الدهن الحر الذى يزيدمن تعرضه للتزنخ التأكسدى كما يعمل على تقليل درجة ذوبانه، ويجب ألا يزيد التركيز عن 3 :1 حيث أنه عند التركيزات الأكثر ارتفاعاً فإن التجنيس يسبب عدم ثبات للبروتينات مما يقلل من خواص الاسترجاع للمسحوق.

6- التجفيف : Drying

الأساس فى طرق التجفيف هو التبخير السريع للماء من أكبر سطح معرض وذلك لضمان المحافظة على المادة الغذائية وعدم حدوث أى تغيرات غير مرغوبة.

طرق تجفيف اللبن Methods of Drying

تنقسم نظم تجفيف اللبن إلى قسمين هما :

أولاً : التجفيف على درجات الحرارة المنخفضة : ويتبعها:

أ- تجميد اللبن ثم فصل بللورات الماء المتجمد على صورة ثلج بطريقة الطرد المركزى .

ب-تجميد اللبن ثم فصل بخار الماء عن طريق التبخير بالتسامى (التجفيد) وهذه الطرق غير اقتصادية ، ولم ينتشر استعمالها على النطاق التجارى لارتفاع تكاليفها.

ثانياً : التجفيف باستخدام الحرارة المرتفعة :

والفكرة الأساسية فيها التبخير السريع للماء من أكبر سطح ممكن من اللبن ،ويمكن تنفيذها بإحدى الطرق التالية:

أ- طريقة الاسطوانات على صورة غشاء على اسطوانات إما تحت الضغط الجوى العادى أو تحت تفريغ.

ب- طريقة الرشاش أو الرذاذ . حيث يدفع اللبن على هيئة رذاذ يحاط بالهواء الساخن.

جـ- طريقة الرقائق أو الشرائح – وفيها ينشر اللبن على صورة رقائق أو شرائح ويجفف تحت الضغط الجوى العادى أو تحت تفريغ.

وفيما يلى شرح لأكثر الطرق الشائعة المستخدمة فى هذه الصناعة وهما التجفيف بالأسطوانات والتجفيف بارذاذ.

التجفيف بالأسطوانات:

1- طريقة الاسطوانات The Roller Drying Process

تعتبر هذه الطريقة أقدم الطرق الناجحة من الناحية التجارية ولم تتغير كثيراً منذ بدء استخدامها فى أوائل هذا القرن ويتلخص الأساس المتبع فى تسخين غشاء رقيق من اللبن لمدة 2-3 ثانية تحت الضغط الجوى العادى على سطح معدنى مسخن إلى درجة حرارة 143-149°م. وتوجد عدة تصميمات تستخدم فى هذا الغرض منها:

أ- جهاز التجفيف ذو الاسطوانة الواحدة Single drum drier

وفى هذا الجهاز ليس هناك ضرورة لتكثيف اللبن قبل تجفيفه.

ب-الجهاز المعروف بأسم Pick up plant وفى هذا النوع يتحتم وجود اللبن فى مستوى معين فى احواض التغذية حتى يكون فى متناول الاسطوانة لأخذ غشاء لتجفيفه فى كل دورة.

جـ- جهاز التجفيف ذو الاسطوانتين Double drum drier وهو الأكثر شيوعاً .

والأجهزة السابق ذكرها من الممكن أن يتم فيما التجفيف تحت الضغط الجوى العادى أو تحت تفريغ.

ومن أجهزة التجفيف التى تعمل تحت الضغط الجوى العادى والشائع استخدامه بكثرة هو جهاز التجفيف ذو الاسطوانتين وهو يتكون من اسطوانتين متوازيتين فى وضع افقى وبينهما مسافة لا تتجاوز 0.02-0.03 بوصة تدوران

للداخل بسرعة 14–19 لفة/دقيقة وتسخن هاتان الاسطوانتان بالبخار تحت ضغط يتراوح بين 60–70 رطل على البوصة المربعة ويوجد أعلا الاسطوانتين لوحان من المعدن يكونان حوضاً لتغذية اللبن الذى يسمح بنزوله على درجة حرارة 65–71°م إلى الاسطوانات على شكل غشاء رقيق ويتم تجفيفه بعد حوالى نصف دورة وتكشط السكاكين المركبة على الجزء العلوى من سطح الاسطوانات طبقة اللبن المجفف على صورة غشاء مستمر من اللبن المجفف الذى يجمع وينقل بواسطة سير حلزونى متحرك إلى أجهزة الطحن والمناخل.

وعند التجفيف بطريقة الاسطوانات تحت تفريغ فإن اسطوانات التجفيف توضع فى غرفة مغلقة ذات ضغط منخفض بها تفريغ قدره 28 بوصة وعلى درجة حرارة منخفضة عن السابقة لا تزيد عن 80–85°م ، بهدف إنتاج لبن مجفف ذو قابلين عالية للذوبان.

وتتميز طريقة التجفيف بالأطوانات بما يلى :-

1- رأس المال وتكاليف التشغيل تعتبر قليلة نسبياً.
2- لا يلزم لها تركيز اللبن تحت تفريغ قبل التجفيف تحت الضغط الجوى العادى.
3- يمكن تجفيف كميات صغيرة من اللبن بشكل اقتصادى.
4- يحتوى المسحوق الناتج على أعداد قليلة من البكتريا ويكون خاليا تماماً من الميكروبات المرضية.

اما عيوب هذه الطريقة فتتلخص فيما يلى :

1- اللبن المجفف الناتج له طعم مطبوخ بدرجة واضحة.
2- اللبن المجفف تحت الضغط الجوى العادى ذو قابلية ضعيفة للذوبان فلا تتعدى 85% فى احسن الحالات بينما اللبن المجفف بالرشاش له قابلية أكبر للذوبان.
3- طريقة التجفيف بالأسطوانات لها تأثير ضار على تركيب حبيبات الدهن Fat globule structure فهى قد تؤدى إلى تمزق غلاف الحبيبات مما يؤدى إلى تكون طبقة زيتية باللبن عند استرجاعه .

وعلى العموم فهذه الطريقة تستخدم على نطاق واسع فى تجفيف اللبن الفرز ، اللبن الخض ، الشرش المستخدم فى تغذية الحيوانات.

التجفيف بالرذاذ Spray drying process

تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق انتشاراً فى تجفيف اللبن ، والأساس فيها هو تحويل اللبن إلى رذاذ دقيق جداً وتوجيهه إلى حجرة كبيرة حيث يختلط بتيار من الهواء الساخن ، ونظراً لزيادة سطح ذرات اللبن المنتشرة على هيئة رذاذ فإنها تجف فى الحال وتتحول إلى مسحوق يمكن نقله بعيداً عن تيار الهواء الساخن المحمل بالرطوبة.

وتتضمن وحدة التجفيف مما يلى :-

1- مروحة قوية لدفع الهواء المستخدم فى التجفيف داخل حجرة التجفيف ويجب أن يكون الهواء جوى نقى وخالى من الشوائب المرئية وخالى من الروائح غير المرغوبة.
2- مرشح الهواء – ويوضع عن فتحة دخول الهواء إلى حجرة التجفيف وتوجد أنواع عديدة من المرشحات إلا أن أفضلها هى المرشحات الزيتية – وذلك لإلتقاط ذرات التراب الدقيقة من الهواء.
3- مسخن للهواء – يتم تسخين الهواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بإمرار الهواء على ملفات تسخين بإحدى طرق التسخين المختلفة – ويجب أن يكون سطح التسخين كافياً لوصول الهواء إلى الدرجة المطلوبة قبل دخوله غرفة التجفيف.
4- جهاز تكوين رذاذ اللبن (المرذاذ) Atomizer – وهو الجزء الخاص بدفع أو رش اللبن على صورة جزيئات ذات حجم صغير جداً وبالتالى زيادة كبيرة فى السطح الذى يسمح بالتبخير ، ويفضل أن تكون الجزيئات ذات حجم متساو بقطر يتراوح من 50-150 ميكرون حيث أن ذلك يحقق سهولة الاسترجاع وتقليل الفاقد من الناتج وكذلك كفاءة التجفيف وتلافى جود بعض الأجزاء زائدة أو غير تامة التجفيف بالإضافة إلى تقليل كمية الهواء المحتجزبين جزيئات المسحوق الناتج .

ومن نظم أجهزة الرش التى تستخدم فى صناعة اللبن المجفف:

أ- أجهزة تعمل بالهواء المضغوط Compressed air atomizer وفيه يدفع تيار من الهواء الساخن بسرعة عالية خلال تيار أو عدة تيارات من اللبن المسخن مبدئياً مما يؤدى إلى نثر اللبن على هيئة رذاذ.

ب-أجهزة تعمل بالضغط خلال فتحات Pressure spray nozzeles حيث يدفع اللبن تحت ضغط مرتفع 1500-5000 رطل /بوصة مربعة خلال ثقب على هيئة رذاذ بفعل تيار قوى من الهواء المضغوط.

جـ- أجهزة تعمل بالطرد المركزى Centrifugal spray atomizer وفى هذا النوع لا يستخدم ضغط على اللبن ولكن يكتسب اللبن سرعته عن طريق قرص مفرغ يدور بسرعة كبيرة (20-5 ألف لفة/دقيقة) بالقوة الطاردة المركزية حيث يترك اللبن حافة القرص على صورة غشاء رقيق أو على صورة خيوط تتكسر إلى جزيئات أو قطيرات مستديرة معطية رذاذ على هيئة مظلة.

ويتميز هذا النوع بأنه يصلح لرش اللبن المركز حتى 50% جوامد - لعدم وجود الفتحات الصغيرة القابلة للأنسداد فى النوع السابق - كما أنه لا يحتاج إلى مضخة لدفع اللبن كما يتميز بتماثل حجم جزيئات المسحوق الناتج بدرجة كبيرة وذو كثافة عالية.

5- حجرة التجفيف The Drying chamber

تصمم غرف التجفيف بحيث يحدث خلط كامل لجزيئات اللبن مع الهواء الساخن فى حيز ذو حجم مناسب وعادة ما تصمم بطريقة تتلائم مع النوع المناسب من جهاز الرش وكذلك مع الطريقة المتبعة للجصول على المسحوق من الهواء الخارج من حجرة التجفيف وتختلف شكل تلك الحجرات فبعضها يكون مستطيل والأخر اسطوانى ، كما أن بعضها قد يكون له جوانب رأسية مستقيمة أو ذو شكل مخروطى منحدر فى الاتجاه السفلى يساعد على سرعة سحب المسحوق. ومما هو جدير بالذكر أن درجة حرارة الهواء المستخدم فى التجفيف تتراوح بين 130-170°م بينما يخرج علىدرجة تتراوح بين 65-95°م.

6- وحدة فصل جزيئات المسحوق عن الهواء:

يتم سحب المسحوق خارج غرفة التجفيف بعيداً عن الهواء الساخن بواسطة مكانس ميكانيكية إلى سيورناقلة أو بواسطة الشفط. وحالياً يستخدم نظام آخر عبارة عن واحد أو أكثر من الأجهزة المخروطية التى تعرف بأسم سيكلون Cyclon عن طريقها يمكن إزالة المسحوق من الهواء بسرعة وبكفاءة ولا يتعرض فيها المسحوق لدرجة الحرارة المرتفعة - ويجمع المسحوق من السيكلونات ويبرد إلى درجة لا تزيد عن 32-43°م.

7- التعبئة Packaging

يتعرض اللبن المجفف بطريقة الاسطوانات قبل تعبئته لتجزئته وتجانس حجم جزيئاته حيث تمرر رقائق أو شرائح اللبن المجفف خلال مناخل تعمل بالفرش لتقوم بعملية التجزئة أو قد تستعمل طواحين خاصة لذلك وقد يمرر على مناخل لإزالة الأجزاء المتجمعة وكذلك فى حالة التجفيف بالرذاذ لنفس الغرض لتوصية حجم جزيئات الناتج قبل التعبئة .

وتتم عملية التعبئة عن طريق أجهزة خاصة على درجة كبيرة من الإحكام تعمل أوتوماتيكيا ، ويتم ذلك إما فى الجو العادى أو تحت تفريغ أو فى جو من غاز خامل ، يلى ذلك التسويق أو التخزين. وتختلف شكل وحجم ونوع العبوات حسب الغرض من الاستعمال إلا أنها تشترك جميعها فى عدم نفاذيتها للرطوبة والهواء ، ومن أحسن المواد التى تصلح لهذا الغرض العبوات الصفيح كما تستخدم عبوات البلاستيك ورقائق الألومنيوم والعبوات الورقية المبطنة – بالبلاستيك أو الشمع .

اللبن المجفف فورى الذوبان Instant dissolve milk powder

يطلق على اللبن المجفف الذى يذوب بسهولة فى الماء البارد اسم مسحوق اللبن فورى الذوبان بخلاف مسحوق اللبن المصنع بطريقة الاسطوانات او بطريقة الرذاذ الذى يصعب ذوبانه فى الماء البارد كما أنه يلزم تقيبة بشدة لكى يذوب فى الماء الساخن بالإضافة إلى أنه لا يختلط بسهولة مع غيره من المكونات . ونظراً لزيادة استعمالات اللبن المجفف فى تحضير العديد من الأغذية اللبنية وغير اللبنية وكذلك فى أغراض الاستهلاك على الحالة السائلة كبديل للبن السائل الطبيعى فإن خاصية سهولة الذوبان والاسترجاع تعتبر إحدى الصفات الهامة التى يجب توفرها بالإضافة إلى الجودة المرتفعة والسعر المناسب .

ويمكن صناعة اللبن المجفف فورى الذوبان بإحدى الطرق التالية:

1- طريقة إعادة الترطيب أو التجمع Rewetting or Agglomeration

وتعتمد هذه الطريقة على تجميع الجزيئات الفردية فى تجمعات بواسطة عملية ترطيب بدرجة تكفى لجعل أسطحها لزجة بحيث تلتصق مع بعضها معطية مجاميع أكبر غير منتظمة الشكل التى تنتفخ وتزيد فى الحجم وتصبح رطبة حيث ترتفع رطوبة المسحوق إلى 10-15% ثم يلى ذلك إعادة التجفيف بواسطة تيار من الهواء الساخن (150°-130م) حتى تقل نسبة الرطوبة فالناتج النهائى إلى

حوالى 3–5% وبعد ذلك يجمع المسحوق ويبرد ويمرر على وحدة توحيد الحجم إلى حبيبات ذات حجم متماثل ثم يعبأ.

2- طريقة التجفيف بالرغاوى فى مجفف بالرذاذ Puff spray drying

والأساس فى هذه الطريقة يتلخص فى تركيز اللبن إلى أقصى درجة ممكنة مع استمرار سيولته وفى هذه الحالة فإن اللاكتوز الزائد عن درجة التشبع يتبلور بسرعة ثم يحقن اللبن المركز بغاز النيتروجين تحت ضغط 2000 رطل/البوصة المربعة ثم يدفع إلى وحدة التجفيف بالرذاذ – ويحتوى المسحوق الناتج على فقاقيع صغيرة جداً من النيتروجين وحجم جزيئات المسحوق حوالى 90 ميكرون فى المتوسط وكثافته حوالى 0.35–0.4 وقابليته للتبلل عالية وذلك لأن حوالى 25% من اللاكتوز الموجود به توجد على صورة بللورات لاكتوز ألفا مائية -α monohydrate .

3- طريقة التجفيف بالرغاوى فى مجفف تحت تفريغ Foam shelf drying

وفى هذه الطريقة يتم تحويل المادة الجافة الموجودة فى غشاء رقيق من اللبن المركز إلى صورة لها تركيب اسفنجى باستخدام تفريغ عالى ودرجة حرارة منخفضة حيث يركز اللبن إلى حوالى 50% جوامد كلية تحت تفريغ على درجات حرارة منخفضة (40°–35م) ثم يمرر غاز النيتروجين فى اللبن المركز وبعد ذلك يصب هذا اللبن فى صوانى بسمك حوالى بوصة ثم تجفف باستخدام مجفف ذو أرفف تحت تفريغ فيتم تجفيفها على هيئة رغاوى ثم تكسر الرقائق المجففة بإمرارها خلال شبكة من الصلب غير القابل للصدأ تحوى 20–40 ثقب/البوصة المربعة.

16

4- طريقة التجفيف بالرذاذ على درجة حرارة منخفضة :

وقد يطلق عليها التجفيف البارد cold drying نظراً لاستخدام درجات حرارة منخفضة فى التجفيف (30°–25م) على صورة هواء تجفيف جاف مضاد لاتجاه سير رذاذ اللبن ذو الجزيئات كبيرة الحجم حيث تتعرض فى تلك الجزيئات لهواء التجفيف لمدة أطول كثيراً عما فى المجففات ذات الرذاذ العادية وتتميز وحدة التجفيف بارتفاعها الذى يصل إلى حوالى 70 متر وقطر 15–35 متر – والمسحوق الناتج لا يكون تام الجفاف ولكن يعاد تجفيفه باستخدام صوانى منفصلة بتمرير هواء جاف بارد (25°م) لمدة 20–30ق.

وتتميز هذه الطريقة بأن المسحوق الناتج لا يمكن تمييزه عن اللبن الطازج وذو قابلية للتبلل عالية ولا يحدث فقد فى القيمة الغذائية ولكن يلزم بسترة اللبن المراد تجفيفه بهذه الطريقة قبل تركيزه لتثبيط الأنزيمات ومعظم البكتريا الموجودة به.

5- الطريقة المباشرة Single pass

يتم تجفيف اللبن بعد تركيزه بطريقة الرذاذ مع توفير الظروف التى تعطى جزيئات لبن ذو حجم كبير من جهاز الرش وعادة يتم ذلك عن طريق زيادة تركيز اللبن إلى 55-60% أو بتبريد اللبن المكثف قبل نثرة كما يستخدم جهاز رش يعطى جزيئات ذات حجم اكبر ويتطلب ذلك زيادة وقت التجفيف وتبريد الناتج. وما هو جدير بالذكر أن بلورة جزء من اللاكتوز تتم فى اللبن المكثف قبل تجفيفه أو أثناء التجفيف نتيجة لكبر حجم الجزيئات وطول مدة التجفيف.

خواص اللبن المجفف Milk powder properties

يمكن إدراج خواص مسحوق اللبن تبعاً لما يلى :-

- الخواص الكيماوية.
- الخواص الميكروبيولوجية.
- الخواص الطبيعية والوظيفية.
- الخواص الحسية .

وغالباً ما يحدث تداخل بين تلك الصفات فمثلاً درجة دنترة بروتينات الشرش تعتبر خاصة كيميائية لمسحوق اللبن إلا انها تؤثر بدرجة كبيرة على الخواص الوظيفية له.

أولاً : الخواص الكيميائية

تعتمد الخواص الكيميائية لمسحوق اللبن بصفة أساسية على تركيب وجودة اللبن الخام المستخدم فى الصناعة كما أنها تتأثر بالعمليات التى يتعرض لها اللبن أثناء الصناعة مثال ذلك المعاملة الحرارية ينتج عنها تفاعل ميلارد وبالتالى يتأثر اللون والنكهة للناتج.

وعموماً فإن المكونات الرئيسية للمسحوق مثل البروتين والدهن والكربوهيدرات تتوقف على تركيب اللبن المستخدم بينما الحموضة مثلاً تتأثر بالتركيب بالإضافة جودة اللبن الخام حيث تزداد عندما لا يتم تثبيط النشاط

الميكروبى تماماً بفعل درجات الحرارة التى يتعرض لها اللبن أثناء الصناعة مما يؤدى إلى عدم مطابقة الناتج للمواصفات المطلوبة بالإضافة إلى أن زيادة الحموضة تؤثر على خواص المسحوق الطبيعية والوظيفية حيث تؤدى إلى عدم ثبات الكازين معطية زيادة فى نسبة الأجزاء المحترقة بالإضافة إلى خفض الثبات الحرارى .

أما فى ما يتعلق بنسبة الرطوبة فإنها تتراوح بين 2-4% ولها تأثير على الحالة التى يوجد عليها اللاكتوز وعلى كثير من التغيرات الحسية والكيماوية والطبيعية فى المسحوق.

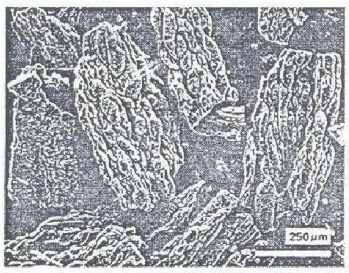
ثانياً : الخواص الميكروبيولوجية

يتوقف المحتوى الميكروبى للبن المجفف على المعاملات الحرارية التى يتعرض لها اللبن أثناء الصناعة وعموماً فإن تلك المعاملات تقضى على البكتيريا الممرضة وتخفض أعداد البكتريا إلى حد كبير ومن جهة اخرى فإن انخفاض المحتوى الرطوبى باللبن المجفف وبالتالى انخفاض درجة النشاط المائى (a_w) حيث يقل معظم المساحيق عن 0.6 بالإضافة إلى أن البكتريا والخمائر والفطريات لا يمكنها النمو عند درجة نشاط مائى (a_w) 0.9 ، 0.85 ، 0.70 على التوالى وعلى ذلك فإن المتبقى من تلك الكائنات لا تسبب مشكلة فى حالة الألبان المجففة وطبقاً لما أشار به معهد الألبان المجففة الأمريكى ADMI فإن العدد الكلى للبكتريا الحية فى اللبن الفرز المجفف يجب ألا يزيد عن 5×10^4 خلية /جم بينا فى المواصفات الأوروبية 4×10^4 خلية /جم وخلوه من الكائنات الممرضة.

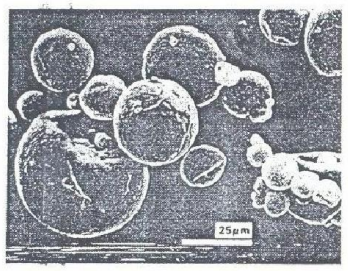
ثالثاً : الخواص الطبيعية والوظيفية :

يعتبر التركيب الطبيعى لمسحوق اللبن من الصفات الهامة حيث قد ينتج عنه خواص مختلفة للمساحيق ذات التركيب الكيميائى المتماثل. يتكون مسحوق اللبن الناتج بطريقة الاسطوانات من جزيئات غير منتظمة الشكل تحتجز بداخلها قليل من الهواء وتحطم الحرارة العالية للاسطوانات جدار نسبة عالية من حبيبات الدهن مما يؤدى إلى زيادة انتشار الدهن الحر فى المسحوق بينما يكون المسحوق الناتج بطريقة الرذاذ منتظماً ذو جزيئات كروية أو بيضاوية قليلاً ويحتجز بداخلها بعض الهواء (شكل 1) ويتوقف حجم خلية الهواء بدرجة كبيرة على درجة تركيز

اللبن عند التجفيف حيث تقل كمية الهواء المحتجز بزيادة نسبة التركيز كما يؤثر حجم الخلايا الهوائية على قوة حفظ المسحوق الناتج .



الاسطوانات



الرذاذ

شكل (1) : التركيب الدقيق لحبيبة مسحوق اللبن المجفف بالرذاذ والاسطوانات

وترتبط الخواص الطبيعية والوظيفية لمسحوق اللبن بتلك الخواص لمكوناته مثل البروتين والدهن واللاكتوز بالإضافة إلى صفات المسحوق نفسه كما ويمكن تعديل الخواص الوظيفية لتلك المكونات الرئيسية فى المسحوق لكى تناسب الغرض الذى سوف يستخدم من أجله.

وفيما يلى شرحاً موجزاً لأهم تلك الخواص:

1- المحتوى الرطوبى Free moisture content

يعتبر من أهم الصفات الطبيعية للمسحوق حيث أن ارتفاع نسبة الماء الحر قد يؤدى إلى دنترة البروتين وزيادة تفاعلات ميلارد أثناء التخزين ونشاط الإنزيمات وتحول اللاكتوز من الصورة غير المتبلورة إلى الصورة الفالاكتوز أحادى التأدرت وكذلك إلى زيادة نسبة الدهن الحر فى اللبن المجفف كامل الدسم كما تؤدى زيادة نسبة الرطوبة إلى تعجن المسحوق أثناء التخزين وتتأثر نسبة الرطوبة بالمسحوق بظروف التصنيع وصفات المركز المدفوع إلى جهاز التجفيف وطريقة الرش (حجم الجزيئات) وحالة المجفف.

2- كثافة المسحوق Density

تعبر عن وزن حجم معين من المسحوق (جم/سم3) وقد يطلق عليها اسم الكثافة الظاهرية وتعتبر من الصفات الهامة من الناحية التجارية حيث يفضل المسحوق ذو الكثافة الأعلى من حيث تقليل تكاليف التعبئة والنقل والتخزين مقارنة بالمسحوق ذو الكثافة المنخفضة. وتتوقف كثافة المسحوق على كمية الهواء المحتجز بداخله وكثافة الجزيئات Particle density .

وهنا تجدر الإشارة إلى أن مسحوق اللبن الناتج بطريقة الرذاذ يتميز بأنه ذو كثافة أعلى من ذلك المنتج بطريقة الاسطوانات بينما مسحوق اللبن فورى الذوبان ذو كثافة أقل منهما فعلى سبيل المثال تكون كثافة اللبن الفرز الناتج بطريقة الرذاذ حوالى 0.5-0.6 جم/سم3 مقارنة بين 0.3-0.5جم/سم^3 للمنتج بطريقة الاسطوانات وأن عملية التكتل فى صناعة اللبن الناتج فورى الذوبان تقل بما يعادل النصف تقريباً.

3- الذوبان Solubility

يعتبر من الخواص الهامة لكافة استعمالات مسحوق اللبن والتى تتطلب أعلى درجة من الذوبان ويحتوى اللبن المجفف على أجزاء غير قابلة للذوبان يعبر عنها عادة بإصطلاح معامل الذوبان Solubility index إلا أنه نظراً لأن تلك الأجزاء غير ذائبة فإنه من الأفضل أن يطلق عليه معامل غير الذوبان insolubility index وتلك المواد غير الذائبة تتكون نتيجة لتأثير حمض اللاكتيك على الكازين مؤدياً إلى عدم ثبات جزء منه وكذلك نتيجة تأثير الحرارة

الزائدة والتى تؤدى إلى زيادة دنترة البروتين ، كما تتضمن أيضاً الجزيئات المحترقة من المسحوق.

وتعتبر قابلية مسحوق اللبن للاسترجاع Reconstituability من الخواص الهامة والتى لها علاقة بقابلية المسحوق للانتشار Dispersibility وتوزيع جزيئاته فى وسط الاسترجاع كما وترتبط أيضاً بالمقدرة على التبلل wettability أى تخلل الماء إلى داخل الجزيئات وكذلك قابلية الجزيئات لاجتياز منطقة الجذب السطحى للوسط المائى أى القابلية للغطس sinkability.

وتؤثر سهولة القابلية للاسترجاع على كثير من الاستعمالات مثل تحضير المشروبات سريعة التحضير Beverages واللبن المعاد تركيبه Recombined milk وتدعيم بعض منتجات الألبان السائلة بجوامد اللبن وغيرها. ومن العوامل التى تؤثر على القابلية للذوبان والاسترجاع حجم وشكل وكثافة الجزيئات ودرجة تماثلها ومحتواها من الهواء وكذلك تركيبها وخاصة نسبة الدهن إلى الجوامد اللادهنية وكمية البروتين المدنترة ووجود بعض الإضافات وظروف الاسترجاع مثل درجة حرارة الماء وطريقة التقليب وشدته كما تتأثر خاصة القابلية للاسترجاع والذوبان بظروف أجهزة وخطوات التصنيع مثل نوع المجفف ونظام الرش ودرجة الثبات الحرارى للبن والمعاملات التى يتعرض لها مثل التسخين المبدئى ودرجة التركيز وغير ذلك بالإضافة إلى درجة حرارة ومدة التخزين.

4- حرية الإنسياب Flowability

يقصد بذلك سهولة حركة جزيئات اللبن المجفف وانسيابه من عبواته والنوع الجيد يجب أن يكون له حرية انسياب كبيرة وتتأثر خاصية الأنسياب لمسحوق اللبن بعدة عوامل منها:-

أ- حجم الجزيئات ودرجة تماثلها فالجزيئات الكبيرة تناسب بسهولة عن الجزيئات الأصغر كما وأن المساحيق ذات حجم الجزيئات المتماثل أكثر سهولة فى انسيابها عن المساحيق ذات الجزيئات المتباينة.

ب- شكل الجزيئات - الشكل الكروى يكون له خواص انسياب أفضل من الشكل غير المنتظم الذى ينتج عن التجفيف بالأسطوانات.

جـ- كثافة الجزيئات - تميل المساحيق ذات الكثافة الأكبر لجزيئاتها إلى الانسياب بسرعة.

د- شكل سطح الجزيئات – فالجزيئات ذات السطح الأملس يقل الاحتكاك وتسرع الانسياب.
هـ- وجود الدهن يقلل الانسياب ، حيث يتميز اللبن الفرز بسهولة انسياب عن اللبن الكامل .
و- نسبة الرطوبة – فزيادتها تسبب ظهور كتل وأجزاء متجمعة مما يقلل من خاصية الانسياب ولهذا فقد تضاف مواد تمتص الرطوبة. وبالتالى تساعد على سرعة الأنسياب مثل السليكات بنسبة تختلف من 0.5-1%.

5- اللون Color

يتميز المسحوق الجيد باللون الأبيض أو القشدى المتماثل حيث يؤثر فى ذلك وجود الدهن من عدمه وكذلك طريقة التجفيف ودرجة الحرارة التى يتعرض لها اللبن أثناء الصناعة . فالمسحوق الناتج بطريقة الاسطوانات يكون أكثر تلوناً باللون البنى عند نظيره المنتج بطريقة الرشاش بسبب زيادة تعرض المسحوق لدرجة حرارة أعلى . كما قد يوجد فى المسحوق أجزاء محترقة ذات لون بنى نتيجة زيادة ملامسة المسحوق للأسطح الساخنة فى حالة التجفيف بالأسطوانات أو التصاقها بجدار غرفة التجفيف فى مجففات الرذاذ ومن جهة أخرى يكتسب المسحوق اللون البنى أثناء التخزين خاصة إذا خزن المسحوق على درجة حرارة مرتفعة مع زيادة نسبة الرطوبة فى جو المخزن نتيجة تفاعل اللاكتوز والبروتين (تفاعل ميلارد).

رابعاً : الخواص الحسية (الطعم والنكهة):

يجب أن يكون للبن المسترجع طعم ورائحة نظيفة خالية من أى أطعمة أو روائح غير مرغوبة وعادة ما يتم ذلك عند استخدام اللبن الطازج فى الصناعة وعموماً فإن المسحوق المحضر باستخدام درجات الحرارة المنخفضة Low heat milk poder يعطى عند استرجاعه طعم اللبن المبستر بينما المسحوق الناتج بطريقة الحرارة المرتفعة high heat milk powder يعطى عند استرجاعه طعماً مطبوخاً بدرجة أكبر عن السابق ويلاحظ ذلك بدرجة أكثر وضوحاً فى المساحيق الناتجة بطريقة الاسطوانات.

ومن جهة أخرى فقد تظهر بعض النكهات فى مسحوق اللبن أثناء التخزين مصحوبة بتغير اللون تنتج من تفاعلات اللاكتوز مع البروتين من جهة وأكسدة الدهن من جهة أخرى.

التغيرات التى تحدث فى الألبان المجففة :

يحدث بعض التغيرات لمكونات اللبن الرئيسية نتيجة للتجفيف تؤثر على خواصه واستخداماته فمثلاً بالنسبة لدهن اللبن فإنه يوجد فى صورة حبيبات محاطة بغشاء ليبوبروتينى وقد يؤدى التسخين الشديد إلى تلف هذا الغلاف خاصة عند التجفيف بطريقة الاسطوانات وبالتالى فعند إذابة اللبن المجفف سيطفو الدهن على السطح مكوناً طبقة زيتية وبذلك يصعب الحصول على اللبن المسترجع فى صورة متجانسة ، أما اللاكتوز فقد يحدث له تبلور بفعل التركيز والتجفيف يعوق إذابة المسحوق بينما قد يؤدى التجفيف إلى تغيير فى الحالة الطبيعية للكازين وفقد بعض الماء المرتبط من جزيئاته وذلك يؤدى إلى تلاصق الجزيئات بدرجة كبيرة يصعب إذابتها عند استرجاع المسحوق للاستعمال.

وقد يؤدى تعرض اللبن لدرجات حرارة عالية ووقت طويل أثناء التجفيف إلى ظهور اللون البنى وخاصة فى مسحوق اللبن الناتج بطريقة الاسطوانات وبدرجة أكبر عنه فى الناتج بطريقة الرذاذ ومن جهة أخرى فيحدث تغيرات فى مسحوق اللبن أثناء التخزين تؤثر على قوة حفظه أى الفترة التى يظل فيها المسحوق صالحاً للاستهلاك وهذه التغيرات تحدث أساساً نتيجة للتفاعلات الكيميائية وبدرجة أقل النشاط الميكروبى خاصة فى النكهة والقابلية للذوبان ويتوقف معدل هذه التغيرات على تركيب وجودة اللبن الخام والمعاملات الحرارية التى يتعرض لها اللبن أثناء الصناعة (التسخين المبدئى ، التركيز ، التجفيف) ومحتوى المسحوق من الرطوبة وطريقة التعبئة ومواد التعبئة المستخدمة وظروف التخزين.

وعموماً فيحدث للبن المجفف أثناء فترة التخزين عدة تغيرات ببطء ينحصر أهمها فيما يلى :-

أ- التغيرات التى تحدث فى دهن اللبن وذلك فى المسحوق كامل الدسم حيث يظهر به الطعم الشحمى أو التأكسدى نتيجة أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة والتى ينتج عنها الدهيدات وكيتونات هى المسئولة عن ذلك الطعم ، ويساعد على ذلك ارتفاع درجة حرارة التخزين وارتفاع حموضة المسحوق ووجود آثار من المعادن الثقيلة خاصة النحاس والحديد والتعرض للضوء المباشر. ويمكن تلافى هذا العيب بالتعبئة تحت تفريغ أو فى جو من غاز خامل بالإضافة إلى استخدام درجات حرارة مرتفعة فى التسخين المبدئى للبن أو إضافة مواد مضادة للأكسدة . ومن جهة أخرى فقد يحدث تحلل للدهن يفعل الأنزيمات وتنفرد

الأحماض الدهنية أهمها البيوتريك التى تؤثر على طعم اللبن المجفف خاصة عند استخدام درجات حرارة منخفضة فى التسخين الإبتدائى أو حدوث تلوث ميكروبى بعد الصناعة.

ب-التغيرات فى اللون حيث قد يحدث تغير بطئ فى لون اللبن أثناء التخزين خاصة على الدرجات المرتفعة وعندما يكون المحتوى الرطوبى للمسحوق عالياً . ويعزى ذلك إلى التفاعل بين مجاميع الأمين فى البروتين والألدهيد فى اللاكتوز (تفاعل ميلارد) – وقد يصاحب هذا العيب تأثر نكهة اللبن المجفف بظهور النكهة العتيقة – وعموماً فإن تعبئة المسحوق فى وجود النيتروجين والتخزين على درجة حرارة منخفضة نسبياً ذات أثر فعال فى تأخير أو منع حدوث تلك العيوب.

جـ- التغير فى درجة ذوبان المسحوق – حيث تتأثر درجة ذوبان المسحوق بمدة ودرجة حرارة التخزين ومحتواه من الرطوبة وطريقة التجفيف والمعاملات الحرارية قبل وأثناء التجفيف وعموماً فيقل ذلك التأثير بخفض محتوى الرطوبة (3% أو أقل) وكذلك درجة حرارة التخزين وخاصة فى اللبن المجفف بطريقة الرذاذ عنها فى المسحوق الناتج بطريقة الاسطوانات.

تذكر

- اللبن المجفف هو الناتج من تبخير الماء الموجود فى اللبن الطازج فيتحول إلى مسحوق به نسبة من الرطوبة تتراوح بين 3–5%، مما يؤدى إلى زيادة مدة حفظه والاستفادة منه فى مواسم الإنتاج المحدود بالإضافة إلى تقليل الوزن والحجم والاستغناء عن وسائل الحفظ المبردة وضمان خلوه من الميكروبات الممرضة.
- يدخل اللبن المجفف فى العديد من الصناعات الغذائية مثل منتجات المخابز وبعض أنواع الشوربة والسجق والمارجرين والشكيولاتة والحلويات بالإضافة إلى تحضير مخاليط المثلوجات القشدية وفى صناعة الجبن والقشدة الصناعية.
- تقسم الألبان المجففة تبعاً للمعاملة الحرارية التى يتعرض لها اللبن فى الصناعة من خلال تقدير نيتروجين بروتينات الشرش غير المدنترة إلى : مرتفع الحرارة ، متوسط الحرارة ومنخفضة الحرارة .
- الأساس فى طرق التجفيف هو التبخير السريع للماء من أكبر سطح معرض وذلك لضمان المحافظة على المادة الغذائية من تأثير الحرارة المرتفعة ومن حدوث أى تغيرات غير مرغوبة.
- يعتبر التجفيف بالأسطوانات من أقدم الطرق المستخدمة فى تجفيف الألبان وفيها يتم تجفيف اللبن على هيئة غشاء رقيق على سطح اسطوانة تدور بسرعة منتظمة ومسخنة من الداخل بتيار من البخار تحت ضغط ثم يكشط الناتج المجفف – وهى إما أن تكون تحت الضغط الجوى العادى أو تحت تفريغ. وتتميز بأنها أقتصادية فى تجفيف الكميات الصغيرة والناتج ذو ثبات للدهن ضد الأكسدة ويحتوى على عدد قليل من الميكروبات بينما يعاب عليها ظهور الطعم المطبوخ بدرجة واضحة وضعف القابلية للذوبان.

- تعتبر طريقة التجفيف بالرذاذ من أكثر الطرق انتشاراً فى فى تجفيف اللبن والأساس فيها هو دفع اللبن ونثره على صورة رذاذ فى وجود تيار من الهواء المسخن فتفقد جزيئات اللبن ما بها من رطوبة فى وقت قصير وتسقط إلى قاع حجرة التجفيف على شكل حبيبات من اللبن المجفف ، وتتميز هذه الطريقة بأنها تصلح لتجفيف أنواع عديدة من المنتجات بالإضافة إلى سهولة تشغيلها وتنظيفها وكفاءتها.
- تجرى عملية تعبئة اللبن المجفف تحت تفريغ لمنع انتشار غبار اللبن وتقليل الفاقد وتعبئة العبوة بكمية أكبر من المسحوق – ويلزم أن تكون العبوات غير منفذة للرطوبة والهواء مثل العبوات البلاستيكية أو الأكياس الورقية المبطنة بالبلاستيك أو الشمع.
- اللبن المجفف فورى الذوبان هو المسحوق القابل للإسترجاع بسهولة فى الماء البارد ، ويستعمل فى تحضير العديد من الأغذية كما يستعمل أيضاً فى أغراض الاستهلاك على الحالة السائلة. وتوجد عدة طرق لإنتاجة أهمها طريقة إعادة الترطيب أو التجمع وطريقة الرغوة المجففة بالرذاذ.
- تقسم خواص الألبان المجففة إلى ثلاثة أقسام:

أ- الخواص الطبيعية – وتشمل حجم وشكل وسطح الجزيئات والكثافة والقابلية للإنسياب والقابلية للإنتشار.

ب- الخواص الكيميائية الحيوية – وتشمل التغيرات الناتجة من تأثير الحرارة على المكونات المختلفة أثناء الصناعة والتفاعلات التى تتم أثناء التخزين أو الاستعمال.

ج- الخواص الحسية – وتتضمن النكهة والمظهر بالإضافة إلى المذاق فى الحالتين الجافة والمسترجعة.

- تعتبر قابلية مسحوق اللبن للاسترجاع من الخواص ذات الأهمية والتعبيرات الأخرى مثل القابلية للذوبان والانتشار والغطس والتبلل تستعمل لتوضيح كل الظواهر التى تتعلق بارتباط اللبن المجفف بالماء فى عملية الاسترجاع.
- فالقابلية للإنتشار هى سرعة انتشار وتوزيع جزيئات المسحوق فى وسط الاسترجاع ، أما القابلية للتبلل فتشير إلى درجة تخلل الماء داخل الجزيئات بينما القابلية للغطس فتدل على قابلية الجزيئات لإجتياز منطقة الجذب السطحى للوسط الماءى.
- يعبر عن جودة حفظ مسحوق اللبن بالفترة التى يظل فيها صالحاً للإستهلاك ولم يحدث به أى تغير ، حيث تحدث تغيرات بطيئة بالمسحوق بفعل النشاط الميكروبى أوالتفاعلات الكيميائية خاصة فى الدهن ، اللون ومعامل الذوبان ينشأ عنها بعض العيوب.

أسئلـة

1- أذكر الأساس فى طرق التجفيف بالأسطوانات والرذاذ.

2- وضح أهم مميزات التجفيف بالأسطوانات والرذاذ.

3- وضح تأثير جودة اللبن الخام على المسحوق الناتج.

4- تناول باختصار تأثير عمليات التجفيف على القيمة الغذائية للمسحوق.

5- أذكر الأنظمة المختلفة لوحدة الرش فى أجهزة التجفيف.

6- إشرح طريقة لإنتاج مسحوق لبن كامل الدسم فوزرى الذوبان.

7- ما هى التغيرات التى يمكن ان تحدث فى مسحوق اللبن أثناء التخزين؟

8- وضح تأثير كل من التسخين المبدئى – التعبئة على جودة حفظ المسحوق.

9- أذكر أهم العوامل التى تؤثر على قابلية اللبن المجفف للإسترجاع .

10- أذكر أهم استعمالات مسحوق اللبن المجفف .

11- عدد خطوات صناعة اللبن المجفف.

الباب السادس
المنتجات اللبنية المجمدة
Ice Dairy products

المثلوجات اللبنية عبارة عن مخاليط غذائية تتكون أساساً من خليط من اللبن وبعض منتجاته مع غيرها من المواد اللازمة للتحلية وإكساب النكهة واللون والقوام المناسب وتحضر بالتجميد المصحوب عادة بالخفق.

وتعرف هذه المنتجات بأسماء عديدة منها "الأيس كريم" وهو الاسم الانجليزي أو "جلاس" وهو الاسم الفرنسي ، "الجيلاتى" وهو الاسم الإيطالى ، "الداندرمة" وهو الأسم التركى وغيرها مثل الجرانيتة وقد انتقلت هذه الأسماء إلى مصر مع المستعمرين والوافدين من تلك البلاد. وقد بدأت صناعة المثلجات اللبنية فى أوروبا خاصة فى انجلترا وفرنسا وألمانيا ثم انتقلت إلى الولايات المتحدة بعد ذلك من خلال المستعمرات الأولى إلى تلك البلاد وزاد انتشارها خاصة فى الولايات المتحدة منذ منتصف القرن التاسع عشر أما فى أوروبا فقد انتشرت بطريقة كبيرة عقب الحرب العالمية الأولى ومنذ ذلك الحين عرفت فيها المثلجات اللبنية كغذاء وأصبح منتجاً مرغوباً فيه ، وقد ساعد على تقدم تلك الصناعة عدة عوامل اهمها زيادة مصادر وتوفر المواد الخام والتقدم فى وسائل التبريد وتحسن طرق الصناعة وتطور أجهزة التصنيع مثل أجهزة البسترة والتجنيس والتجميد وماكينات التعبئة والتغليف إضافة إلى زيادة الوعى الغذائى والمقدرة الشرائية للأفراد ووسائل النقل والتوزيع وتقدم البحوث العلمية وأخيراً وضع التعاريف المواصفات الخاصة بالمنتج النهائى.

ويختلف تركيب مخلوط المثلجات اللبنية تبعاً لعدة عوامل أهمها التشريعات والمواصفات القانونية والتكاليف ، احتياجات السوق واختلاف أذواق المستهلكين ، مدى توفر المواد الخام ودرجة جودتها بالإضافة إلى طريقة الصناعة المتبعة فى الإنتاج وتأثيرها على جودة الناتج.

والجدول التالى يبين التركيب الكيماوى للمثلجات المختلفة .

المكون	الحد الأدنى %	الحد الأعلى %	المتوسط %
الدهن	8	22	11
جوامد المصل	6	14	10.7
السكر	12	18	15
المواد المثبتة والستحلبة	صفر	0.7	0.3
الجوامد الكلية	30	43	37

القيمة الغذائية للمثلجات القشدية

ترجع القيمة الغذائية للمثلجات القشدية إلى ما تحتويه من مكونات ، فهى تتكون أساساً من اللبن ومنتجاته. وعلى ذلك فهى تحتوى على كل مكونات اللبن الأساسية مثل الدهن والبروتينات واللاكتوز والأملاح المعدنية والفيتامينات ولكن بكميات مختلفة حسب نسبة وجود منتجات اللبن فى المخلوط. ومن المعلوم أن الدهن وسكر اللبن يمدان الجسم بالطاقة ، فى حين أن بروتينات اللبن تحتوى على كل الأحماض الأمينية الأساسية وتعتبر مصدراً رئيسياً للتربتوفان والليسين ، فضلاً عن أنها من أفضل البروتينات المعروفة وأكثرها قابلية للتمثيل بواسطة الجسم وبناء العضلات والأنسجة. كذلك فإن الأملاح المعدنية الموجودة مثل أملاح الكالسيوم والفسفور تساعد فى تكوين العظام والأسنان . كما أن وجود سكر اللاكتوز يساعد على زيادة تمثيل الكالسيوم فى الجسم ، كما يحتوى اللبن على آثار من أملاح معدنية أخرى مفيدة للجسم. فضلاً عن ذلك فإن وجود الفيتامينات بالمثلجات وبنسب متباينة تعتبر ضرورية للنمو والوقاية من أمراض معينة والمحافظة على الصحة العامة ومن أهمها فيتامين أ ، والذى يوجد بنسب عالية فى المثلجات الدسمة ، وفيتامين ب1 (الثيامين) ويوجد بنسب متوسطة ، وكذا النياسين ، وفيتامين ب2 (الريبوفلافين) ويوجد بنسب عالية ، وفيتامين هـ ويوجد بنسب متوسطة وفيتامين جـ ويوجد بنسب عالية فى المثلجات بالفواكه وفيتامين ك ويوجد بنسب قليلة وأخيراً فيتامين د ويوجد فى المثلجات الدسمة بنسب عالية.

والمثلجات القشدية يدخل فى تركيبها منتجات غذائية أخرى غير لبنية مثل السكر وهو يضاف للتحلية ويعطى مزيداً من الطاقة ، ومنتجات البيض عند استخدامها تضيف إلى المثلجات مزيداً من الدهون والبروتينات الأساسية وكثيراً من الأملاح المعدنية وتساعد على منع تجمع بروتينات اللبن فى المعدة عند تفاعلها مع العصارات الهاضمة.

وفضلاً عن ارتفاع القيمة الغذائية والوقائية للمثلجات فهى تعتبر من الأغذية المضمونة إذا صنعت بطريقة صحيحة سليمة وتمت بسترتها أثناء الصناعة إذ أن هذه الخطوة تكفل القضاء على الميكروبات المرضية ، كما وأن عملية التجنيس وهى تساعد على تفتيت الدهن والكيزين تعمل على تقليل الجذب السطحى للخثرة وبذلك تكون أكثر نعومة فى المعدة ويسهل هضمها ، وتعتبر المثلجات القشدية من الأغذية المحبوبة والمرغوبة لدى مختلف الفئات من الأفراد.

تقسيم الأغذية اللبنية المجمدة

نظراً لتعدد المنتجات اللبنية المجمدة ووجود اختلافات كبيرة وجوهرية بينها سواء من ناحية التركيب أو طريقة التحضير فإنها يمكن أن تقسم إلى الأقسام التالية:

1- مثلوجات قشدية سادة : Plain Ice Cream

وتصنع من مختلف منتجات الألبان بحيث يحتوى على 8-16% دهن ، 8-12% جوامد لبنية لا دهنية وحوالى 12-18% سكر ، صفر إلى 0.7% مواد رابطة مع بعض المواد المكسبة للطعم والرائحة مثل الفانيليا والشيكولاتة والنعناع .... الخ. وتعتبر هذه الأنواع أساساً لصناعة معظم المثلجات الأخرى.

2- مثلوجات قشدية بالمكسرات أو الفواكه Nut or Fruit Ice Cream

وهى تماثل مخاليط المثلجات السادة السابقة مع إضافة بعض أنواع المكسرات مثل البندق أو الجوز أواللوز أو الفستق أو البيكان أو غيرها بنسبة لا تقل عن 2% من وزن المخلوط أو إضافة أى نوع من الفواكه الطازجة أو المحفوظة عند تجميد المخلوط بحيث لا تقل نسبة الفاكهة المضافة عن 5% ولا تقل نسبة الدهن عن 8% وقد يضاف إليها بعض منتجات المخابز مثل البسكويت أو الكيك كما قد تضاف الشيكولاتة.

3- مثلوجات الكستارد (بالبيض) Frozen custard

تصنع من مخاليط المثلجات السادة مع إضافة نسبة عالية من البيض أو صفاره بحيث تكون نسبة صفار البيض المضاف حوالى 1.5%-2% أو أكثر ، ويكتسب المخلوط طعماً ولوناً مناسباً.

4- المثلوجات اللبنية : Ice Milk

تصنع من مخلوط يحتوى أساساً على نسبة منخفضة من الدهن (حوالى 4%) ، 11-14% جوامد لبنية لا دهنية ، 15-18% سكر مع غيرها من المواد المكسبة للطعم واللون والقوام.

5- المثلوجات المائية Water Ice (Ices)

تصنع من عصير الفواكه المخفف بالماء بعد إضافة السكر إليه للتحلية وغيره من المواد الملونة والمكسبة للنكهة ، والمثبتة للقوام وقد تضاف خلاصة الفواكه الطبيعية أو الصناعية كما يضاف حامض الستريك عادة لاكسابها الطعم الحامضى المطلوب ولا تحتوى على جوامد لبنية .

6- المشروبات اللبنية المجمدة Sherbets

تصنع من نفس المواد التى تصنع منها المثلجات المائية مع استبدال جزء من الماء المستخدم باللبن بحيث يحتوى المخلوط على نسبة من جوامد اللبن الكلية لا تقل عن 4% كما يجب ألا تحتوى على أقل من 10% بالوزن من الفواكه او عصيرها.

7- المثلوجات اللبنية المقلدة Imitation Ice Cream

قد تنتج المثلوجات القشدية فى صورة مقلدة بدون حد للدهن أو الجوامد اللبنية وقد يطلق عليها Mellorine أى المثلوجات نباتية الدهن – حيث تستبدل فيها دهن اللبن بدهون نباتية مثل زيت بذرة القطن والذرة وفول الصويا والمكسرات وغيرها أما Paravine فلا تحتوى على أى منتجات لبنية حيث تستبدل بمواد أخرى مناسبة ويجب أن يوضح ذلك على العبوات.

المكونات الأساسية لمخاليط المثلوجات وتأثيرها ومصادرها

تتكون مخاليط المثلوجات من اللبن وبعض منتجاته مع المواد اللازمة للتحلية والمكسبة للقوام والنكهة ، وقد تضاف مواد أخرى مثل جوامد البيض والمواد الملونة والفواكه أو المكسرات أو منتجات الكاكاو وغيرها.

وفيما المكونات الأساسية المختلفة التى تستخدم فى تحضير مخاليط المثلوجات مع بيان تأثيرها على كل من صفات المخلوط والمثلوجات الناتجة:-

1- دهن اللبن : Milk Fat

يعتبر أكثر مكونات المخلوط أهمية لارتفاع سعره وقيمته الغذائية وهو يكسب طعماً ونكهة قشدية مرغوبة كما يحسن من قوام المثلجات ويزيد من لزوجتها وثباتها ومقاومتها للانصهار ويكسب التركيب نعومة لا يمكن لغيره من المكونات أن يقوم بها ، ومن عيوب الدهن فى صناعة المثلجات ارتفاع سعره حيث يزيد من

تكاليف الإنتاج عند إضافته بنسب عالية كما أنه يولد طاقة حرارية قد تحد من استهلاك المثلجات خصوصاً فى أشهر الصيف.

ويمكن الحصول على الدهن من مصادر متعددة ، ويعتبر كل من اللبن الكامل والقشدة الطازجة من أجود هذه المصادر حيث يسهل استخدامهما فى الصناعة لسهولة مزجها وتوزيعها بالمخلوط وعادة يعطى خليط اللبن والقشدة الطازجة أحسن أنواع المثلجات والعيب الرئيسى لهما هو ارتفاع أسعارهما وعدم توفرهما فى بعض المواسم والمناطق.

وقد يستخدم الزبد غير المملح أو دهن الزبد (السمن) بنسبة لا تزيد عن 30-50% من نسبة الدهن الكلية لرخص أسعارهما ولكن يعاب عليهما أنهما لا يضيفان إلى المخلوط أى كمية من جوامد المصل ويجب تجنيس المخلوط . كما يجب عدم استخدم الدهن المحضر بطريقة الغليان حيث يكون له طعم مطبوخ.

2- جوامد اللبن اللادهنية Milk Solids not-Fat

وتعرف احياناً بأسم جوامد المصل Serum solids وهى تشمل بروتينات اللبن وسكر اللاكتوز والأملاح المعدنية وهى ذات قيمة غذائية عالية رغم أنها رخيصة الثمن وهذه الجوامد إذا اضيفت إلى مخلوط المثلجات بالنسبة للملائمة تساعد على تحسين قوام وتركيب المثلجات وزيادة النسبة المئوية للريع بينما المثلجات التى بها نسبة مرتفعة أكثر من اللازم من هذه الجوامد تكون ذات قوام ثقيل متعجبن وتركيب رملى ويظهر فيها طعم اللبن المكثف أو الطعم الملحى ويختفى الطعم الدسم ، ومن جانب آخر فإن المثلجات التى بها نسبة منخفضة من جوامد المصل تكون ذات قوام ضعيف وتركيب خشن وطعم فقير ، وعموماً فإن المخاليط التجارية الجيدة تتراوح نسبة هذه الجوامد بين 10-12%. وتوجد علاقة عكسية بين نسبة الدهن وجوامد المصل فى المخلوط فإذا زادت نسبة الدهن يجب خفض نسبة جوامد المصل :

ويمكن تحديد نسبة المواد الصلبة اللادهنية من المعادلة التالية :

الحد الأقصى لنسبة جوامد المصل بالمخلوط =

$$\frac{100 - \text{مجموع الجوامد الأخرى غير اللبنية}}{6.9}$$

فمثلاً نسبة جوامد المصل التى يجب استخدامها عند تكوين مخلوط مثلوجات يحتوى على 12% دهن ، 15% سكر ، 0.5% مادة مثبتة هى:-

$$\%10.5 = \frac{(0.5 + 15 + 12) - 100}{6.9}$$

ومصادر هذه الجوامد عادة هى اللبن المكثف المحلى أو غير المحلى وكذلك اللبن الفرز الطازج أو المكثف أو المجففة ، وقد تستعمل جوامد اللبن الخض المكثف أوالمجفف وجوامد الشرش لنفس الغرض وجوامد اللبن الفرز المعدلة أو الخالية من اللاكتوز ، كازينات الصوديوم ومركز بروتينات الشرش وغيرها.

3- مواد التحلية Sweeteners

تضاف السكريات إلى مخاليط المثلجات لاكسابها الطعم الحلو والعمل على إظهار الطعم الطبيعى والنكهة المرغوبة بها ، وتحسين طعم الفواكه التى قد تضاف إليها وتعتبر من أرخص مصادر الجوامد فى المخلوط ، وتتراوح نسبة السكر فى المخاليط التجارية بين 14-18% (على أساس سكروز) ، وإذا انخفضت نسبة السكر كثيراً عن ذلك تقل حلاوة المثلجات وتصبح ذات قوام ضعيف وإذا زادت النسبة عن اللازم تسبب زيادة الحلاوة بحيث تخفى الأطعمة المرغوبة للمواد الأخرى كما تعطى مزيداً من الطاقة الحرارية وتسبب زيادة لزوجة المخاليط وتصبح المثلجات ثقيلة ومطاطة ، ونظراً لأن السكريات توجد فى المخاليط على حالة محلول حقيقي فهى تسبب انخفاض نقطة تجمدها وهذا يسبب بطء عملية التجميد ويتطلب درجات اكثر انخفاضاً فى غرف التصليب والتخزين.

وتستعمل كثير من المواد السكرية فى صناعة المثلجات وأكثرها شيوعاً سكر القصب أو البنجر (السكروز) يليه الجلوكوز والسكر المحول. وقد يستعمل عسل النحل أو بديلات السكر (السكريات الصناعية) المسموح بإضافتها مثل السكرين والدولسين والاسبرتام ويلاحظ أن السكريات المختلفة لا تعطى نفس الدرجة من الحلاوة ولذلك يجب إضافتها إلى المخاليط بالقدر اللازم للحصول على الحلاوة المعادلة للتركيز السابق ذكره وبالدرجة المطلوبة فقط كما يلاحظ عدم استخدام الجلوكوز أو السكر الحول أو العسل للحصول على كل كمية السكر اللازمة ويكفى استبدال $\frac{1}{3}$ كمية السكروز بالمخلوط بأيهم حيث أن زيادة النسبة عن ذلك تطيل مدة الخفق ويقل الريع.

4- المواد المثبتة للقوام : Stabilizers

وتعرف بأسم المواد الرباطة وهى مواد غروية لها القدرة على امتصاص الماء الحر وتكوين مركب جيلى وتضاف عادة إلى مخاليط المثلجات لتحسين خواصها الطبيعية حيث تمنع تكوين بللورات ثلجية كبيرة تسبب خشونة التركيب وبذلك تعمل على نعومة القوام وتوحيد صفات الناتج وزيادة مقاومته للسيحان خصوصاً عند اختلاف درجات الحرارة أثناء التخزين وفى ثلاجات التوزيع ، وتختلف الكمية اللازم إضافتها للمخلوط من هذه المواد باختلاف خواصها وقدرتها على التأدرت ونسبة الجوامد بالمخلوط ونوع المعاملات التى يتعرض لها فتقل نسبتها فى المخاليط التى بها نسبة مرتفعة من الجوامد ، وعموماً فهى تستخدم بكميات صغيرة تتراوح بين 0.2-0.5% بحيث لا يكون لها تأثير على نكهة المخلوط أو لونه ، كما أنه إذا زادت نسبتها عن اللازم تزيد لزوجة المخلوط بدرجة يصعب معها خفقة فيقل الريع كما أن المثلجات تكون صلبة القوام وصمغية شديدة الجمودة وصعبة الانصهار.

وتنقسم المواد الرابطة إلى مجموعتين الأولى بروتينية وعادة ما يكون مصدرها حيوانى مثل بروتينات اللبن والجيلاتين أما الثانية كربوهيدراتية وهى ذات مصدر نباتى مثل الآجار – آجار والبكتين والجينات الصوديوم والكربوكسى مثل سليلوز والصموغ المختلفة مثل الصمغ العربى وصمغ التراجاكنت وغيرها وتختلف طبيعة التركيب الجيلى المتكون من المصدرين حيث أن الجيل البروتينى ذو تركيب خيطى أو شبكى وعكسى ويحتاج إلى فترة زمنية (تعتيق) بينما الجيل الكربوهيدراتى المصدر يكون حبيبى التركيب وغير عكسى ولا يحتاج لفترة زمنية لتكوينه.

هـ- مواد الاستحلاب : Emulsifiers

وهى عبارة عن مواد تعمل على تقليل الجذب السطحى فى الوسط وعند استخدامها فى مخاليط المثلجات تعمل على امتزاج الدهن بالماء وتكوين مستحلب ثابت وبذلك تتحسن خواص المخاليط وقابليتها للخفق فيزيد الريع وتنتج مثلجات ذات قوام ناعم ومظهر أكثر جفافاً ومقاومة للانصهار.

ويحتوى اللبن على بعض مواد الاستحلاب الطبيعية كالبروتين واللسيثين وأملاح الفوسفات والسترات.

ومواد الاستحلاب غالباً ما تكون جلسريدات أحادية أو ثنائية أو مخاليط منهما ويمكن الحصول عليها فى صورة سائل أو مسحوق وتضاف بنسب لا تزيد عادة عن 0.2%حيث أن استخدام كميات منها اكثر من اللازم ينتج عنه مثلجات ذات قوام جامد وتركيب غير مقبول وبطيئة الانصهار ، وعموماً يجب تقليل نسبة المواد الرابطة بالمخاليط التى تضاف إليها مواد الاستحلاب وغالباً ما توجد تجارياً مخلوطة مع بعض المواد الرابطة تحت أسماء تجارية مختلفة .

6- جوامد البيض : Egg Solids

تضاف جوامد البيض إلى بعض مخاليط المثلجات ، حيث تعمل على تحسين خواص الخفق وزيادة الريع وتقليل الوقت اللازم لعملية التجميد فضلاً عن تحسين قوام وتركيب المثلجات وطعمها ولونها وزيادة قيمتها الغذائية ، ويمكن الحصول على هذه الجوامد من البيض الطازج أو المجمد أو المجفف وقد يستعمل البيض بأكمله وغالباً ما يستخدم صفار البيض وحدة حيث انه هو الجزء المفيد فى تحسين خواص المخاليط لاحتوائه على مادة الليسثين التى تعمل كمادة استحلاب وهذه الجوامد تضاف عادة بنسبة تتراوح بين 0.5-1% وإذا زادت نسبتها عن ذلك فإن نكتها تكون واضحة بشكل غير مقبول عند بعض المستهلكين.

7- المواد المالئة أو محسنات القوام : Fillers or Improvers

تضاف بعض المواد مثل المواد النشوية ونواتج الحبوب مثل دقيق الصويا والشوفان أو نشا الأرز بنسبة لا تزيد عن 1-2% إلى الأنواع الرخيصة من المثلجات بقصد تحسين قوامها وزيادة لزوجتها مع تقليل نفقات إنتاجها كما توجد مركبات تجارية لهذه المواد تتكون أساساً من الصموغ مع بعض المواد النشوية ، أو مواد أنزيمية مثل مستحضرات أنزيم الرينين أو الببسين بنسبة 0.2% وهذه يكون لها القدرة على تجبن الكيزين جزئياً فى مخاليط المثلجات وبالتالى تزيد لزوجتها وتحسين القوام والتركيب وعند استخدام المواد الأنزيمية يجب العمل على إيقاف نشاطها بإضافتها إلى المخلوط قبل عملية البسترة حتى تتلف بالحرارة حيث أنها تسبب انكماش المثلجات وانفصال الشرش منها إذا استمر نشاطها.

8- المواد المكسبة للنكهة : Flavours

يوجد كثير من المواد المكسبة للنكهة يمكن استخدامها فى صناعة المثلجات وهى اما طبيعية أو صناعية وأكثرها استعمالاً الفانيليا والشيكولاتة أو الكاكاو ثم الفواكه بكافة أنواعها المعروفة تقريباً سواء كانت طازجة أو محفوظة وكذلك المكسرات (النقل) مثل البندق والجوز واللوز والفستق والبيكان وقد تستخدم القرفة أو النعناع أو القهوة او بعض التوابل كمواد مكسبة للنكهة وهى تضاف عادة بنسب تكفى فقط لاظهار نكهتها ، وعند اختيار هذه المواد يكون من الضرورى معرفة نوع المثلجات المطلوب إنتاجها ورغبات وأذواق المستهلكين فى المنطقة وكذلك معرفة مصدر هذه المواد واختيار أكثرها صلاحية.

وقد يضاف كمية قليلة من ملح الطعام لتحسين نكهة بعض المخاليط خاصة التى تحتوى على نسبة عالية من البيض مثل الكاستارد والبودنج والمثلوجات بالمكسرات.

المواد الملونة : Colours

تضاف الملونات إلى مخاليط المثلجات لاكسابها المظهر الجذاب الذى يتناسب مع نوع المواد المكسبة للنكهة ، وغالباً ما تضاف المواد الملونة لكل أنواع المثلجات فمثلاً يضاف لون أصفر إلى مخاليط المثلجات بالفانيليا كما يضاف لون أخضر فاتح إلى المثلجات بالمكسرات ، ويلزم إضافة ملونات إلى مخاليط المثلجات بالفواكه بحيث تناسب نوع الفاكهة وتعتبر المثلجات بالشيكولاتة هى النوع الوحيد الذى نادراً ما يضاف إليه لون لأن الكاكاو المضاف يكفى لإعطاء المخلوط اللون المناسب.

وأغلب الملونات مواد كيماوية وتكون على حالة محلول أو مسحوق ويجب استعمال الأنواع المصرح بها قانوناً كما يجب الاحتفاظ بها بعيداً عن التلوث ولذلك تفضل مساحيق الملونات حيث أنها أكثر ثباتاً ، وغالباً ما تكتفى المصانع بالاحتفاظ بالألوان الأساسية فقط وهى اللون الأصفر والأحمر والأزرق ومنها يمكن تركيب مجموعة أخرى من الألوان.

وعموماً يفضل الألوان التى يمكن تحضيرها من مصادرها الطبيعية مثل لون الأنانو والكاروتين والكلوروفيل وألأنثوسيانات والصغرانين وغيرها.

10- الماء : Water

وهو غالباً ما يوجد فى المخاليط بالنسب الكافية من المكونات المستخدمة ، ويعتبر ضرورياً كوسط لانتشار ومزج المواد الداخلة فى تكوين المخلوط وإذابتها وتكوين القوام والتركيب المناسب ، ويلزم إضافة المزيد منه فى حالات قليلة عند استخدام المواد المجففة فى تكوين المخلوط ، ونسبة الماء فى المخاليط الجيدة تتراوح بين 60% إلى 68% فإذا قلت عن ذلك كثيراً تنتج مثلجات ثقيلة وذات قوام صلب وإذا زادت عن ذلك كثيراً تصبح المثلجات ذات تركيب ثلجى خشن وقوام ضعيف.

وعموماً فأن الجدول التلى يوضح تأثير مكونات المخلوط على الناتج النهائى:

المكون	تأثير المكون	
	المشجع	المثبط
1- الدهن	1- يزيد الدسامة ويحسن الطعم 2- يعطى تركيب ناعم 3- يحسن من قوام الناتج النهائى	1- زيادة التكاليف 2- يقلل من قابلية المخلوط للخفق. 3- زيادة الدسامة يحد من استهلاكه 4- يعطى طاقة حرارية عالية
2- جوامد المصل	1- تحسين التركيب 2- تساعد فى إعطاء القوام 3- تسبب زيادة الريع 4- مصدر رخيص للجوامد فى المخلوط.	1- النسب العالية تسبب عيب (الترمل) 2- تظهر نكهة بعض المكونات مثل اللبن المركز كما قد تسبب ظهور طعم ملحى أو مطبوخ عند زيادة نسبتها.
3- السكر	1- يعتبر أرخص مصدر للجوامد 2- يحسن التركيب والطعم	1- يعطى مزيداً من الطاقة ودرجة الحلاوة. 2- يسبب زيادة الوقت اللازم للتجميد 3- يلزم درجات أكثر إنخفاضاً لتصلب المثلجات والتخزين
4- المواد المثبتة	1- ذات تأثير واضح فى نعومة التركيب 2- ذات تأثير كبير فى إعطاء القوام	1- قد تزيد من صلابة القوم وتقلل قابلية المثلجات للإنصهار
5- جوامد البيض	1- ذات تأثير كبير فى تحسين القابلية للخفق. 2- تعطى تركيباً اكثر نعومة 3- تحسين النكهة 4- زيادة القيمة الغذائية	1- زيادة الكمية قد تسبب ظهور رغاوى عند إنصهار المثلجات . 2- نكهة البيض قد تكون غير مرغوبة لبعض المستهلكين 3- ارتفاع السعر
6- الجوامد الكلية	1- تعطى تركيباً أكثر نعومة 2- تعطى قواماً أفضل 3- زيادة القيمة الغذائية	1- زيادتها تسبب قواماً جامداً او عجيناً . 2- ارتفاع تسبتها يقلل التأثير المنعش والمبرد للمثلجات

حسابات تحضير مخاليط المثلوجات

تتوقف جودة المنتجات اللبنية المجمدة وتكاليف إنتاجها على مقدرة الصانع فى اختيار الخامات والمواد الأولية اللازمة لصناعة تلك المنتجات واستخدامها بالنسب الصحيحة وبالتالى كيفية حساب الكميات المناسبة منها للحصول على مخلوط متزن وناتج ذو صفات متماثلة من يوم لآخر ومطابقة للمواصفات القياسية القانونية.

وقد تكون مخاليط المثلجات بسيطة وهى التى تصنع من خامات يمد كل منها المخلوط بمكون واحد وهذه تحتاج إلى حسابات سهلة أو قد تكون مركبة وهى المخاليط التى يستمد مكون واحد على الأقل من مصدرين أو أكثر وهذه أكثر صعوبة ، وعموماً فتستعمل القشدة أو منتج لبنى آخر يحتوى على الدهن بنسبة أعلى من النسبة المطلوبة فى المخلوط كمصادر للدهن بينما يستعمل اللبن الفرز المكثف والمجفف لرفع نسبة الجوامد بالإضافة إلى اللبن الكامل او الفرز الطازج وتوجد عدة طرق لإجراء العمليات الحسابية الخاصة بالمخاليط منها استعمال مربع بيرسون والطريقة الجبرية وطريقة نقطة المصل وجداول التركيبات وحديثاً استعمال الحاسب الآلي.

ولتحضير مخلوط من المثلجات يجب تحديد بعض المعلومات وأهمها:

1- معرفة التركيب النهائى للمخلوط.
2- تحديد الكميات المطلوب صناعتها. وعادة تجرى الحسابات لمعرفة كميات المواد الأولية اللازمة لصناعة 100كجم من المخلوط ثم تعدل إلى الكميات المطلوبة فعلاً .
3- اختيار المواد الأولية المتوفرة ذات الجودة المرغوبة والأقل سعراً ومعرفة تركيبها التقريبى وكذلك هل المخلوط بسيط أو مركب.
4- تحسب كمية المنتجات اللبنية التى تمد المخلوط بمكون واحد أولاً مثل السكر والمثبت. ثم تحسب كمية المنتجات اللبنية التى تمد المخلوط بالدهن وجوامد المصل وأخيراً كمية المكونات المتبقية.
5- تدون الكميات المتحصل عليها سابقاً من كل مكون فى جدول ويختبر مدى مطابقة مجموع تلك الكميات مع مجموع الكميات المطلوبة فى المخلوط.

وفيما يلى طريقة حساب المخاليط البسيطة والمركبة:

أولاً : المخاليط البسيطة

وهى المخاليط التى يستعمل فى تحضيرها المثبتات والسكر والقشدة واللبن الفرز المجفف أو المكثف حيث يمد كل منها المخلوط بمكون واحد أما المخاليط التى يستمد فيها أحد مكوناتها (بخلاف جوامد اللبن اللادهنية) من اكثر من مصدر واحد فتعتبر مخاليط مركبة.

أ- المخلوط البسيط الذى يحتوى على مصدر واحد للدهن:

إذا كان المطلوب تحضير 100 كيلو جرام من مخلوط يحتوى على 12% دهن ، 15% سكر ، 0.35% جيلاتين – وكانت منتجات اللبن المستعملة هى قشدة بها 30% دهن ، لبن فرز ، فما هى النسب المئوية للمخلوط؟

$$\text{كمية القشدة المستعملة} = \frac{100 \times 12}{30} = 40 \text{ كيلو جرام}$$

∴ وزن اللبن الفرز = 100−[40+15+0.35] = 44.65 كيلو جرام

∴النسب المئوية للمخلوط هى :

سكر	15.00
جيلاتين	0.35
قشدة	40.00
لبن فرز	44.65
	100.00

ب- مخلوط بسيط يحتوى على مصدرين للدهن :

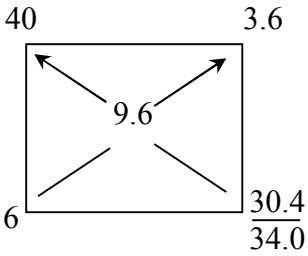
أحسب الكميات اللازمة لعمل 100 كيلو من مخلوط يحتوى على 16% سكر ، 0.5% جيلاتين ، 8% دهن باستعمال قشدة بها 40% دهن ، لبن به 6% دهن وسكر وجيلاتين.

كمية القشدة واللبن = 100−(16+0.5)=83.5 كجم

ولما كانت الـ83.5 كجم تحتوى على 8% دهن فعند إضافتها لباقى المكونات فهى لا تعطى نفس النسبة وعلى ذلك فالنسبة الحقيقية للدهن التى يجب أن تكون فى الـ 83.5 كجم لبن وقشدة هى :

$$\% 9.6 = \frac{100 \times 8}{83.5}$$

- وبإستعمال مربع بيرسون يمكن حساب كمية اللبن والقشدة التى تضاف من كل منهما.



$$\text{كمية القشدة} = \frac{3.6 \times 83.5}{34} = 8.8 \text{ كجم}$$

$$\text{كمية اللبن} = \frac{30.4 \times 83.5}{34} = 74.7 \text{ كجم}$$

بفرض ان جوامد المصل فى اللبن الفرز = 9%

$$\text{فتكون نسبة جوامد المصل فى القشدة} = \frac{9 \times (40+100)}{100} = \% 5.4$$

$$\text{ونسبة جوامد المصل فى اللبن} = \frac{9 \times (6-100)}{100} = 8.46 \text{ كجم}$$

المكونات	وزن المكونات	كمية الدهن	كمية جوامد المصل
سكر	16.0	–	–
جيلاتين	0.5	–	–
لبن	74.7	$4.48 = \frac{6 \times 74.7}{100}$	$6.30 = \frac{8.5 \times 74.7}{100}$
قشدة	8.8	$3.52 = \frac{40 \times 8.8}{100}$	$0.47 = \frac{5.4 \times 8.8}{100}$
المجموع	100.0	8.0	6.77

يلاحظ فى المخلوط السابق أن نسبة جوامد المصل (SNF) منخفضة جداً ولا ينصح بوجودها فى أى مخلوط تجارى ، ولذا يجب زيادتها بإضافة لبن فرز مجفف أو مكثف حيث يفضل أن تصل جوامد المصل فى المخلوط الى 10-12% .

ثانياً : المخاليط المركبة :

إحسب كمية المكونات اللازمة لعمل مخلوط قدره 100 كجم بحيث يحتوى على 18% سكر ، 0.5 جيلاتين ، 8% دهن ، 10% جوامد مصل بإستعمال الخامات الآتية :

قشدة بها 30 % ، لبن فرز طازج ، لبن فرز مكثف 32% جوامد كلية .

$$\text{كمية السكر} = \frac{100 \times 18}{100} = 18 \text{ كجم}$$

$$\text{كمية الجيلاتين} = \frac{100 \times 0.5}{100} = 0.5 \text{ كجم}$$

$$\text{كمية القشدة} = \frac{100 \times 8}{30} = 26.7 \text{ كجم}$$

$$\text{كمية جوامد المصل بالقشدة المضافة} = \frac{6.3 \times 26.7}{100} = 1.68 \text{ كجم}$$

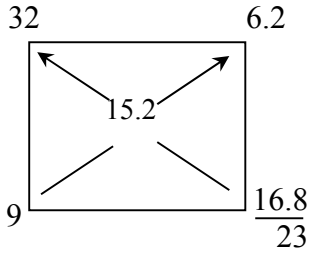
كمية اللبن الفرز الطازج والمكثف = 100-(26.7 + 18+ 0.5) = 54.8 كجم

كمية جوامد المصل الواجب إضافتها فى الفرز والمكثف = 10-1.68 = 8.32 كجم

$$\text{نسبة الـ SNF فى مخلوط الفرز والمكثف} = \frac{100 \times 8.32}{54.8} = 15.2 \%$$

$$\therefore \text{كمية اللبن الفرز المكثف} = \frac{6.2 \times 54.8}{23} = 14.82 \text{ كجم}$$

$$\text{كمية الفرز الطازج} = \frac{16.8 \times 54.8}{23} = 39.98 \text{ كجم}$$



المكونات	وزن المكونات	كمية الدهن	كمية جوامد المصل	T.S.
سكر	18.0	–	–	18.00
جيلاتين	0.5	–	–	0.50
قشدة	26.7	$8.01 = \frac{30 \times 26.7}{100}$	$1.68 = \frac{6.3 \times 26.7}{100}$	9.69
لبن فرز مكثف	14.82	–	$4.74 = \frac{32 \times 14.82}{100}$	4.74
لبن فرز طازج	39.98	–	$3.59 = \frac{9 \times 39.98}{100}$	3.59
المجموع	100.0	8.01	10.01	36.52

وفيما يلى نماذج لتركيب مخاليط من المثلوجات :

تركيب مخاليط أيس كريم مختلفة فى نسبة الدهن (16%-10%):

المكون	النسبة المئوية (%)						
دهن لبن	10	11	12	13	14	15	16
جوامد لبنية لا دهنية	11	11	10.5	10.5	10	10	9.5
سكروز	10	10	12	14	14	15	15
جوامد شراب ذرة	5	5	4	3	3	-	-
مثبت	0.35	0.35	0.30	0.30	0.25	0.20	0.15
مستحلب	0.15	0.15	0.15	0.14	0.13	0.12	0.10
الجوامد الكلية	36.5	37.5	38.95	40.94	41.38	40.32	40.75

تابع : تركيب مخاليط أيس كريم مختلفة فى نسبة الدهن (8%-3%):

المكون	النسبة المئوية (%)				
دهن لبن	3	4	5	6	8
جوامد لبنية لا دهنية	13.0	12.5	12.5	12.0	11.5
سكروز	11	11	11	13	12
جوامد شراب ذرة	6.0	5.5	5.5	4.0	4.0
مثبت	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
مستحلب	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15
الجوامد الكلية	33.65	33.45	33.45	35.50	36.0

تركيب مخاليط للأيس كريم الطرى Soft ice cream :

المكون	النسبة المئوية (%)	
دهن لبن	10.0	10.0
جوامد لبنية لا دهنية	12.5	12.0
سكروز	13.0	10.0
جوامد شراب ذرة	–	4.0
مثبت	0.35	0.15
مستحلب	0.15	0.15
الجوامد الكلية	36.0	36.3

تركيب مخاليط المشروبات اللبنية المجمدة sherbets :

المكون	النسبة المئوية (%)	
دهن لبن	0.5	1.50
جوامد لبنية لا دهنية	2.0	3.5
سكروز	24.0	24.0
جوامد شراب ذرة	9.0	6.0
مثبت/مستحلب	0.3	0.3
حامض ستريك (محلول 50%)	0.7	0.7
ماء	63.5	64.0
إجمالى	100.0	100.0

تركيب مخلوط زبادى مجمد Frozen yogurt :

المكون	النسبة المئوية (%)
دهن لبن	2.0
جوامد لبنية لا دهنية	14.0
سكر	15.0
مثبت	0.35
مستحلب	68.65
إجمالى	100

خطوات صناعة المثلوجات

تختلف الأجهزة والأدوات المستخدمة فى صناعة المثلوجات تبعاً للأصناف المراد إنتاجها والخامات التى تدخل فى تكوينها وكمية الإنتاج ما إذا كانت على المستوى المحدود فى المصانع الصغيرة على دفعات أو الإنتاج الكبير فى المصانع ذات الأجهزة المستمرة والأساليب المتطورة للإنتاج.

1- تحضير المخلوط Preparation of mix

تبدأ هذه الخطوة بمعرفة الصنف المراد إنتاجه والمكونات الداخلة فى تركيبه وحساب الكمية اللازمة من كل منها لكى يكون المخلوط جيد التركيب متزن فى المكونات ، وللحصول على ناتج ذو صفات جودة عالية مطابقة للمواصفات. بعد ذلك تجرى عمليات المزج والإذابة فى أحواض مزدوجة الجدار مجهزة ببعض الوسائل للتقليب والتسخين بالماء الساخن أو البخار حيث توضع المواد السائلة أولاً مثل اللبن السائل والقشدة واللبن المكثف مباشرة فى حوض الخلط بعد حساب الكمية اللازمة منها ووزنها بدقة ثم يبدأ فى رفع درجة الحرارة حيث تضاف المواد النصف صلبة كالزبد والقشدة اللينة إن وجد بعد تقطيعها إلى أجزاء لتسهيل عملية الإسالة والمزج ، وبالنسبة للمكونات التى توضع على حالة جافة يلزم بعض الحرص عند إضافتها لإذابتها تماماً بدون تكتل . لذلك يخلط اللبن الفرز المجفف مع كمية السكر والكاكاو والمادة المثبتة وتضاف تدريجياً مع التقليب لتجانس التوزيع وسهولة الإذابة والمزج مع باقى المكونات السائلة لمدة 5-10 ق قبل الوصول إلى حرارة البسترة لإتمام الإذابة. يراعى فى حالة استعمال الجيلاتين كمادة مثبتة إضافته قبل أن ترفع حرارة المخلوط عن 62°م بوقت يكفى لتشربه ببعض الماء وإلا صعبت إذابته وضعف تأثيره . أما فى حالة استعمال الجينات الصوديوم فإن يجب إضافتها بعد أن ترفع درجة حرارة المخلوط إلى 71°م او أكثر حيث أنها بطيئة الذوبان وتكون طبقة غير ذائبة من الجينات الكالسيوم على سطح الجزيئات المتجمعة تمنعها من الذوبان. أما المواد المكسبة للنكهة مثل الفانيليا والمستخلصات الأخرى والمواد الملونة فتضاف بعد البسترة قبل التعتيق او قد تضاف فى جهاز التجميد الأولى وذلك للمحافظة على درجة النكهة واللون للمواد المضافة.

2- تعديل حموضة المخلوط :

لا تجرى هذه العملية إذا كانت مكونات المخلوط اللبنية جيدة وطازجة ولكن يتعذر فى كثير من الأحيان الحصول على اللبن أو القشدة بحالة طازجة ويلزم عندئذ تعديل حموضة المخلوط وضبطها عند درجة معينة للأسباب التالية :

1- منع ترسيب بروتينات اللبن عند التسخين والتصاقها بجهاز التسخين.
2- توحيد صفات الناتج ومنع التغير فى الطعم.
3- تحسين قابلية المخلوط للخفق والحصول على نسبة أعلى من الريع.
4- زيادة كفاءة عملية التجنيس.

وتستخدم محاليل الأملاح القلوية مثل أملاح الصوديوم أو الكالسيوم مثل بيكربونات الصوديوم وعدم استعمال القلويات القوية مثل صأيد أو كربونات الصوديوم لقوة تأثيرهما واحتمال تكوين طعم طابونى بالمثلجات كما أن أملاح الكالسيوم تقلل من قابلية المخاليط للخفق حيث تساعد على تجميع مجاميع حبيبات الدهن وعند إضافة المواد القلوية يجب أن تكون على صورة محلول تركيزه 10 أو 20% بعد تصفيته إلى المخلوط وهو دافئ (على درجة 50-55°م) مع التقليب الجيد لمدة حوالى 5-10ق . ويلاحظ أن إضافة مواد التعادل إلى المخاليط تتلف ما تتميز به من تكهة وطعم جيدين بصرف النظر عن تأثيرهما المرغوب على الخواص الطبيعية الأخرى ، وعموماً لا يمكن صناعة مثلجات على درجة عالية من الجودة من مخاليط كانت مرتفعة الحموضة أصلا وعودلت حموضتها.

3- بسترة المخلوط :

من الضرورى بسترة مخاليط المثلجات وذلك لما يأتى :-

1- القضاء على ما قد يوجد بالمخلوط من ميكروبات مرضية أو ضارة وإيقاف نشاط الأنزيمات.
2- المساعدة فى إذابة المواد التى تصعب إذابتها والعمل على مزج واستحلاب مكونات المخلوط جزئياً والوصول إلى درجة حرارة مناسبة للتجنيس.
3- العمل على تحسين قابلية المخلوط للحفظ.

يجب استخدام درجات حرارة أعلا قليلاً عما فى حالة بسترة اللبن السائل نظراً لزيادة لزوجة مخاليط المثلجات ولأن السكر الموجود بها يعمل على وقاية

الميكروبات من الحرارة . وعادة تبستر مخاليط المثلجات على درجة حرارة تتراوح بين 65–75°م لمدة 30ق فى حالة البسترة البطيئة أو على درجة 79°م لمدة لا تقل عن 25 ثانية فى حالة البسترة بالطريقة السريعة. وهناك طرق أخرى للبسترة يستخدم فيها البخار تحت تفريغ على درجة 89°م لمدة 1–2 ثانية وهذه الطريقة الأخيرة تساعد فى التخلص من الروائح الشاذة الطيارة وتحسين نكهة المخلوط كذلك فأنه قد تستخدم طريقة البسترة فوق العالية Ultra High Temperature وفيها تستخدم درجة حرارة 100–125°م لمدة 40 ثانية.

4- التجنيس Homogenization

الغرض من هذه الخطوة هو عمل مستحلب ثابت وموحد بتجزئة حبيبات الدهن لانتظام توزيعها وانتشارها فى المخلوط مما يعطى تركيب أكثر نعومة كما يعمل على تحسين قابلية المخاليط للخفق بتقليل الوقت اللازم لعملية التعتيق وتقليل احتمال حدوث خض للدهن فى اجهزة التجميد الأولى. تعتبر هذه الخطوة ضرورية فى حالة استعمال أى من الزبد أو السمن أو القشدة السميكة أو المجمدة كمصدر للدهن بالمخلوط كما انه يمكن عند إجراء التجنيس للمخلوط استعمال نسبة أقل من المادة المثبتة. وقد يكون التجنيس على مرحلة واحدة أو مرحلتين تبعاً لتركيب المخلوط وعادة يجنس المخلوط على درجة حرارة البسترة ويجب ألا تنخفض عن ذلك حيث أن التجنيس على درجة منخفضة يسبب تجمع للدهن وزيادة لزوجة المخلوط.

5- التبريد Cooling

يبرد المخلوط مباشرة بعد تجنسه إلى 2–5°م وهى نفس الدرجة التى يحفظ عليها المخلوط أثناء التعتيق فى الأحواض الخاصة بذلك وهذه الدرجة المنخفضة أيضاً تعمل على إيقاف نمو ونشاط الميكروبات التى قد تصل إلى المخلوط . تعتبر المبردات السطحية أكثر المبردات شيوعاً لتبريد المخاليط حيث من الصعب استخدام المبردات الأنبوبية أو مبادلات الحرارة نظراً لارتفاع اللزوجة لمخاليط المثلوجات.

6- التعتيق :

فى هذه العملية يترك المخلوط على درجة حرارة التبريد (°5-2م) لمدة تتراوح من 6 إلى 24 ساعة وذلك لتحسين خواص المخلوط وقابليته للخفق

والحصول على نسبة عالية من الريع ، وتقليل الوقت اللازم لعملية التجميد وتحسين قوام وتركيب المثلجات الناتجة وقد أظهرت التجارب أن تعتيق المخاليط لمدة 4-6 ساعات تكون كافية دائماً فيما عدا بعض الحالات مثل مخاليط المثلجات بالشكيولاتة والمخاليط التى يدخل فى تركيبها الزبد أو اللبن الفرز المجفف أو المخاليط التى تحتوى على نسبة منخفضة من الجوامد الكلية فهذه يجب أن تترك لمدة تتراوح بين 12-24 ساعة على الأقل حتى تكون أكثر نعومة وتكتسب الخواص المطلوبة.

ويعتقد أن زيادة قابلية المخلوط للخفق نتيجة للتعتيق ترجع إلى حد ما إلى أن المواد الرابطة والبروتينات تمتص كمية من الماء كما أن بعض الأملاح المعدنية تدمص على سطح حبيبات الدهن أثناء فترة التعتيق. وفى كلتا الحالتين فإن الوقت ودرجة الحرارة تعتبران من العوامل الهامة.

7- التجميد Freezing

بعد انتهاء فترة التعتيق ينقل المخلوط إلى اجهزة التجميد الأولى حيث يتحول فيها إلى حالة نصف جامدة بالتبريد الحاد المصحوب بالخفق والتقليب ويؤدى ذلك إلى إدماج كمية من الهواء بالمخلوط فيزيد حجمه وتعرف هذه الزيادة بالريع ، ويمكن تعريف "الريع" فى هذه الحالة بأنه عبارة عن زيادة فى حجم المثلوجات الناتجة عن حجم المخلوط الأصلى الذى صنعت منه. ويمكن تقدير النسبة المئوية لزيادة حجم الناتج (للريع) كما يلى :

$$\% \text{ للريع} = \frac{\text{حجم المثلوجات الناتجة} - \text{حجم المخلوط الأصلى}}{\text{حجم المخلوط الأصلى}} \times 100$$

$$\text{أو } \% \text{ للريع} = \frac{\text{وزن حجم معين من المخلوط} - \text{وزن نفس الحجم من المثلوجات}}{\text{وزن نفس الحجم من المثلوجات}} \times 100$$

وتعتبر النسبة المئوية للريع ذات أهمية فى صناعة المثلوجات لعلاقتها المباشرة بزيادة حجم الناتج النهائى وما يترتيب على ذلك من ربح فضلاً عن تأثيره على قوام وتركيب وخواص المثلوجات الناتجة.

وتختلف أجهزة التجميد بحيث تتناسب مع حجم المخلوط واستعداد المعامل وقدرتها الإنتاجية فقد تكون أجهزة تجميد على دفعات أو قد تكون اجهزة تجميد

مستمرة وتتركب معظم هذه الأجهزة من اسطوانة معدنية يوضع بها المخلوط حيث تحيط بها مادة التبريد وتحتوى الأسطوانات فى هذه الأجهزة على مقلبات داخلية ومكاشط أو سكاكين تتحرك آلياً لتنظم وتوزيع التبريد والمواد الصلبة فى جميع أجزاء المخلوط وكشط ما قد يتجمد منه ويلتصق بالجدار الداخلى للأسطوانة فيصبح كمادة عازلة فضلاً عن أن عملية التقليب تؤدى إلى إدماج الهواء بالمخلوط وتحقيق النسبة المرغوبة من الريع. وهذه الاسطوانات أما أن تدار باليد أو بالقوى المحركة وإما ان تكون رأسية أو أفقية وقد أثبتت التجارب أن الأجهزة ذات الاسطوانة الأفقية تعطى نسبة أعلى من الريع حيث يزيد فيها سطح المخلوط المعرض للخفق ، ويستعمل فى التبريد إما مخلوط من الثلج والملح (كما فى الأجهزة الصغيرة) أو محاليل التبريد أو الغازات مثل الفريون أو الأمونيا أو غيرها كما فى الأجهزة الحديثة.

وتستخدم آلات التجميد المستمرة فى المصانع الكبيرة ذات الإنتاج العالى حيث يدخل المخلوط من أحد طرفى الجهاز ويخرج بعد بضع ثوانى من الطرف الآخر للجهاز بعد انتهاء تجميده وفى نفس الوقت يندمج بالمخلوط كمية من الهواء تكفى لزيادة الريع بالنسبة المرغوبة وتخرج المثلوجات من هذه الأجهزة على درجة حرارة ما بين −5°م إلى −6°م وعند استخدام آلات التجميد على دفعات فإنه يلزم وقت يتراوح بين 8−12 دقيقة وقد يزيد عن ذلك كثيراً حسب عدة عوامل وتسحب المثلوجات من هذه الأجهزة على درجة حرارة تتراوح بين −4 إلى −5°م.

العوامل التى تؤثر على قوة الخفق والريع:

أ− تأثير التركيب الكيميائى للمخلوط:

1− تتأثر قوة خفق المخلوط بالتغير فى نسبة الدهن والمواد الصلبة اللادهنية.
2− مصدر الدهن يؤثر على قوة الخفق (الزبد أو السمن تقلل من قوة الخفق).
3− إذا كانت كمية المادة المثبتة أكثر مما يجب فإن ذلك له تأثير سيئ لأنها تزيد لزوجة المخلوط فيصعب خفق الهواء.
4− جوامد صفار البيض تحدث تحسيناً كبيراً فى قدرة المخلوط على الخفض.

ب− تأثير طريقة الصناعة وتحضير المخلوط:

1- يعتبر إجراء عملية التجنيس عاملاً هاماً من وجهة التأثير على قوة الخفق.
2- وجد أن إضافة الجيلاتين والسكر بعد إجراء عملية التجنيس ينتج تحسيناً كبيراً فى قدرة المخلوط على الخفق.
3- إنضاج أو تعتيق المخلوط يحسن فى قدرة المخلوط على الخفق.
4- يؤثر تصميم المجمدات على قوة الخفق تأثيراً ملموساً.
5- كلما زادت سرعة دوران الكاشطات فى المجمدات كلما كانت عملية الخفق أسرع وذلك لحد محدود.
6- حجم المخلوط فى جهاز التجميد.
7- درجة حرارة المخلوط عند خفقه.

8- التعبئة Packaging

عقب خروج المثلوجات من وحدات التجميد الأولى توضع عادة فى الأوعية ذات الحجم والشكل المناسب للتداول ويستعمل لهذا الغرض نوعين من العبوات: الأولى عبارة عن عبوات معدنية اسطوانية يمكن تنظيفها وتعقيمها وإعادة استخدامها وذلك لاستهلاك الفنادق ومحلات البيع بالجملة لصغار الموزعين.

أما الثانية فهى عبوات تستخدم مرة واحدة وهى المنتشرة حالياً وتصنع من الورق المقوى المعامل أو البلاستيك وهى تتميز بأنها خفيفة الوزن جذابة .

يجب تبريد كل الأدوات والعبوات التى تستخدم فى عملية التعبئة وذلك لتلافى انصهار المثلوجات ثم تجميدها مرة أخرى وظهور بللورات من الثلج عند إخراجها. كما يجب التعبئة بسرعة قدر الإمكان لتلافى التغير فى الريع. توجد بالمصانع ماكينات خاصة للتعبئة تكون مبردة ومعزولة جيداً قريبة من خط الإنتاج . نادراً ما يستخدم التعبئة اليدوية ويكون ذلك فى المصانع الصغيرة فقط. يجب وضع كل البيانات الخاصة بالمثلوجات على العبوة مثل نوع الناتج وتاريخ الإنتاج .. الخ

9- التصليب Hardening

تنقل المثلوجات عقب خروجها من جهاز التجميد أو بعد تعبئتها مباشرة إلى غرف خاصة تعرف باسم غرف التصليب حيث تحفظ فيها المثلوجات على درجة حرارة منخفضة جداً حوالى -28°م لمدة تتراوح بين 6-24 ساعة وهذه العملية ضرورية لتمام تجميد المثلوجات واحتفاظها بالريع وإكتسابها القوام والجودة المناسبة للتسويق والاستهلاك ، وهناك بعض العوامل التى تؤثر على الوقت اللازم لاتمام

هذه العملية مثل حجم وشكل عبوات المثلوجات وسرعة دوران الهواء فى غرف التصليب ودرجة حرارة الهواء وتركيب المخلوط الأصلى للمثلوجات ودرجة حرارته والنسبة المئوية للريع.

10- التخزين Storage

بعد تمام عملية التجميد النهائى للمثلوجات (التصليب) تصبح معدة للتسويق والاستهلاك ولظروف ما قد تبقى لمدة أسبوع أو أسبوعين على الأكثر لحين توزيعها ، ويمكن استخدام غرف التصليب لهذا الغرض ، ألا أنه ينصح خصوصاً فى حالة الإنتاج التجارى الكبير بأن تخصص لتخزين المثلوجات غرف خاصة مبردة إلى درجات تتراوح من -18°م إلى -23°م حتى يمكن استغلال غرف التصليب لكميات اخرى من الإنتاج . فضلاً عن أن ذلك يكون اقتصادياً لتوفير وحدات التبريد اللازمة لتشغيل غرف التصليب.

11- التوزيع Shipping

عند توزيع المثلوجات تستخدم عربات خاصة لذلك أو صناديق مبردة ومحاطة تماماً بمادة عازلة ، وقد يكون التبريد ميكانيكاً كما فى اغلب عربات التوزيع الحديثة أو بمخلوط الثلج والملح كما قد يستخدم الثلج الجاف (Co_2 الجاف) للتبريد أثناء التوزيع وتختلف عربات التوزيع فى سعتها وطرق تشغيلها تبعاً لكميات المثلوجات ومادة التبريد المستخدمة بها.

المشروبات اللبنية المجمدة والمثلوجات المائية
Sherbets and Ices

المشروبات اللبنية المجمدة Sherbets عبارة عن منتجات مجمدة يدخل فى تكوينها السكر والماء وبعض الأحماض العضوية والمواد الملونة وعصير الفاكهة أومركبات نكهة صناعية ومواد مثبتة مع إضافة كميات صغيرة من جوامد اللبن فى صورة لبن فرز أو لبن كامل أو مكثف أو جزء من مخلوط مثلوجات قشدية أو لبنية.

المثلوجات المائية Ices تحتوى نفس المكونات السابقة فيما عدا المكونات التى تمد المخلوط بجوامد اللبن . تختلف المشروبات اللبنية المجمدة والمثلوجات المائية عن المثلوجات القشدية فيما يلى :

1- تحتوى كمية أكبر من الأحماض العضوية بما لا يقل عن 0.35% والتى يميزها بالطعم الحامضى .
2- يتراوح فيها الريع عادة من 25-45% حيث يؤدى ارتفاعه إلى تفتت القوام وانفصال المكونات.
3- تحتوى كمية أكبر من السكر ما بين 25-35% مما يسبب انخفاض نقطة تجمدها.
4- ذات تركيب خشن Coarse.
5- تعطى إحساس بنقص الدسامة وذلك للنقص فى محتواها من جوامد اللبن.
6- تعطى احساس أكبر بالبرودة عند وضعها فى الفم بسبب اخفاض نقطة تجمدها.

المكونات الرئيسية فى المشروبات اللبنية المجمدة والمثلوجات المائية

1- المواد المحلية

تحتوى على ضعف محتوى المثلوجات من المادة المحلية فتتراوح نسبة السكر بها من 25-35% وتشمل المواد المحلية المستعملة سكر القصب أو البنجر وجوامد شراب الذرة والسكر المحول. يفضل استبدال ثلث كمية السكروز بسكريات الذرة أو السكر المحول حيث أن ذلك يقلل احتمال تكون القشرة السطحية والتى قد تحدث أحياناً عند استخدام السكروز فقط كذلك تحفظ نقطة انصهار الناتج وتجعلها قريبة من تلك الخاصة بالمثلوجات القشدية ويجعل الناتج ذو قوام ثابت أكثر مناسبة.

2- المواد المثبتة

تعتبر المثبتات فى هذه المنتجات اكثر أهمية لتأثيرها على عدم انفصال السكر وظهور القوام المحبب نتيجة لتشرب هذه المواد لجزء من الماء بالمخلوط. وهى أيضاً اكثر أهمية فى المثلوجات المائية لانخفاض محتواها من الجوامد الكلية. ويستخدم عدد كبير من أنواع الصموغ مثل السيلولوز والتراجاكنت وآجار آجار والبكتين وخليط منها ، تضاف هذه المواد بنسبة أقل عما هو فى حالة المثلوجات القشدية .

3- الأحماض المستخدمة:

يعتبر حامض الستريك من أكثر الأحماض العضوية شيوعاً فى الاستخدام ويضاف على صورة محلول 50% تختلف كمية الحامض تبعاً لنوع الفاكهة المضافة وكمية السكر ورغبات المستهلكين . وعموماً يزداد نسبتها بزيادة كمية السكر من الأحماض المستخمة أيضاً الطرطريك وعند عدم توفرها يستعمل الفوسفوريك واللاكتيك ولكنها لا تعطى نفس النكهة المرغوبة.

4- المواد المكسبة للنكهة

يستخدم الكثير من مواد النكهة خاصة الفواكه ومن أكثرها استخداماً البرتقال والتفاح والفراولة والليمون وتختلف كميتها حسب نوعها وتركيز النكهة. وهى تتراوح ما بين 2-10% كما تشمل مكسبات النكهة أيضاً التوابل والقهوة والكاكاو فى صورة شراب.

5- المواد الملونة

تستخدم المواد الملونة المصرح بها قانوناً وهى تساعد على الحصول على اللون المناسب للنكهة وتوحيده من يوم لآخر.

6- جوامد اللبن والماء

تحتوى المشروبات اللبنية على جزء من جوامد اللبن والتى قد يكون مصدرها اللبن الكامل أو الفرز أو اللبن المكثف أو المجفف أو جزء من مخلوط مثلوجات سابقة التحضير وهى تعمل على تحسين قوام وتركيب الناتج النهائى وفى هذه الحالة الأخيرة يجب أن يؤخذ فى الاعتبار نسبة مكونات المخلوط المضاف. أما الماء فهو الوسط السائل فى حالة المشروبات اللبنية المائية المجمدة.

تحضير المخلوط الأساسي

تضاف المكونات الجافة ببطء إلى جزء من الماء أو اللبن مع التقليب والتدفئة لعدم حدوث تجمع وتكوين كتل وتسهيل خلط المكونات خاصة عند استعمال الجيلاتين أو الآجار آجار كمادة مثبتة ثم ترفع درجة الحرارة إلى البسترة ولا تجرى عملية تجنيس لعدم وجود الدهن بالمخلوط . تعتبر عملية التعتيق ضرورية خاصة فى حالة استعمال بعض الصموغ مثل الآجار آجار وتتراوح ما بين 12–24 ساعة يصبح بعدها المخلوط جاهز لإضافة المواد الملونة ومواد النكهة . فى حالة استعمال الصمغ العربى كمادة مثبتة قد يحدث تجبن للبن فيلاحظ بسترة اللبن أولاً ثم إضافته على البارد. ويتم التجميد كما فى حالة المثلوجات القشدية علىدرجة –24°م على الأقل وتضاف المواد الملونة والمكسبة للنكهة وحامض الستريك أثناء عملية التجميد.

ويعتبر الريع من الخواص ذات التأثير على صفات الناتج فهو يتراوح ما بين 35–45% فى المشروبات اللبنية المجمدة ، 25–30% فى المشروبات المائية حيث يؤدى ارتفاع الريع إلى ضعف القوام وانفصال المكونات.

المثلوجات اللبنية المتخمرة
Frozen yoghurt

تعتبر صناعة المثلوجات اللبنية الحامضية من الصناعات الحديثة نسبياً فى مجال الألبان وأكثرها شيوعاً اليوجهورت المجمد Frozen yoghurt أو أيس كريم اليوجهورت وهو نوع من المثلوجات اللبنية يدخل اللبن الزبادى كعنصر أساسى فى تكوينه مع أو بدون إضافة الفواكه والمكسرات ومكسبات النكهة والمواد المحلية والمواد المثبتة والمستحلبة أو أى مواد أخرى مصرح بإضافتها من الجهات المنظمة القانونية . هذا المنتج اللبنى المجمد له تأثير منعش بالإضافة إلى صفات النكهة المميزة لليوغهورت.

ولصناعة هذا المنتج تحسب المكونات وتوزن بدقة ثم تخلط الكمية المطلوبة من جوامد المصل مع المثبت ونصف كمية السكر وترش بعناية على كمية اللبن الدافئ مع التقليب المستمر لانتظام توزيع ومزج المكونات . ترفع بعد ذلك الحرارة البسترة ثم التبريد والتجنيس . يلقح المخلوط بواحد أو أكثر من سلالات *L.bulgaricus* ، *Str.thermophillus.* ويحفظ على الدرجة المثلى للبادئ حتى تمام التخثر ووصول الحموضة إلى الدرجة المطلوبة (0.8–1% كحامض لاكتيك) . يبرد المخلوط إلى 5°م ويحفظ على هذه الدرجة لمدة 12–24 ساعة

للتعتيق. يذاب باقى كمية السكر فى الكمية المحجوزة من اللبن وتبستر وتبرد وتضاف إلى المخلوط مع مواد النكهة المرغوبة. يوضع بعد ذلك المخلوط فى جهاز التجميد عند درجة –28°م لإتمام التجميد الأولى مع الخفق حتى 50% ريع ثم التعبئة والتصليب بالطريقة العادية للمثلوجات.

العيوب فى المنتجات اللبنية المجمدة

تعتبر عيوب القوام والتركيب والنكهة وخواص الانصهار من أهم العيوب ذات التأثير على درجة جودة الناتج ومدى إقبال المستهلك عليه يلى ذلك فى الأهمية العيوب التى قد تظهر فى اللون او طريقة التعبئة .

وفيما يلى أهم العيوب التى قد تظهر فى المثلوجات:

أولاً : عيوب القوام والتركيب

القوام المرغوب فى المثلوجات هو ذلك القوام المتماسك الذى يمكن غرفه بسهولة والذى ينصهر على درجة الحرارة العادية إلى مزيج قشدى. أما التركيب المفضل هو ذلك التركيب الدقيق الناعم ذو المظهر القشدى والصفتان متلازمتان ولهما قدر كبير فى التأثير على مدى قبول المستهلك للمثلوجات.

من العيوب التى قد تظهر فى المثلوجات . قوام متفتت أو هش – ثقيل متعجن – صمغى – خفيف أو مائى – منكمش.

أما العيوب الشائعة فى التركيب – التركيب الذبدى – تركيب إسفنجى – تركيب جليدى او ثلجى – تركيب رملى – تركيب متكتل او به كتل من الجيلاتين.

ثانياً : عيوب النكهة

يجب ان تكون المثلوجات ذات رائحة مقبولة ولها نكهة قشدية متجانسة يمكن ملاحظاتها بسهولة وأن تترك أثر مستحباً عند تذوقها والعيوب الرئيسية للنكهة يمكن تصنيفها تبعاً لمصادرها إلى :

1- نكهات غريبة ناتجة من الخامات

المنتجات اللبنية : نكهة مطبوخة – نكهة العليقة – نكهة حامضة – نكهة الخامات القديمة – نكهة ملحية – نكهة زنخة.

المواد المكسبة للنكهة : نكهة غير نقية – نكهة زائدة – نكهة ناقصة – نكهة غير طبيعية.

مواد التحلية : نقص الحلاوة – زيادة الحلاوة – حلاوة غير طبيعية.

الخامات الأخرى : نكهة البيض – نكهة المثبتات – نكهات اخرى ناتجة من الجوامد غير اللبنية.

2- نكهات غريبة ترجع إلى نمو البكتريا : نكهة الجبن – نكهة متخمرة – نكهة العفن.

3- نكهات غريبة ترجع إلى تغيرات كيماوية فى المخلوط : نكهة معدنية – نكهة قديمة – نكهة تزنخ أكسيدى .

4- نكهات غريبة ترجع إلى أسباب اخرى : نكهة الصابون وترجع لاستخدام مواد معادلة للحموضة ، أو مرارة.

ثالثاً : عيوب اللون

يجب أن يكون اللون موحداً جذاباً مطابقاً للنكهة المضافة ومن عيوب اللون التى قد تظهر بالمثلوجات : لون غير موحد – لون فاقع – لون باهت – لون غير طبيعي أى غير مطابقة للنكهة.

رابعاً : عيوب التعبئة والتغليف

يجب ان يكون الغلاف أو العبوة نظيفاً جذاباً ممتلئاً ومغطى بغطاء حوافه نظيفة وأن تكون العبوة سواء كانت من الورق أو المعدن خالية من الثقوب أو الطلاء أو الرشح وأن تكون مستوية سطحها املس ومن العيوب التى يمكن مصادفتها فى التغليف هى :

- عبوات بها صدأ أو تلف .
- عدم احكام قفل العبوة أو أجراء التغليف بإهمال.
- عدم ملأ العبوة وتلوثها من الخارج.

خامساً : خواص الانصهار Melting properties

المثلوجات القشدية الجيدة يجب أن تكون ذات مقاومة قليلة للإنصهار عند وضعها فى درجة حرارة الغرفة العادية وأثناء عملية الانصهار يجب أن ينساب المزيج بمجرد انصهاره مكوناً سائلاً ناعماً متجانساً.

والعيوب التى تلاحظ فى خاصية الانصهار هى:

- عدم الانصهار أو تأخره .
- انصهار ذو رغوة غير نظيفة.
- رغوة متجمعة وفقاعات هوائية كبيرة.
- التشريش والتخثر.
- مقاومة منخفضة للانصهار أو انصهار مائى.

تذكر

- المثلوجات القشدية هى أغذية لبنية مجمدة تصنع بتجميد المخلوط المبستر مع التقليب لإدماج وتوزيع الهواء والحصول على تركيب متماثل ، ويتكون مخلوط المثلوجات من مجموعة من المنتجات اللبنية ومواد محلية ومواد مكسبة للنكهة مع إضافة أو عدم إضافة مواد مثبتة أو مستحلبة وأى من المواد الأخرى ذات القيمة الغذائية المصرح بإضافتها.
- تعتمد القيمة الغذائية للمثلوجات على القيمة الغذائية للمكونات الداخلة فى تركيبها مثل البروتين والدهن بالإضافة إلى المواد الغذائية الأخرى مثل الفواكه والمكسرات والبيض والسكر.
- تقسم المثلوجات على أساس تركيز بعض المكونات مثل دهن اللبن ، جوامد صفار البيض ، المثبتات وتشمل المواصفات القانونية للمثلوجات حد أدنى لنسبة الدهن ، حد أدنى لوزن الجالون ، حد أعلى لنسبة المثبت ، وقد تشمل حد أدنى لنسبة الجوامد اللبنية غير الدهنية أو الجوامد الكلية.
- التركيب الجيد للمخلوط هو التركيب الذى يعطى ناتجاً من المثلوجات يجمع بين الصفات المرغوبة من حيث السعر والقيمة الغذائية والنكهة والقوام والتركيب والتأثير المبرد المنعش واللون الجذاب وقد يطلق عليه المخلوط المتزن.
- المواد المحلية هى المواد السكرية التى تستعمل فى المثلوجات وتشمل سكر القصب وقد يستخدم بمفرده أو يستبدل جزء منه بمواد محلية أخرى مثل الدكستروز – وتختلف نسبة السكر ما بين 14–16% وهى تساعد على زيادة اللزوجة وترفع تركيز الجوامد الكلية بالمخلوط ما يساعد على تحسين القوام والتركيب للمثلوجات.
- المواد المثبتة أو الرابطة تستخدم أساساً لمنع تكون البللورات الثلجية الكبيرة فى المثلوجات نظرًا لمقدرتها على التشرب بالماء . وقد تكون جيلاتينية

(مصدر حيوانى) مثل الجيلاتين وبروتينات اللبن أو كربوهيدراتية (نباتية) مثل الآجار – آجار والبكتين وألجينات الصوديوم وكربوكسى ميثيل سليلوز والصموغ وغيرها – وهذه تعمل على زيادة اللزوجة وتحسين القوام والمقاومة للإنصهار للناتج ، وتتراوح النسبة المضافة بين 0.2–0.3%.

- مواد الاستحلاب هى مواد تعمل على تثبيت حالة الاستحلاب للدهن وتعمل على تحسين القوام والتركيب والقابلية للخفق وتضاف بنسبة 0.2% ومن أمثلتها الجلسريدات الأحادية والثنائية.
- تعتبر القشدة الطازجة ، القشدة السميكة ، القشدة المجمدة والزبد غير المملح من المصادر الرئيسية للدهن بينما اللبن الفرز سواء الطازج أو المكثف أو المجفف أهم المصادر لجوامد اللبن اللادهنية.
- الريع فى المثلوجات هو الزيادة فى حجم المثلوجات عن حجم المخلوط الأصلى نتيجة إدماج كمية من الهواء أثناء التجميد وهذا يترتب عليه ربح فضلاً عن تأثيره على قوام وتركيب وخواص المثلوجات الناتجة.
- المشروبات اللبنية المجمدة عبارة عن منتجات مجمدة يدخل فى تكوينها السكر والماء وبعض الأحماض العضوية والمواد الملونة وعصير الفاكهة ومواد مثبتة مع كميات صغيرة من جوامد اللبن.

أما المثلوجات المائية فتحتوى على نفس المكونات السابقة فيما عدا المكونات التى تمد المخلوط بجوامد اللبن.

- تختلف المشروبات اللبنية المجمدة والمثلوجات المائية عن المثلوجات القشدية فى احتوائها على كمية أكبر من الأحماض العضوية (0.35%) والسكر (25–35%) وانخفاض نسبة الريع (25–45%) وذو تركيب خشن .

- اليوجهـورت المجمـد غـذاء لبنــى يحضــر بالتجميـد المصــحوب بــالخفق للمخلـوط المبسـتر الـذى يحتـوى علـى اللـبن المتخمـر مـع أو بـدون إضـافة الفواكه والمكسرات ومكسبات النكهة والمواد المحلية والمثبتة والمستحلبة.
- تعتبـر عيـوب القوام والتركيب والنكهـة وخواص الانصـهار من أهم العيـوب ذات التأثير على جودة المثلوجات ومدى إقبـال المستهلكين عليها يلـى ذلك العيوب التى قد تظهر فى اللون أو طريقة التعبئة.

أسئلـة

1- وضح ما يلى :

- القيمة الغذائية والحرارية للمثلوجات.
- العوامل التى يجب أن تؤخذ فى الاعتبار عند تكوين مخلوط المثلوجات.
- تأثير كل من المكونات التالية على خواص المخلوط والناتج:

الدهن – الجوامد اللادهنية – صفار البيض – المواد المحلية

2- أذكر أهمية كل من الخطوات التالية فى صناعة المثلوجات مع ذكر درجات الحرارة : البسترة ، التعيق ، التصليب

3- تختلف المشروبات اللبنية المجمدة والمثلوجات المائية عن المثلوجات القشدية فى التركيب والخواص وضح ذلك.

4- إشرح الخطوات الرئيسية لتحضير المخلوط الأساسى للمشروبات اللبنية المجمدة .

5- أذكر باختصار خطوات صناعة المثلوجات الحامضية(المتخمرة).

6- أذكر أهم العيوب التى قد تظهر بالمثلوجات فى كل من :

القوام – خواص الانصهار – النكهة .

7- إحسب الكميات اللازمة لعمل 100 كجم من المخلوط المثلوجات القشدية تركيبة 10% دهن ، 12% جوامد لبنية لا دهنية ، 15% سكر ، 0.5% جوامد صفار بيض ، 0.5% مثبت من المكونات : قشدة 40% دهن ، لبن فرز مجفف (97% جوامد) ، سكر ، جوامد صفار بيض (95% جوامد) ومثبت.

الباب السابع
المنتجات الثانوية للألبان

هى عبارة عن المواد المتخلفة عن الصناعات الكبرى للألبان مثل صناعة القشدة حيث يتخلف اللبن الفرز وعند صناعة الجبن يتخلف الشرش كما يتخلف اللبن الخض من صناعة الزبد.

وقد تستخدم المنتجات الثانوية للألبان فى تغذية الإنسان أو فى تغذية الحيوان، ولكن حيث أن الناتج من هذه المواد يكون بكميات كبيرة جداً فى بعض الدول المتقدمة، لذلك فإنه تقوم على هذه المنتجات عدة صناعات أخرى ذات أهمية كبيرة مثل صناعة اللاكتوز وصناعة الكيزين. ولكن فى مصر حيث أن صناعة الألبان ما تزال فردية إلى حد كبير، وتصنع معظم منتجات الألبان فى الريف فإن صناعة المنتجات الثانوية لم تتطور بعد.

وتنحصر طرق الإستفادة من اللبن الفرز واللبن الرقد فى مصر حتى الآن فى صناعة بعض أنواع الجبن مثل الجبن القريش، وقد يستخدم اللبن الرقد فى صناعة بعض أنواع الأطعمة والفطائر. أما اللبن الخض فإنه يستخدم فى صناعة المش فى الريف أو بعض الفطائر أو تغذية الدجاج الرومى. أما الشرش الناتج عن صناعة الجبن الدمياطى فعادة يكون به نسبة مرتفعة من ملح الطعام يعيق إستخدامه فى صناعة اللاكتوز.

وفيما يلى جدول يبين التركيب الإجمالى لكل من اللبن الفرز والشرش واللبن الخض:

المكون %	اللبن الفرز	الشرش	اللبن الخض	
			من قشدة طازجة	من قشدة* متخمرة
الماء	90.50	93.1	91	91.6
المواد الجافة اللبنية	9.50	6.9	9	8.4
لاكتوز	5.0	5.0	4.45	3.4
مواد نيتروجينية	3.6	0.9	3.47	3.3
دهن	0.10	0.35	0.35	0.50
رماد	0.75	0.65	0.73	0.65

* يحتوى على حوالى 0.5% حامض لاكتيك.

بعض استعمالات اللبن الفرز:

1- الشرب كما هو أو إدخاله فى بعض المشروبات اللبنية الخاصة.
2- صناعة بعض أنواع الجبن مثل القريش ، Cottage .
3- صناعة اللبن الفرز المكثف المحلى وغير المحلى والتى عادة ما تستخدم فى تحضير مخاليط الآيس كريم والحلوى والفطائر ولا تختلف طريقة تكثيف اللبن الفرز عن الطريق السابق ذكرها عند الكلام عن تكثيف اللبن.
4- تجفيف البن الفرز ويتم عادة بطريقة التجفيف بالإسطوانات، وذلك لأن الناتج منه يستخدم عادة فى المخابز وصناعة الحلوى، أما إذا أريد إستخدامه فى صناعة الجبن أو فى صناعة لبن مجفف سريع الذوبان، فإن التجفيف يتم بطريقة الرذاذ.
5- يستخدم فى صناعة الكازين.
6- يستخدم فى صناعة الزبد الصناعى (المرجرين).
7- قد يستخدم فى تغذية الحيوانات.

بعض إستعمالات الشرش:

1- إذا كانت نسبة الدهن مرتفعة فى الشرش يفرز بفرازات خاصة ويستخدم الدهن الناتج فى صناعة زبد الشرش. وهذا الزبد ذو قابلية ضعيفة للحفظ بسبب وجود نسبة من الألبيومين – كما أنه طرى ذو لون باهت وغالباً ما يستعمل فى عمل تغطية أقراص الجبن الجافة بالقماش.
2- يمكن تركيز الشرش ولو أنه يقابل ذلك بعض الصعوبات نتيجة لتبلور اللاكتوز كما ويمكن تركيز الشرش تحت تفريغ بأحد طرق التكثيف السابق الكلام عنها.
3- يخزن الشرش المركز حتى يتبلور سكر اللاكتوز – وقد يباع اللاكتوز المتبلور الخام كما هو أو ينقى بإذابة البلورات ثم إعادة تبلورها.
4- السائل المتبقى بعد إنفصال البلورات يركز ليعرف بإسم عجينة الشرش، وهذه تستخدم فى صناعة بعض الأغذية الرخيصة وقوامها عبارة عن ألبيومين وجلوبيولين – كما وقد يستخدم السائل المتبقى أيضاً فى صناعة علائق الحيوانات والدواجن.
5- قد يستخدم فى بعض الصناعات الكيماوية مثل صناعة الريبوفلافين وكحول الإيثايل وحامض اللاكتيك.

6- فى المصانع الصغيرة يمرر بخار فى الشرش لترسيب البروتين ثم تفصل وتملح وتستخدم فى عمل السندوتشات.

بعض استعمالات اللبن الخض:

1- تغذية المواشى.
2- قد يستخرج منه الكازين ولكنه أقل جودة من الكازين المستخرج من اللبن الفرز.
3- قد يجفف وغالباً ما تستخدم طريقة الإسطوانات فى تجفيفه (لكن يجب ألا يتعدى ضغط البخار عن 80 رطل على البورصة المربعة) غير أن حامض اللاكتيك واللاكتات الموجودة به تجعله شره لإمتصاص الماء.
4- يستخدم فى صناعة الكشك ولبن السلطة فى مصر.
5- قد يستخدم فى صناعة بعض أنواع من الجبن.

صناعة الكازين

يعتبر الكازين من المنتجات الثانوية الهامة نظراً لأنه بروتين هام يستخدم فى التغذية، فضلا عن أنه يستخدم فى صناعات حيوية أخرى كثيرة ، ويصنع من اللبن الفرز.

أهم إستعمالات الكازين:

1- يستعمل طبياً فيما يلى:

أ- كمادة إستحلاب فى تحضير المستحلبات والمعلقات الغروية على المعادن الثقيلة.

ب- تحضير الكازين اليودى.

ج- تحضير كازين الفورمالدهيد الذى يستخدم فى تضميد الجروح.

د- يستعمل لتثبيت حامض التانيك.

هـ- يستعمل فى تحضير الأحماض الأمينية وخاصة الأحماض الأمينية الأساسية.

2- يستعمل الكازين فى تحضير بعض أنواع الجبن الطرى، كما يدخل فى رفع الجوامد اللبنية غير الدهنية فى صناعة المثلجات اللبنية دون زيادة سكر اللاكتوز.

3- يستعمل فى تحضير المواد اللاصقة والغراء.
4- يستعمل فى تحضير بعض أنواع البويات حيث تمتاز الأنواع المحتوية على الكازين بكونها رخيصة الثمن، كما أنها تقاوم تأثير الماء وسهلة التحضير.
5- يستعمل فى صناعة بعض أنواع الورق ذى الأسطح الناعمة المصقول.
6- يستعمل فى صناعة الصوف الزجاجى.
7- يستعمل فى صناعة البلاستيك وذلك بتفاعل الكازين مع الفورمالدهيد ويستخدم كازين المنفحة فى هذه الحالة.

أنواع الكازين:

1- يمكن تقسيم الكازين على أساس نوع الحامض المستخدم فى الترسيب ويطلق على الكازين الناتج اسم الحامض المستخدم مثل:
أ- كازين حامض الهيدروكلوريك.
ب- كازين حامض الكبريتيك.
ج – كازين حامض اللاكتيك.
2- ويمكن تقسيم الكازين الناتج بواسطة الحامض إلى نوعين هما:
– ناتج بالتحميض المباشر (باستخدام حامض معدنى أو عضوى) أو
– ناتج بالتحميض الذاتى (باستخدام بادئ).
3- ويوجد تقسيم آخر للكازين تبعا لنوع التجبن:
كازين ناتج من التجبن الإنزيمى.
كازين ناتج من التجبن الحامضى.
ويختلف نوعى الكازين عن بعضهما فى درجة ذوبانهما كما يختلفان فى درجة إتحادهما بالقواعد والأحماض.
ومن الناحية التجارية فإن الكازين الحامضى يستخدم فى أغراض اللصق بينما يستخدم كازين المنفحة فى صناعة البلاستيك.
4- يوجد تقسيم يعتمد على نوع الخثرة ومنه:
الخثرة المضغوطة – الخثرة المطبوخة – الخثرة الحبيبة.

طرق صناعة الكازين الحامضى:

أولاً: صناعة الكازين على دفعات:

أ- بالتحميض المباشر:

1- يدفأ اللبن الفرز إلى 35 – 40° م ثم يضاف حامض الهيدروكلوريك أو الكبريتيك أو اللاكتيك (1.2 – 1.4 عيارى) إلى اللبن الفرز مع التقليب المستمر. يتجبن اللبن عندما تصل الحموضة إلى 0.50 – 0.55% وعندها يكون pH اللبن حوالى 4.6 – 4.7.

2- بعد تمام التجبن يجب الإسراع فى التخلص من الشرش وغسيل الخثرة – فيصفى الشرش خلال مصفاة ثم يوضع ماء الغسيل على الخثرة فى نفس الحوض بكمية مساوية لمقدار الشرش، وتقلب الخثرة جيداً أثناء الغسيل ثم تترك لترسيب فى القاع ويصفى ماء الغسيل وتكرر العملية 3-4 مرات.

3- تضغط الخثرة بوضعها فى شاش فى إطار خشبى وضغطها تحت المكبس أو عصرها بين إسطوانتين تدوران عكسياً ثم تفرم الخثرة بعد ذلك وتفرد على صوانى التجفيف.

4- تمرر الأوانى فى أنفاق يمر بها هواء درجة حرارته 60-65°م.

5- يبرد الكازين ثم يطحن ويعبأ فى عبوات مبطنة وتقفل جيداً.

ب- باستعمال بادئ حامض اللاكتيك:

1- يدفأ اللبن الفرز فى أحواض إلى درجة 38-42°م ثم يضاف بادئ بكتريا حامض لاكتيك بنسبة 2-4% ويترك اللبن حتى تصل الحموضة إلى حوالى 0.55% (pH 4.6- 4.8).

2- تقلب الخثرة لكى يستمر ارتفاع الحموضة أو ترفع درجة الحرارة إلى حوالى 42-45°م. وعند تماسك الخثرة تترك للترسيب حتى يخرج الشرش الرائق.

3- تصفى وتغسل الخثرة بالماء البارد 3-4 مرات.

4- تضغط الخثرة وتجفف وتطحن (كما ذكر فى الطريقة السابقة).

ثانياً: صناعة الكازين بالطريقة المستمرة:

يمكن صناعة الكازين بالطرق المستمرة باستخدام الأحماض المعدنية وأهم هذه الطرق :

طريقة يونيفرسال Universal كما يلى:

يستخدم فى هذه الطريقة حامض يد كل أو يد$_2$ كب أ؛ أو شرش حامضى مع إحدى الحامضيين كمادة لترسيب الكازين.

1- يخلط اللبن الفرز بعد تدفئته مع الحامض ويسقط الخليط على صندوق متعرج ومنحدر وهذا يعمل على تكسير الخثرة، الناتجة وكلما زاد إنحدار الصندوق كلما كان حجم قطع الخثرة أصغر.
2- تسقط الخثرة والشرش على شبكة مائلة مهتزة حيث يصفى الشرش ثم تمر الخثرة إلى عصارة على شكل إسطوانتين فتتخلص من جزء آخر من الشرش.
3- تدخل الخثرة إلى مضرب لتكسيرها إلى قطع صغيرة تمر منه إلى شبكة أخرى هزازة حيث تغسل برشاش من الماء البارد.
4- تمر الخثرة المغسولة إلى عصارة أخرى ثم إلى مضرب آخر بعدها تكون معدة للتجفيف إما فى أفران على صورة أنفاق أو بالطريقة المستمرة.
5- تطحن الكازين الناتج ويتم توحيد حجم جزيئاته ثم يعبأ.

صناعة كازين المنفحة:

1- يسخن اللبن الفرز الطازج 35-37°م فى حوض مزدوج الجدران.
2- يضاف حوالة 200 مل منفحة معيارية لكل 100 كجم لبن فرز وذلك بعد تخفيفها وهذه الكمية تكفى لتجبن اللبن فى 20 دقيقة. - ويمكن إضافة كلوريد كالسيوم ليسرع من التجبن ولإنتاج خثرة جامدة نوعاً تناسب العمليات التالية.
3- بعد 2-3 دقائق من بدء التجبن ترفع درجة الحرارة بإمرار بخار بخار بين جدارى الحوض.
4- تقطع الخثرة وتقلب ثم ترفع درجة الحرارة حتى تصل إلى 65°م وتحجز عليها لمدة 30-40 دقيقة.
5- ترسب الخثرة ثم يصفى الشرش.
6- تغمر الخثرة بالماء على درجة 30°م وتقلب بشدة وترسب وتصفى، وتكرر عملية الغسيل عدة مرات للتخلص من اللاكتوز حيث أن معظم الكازين الناتج بهذه الطريقة يستخدم فى صناعة البلاستيك وهذا يلزمه أن يكون الكازين خالياً من اللاكتوز.
7- تكبس الخثرة للتخلص من الماء لمدة ساعة تقريباً.
8- تفرم الخثرة وتجفف فى طبقات رقيقة فى أنفاق على درجة حرارة لا تزيد عن 50°م.

9- يبرد الكازين ويطحن ويعبأ فى عبوات محكمة القفل.

بعض الملاحظات الهامة التى يجب مراعاتها عند صناعة الكازين الحامضى:

1- يتوقف اختيار نوع الحامض المستخدم على الناحية الاقتصادية، أى مدى توفره وثمنه وكذلك إلى حد ما على استعمالات الشرش الناتج. فمثلا عند استخدام الشرش فى تغذية الحيوانات فلا يصلح استخدام حامض الكبريتيك وذلك للتأثير المسهل لكبريتات الكالسيوم.
2- يجب أن يكون ماء الغسيل مرتفعا فى جودته البكترولوجية وخاليا من المواد الملونة وذو رقم pH مماثل للخثرة (4.6-4.5).
3- لإنتاج كازين صالح للاستعمال فى الأغراض الغذائية edible casein يفضل بسترة اللبن المستخدم فى الصناعة أو بسترة ماء الغسيل أو الاثنين معاً لتحسين خواصه البكترولوجية.
4- يجب خلط الناتج من كل دفعة جيداً إما قبل الطحن أو بعده للحصول على ناتج ذو صفات متماثلة لكل دفعة.

المواصفات الخاصة بكل من الكازين الحمضى وكازين المنفحة

الخاصية	الكازين الحمضى	كازين المنفحة
% للرطوبة	لا تزيد عن 12	12-10
% للدهن	لا تزيد عن 2-1.5	2-1
% للرماد	لا تزيد عن 3	8-7
% للحموضة الكلية (كحامض لاكتيك)	لا تقل عن 8-6	2-1.5
% للبروتين الكلى	لا تقل عن 78	حوالى 78
اللون	أبيض-كريمى فاتح	أبيض - أصفر فاتح

وينتج رطل الكازين من حوالى 35 رطل من اللبن الفرز . ومن جهه أخرى فقد تظهر بعض العيوب فى الكازين مثل اللون البنى ، إنخفاض الذوبان وكذلك ظهور بقع على الورق المغطى بالكازين أو ظهور مناطق غير مغطاه فى ذلك الورق ومعظم هذه العيوب تنشأ عن وجود دهن فى اللبن الفرز المستخدم فى الصناعة أو استخدام درجات حرارة مرتفعة فى الترسيب والتجفيف أو عدم الغسيل الجيد للخثرة أو وجود شوائب أو عيوب بكتريولوجية.

صناعة الكازينات:

يستعمل أكثر من 15% من الإنتاج العالمى للكازين فى الاستهلاك الآدمى كغذاء، والجزء الأكبر من هذه النسبة يستعمل عادة على صورة كازينات الصوديوم ونسبة أقل على صورة كازينات الكالسيوم، وذلك بعد تجفيفها بالرذاذ وأحياناً بالإسطوانات. وتصنع الكازينات فى البلاد المنتجة للكازين من الكازين الحامضى الرطب (قبل التجفيف) بينما تصنع من الكازين المجفف ذو الدرجة العالية والصالح للغذاء فى البلاد المستوردة للكازين.

وتصنع كازينات الصوديوم برفع رقم pH محلول الكازين الحامضى إلى 6.7 بإضافة محلول أيدروكسيد الصوديوم مع التقليب الجيد ورفع درجة الحرارة فى 60°م. ثم يمرر المحلول خلال طاحونة للغرويات حتى يصير متجانسا ويجب ألا يزيد تركيز محلول الكازينات عن 20% حتى لا تزداد اللزوجة بدرجة يصعب معها تجفيفها بالرذاذ – ولذلك يفضل تعديل محلول كازينات الصوديوم على أساس اللزوجة وليس التركيز – وبعد ذلك يجرى التجفيف بأسرع ما يمكن حيث تزداد اللزوجة يتقدم الوقت وهذا يقلل من كفاءة المجفف وكذلك يزيد فرصة تلون الناتج باللون البنى خاصة عند وجود اللاكتوز به كمية ملحوظة.

ثم يتم تجميع الناتج وتعبئته فى عبوات مناسبة غير منفذة للرطوبة وعموماً يحتوى الناتج عن حوالى 3–8% رطوبة.

أما عند الرغبة فى إنتاج كازينات الكالسيوم أو الألومنيوم أو البوتاسيوم فيستخدم أيدروكسيدات الكالسيوم أو الألومنيوم أو البوتاسيوم على التوالى بدلاً من أيدروكسيد الصوديوم فى التحضير ويجفف بطريقة مماثلة أيضاً.

مركز بروتينات الشرش Whey Protein Concentrate (WPC)

يمكن الحصول على مركز بروتينات الشرش بطرق عديدة، بعض هذه الطرق تطبق على المستوى الصناعى وتشمل:

1– طرق الترشيح الفائق Ultrafiltration وتجرى على الشرش (بعد فرزه للتخلص من الدهن) بهدف إزالة أكبر كمية من اللاكتوز والأملاح المعدنية ثم يجفف الناتج لإنتاج مركز بروتينات الشرش (WPC) والذى يتراوح محتواه من البروتين من 30–80% ويمكن زيادة نسبة البروتين بالناتج باستخدام الترشيح الثنائى Diafiltration وذلك بإضافة الماء للناتج ثم تكرار الترشيح حيث يؤدى ذلك إلى الحصول على بروتين نقى تقريباً (حوالى 80–85% بروتين). ويمكن تسويق WPC الناتج بطريقة مربحة

أكثر من بودرة الشرش الكامل لخواصه الوظيفية العالية حيث تحتفظ البروتينات بحالتها الطبيعية.

2- طرق الفصل الكروماتوجرافى عن طريق التبادل الأيونى Ion-Exchange حيث يدمص البروتين على المبادل الأيونى ثم يغسل ليكون خالياً من اللاكتوز والأملاح ثم يتحصل عليه بضبط رقم pH ثم يجفف الناتج لإنتاج معزول بروتينات الشرش Whey protein isolate (WPI) والذى يحتوى على حوالى 95% بروتين بحالة الطبيعية.

3- طرق التخلص من الأملاح عن طريق الانتشار الغشائى الكهربى Electrodialysis أو التبادل الأيونى Ion-Exchange ثم بلورة اللاكتوز لإنتاج منتجات الشرش المحورة Modified مثل الشرش منزوع المعادن، الشرش منزوع اللاكتوز، الشرش منزوع المعادن واللاكتوز ويكون تركيز البروتين فى هذه المنتجات 10-15% على أساس الوزن الجاف وفى صورته الطبيعية.

4- طريقة الترسيب بالحرارة Heat coagulation أو الدنترة الحرارية heat denaturation وهى من أقدم الطرق للحصول على بروتينات الشرش ويتم ذلك بتسخين الشرش إلى درجة 85-100°م/ 15 دقيقة ثم التحميض إلى pH 4.5-4.8 لترسيب بروتين الشرش ثم يفصل إما بالترشيح أو الطرد المركزى ثم يغسل بالماء لإزالة اللاكتوز والأملاح ثم يجفف عادة بالرذاذ لإنتاج اللاكتاألبيومين ثم يطحن ويعبأ ويتصف الناتج بأنه غير ذائب فى الماء بسبب الدنترة الحرارية – ويحتوى على 60-95% بروتين وله قيمة غذائية عالية إلا أن استعماله محدود.

صناعة اللاكتوز

صناعة اللاكتوز من الصناعات الهامة القائمة على المنتجات الثانوية للألبان، ويعتبر الشرش المصدر الرئيسى لصناعة اللاكتوز سواء كان ناتجاً من صناعة الكازين أو عند صناعة الجبن، وتصنيع اللاكتوز النقى يتم على خطوتين وهما:

أ- صناعة اللاكتوز الخام.
ب-تنقية اللاكتوز.

صناعة اللاكتوز الخام:

يفضل عادة صناعة اللاكتوز من شرش الكازين المستخدم فيه حامض الهيدروكلوريك.

1- يسخن الشرش المحتوى على حموضة 0.4-0.5% فى حوض من الصلب بواسطة الحقن بالبخار المباشر عن طريق أنابيب مثقبة توجد فى الحوض.
2- يضاف لبن الجير أثناء التسخين حتى تصل الحموضة فى الشرش إلى 0.05% لترسيب البروتينات والفوسفات مع تركه فترة قصيرة لتمام الترسيب.
3- يسحب الشرش الرائق ويركز تحت تفريغ إلى 20 يوميه (30% لاكتوز) ثم ترشح الرواسب ويعاد التكثيف تحت تفريغ إلى 40 بوميه حيث يبدأ اللاكتوز فى التبلور.
4- ينقل إلى حوض البلورة لإتمامها بتمرير تيار من الماء البارد بين جدارى الحوض بتبريد المحلول إلى 30°م ويحفظ عليها 3 ساعات ثم يبرد إلى 20°م ويحفظ عليها 3 ساعات أخرى.
5- تفصل البللورات بالطرد المركزى بسرعة 600 دورة/دقيقة.
6- تغسل البللورات ويعاد الفصل بالطرد المركزى مع زيادة سرعته إلى الضعف للتخلص من أكبر كمية من الماء.
7- يجفف على 80°م فى مجفف ذو أنفاق أو ينقل لينقى يكون الناتج حوالى 70% من اللاكتوز الموجود بالشرش ويحتوى على 85-90% لاكتوز.

تنقية اللاكتوز:

يجب معاملة اللاكتوز الخام معاملات خاصة، وذلك لإنتاج لاكتوز نقى، هذه المعاملات تشمل إزالة اللون والبروتين والأملاح الموجودة كشوائب فى اللاكتوز وتتم كما يلى:

1- يذاب اللاكتوز فى الماء ويضاف إليه عجينة كربون ماص للألوان.
2- يغلى المحلول المعامل وتضبط حموضته إلى 0.09% بواسطة حامض الهيدروكلوريك.
3- فى صباح اليوم التالى يسخن المحلول ويضاف لبن الجير لمعادلة الحموضة إلى 0.05% ويستمر الغليان لمدة 5 دقائق، ثم يترك لترسيب الأملاح والبروتين والكربون.
4- يرشح ويسحب الراشح ويكثف تحت تفريغ إلى تركيز 40 بوميه.
5- يبلور اللاكتوز ويغسل ويطرد مركزياً.
6- يجفف فى مجففات ذات أنفاق على 82°م لمدة 3 ساعات ثم يطحن ويعبأ فى عبوات غير منفذة للرطوبة.

عند تنقية اللاكتوز نحصل على حوالى 90% منه وتعاد بلورة ماء الغسيل ومحلول البلورة وبذلك يصل الناتج النهائى إلى ما يقرب من 95% من السكر.

حامض اللاكتيك

يحضر عادة من الشرش بتخميره بواسطة مزرعة نشطة من بكتريا حامض اللاكتيك.

ومن الرمز الكيميائى لحامض اللاكتيك CH3-CHOH-COOH يتضح أنه حامض وكحول فى نفس الوقت، ولذلك فإن جزيئاته يمكن أن تكون إسترات مع بعضها فى التركيزات العالية للحامض، وعلى ذلك إذا قطر الحامض فى هذه التركيزات فإن المتقطر يكون به نسبة مرتفعة من الإسترات المتكونة من جزيئين من الحامض. وهذه الخاصية تجعل الحصول على الحامض فى صورة نقية عند وجود مواد أخرى فى البيئة فى غاية الصعوبة ولذلك يفضل عادة إنتاجه على صورة لاكتات كالسيوم حيث تتكون كبريتات كالسيوم مترسبة (يمكن فصلها بالترشيح) وحامض لاكتيك على صورة ذائبة فى المحلول، كذلك فإن الجير المستخدم فى صناعة لاكتات الكالسيوم رخيص ويمكن تنقية لاكتات الكالسيوم وإستخدامها فى إنتاج أنواع من اللاكتات الأخرى الذائبة.

وتتلخص طريقة الصناعة فيما يلى:

أولاً: تخمير الشرش لإنتاج لاكتات كالسيوم:

1- يبستر اللبن ويضاف بادئ يتكون من مزرعة مختلطة من *Lactobacillus delbriukii* sub spp *bulgaricus* and *Mycoderm* ويترك على درجة 44°م لمدة 24 ساعة.
2- من الضرورى معادلة الحامض المتكون من وقت لآخر كل 4-6 ساعات حتى لا يبطئ التخمر حيث أن الحموضة المرتفعة تثبط نمو ونشاط الميكروبات.
3- يستخدم فى معادلة الحموضة أيدروكسيد كالسيوم (الجير) على صورة معلق سميك وتصبط الكمية بالتعادل إلى 0.3% حموضة (pH الشرش 5-6).
4- يعرف قرب إنتهاء التخمر باستهلاك كميات أقل من الجير فى التعادل.
5- يختبر لوجود اللاكتوز بواسطة محلول فهلنج.
6- عند استهلاك اللاكتوز (فى مدة 42 ساعة تقريباً) يعادل محتويات الحوض بالجير إلى حموضة 0.1% (pH = 7).
7- يسخن حتى الغليان ويستمر فى التسخين حتى يتم ترسيب بروتينات الشرش ثم يوقف التسخين ويترك الحوض للترسيب.

ثانياً: تنقية لاكتات الكالسيوم:

1- ينقل السائل الرائق إلى حوض تخزين ويرشح الراسب خلال مرشح بالضغط ويضاف المترشح إلى حوض التخزين.
2- يضاف له فحم نباتى لإزالة اللون ثم يسخن للغليان ويستمر الغليان لمدة 15 دقيقة.
3- يضاف (جير) أيدروكسيد كالسيوم حتى يصل الـpH إلى 10.
4- يرشح ويعادل بحامض لاكتيك أو كبريتيك إلى pH 7.
5- يركز المحلول الرائق إلى 15 بوميه ثم ينقل إلى أحواض البلورة على درجة حرارة منخفضة ويترك لمدة 10-12 ساعة.
6- يطرد المحلول بالطرد المركزى للحصول على البلورات.
7- تغسل البلورات عدة مرات ويعاد الطرد المركزى أو تجفف على درجة أقل من 100°م.

ثالثاً: إنتاج حامض اللاكتيك:

يجب أن تكون جميع الأدوات من مادة مقاومة للأحماض.

1- تذاب محلول لاكتات كالسيوم 20 بومية ويحفظ المحلول دافئ مع التقليب.
2- يضاف حامض كبريتيك تركيزه 66 بوميه ببطء مع التقليب حتى تصل إلى التكافؤ فى المحلول (يعرف بالكشف عن الزيادة من لاكتات الكالسيوم بأكسالات الأمونيوم).
3- يرشح المحلول لإزالة كبريتات الكالسيوم المترسبة خلال مرشح كابس أجزاؤه من المطاط.
4- يغسل المرشح بعد ذلك بالماء.

ويجب إجراء عملية إزالة الألوان والتخلص من آثار المعادن الثقيلة لتنقية حامض اللاكتيك ويستخدم فى ذلك حديدوسيانور البوتاسيوم ثم يضاف قليلاً من الفحم النباتى النشط ويسخن المحلول للغليان ويرشح كما سبق.

تذكر

- المنتجات الثانوية للألبان هى تلك المنتجات المتختلفة عن الصناعات الكبرى للألبان مثل صناعة القشدة حيث يتخلف اللبن الفرز وعند صناعة الجبن حيث يتخلف الشرش بينما يتخلف اللبن الخض من صناعة الزبد – وقد تستخدم هذه النواتج فى صناعات أخرى ذات أهمية كبيرة مثل صناعة اللاكتوز وصناعة الكازين.
- يعتبر الكازين من المنتجات الثانوية الهامة نظراً لأنه بروتين هام يستخدم فى التغذية وفى كثير من الصناعات الحيوية الأخرى – ويمكن الحصول على الكازين من اللبن الفرز بالتجبن الحامضى أو الأنزيمى . وينتج كيلو جرام الكازين من حوالى 35 كيلو جرام من اللبن الفرز البقرى.
- تصنع كازينات الصوديوم برفع رقم pH محلول الكازين الحامضى إلى 6.7 بإضافة محلول الصودا الكاوية مع التقليب الجيد ورفع درجة الحرارة إلى 60°م.
- يمكن الحصول على مركز بروتينات الشرش بطرق عديدة منها طرق الترشيح الفائق ، طرق الفصل الكروماتوجرافى عن طريق التبادل الأيونى أو بالترسيب بالحرارة.
- يعتبر الشرش المصدر الرئيسى لصناعة اللاكتوز سواء كان ناتجاً من صناعة الكازين أو الجبن – ويتم تصنيعه على خطوتين وهما تحضير اللاكتوز الخام والتنقية.
- يحضر حامض اللاكتيك من الشرش على صورة لاكتات كالسيوم تجرى تنقيتها ثم تحول إلى حامض لاكتيك باستخدام حامض الكبريتيك.

أسئلة

1- قارن فى جدول بين التركيب الكيماوى لكل من اللبن الفرز والشرش واللبن الخض.

2- أذكر أهم استخدامات كل من اللبن الفرز ، الشرش واللبن الخض.

3- أذكر أهم الاختلافات بين الكازين الحامضى وكازين المنفحة موضحاً أهم استخداماتهما .

4- إشرح إحدى طرق صناعة الكازين الحامضى.

5- وضح أهم طرق الحصول على مركز بروتينات الشرش.

6- أذكر خطوات صناعة اللاكتوز من الشرش وكيفية الحصول عليه فى صورة نقية.

7- وضح باختصار طريقة الحصول على حامض اللاكتيك من الشرش.

المراجـع

أولاً : المراجع العربية

1- جمـال الـدين أحمـد مهران ، محمـد عـاطف الغنـدور (1979) "المنتجـات الدهنية اللبنية" كلية الزراعة جامعة عين شمس – القاهرة .

2- جمـال الـدين محمـد الصـادق ، سـعد الـدين محمـد خلـف الله (1972) "المثلوجات القشدية" كلية الزراعة جامعة عين شمس – القاهرة.

3- عبده السيد شحاتة (1997) "تكنولوجيا الجبن – الأسس العلمية" المكتبة الأكاديمية – القاهرة .

4- لطفى عبد المطلب على ، رياض محمد سليم (1983) "صناعة الجبن والألبان المتخمرة" وزارة التعليم العالى – الجمهورية العراقية.

5- طـارق مـرار النمـر (2007) "الموسـوعة المصـورة فـى تقنيـات صـناعة الألبان ومنتجاتها" مكتبة بستان المعرفة لطباعة ونشر وتوزيع الكتب – كفر الدوار.

6- ليلى بدوى عبد الحميد ، عبد المنعم البدوى هجرس (1996) "تكنولوجيا الألبان المكثفة والمجففة "كلية الزراعة جامعة عين شمس – القاهرة.

7- ليلـى بـدوى عبـد الحميـد ، محمـد عـاطف الغنـدور ، السـيد عبـد العلـيم الشـبراوى ، نجـوى إمـام سـلطان ، عبـد المـنعم البـدوى هجـرس (2001) "تكنولوجيا الألبان" كلية الزراعة جامعة عين شمس رقم إيداع بدار الكتب 2001/3901- القاهرة

8- نبيل محمد مهنا (2002) "التصنيع والخواص الوظيفية لبروتينات اللبن – منشأة المعارف – الاسكندرية.

9- نجوى إمام سلطان ، محمد عبد الله الحوفى (1985) "تكنولوجيا المنتجات الثانوية للألبان "كلية الزراعة جامعة عين شمس – القاهرة.

10- هيئة تدريس الألبان (1995) "المنتجات اللبنية العامة" كلية الزراعة جامعة عين شمس – القاهرة.

ثانياً : مراجع أجنبية

Arbuckle, W.S. (1986). Ice Cream 4 thEd., AvI pub. Co., Inc west part Coannecticut USA.

Davies, F.L. and B. A. Law (1994). Advances in the Microbiology and Biochemistry of cheese and Fermented Milk, Elsvier Applied Sci, London and New York.

Early, R. (1992). The Technology of Dairy Products. VCH Publishers, Inc. New York.

Fox P.F. (1983). Developments in Dairy Chemistry-2 Lipids, Elsevier Applied. Sci., London & New York.

Fox, P.F. (1993). Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Vol. 2 Chapman-Hall, London.

Hall, C. Carl and Hedrick, T.I. (1966). Drying Milk and Milk Products. The AVI publishing Company, Inc. New York.

Lewis, J.E. (1987). Cheese Starters: Development and Application of the Lewis System. Elsevier Appiled Sci, London and New York.

Marjana- Caric (1994). Concentrated and Dried Dairy Products. VCH publishers, Inc. New York.

Marshall, R.T. (1993). Standard Methods for the Examination of Dairy Products. 16th Ed. American Public Health Association. Washington, DC.

Renner, E. (1983). Milk and Dairy Prodcuts in Human Nutrition. Wgmbhn, Volkwirschaftlicher Verlag. Munchen.

Robinson, R.K. (1986). Modern Dairy Technology, Vol. 2, Advances in milk products. El-Servier Applied Sci., New York.

Tamime, A.Y. and Robinson, R.K. (1985). Yoghurt, Science and Technology. Perganon Press, Oxford, New York.

Walstra, P. and R. Jenness (1994). Dairy Chemistry and Physics. John wiley, New York.