

الفصل الثانى

اللبن والمواد المضافة فى صناعة الجبن Milk and additives in cheese making

تعرف الجبن طبقاً للمادة (١١) من قرار وزير الصحة رقم ١٧٤ لسنة ١٩٧٢ بأنه الناتج طازجاً وناضجاً أو رخواً حلواً أو حامضاً من تجبن اللبن الكامل الدسم أو المنزوعة قشده كلية أو جزئياً أو من القشدة أو من الشرش أو من خليط من بعض المواد السالفة وذلك بواسطة التخمير الطبيعى الناتج من تفاعل سكر اللبن الذى تحول إلى حامض اللبنيك أو بواسطة إضافة أحماض عضوية مناسبة مثل حمض الخليك والستريك والطرطريك أو بواسطة إضافة مخمرات منضجة ومناسبة ونقية أو بواسطة إضافة المنفحة أو مواد أخرى غير ضارة توافق عليها وزارة الصحة .

من ذلك يتضح أن المواد الأساسية والضرورية اللازمة لإنتاج جبن مطابق للمواصفات القياسية التى تتضمنها التشريعات الغذائية الصادرة من وزارة الصحة ومن هيئة التوحيد القياسى إلى قسمين رئيسيين :

(١) اللبن ومكوناته

(٢) المواد المضافة اللازمة لصناعة الجبن بأنواعه المختلفة .

١- اللبن فى صناعة الجبن

بالرغم من أن لبن أنواع عديدة من الثدييات يستخدم فى صناعة الجبن إلا أنه غالباً ما يستخدم اللبن البقرى على مستوى الصناعة فى إنتاج الجبن فى معظم دول العالم . ومع ذلك فإنه فى بعض الدول مثل فرنسا وأسبانيا وبعض دول البحر الأبيض المتوسط يتم تصنيع جزء كبير من الجبن من لبن الماعز وبدرجة أقل من لبن الغنم . وفى مناطق أخرى من العالم كما فى مصر يستخدم اللبن الجاموسى فى صناعة بعض أنواع من الجبن حيث يتوفر هذا اللبن . وفى البلاد التى لا يتوفر فيها إنتاج لبن كاف من اللبن الطبيعى فإنه يتم تصنيع الجبن من لبن معاد تركيبه من دهن اللبن نقى butteroil ولبن فرز مجفف مسترجع .

يؤثر التركيب الكيماوى للبن على طبيعة الناتج النهائى من الجبن الذى يتأثر طبقاً لنوع وجنس الحيوان والعوامل البيئية والغذائية والموسمية وتصل الحليب والأمراض التى تصيب الحيوان . أهم الاعتبارات التى يهتم بها صانعو الجبن المحصول وصفات الجبن الناتج . يتوقف محصول الجبن على تركيب اللبن وخاصة محتواه من الكازين والدهن وكفاءة عملية تحويل اللبن إلى جبن . كما أن الصفات الهامة للجبن من حيث القوام body والتركيب البنائى texture يتحدد بتركيب اللبن والمعاملات التكنولوجية التى يتعرض لها اللبن أثناء صناعة الجبن والتى تساعد فى إنتاج أنواع مختلفة من الجبن .

يتوقف نوع وجودة الجبن الناتج على الجودة الكيماوية والميكروبيولوجية للبن المستخدم فى الصناعة والتى تكون عرضة للتغيير من يوم لآخر . الجودة الكيماوية (التركيب الكيماوى) للبن والمتمثلة بصفة خاصة فى تركيب وكمية كل من الكازين والدهن اللذان يحددان نسبة التصافى وصفات الجبن الناتج من حيث القوام والتركيب بينما درجة نظافة اللبن (الجودة الميكروبيولوجية) تؤثر على العمليات التكنولوجية وجودة الجبن الناتج وما يصاحبها من تغيرات أثناء التسوية فى الطعم والقوام والتركيب للجبن وكذلك ظهور الأطعمة غير المرغوبة أو عيوب فى التركيب .

1-1- العوامل التى تؤثر على صفات اللبن فى صناعة الجبن

1-1-1- نوع الحيوان

يصنع الجبن بصفة عامة من لبن الأبقار ولكن قد يستخدم لبن الثدييات الأخرى فى بعض الدول لتصنيع أنواع معينة من الجبن . يستخدم لبن الأغنام فى صناعة جبن الـركفور كما يستخدم لبن الماعز فى صناعة أنواع عديدة من الجبن فى إيطاليا واليونان وفرنسا بينما يستخدم لبن الجاموس فى مصر والعراق والهند . الجدول (1-2) يبين الاختلافات فى التركيب الكيماوى لهذه الألبان .

جدول 1-2 : التركيب الكيماوى (%) للبن أنواع مختلفة من الحيوانات الثديية.

الحيوان	الدهن	الكازين	اللاكتوز	بروتينات الشرش	الرماد
البقر	3,75	3,00	4,75	0,5	0,75
الماعز	3,50	3,3	4,6	0,7	0,84
الغنم	6,0	4,6	5,1	1,1	1,00
الجاموس	7,14	3,61	4,99	0,59	0,79

يتميز لبن كل من الغنم والجاموس بارتفاع نسبة الدهن وكذلك الجوامد الكلية

بالمقارنة بالألبان الأخرى حيث يتمثل كل من لبن الأبقار والماعز فى محتوى الدهن والمواد الكلية مما يكون له أثر كبير على تصافى الجبن حيث من المتوقع أن يعطى لبن الغنم والجاموس محصول أعلا . ومع ذلك فإن اللبن البقرى يستخدم بكثرة فى صناعة الجبن على مستوى العالم حيث تصنع منه غالبية أنواع الجبن المعروفة عالمياً يلى ذلك لبن الماعز ثم الغنم والجاموس . كما لوحظ أن أنواع الجبن الجافة المصنعة من لبن الجاموس منخفضة الجودة نظراً لسرعة جفافها وفقد الرطوبة منها مما يؤدي إلى بطء عملية التسوية لذلك فإن أغلب أنواع الجبن التي تصنع من اللبن الجاموسى من الأنواع الطرية التي تستهلك طازجة أو بعد تحليلها فى محاليل ملحية أو شرش مملح ، كما قد يخلط باللبن البقرى لتعديل تركيبه وصفاته حتى يكون أكثر صلاحية لصناعة الجبن الجافة .

كما تختلف حجم حبيبات الدهن بدرجة كبيرة بين هذه الألبان حيث أن هذه الخاصية تؤثر على مدى صلاحية اللبن لصناعة الجبن ومقدار الفاقد من الدهن فى الشرش والذي يرتفع بزيادة حجم حبيبات الدهن. ومن المعروف أن حجم حبيبات الدهن فى اللبن الجاموسى أكبر عن بقية الألبان الأخرى يلى ذلك لبن الأبقار ثم الغنم والماعز والذي يكون له انعكاس على نسبة الدهن المفقود فى الشرش فى صناعة الجبن . تتوزع حبيبات الدهن فى لبن الأغنام بصورة متجانسة إلى حد ما فى خثرة الجبن الناتج لصغر حجمها وبذلك يكون لبن الغنم مشابه للبن الجنس مما يؤدي إلى نعومه قوام وتركيب الجبن ، كما أن تسوية جبن لبن الغنم يكون أسرع مع تكوين الطعم والصفات المرغوبة فى الناتج النهائى .

كما تتميز بعض هذه الألبان بصلاحيتها فى إنتاج أنواع معينة من الجبن حيث تتميز بمكونات خاصة تساهم بدرجة كبيرة فى إظهار الطعم المميز للجبن . يصنع أفضل أنواع الجبن المعروفة بالفطر (Blue cheese) من لبن الغنم والماعز حيث يتميز دهن هذه الألبان بارتفاع نسبة الأحماض الدهنية الطيارة قصيرة السلسلة ($C_4 - C_{10}$) عن الألبان الأخرى والتي تعتبر المصدر الرئيسى لمكونات الطعم (الميثيل كيتون) فى هذه الجبن ويكسبها الطعم الحريف المميز لها .

١-٢-١-٢- جنس الحيوان

يختلف تركيب اللبن طبقاً لجنس الحيوان breed حيث يوضح الجدول (٢-٢) الاختلافات فى تركيب اللبن فى الأجناس المختلفة للبقر . يلاحظ أن نسبة الدهن أكثر هذه المكونات عرضة للاختلاف فمثلاً نجد أن لبن الشورتهورن والفريزيان به نسبة دهن أقل من

لبن الأيرشير مع تماثل حجم حبيبات الدهن فى هذين النوعين ، بينما لبن الجرسى والجيرنسى أعلا فى نسبة الدهن وأكبر فى حجم حبيبات الدهن مما يودى إلى ارتفاع الفاقد من الدهن فى الشرش عند إستخدام هذه الألبان فى صناعة الجبن بمقارنتها بالألبان الأخرى . ويعتقد البعض أن لبن الأيرشير أفضل أنواع اللبن البقرى فى صناعة الجبن نظراً لصغر حجم حبيبات الدهن مع ارتفاع الدهن نسبياً عن الشورتهورن والفريزيان . بالرغم من اعتقاد بعض صانعى الجبن بعدم صلاحية لبن الجيرسى والجيرنسى لصناعة الجبن نظراً لكبر حجم حبيبات الدهن إلا أنه فى نيوزيلندا يستخدم لبن الجرسى بنجاح فى صناعة الجبن وأشار البعض إلا أن جبن الأيدام المصنوع من هذا اللبن على درجة عالية من الجودة . تختلف صلابة الخثرة الناتجة من هذه الألبان باختلاف الجوامد الكلية فى اللبن ، ارتفاع الجوامد الكلية تعطى خثرة أكثر صلابة . كما وجد أن دهن لبن الجيرسى يكون أكثر طراوة نظراً لارتفاع الأحماض الدهنية غير المشبعة عن بقية الألبان وبالتالي يكون الفاقد من الدهن فى الشرش أعلا .

جدول ٢-٢: التركيب الكيماوى (%) للبن أجناس مختلفة من الأبقار

الجنس	الدهن	البروتين	اللاكتوز	الرماد
الجيرسى	٥,١٤	٣,٨	٥,٠	٠,٧٥
الجيرنسى	٤,٩	٣,٨٥	٤,٩٥	٠,٧٥
الشورتهورن	٣,٦٥	٣,٣	٤,٨	٠,٦٩
الأيرشير	٣,٨٥	٣,٣٥	٤,٩٥	٠,٦٩
الفريزيان	٣,٤	٣,١٥	٤,٦	٠,٧٣

الأنواع المختلفة من الحيوانات المجترة تنتج ألباناً تختلف بدرجة كبيرة فى قابليتها للتجبن بالمنفحة نتيجة لأختلاف تركيب هذه الألبان . التأثير الرئيسى لجنس الحيوان على صفات اللبن فى صناعة الجبن قد يرجع إلى الأختلاف فى محتوى الكازين . يتأثر صلابة الخثرة والتركيب البنائى لها مباشرة بتركيز الكازين كما أن الدهن والكازين فى اللبن ، المواد الصلبة الرئيسية فى اللبن ، يحدد بدرجة كبيرة محصول الجبن . وقد وضعت عدة معادلات للتنبأ بمحصول الجبن من خلال محتوى الدهن والكازين (أو البروتين) فى اللبن . بالنسبة لمحتوى اللبن من الكازين والدهن فإن محصول جبن التشدر ينخفض بالترتيب التالى : لبن جيرسى ، جيرنسى ، ايرشير ، الفريزيان (الهولستين) . كما توجد أختلافات

وراثية فى بعض حيوانات اللين تؤدي إلى إنتاج شقوق كازينات وبروتينات الشرش تختلف فى محتواها من الأحماض الأمينية وهذه الاختلافات الوراثية قد تسبب تغيرات على درجة كبيرة من الأهمية فى قابلية اللين للتجبن وكذلك صفات اللين فى صناعة الجبن (يرجع إلى بروتينات اللين) .

1-1-3- مرض التهاب الضرع Mastitis

وجود لبن مواشى مصابة بمرض التهاب الضرع mastitic milk بنسبة كبيرة فى لبن الجبن يضعف من كل من قابلية اللين للتجبن بالمنفحة والمحصول وجودة الجبن الناتج . حالات مرض التهاب الضرع الشديدة يؤدي إلى زيادة الوقت التجبن إلى الضعف وخفض صلابة الخثرة إلى النصف ولكن وجود لبن التهاب الضرع بنسبة تصل إلى ١٠٪ فى لبن الجبن يؤدي إلى زيادة فترة التجبن ويعطى خثرة منخفضة الجودة . أصابة الماشية بمرض التهاب الضرع يؤدي إلى إرتفاع بروتينات الشرش وانخفاض الكازين مع اختلاف الأتزان الملحي وأرتفاع pH مما يؤدي إلى صعوبة عملية التجبن وتكوين خثرة ضعيفة مرتفعة فى نسبة الرطوبة مع زيادة الفاقد من الدهن فى الشرش وانخفاض محصول الجبن . وقد وجد أن أرتفاع الفاقد من الدهن وانخفاض تركيز الكازين فى اللين يؤدي إلى انخفاض محصول الجبن بحوالى ٥٪ . معالجة هذا المرض يؤدي إلى عودة محصول الجبن إلى معدله الطبيعي ، كما ان هناك إمكانية تحسين محصول الجبن بتحسين صحة الحيوان حيث أن اللين المحتوى على أعداد قليلة من الخلايا somatic cells (10×5 /مل) يعطى محصول أفضل من الخثرة عن الألبان التى تحتوى على عدد خلايا somatic cells (10×5 /مل) . وقد أقرح البعض تدعيم اللين المرتفع فى عدد خلايا somatic بإضافة UF retentate محضر عن لبن بقرى منخفض فى عدد الخلايا حيث يؤدي ذلك إلى تجبن اللين بطريقة مماثلة للين الطبيعي لينتج محصول عال من جبن مرتفع الجودة .

اللين الناتج من الحيوانات المصابة بمرض التهاب الضرع والتي تعالج بالمضادات الحيوية مثل البنسلين فإن هذه المضادات تفرز فى اللين وتسبب كثير من المشاكل فى صناعة الجبن من أهمها فشل البادىء فى النمو وإنتاج الحموضة بالمعدل المطلوب فى صناعة الجبن مما يسبب خسائر اقتصادية كبيرة فى هذا المجال . لذلك تنص معظم اللوائح والتشريعات على أن يستبعد الناتج من الحيوانات التى ما زالت تحت العلاج مدة لا تقل عن ٢٤ ساعة (فى إنجلترا) أو ٧٢ ساعة (فى الولايات المتحدة) من آخر جرعة من المضادات الحيوية يتناولها الحيوان وذلك لضمان خلو اللين المستخدم فى صناعة الجبن من

المضادات الحيوية .

١-١-٤- العوامل البينية والموسمية وفصل الحليب

معظم العاملين في صناعة الجبن على معرفة تامة بالتغيرات الموسمية على صفات وتركيب اللبن في صناعة الجبن وبالتالي يستطيع تحديد مدى صلاحية اللبن الناتج في فصول السنة المختلفة في صناعة أنواع مختلفة من الجبن . قد ترجع هذه التغيرات إلى التباين في تركيب اللبن الذي يرجع بصفة رئيسية إلى تأثير فصل الحليب والعليقة . التباين في مدة التجبن بين الألبان المختلفة أثناء فصل الحليب ينتج أساساً من الاختلاف في قيم pH حيث أن اللبن الأكثر حموضة يتجبن أسرع . تميل صلابة الخثرة أن تكون أعلا ما يمكن في المراحل الأولى من فصل الحليب وينخفض إلى مستوى ثابت تقريباً خلال بضعة أسابيع وهذا يتمشى بالتوازي مع الانخفاض في تركيز الكازين في اللبن . ومع ذلك يزداد معدل انكماش الخثرة وطرده الشرش syneresis خلال هذه الفترة وقد يكون ذلك مرتبطاً بانخفاض في تركيز الدهن في اللبن . عملية انكماش الخثرة وطرده الشرش تصبح بطيئة في لبن المراحل المتأخرة من فصل الحليب والتي تكون مصحوبة بمستويات مرتفعة من الرطوبة في الجبن الناتج . اللبن في نهاية فصل الحليب يماثل لحد كبير لبن ألتهاب الضرع mastitic milk حيث يميل اللبن إلى القلوية (أرتفاع pH) ويرتفع الألبومين والكوريد مع أنخفاض الكازين واللاكتوز والكالسيوم وتختلف درجة التباين بمدى التأخر في موسم الحليب ولكن بصفة عامة فإن مثل هذه التغيرات تكون أكثر وضوحاً في خلال ٨ شهور من الولادة .

تؤثر عوامل التغذية بدرجة ملحوظة على سلوك اللبن أثناء عملية التجبن ، فقد لوحظ أن صلابة الخثرة تكون أعلا خلال مرحلة التغذية على العليقة الخضراء عن العليقة الجافة . كما أن صلابة الخثرة تزيد مع أرتفاع نسبة المركبات في العليقة . تؤدي هذه التغيرات إلى الاختلاف في تركيز الكازين في الألبان . كما وجد أن فصل السنة (التغيرات المناخية) يؤثر على قابلية اللبن للتجبن وجودة الجبن الناتج . وقد وجد أن محصول الجبن يختلف باختلاف موسم السنة بالنسبة للدهن والبروتين وأن الاختلافات الطفيفة في هذا الشأن قد يعزى إلى التغيرات في نسبة بروتينات اللبن . الألبان التي تنتج خثرة جيدة تعطى محصول وجودة أفضل . بينما الخثرة الضعيفة تؤدي إلى جبن منخفض الجودة مع رطوبة مرتفعة . لذلك فإن المحافظة على تركيز مرتفع من الكازين خلال السنة يعتبر من أهم العوامل التي تؤدي إلى محصول جيد وجبن مرتفع الجودة .

١-١-٥- هرمون النمو (BST) Bovine somatotropin

BST هرمون متعادل ناتج من إفراز الغدة النخامية للأبقار يحدد معدل تمثيل الطاقة فى الغذاء وتوجيهها إلى الغدة الثديية المسئولة عن إنتاج الألبان فى الأبقار . يوجد BST بكميات ضئيلة فى لبن جميع الأبقار . أمكن إنتاج مستحضر مشابه لهذا الهرمون عن طريق التكنولوجيا الحيوية وتحديدًا من *E.coli* بعد إدخال العامل الجينى Stb الذى يمكن استخدامه فى زيادة معدل إنتاج القطيع من اللبن بحوالى ١٠-٢٠٪ . وبالرغم من هذه المستحضرات لا تسوق فى الدول الأوروبية EC إلا أن قد تم منع بعض هذه الدول ترخيص لإنتاج هذه المستحضرات وقد تم الموافقة عليه فى الولايات المتحدة الأمريكية فى عام ١٩٩٣ بواسطة هيئة الأغذية والأدوية FDA . وقد أتضح أن اللبن الناتج من الماشية المعاملة بهذا الهرمون BST لا يختلف كثيراً عن اللبن الناتج من الماشية غير المعاملة به بالنسبة لصناعة الجبن فقد أشار البعض أن استخدام BST فى إنتاج اللبن لصناعة الجبن قد يكون له جدوى إقتصادية .

١-٢-٢- مكونات اللبن فى صناعة الجبن

١-٢-١- بروتينات اللبن

يحتوى اللبن البقرى على ٣,٥٪ بروتين . يتكون هذا البروتين من نوعين رئيسيين طبقاً لدرجة الذوبان عن pH ٤,٦ . تحت هذه الظروف يترسب حوالى ٨٠٪ من النتروجين الكلى ويعرف بالكازين بينما يبقى ٢٠٪ من النتروجين الكلى على حالة ذائبة فى السيرم (الشرش) ، حوالى ١٥٪ منها عبارة عن بروتينات الشرش والباقي عبارة عن مواد نيتروجينية غير بروتينية .

أ- الكازينات

تتكون الكازينات caseins فى اللبن البقرى من ٤ أنواع من البروتين يعرف α_1 -، α_2 -، β - and κ - caseins . ويوجد نوع آخر يعرف γ -casein وقد ينتج من تحلل β - casein بواسطة أنزيم بروتيناز اللبن (البلازمين) . جدول (٣-٢) يبين الاختلافات بين هذه الشقوق . كل من شقوق الكازين يتكون من ببتيدات عديدة متميزة وكل منه له أنواع وراثية تسبب تغيرات ثانوية فى التركيب البنائى الأساسى للبروتينات . جميع هذه الشقوق عبارة عن فوسفوبروتين أى تحتوى على مجاميع فوسفات معظمها فوسفوسرين phosphoserin وفى بعض الحالات فوسفوثيونين phosphothreonine أيضاً . وجود هذه المجاميع الوظيفية من الفوسفات يجعل الكازين حامضى acidic casein حيث تقع نقطة

التعادل الكهربى له IEP فى نطاق ٤,٥ إلى ٥,٠٠ . كما أن هذه المجموع على درجة كبيرة من الأهمية حيث تسمح بالأرتباط بأيونات الكالسيوم مع البروتينات . فى اللبن البقرى يحتوى k-casein على ١ أو ٢ ، β -casein على ٥ ، α_1 -casien على ٨ أو ٩ ، casien α_2 على ١١-١٤ مجموعة فوسفوسرين لكل مول وتكون مسئولة عن وجود مساحات محبة للماء hydrophilic ذات شحنات سالبة . كما تحتوى جسيمات الكازينات على بمجاميع غير محبة للماء hydrophobic ويحتوى β -casein على معظم المكون غير المحب للماء .

عندما ترتبط هذه الشقوق بأيونات الكالسيوم فإن α_s - and β -caseins يترسب ولكن k-casein لا يترسب ، وشقوق α_s -caseins أكثر شقوق الكازينات قابلية للترسيب يليها β -casein . فى وجود تركيزات الكالسيوم الذى يوجد فى اللبن فإن هذين الشقين يترسبا ولكن لا يحدث هذا الترسيب نتيجة للفعل الواقى k-casein .

لا توجد الكازينات فى اللبن فى صورة جزيئات منفردة فى المحلول ولكن تكون مرتبطة مع الكالسيوم وفوسفات الكالسيوم لتكون دقائق particles تعرف بجسيمات الكازينات casein micelles . معظم ، إن لم يكن جميع ، الكازين فى اللبن يحتوى على هذه الكازينات فى صورة جسيمات معقدة complex يتراوح قطرها من ٥٠ - ٣٠٠ nm وتحتوى على عدة آلاف من جزيئات الكازين الغروية ، وترتبط الكازينات بدرجة كبيرة بفوسفات الكالسيوم (فى صورة فوسفات كالسيوم غروية) . وتحتل α_s - and β -casein الجزء الأكبر داخل جسيمات الكازين مع وجود k-casein على سطح هذه الجسيمات . يقوم هذا الغلاف من k-casein بحماية جسيمات الكازين من التجبن ويجعل اللبن فى حالة معلق غروى ثابت . يحتوى α -casein على ١٨٦ - ١٩٩ حمض أمينى ويتحلل إلى مجموعة من الببتيدات بعضها يتميز بالطعم المر bitter بينما β -casein يحتوى على ٢٠٩ حمض أمينى ويتحلل بالإضافة إلى الشق γ - الذى ينفصل بسهولة عن السلسلة الببتيدية الرئيسية فى β -casein وقد يعمل كمصدر لمكونات نيتروجينية لا بروتينية لتكوين مكونات الطعم والنكهة والقوام فى الجبن النهائى . كما يحتوى k-casein على ١٦٩ حمض أمينى .

يودى معاملة اللبن بالمواد المجنبة (مثل المنفحة) إلى تحليل رابطة معينة فى k-casein بين الحمض الأمينى رقم ١٠٥ (فينيل آلانين) والحمض الأمينى رقم ١٠٦ ميثايونين ، فى السلسلة الببتيدية لهذا الكازين وبالتالي ينقسم إلى جزئين ، الأول يعرف para-k-casien يحتوى على أحماض أمينية من (١ - ١٠٥) والثانى يعرف caseinomaclopeptide

يحتوى على أحماض أمينية من ١٠٦ - ١٦٩) . يبقى para-k-casien فى الجسيمات ولكن macropeptide يكون على حالة ذائبة ويفقد فى سيرم اللبن . يحتوى macropeptide على جلاكتوز مع N-acetylneuraminic acid بكميات صغيرة قد تساعد فى نمو الميكروبات فى الخثرة . لذلك فإن سطح k-casein الموجود على الجسيمات يتحلل بصفة مضطربة خلال عملية التنفيح renneting ويؤدى ذلك إلى عدم ثبات جسيمات الكازين وتبدأ فى التجمع فى صورة خثرة منفحة . لذلك فإن المنفحة تحلل بسهولة سطح الجسيمات حتى يصبح تكوين الخثرة ممكناً . ويلاحظ أن الكازينات الأخرى بخلاف k-casein تلعب دوراً ثانوياً فى عملية التجبن حيث تكون مسؤولة على الأقل جزئياً عن ارتباط الجسيمات عندما تضاف المنفحة أو عند القيام بعملية التنفيح ، لذلك يمكن أن تؤثر على صلابة وبناء الخثرة ولكن لا تؤثر على عملية التجبن بالمنفحة نفسها .

ومع ذلك فإن α_{s1} - and β -caseins على درجة كبيرة من الأهمية فى تسوية الجبن حيث تعتبر مسؤولة جزئياً عن تكوين مكونات الطعم . تتحلل الكازينات بواسطة المنفحة وبروتينيز البادىء

جدول ٣-٢ : تركيب وصفات شقوق الكازين فى اللبن البقرى

الشق	الوزن الجزئى	% من الكازين الكلى	مجاميع الفوسفورين	حساسية الكالسيوم	كربوهيدريت
α_{s1} -	٢٣.٠٠٠	٣٨,١	٨ - ٩	++	-
α_{s2} -	٢٥.٠٠٠	١٠,٢	١١ - ١٤	++-	-
β -	٢٤.٠٠٠	٣٥,٧	٥	+	-
γ -	٢٠.٥٠٠-١١٦.٠٠٠	٣,٢	١ او صفر	-	-
k-	١٩٨٠	١٢,٨	١ أو ٢	-	+

ليكون أحماض أمينية وبيبتيدات والتي تعمل على تكوين مكونات الطعم فى الجبن. لذلك فإن التباين فى تركيب وبناء كازين الألبان من أنواع مختلفة من الحيوانات قد يسبب ظهور أطعمة مختلفة فى الجبن .

فى ألبان الغنم والماعز توجد صورة واحدة فقط من β -casein الذى يعتبر المكون الرئيسى ولكن يوجد فى صورتين (β_1 , β_2) اللذان يختلفان فقط فى درجة الفسفرة . كما يحتوى كل من لبن الغنم والماعز على بروتينات مشابهة لـ α_{s1} - α_{s2} -caseins فى اللبن البقرى . ويوجد α_{s2} -casein فى لبن الماعز بنسبة أعلا مما هو موجود فى اللبن البقرى

(١٠٪ من الكازين الكلى فى اللبن البقرى) ، كما أن β -casein يمثل حوالى ٤٠٪ من معقد الكازين فى هذه الألبان ولكن تختلف نسبة α_s -caseins المختلفة.

يوجد تشابه كبير بين k -caseins فى كل من لبن الغنم والماعز حيث يحتوى فقط على ٩ اختلافات فى تتابع الأحماض الأمينية فى السلسلة الببتيدية حيث يستبدل اثنين منها **Gln** أو **Asp** بالأميدات الخاص بهما ومن المتوقع أن يكون سلوك هذا الكازين فى لبن الغنم والماعز متماثل بدرجة كبيرة .

الكازينات فى لبن الماعز والغنم متماثلة بدرجة أكبر عما فى اللبن البقرى لذلك فإن الاختلافات فى الكازينات لا تسبب تغييرات هامة فى التركيب البنائى أو السلوك لجسيمات الكازين ، وتدل كثير من النتائج أن جسيمات الكازين فى لبن الغنم والماعز أصغر منها فى اللبن البقرى . ومع ذلك فإن موقع k -casein على سطح الجسيمات ووجود الكازينات فى معقد متماثل يدل على أن سلوك الكازينات لا يتأثر بدرجة كبيرة نتيجة التباين فى تركيبها البنائى .

الكازينات فى اللبن الجاموسى مثل كازينات اللبن البقرى يحتوى على α_{s1} -، α_{s2} -، β - and k -caseins . يرجع الاختلاف بين الكازينات فى كل من اللبن البقرى والجاموس فى أن الأخير يحتوى على شقين من α_{s1} -casein مع وجود اختلاف بينهما فى مجموعة فوسفات واحدة فقط . الاختلاف الآخر يرجع إلى نسبة كل من α_{s1} -، α_{s2} -، β - and k -caseins فى الكازين الكلى حيث تكون فى اللبن الجاموس حوالى ٣٠ ، ١٨ ، ٣٤ ، ١٥٪ بينما فى اللبن البقرى تكون ٣٩ ، ٨ ، ٣٤ ، ١٥٪ على التوالى . مجموع α_{s1} - + α_{s2} ونسب k - and β -caseins متساوى تقريباً فى كل نوعى اللبن ولكن α_{s2} - casein فى الكازين الكلى فى لبن الجاموس أعلا .

جميع شقوق k - caseins لبن الجاموس متماثلة فى محتواها من الأحماض الأمينية والفوسفور ومشابه لشقوق k -caseins فى اللبن البقرى ويختلف محتوى شقوق k -casein من الجلاكتوز N-acetylgalactos- amine وحمض سياليك sialic من صفر إلى ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٥ ، ٨ ، ٥ مول / مول بروتين على الترتيب . والأرقام المقابلة لشقوق الكازين البقرى أعلا بالنسبة للسياليك والجلاكتوز أمين ولكن أقل بالنسبة للجلاكتوز حيث تتراوح من صفر إلى ٦ ، ٧ ، ٣ ، ٥ ، ٣ ، ٤ مول/مول بروتين على الترتيب .

β -casein لبن الجاموس مماثل لما هو موجود فى اللبن البقرى ومحتواه من الأحماض الأمينية فى كلا النوعين متماثل جداً ولكن β -casein الجاموسى يحتوى فقط على ٤ مجاميع فوسفات بدلاً من ٥ فى بروتين البقرى .

يوجد شقين من α_{S1} -caseins فى كازين الجاموسى والأحماض الأمينية فى كل منهما متماثلة ولكن بمجاميع الفوسفات تكون عبارة ٧ ، ٨ مجموعة /مول على التوالى . محتوى الأحماض الأمينية فى كل من α_{S1} -caseins البقرى والجاموسى متماثل . يوجد شقين من α_{S2} -caseins الكازين الجاموسى لهما نفس المحتوى من الأحماض الأمينية ولكن تحتوى على ١٠ ، ١١ مجموعة فوسفات /مول على التوالى ، كما أن محتوى الأحماض الأمينية متماثلة فى α_{S2} -casein لكل من البقرى والجاموسى .

تمتثل شقوق الكازين فى البقرى والجاموسى فى درجة حساسيتها فى وجود أيونات الكالسيوم Ca^{2+} ، سلوك الشقوق - α_{S1} ، α_{S2} متماثل عند جميع تركيزات Ca^{2+} كما أن كل من شقى α_{S2} أقل ذوباناً عن الشقوق الأخرى ويصبح غير ذائب عند تركيزات أقل من Ca^{2+} .

قد توجد إختلافات وراثية فى بعض حيوانات اللبن تؤدي إلى إنتاج شقوق كازينات وبروتينات الشرش تختلف فى بعض الأحماض الأمينية . وهذه الإختلافات الوراثية تسبب تغيرات هامة فى قابلية اللبن للتجبن وكذلك صفات اللبن فى صناعة الجبن . بعض هذه التغيرات قد تنتج مباشرة من التغيرات الطبيعية فى اللبن التى تنشأ نتيجة الصفات الطبيعية لجزئيات البروتين ، لكن فى معظم الحالات ترجع إلى إختلافات وراثية . وقد أشار بعض الباحثين إلى تأثير أنواع مختلفة من k-casein فى الألبان أثناء صناعة الجبن ، أنواع B ، AB تكون مرتبطة بقصر مدة التجبن وأرتفاع صلابة خثرة k-casein عن نوع A ، حيث وجد البعض أن مدة تجبن اللبن المنخفضت بأكثر من ٣٠٪ وأن فقد الدهن من اللبن كان أقل عندما تصنع الجبن من لبن يحتوى على k-casein من نوع B مقارنة بنوع A ولكن كان هناك إختلاف طفيف فى محصول وتركيب الجبن النهائى .

كما أوضح آخرون أن نوع B أدى إلى تحسين التركيب البنائى لجبن اليرمسان لذلك فإن هذا النوع مرغوب فيه على الأقل فى مرحلة التجبن فى صناعة الجبن . اللبن المحتوى على k-casein من نوع B يكون أعلا فى محتوى الكازين من الكالسيوم والفوسفور وأقل فى محتوى السرات عن اللبن المحتوى على k-casein من نوع A . وقد وجد أن جسيمات الكازين تكون أكثر ثباتاً فى اللبن المحتوى على k-casein من نوع A كما أن النوع B يكون مرتبط بخثرة أكثر صلابة عن النوع A .

اللبن الذى يحتوى على α_{S1} -casein A يكون فيه تطور الحموضة أبطأ عن اللبن المحتوى على نوع B أو BC بينما صلابة الخثرة تنخفض بالترتيب التالى : AA, AB, B, BC . وقد وجد أن صلابة الخثرة يكون مرتبط بدرجة كبيرة بمحتوى اللبن من α_{S1} -casein

كما أن تحلل α_{s1} -casein مرتبط بالتغيرات فى الصفات الريولوجية للحبن حديثة الصنع . لهذا يبدوا أن α_{s1} -casein هو الأساس فى تكوين شبكة البروتين فى الخثرة وذلك أمتداداً لدوره فى بناء جسيمات الكازين . هذا النوع له صفات طبيعية مختلفة قد تسبب تغيرات مباشرة فى الصفات الريولوجية للخثرة .

ب- بروتينات الشرش (بروتينات السيرم)

يحتوى اللبن على ٠,٦% بروتينات شرش whey proteins ذائبة فى سيرم اللبن (جدول ٤-٢) والتي تتضمن بيتالاجلوبولين (β -lactoglobulin (β -Ig) وألفا لاجلوبولين (α -lactalbumin وسيرم ألبومين البقرى (BSA) bovin serum albumin وعلى جلوبولينات المناعة (تشمّل IgG, IgA, IgM) والذي يمثل ١٠, ٢٠, ٥٠, ١٠٠% على الترتيب من بروتينات الشرش الكلية فى اللبن البقرى .

جدول ٤-٢ : بروتينات الشرش فى اللبن البقرى

الوزن الجزيئى	% من البروتين الكلى	الشق
١٨٣٠٠	٩,٦	β - lactoglobulin
١٤٠٠٠	٣,٨	α -lactalbumin
٦٣٠٠٠	١,٤	Serum albumin
حتى ١٠٠,٠٠٠	١,٤	Immunoglobulin

يحتوى الشرش أيضاً على عدد من البروتينات الثانوية minor ، تشمل البروتوزيتون proteose-peptones وهو خليط غير متجانس من الببتيدات العديدة المقاومة للحرارة والذائبة فى الحامض (pH ٤,٦) ، و يترسب بواسطة ١٢% TCA وينتج معظمها من تحلل الكازين بواسطة أنزيمات اللبن الطبيعية . كما يحتوى الشرش الناتج من التحبن الأنزيمى على بروتينات نشطة حيوية مثل لاکتوبروكسيداز lactoperoxidase ، لاکتوترانسفيرين lactotransferrin ، كازين جليكومكروبيتييد casein glycomacropetide (ناتج من تحلل κ -casein بواسطة الكيموسين) وبعض الأنزيمات.

هذه البروتينات ذائبة وتشبه الكازين فى قدرتها على الأرتباط بسهولة بالكالسيوم بالرغم من أنها لا تكون غرويات بطريقة مماثلة للكازينات .

ترتبط بروتينات السيرم بالأنزيمات مثل الكازين وذات أهمية فى الأتزان والتفاعلات العامة التى تحدث فى اللين والجبن . تحتجز بروتينات الشرش فى الخثرة عند التحين ولكن نظراً لأنها فى صورة ذائبة فأنها تستخدم كهيئة لنمو البكتريا فى المراحل الأولى من الصناعة.

الأنواع الوراثة لـ β -lactoglobulin قد تكون هامة فى صناعة الجبن بالرغم من أن هذا البروتين من بروتينات الشرش فإن له دور مباشر فى تكوين الخثرة . اللين المحتوى على البيتا لاكتوجلوبين من النوع B ينتج خثرة أكثر صلابة عن اللين المحتوى على النوع AA أو AB كما يمكن الحصول على محصول ومواد جافة أكبر عن اللين المحتوى على النوع B بالمقارنة باللين المحتوى على النوع A مع انخفاض فى البروتين فى الشرش بالترتيب التالى: BB, AB, AA .

بروتينات السيرم أقل مقاومة للحرارة عن الكازين حيث يحدث لها تغيير فى طبيعتها (دنتره denaturation) عند التسخين لدرجات حرارة أعلا من ٧٠م . يحدث دنتره لبروتينات السيرم فى اللين المبستر ولكن عند درجات حرارة أعلا فإن الدنتره وخاصة فى α -lactalbumin وبعض الجلوبيولين يحدث بدرجة أسرع .

بروتينات الشرش الرئيسية تحتوى على أحماض أمينية محتوية على كبريت وتكون مصدراً رئيسياً لمجاميع السلفادريل sulphhydryl groups عند التسخين حيث تساهم هذه المجاميع فى أكساب اللين الطعم المطبوخ كما أن هذه المجاميع تكون روابط عرضية بين وداخل الجسيمات . عند التسخين لدرجات حرارة مرتفعة يتفاعل β -lactoglobulin مع k-casein مكوناً معقد يقلل من قابلية اللين للتحين بالمنفحة .

يحتوى السرسوب على نسبة مرتفعة من بروتينات السيرم وأستخدام هذا اللين فى صناعة الجبن يودى إلى صعوبات فى تكوين الخثرة بالصفات المطلوبة . هذه البروتينات لا تكون خثرة مطاطية غير قادرة على الأنكماش مثل الكازين ، حيث تميل الخثرة إلى حجز الرطوبة التى تساعد على نمو البكتريا غير مرغوبة مع تكوين غازات وأطعمة غير المرغوبة فى الخثرة .

اللين الناتج من مواشى مصابة بمرض التهاب الضرع يحتوى على نسبة مرتفعة من بروتينات السيرم وغالباً ما يكون مرتفع فى أملاح الصوديوم والكالسيوم . أستخدام هذا اللين فى صناعة الجبن يسبب صعوبات فى عملية التحين ، مع تكوين خثرة زائده الطراوة

ومحصول منخفض نظراً لانخفاض الكازين في هذا اللبن .

يختلف الكازين عن بروتينات الشرش أساساً في النقاط التالية :

١. الكازينات غير ذائبة عند نقطة التعادل الكهربى IEP (pH حوالى ٤,٦) بينما فى الوسط الأيونى اللبن فإن بروتينات الشرش ذائبة عند نقطة التعادل الكهربى (pH حوالى ٥,٠) .
٢. إضافة مستحضرات أنزيمات البروتينيز الحام (مثل المنفحة) إلى اللبن يحدث تحلل محدود للكازين يؤدي إلى تجننه بينما تبقى بروتينات الشرش ذائبة .
٣. الكازينات مقاومة للحرارة بدرجة كبيرة بينما بروتينات الشرش حساسة للحرارة . عند تسخين اللبن عند درجة أعلا من ٧٠م فإن بروتينات الشرش تحدث لها دنتره denaturation وتتفاعل مع الكازينات لتكون معقد يقلل من قابلية اللبن للتجنن بالمنفحة .
٤. يكون الكازينات فى اللبن معقد يصل وزنه الجزيئى حوالى ١٠^٨ ومتوسط قطر جسيمات الكازين micelles حوالى ١٠٠ nm ويحتوى على أملاح غير عضوية (بصفة أساسية كالسيوم ، فوسفات ، مغنسيوم وسترات ويطلق عليها فوسفات الكالسيوم الغروية CCP) بينما بروتينات الشرش تكون على حالة ذائبة .

١-٢-٢-الدهن

يختلف محتوى اللبن من الدهن طبقاً لجنس الحيوان وفصل الحليب ونوع العليقة . والجدول (٥-٢) يوضح محتوى الألبان ، الشائع استخدامها فى صناعة اللبن ، من الدهن . تلعب تغذية الحيوان الدور الرئيسى فى تقدير كل من محصول ومكونات الدهن . محتوى الدهن متماثل تقريباً فى كل من لبن الجاموس والغنم واقل من لبن الماعز والبقر . يفرز الدهن فى كل نوع من هذه الألبان فى صورة حبيبات يختلف حجمها طبقاً لنوع الحيوان حيث يتميز لبن الماعز والغنم بصغر حجم حبيبات الدهن وقد وجد أن ٤,٢٪ فقط من حبيبات دهن لبن الغنم يكون قطرها أكبر من ٦ um بينما فى لبن الماعز تكون النسبة ٥,٦ وفى البقرى ١٦,٧٪ .

ونظراً لأن غلاف حبيبة الدهن فى كل من هذه الأنواع يتكون بطريقة متشابهة فإن أنواع اللبيدات الموجودة متماثلة بدرجة كبيرة حيث تتكون أساساً من الفوسفوليبيدات . توجد هذه الفوسفوليبيدات فى كل من حبيبات الدهن والسيرم . الأنواع الرئيسية من هذه المكونات واحدة فى كل من السيرم وحبيبات الدهن لألبان الأنواع المختلفة حيث تتكون

أساساً من phosphatidyl choline, sphingomyelin , phosphatidyl ethanolamine مع وجود كميات صغيرة فقط من phosphatidyl inositol , phosphatidyl serine .

جدول ٥-٢ : نسبة الدهون فى لبن بعض الحيوانات

نوع اللبن	% للدهن
البقر	٣,٤ - ٥,١
الغنم	٥,٨ - ٩,١
الماعز	٢,٨ - ٦,٥
الجاموس	٥,٤ - ٩,٦

بالإضافة إلى الفوسفوليبيدات فإن المواد المرتبطة بالليبيدات (المواد المستخلصة بواسطة مخلوط من الكلورفورم : الميثانول) يحتوى على كميات صغيرة من الكوليسترول cholesterol وسريروسيدز cerebrosides ، يبلغ تركيز الكوليسترول حوالى ٤٠٠ مللجرام/١٠٠ جم دهن فى كل من هذه الألبان. وتمثل المواد المرتبطة بالليبيدات ١,٥% من الليبيدات بينما الباقى عبارة عن ليبيدات حرة يمكن استخلاصها بـ petroleum ether . عادة أكثر من ٩٨% من الليبيدات الحرة تتكون من الجليسيريدات الثلاثية والباقى عبارة عن جليسيريدات ثنائية أو أحادية . تتميز الأحماض الدهنية فى هذه الجليسيريدات بأنها أحماض دهنية مشبعة بطبيعتها ويوجد أحماض دهنية قصيرة (C4) ومتوسطة السلسلة (C6-C12) . وعموماً فإن الحمض الدهنى الوحيد غير المشبع الذى يوجد بكميات محسوسة هو حمض الأوليك (C18:1) oleic . الأحماض الدهنية الطيارة (الخليك ، البروبيونيك ، البيوتريك) تعتبر المكونات النهائية لتخمر الكربوهيدرات بواسطة الميكروبات وتحلل البروتين ونزع مجموعة الأمين من الأحماض الأمينية بواسطة الميكروبات فى كرش الحيوانات . تستخدم الحيوانات المجترة هذه النواتج فى تخليق بعض المكونات (الخلات والبيوترات تعمل كمصدر للأحماض الدهنية والبروبيونات كمصدر للكربوهيدرات) . فى الكرش تتحلل الليبيدات ويتخمر الجزء الذى لا ينتمى للأحماض الدهنية non-fatty acid portion . ونظراً لأن الظروف فى الكرش مختزلة بدرجة قوية فإن يحدث هدرجة hydrogenation للأحماض

الدهنية غير المشبعة . الأحماض الدهنية الأساسية $C_{18:2}$, $C_{18:3}$ وكل منهما ينتج أحماض دهنية مشبعة $C_{18:0}$ نتيجة الهدرجة الكاملة .

مصدر الأحماض الدهنية فى دهن لبن الحيوانات المجترّة من الغدد الثديية أو الدم . الأحماض الدهنية المحتوية حتى C_4 يكون مصدرها الغدد الثديية بينما الأحماض الدهنية المحتوية حتى C_{14} يكون مصدرها الدم . يعتقد أن الأحماض الدهنية C_{16} مصدرها كل من الغدد الثديية والدم ، لذلك فإن الأحماض الدهنية طويلة السلسلة ، $C_{18} - C_{16}$ ، فى دهن اللبن يتكون نتيجة للعمليات التى تحدث فى الكرش فمثلاً ترتفع الأحماض الدهنية غير المشبعة (عديدة الروابط الزوجية) نتيجة إضافة زيوت نباتية إلى العليقة .

بالرغم من أن دهن لبن المجترات يحتوى على نسبة ضئيلة من أحماض $C_{18:2}$ أو $C_{18:3}$ إلا إنه غنى بنسبة محسوسة فى حمض $C_{18:1}$ cis (حمض الأوليك) . توجد فى المجترات أنزيمات *desaturase* ، أنزيمات متخصصة فى تحويل C_{18} إلى $C_{18:1}$ cis فى كل من جدار القناة الهضمية والغدد الثديية .

تختلف محتوى دهن اللبن من الأحماض الدهنية طبقاً لنوع الحيوان كما فى جدول (٦-٢) والذى يتضح منه الحقائق التالية :

١. يحتوى دهن لبن الغنم على نسبة أعلا من C_4 عن بقية دهن الألبان الأخرى .
٢. يحتوى دهن لبن الجاموس على نسبة أقل من C_6 عن بقية دهن الألبان الأخرى .
٣. يحتوى دهن لبن الماعز والغنم على نسبة أعلا C_8 , C_{10} , C_{12} عن دهن لبن الأبقار والجاموس .
٤. يحتوى دهن لبن الماعز على أعلا نسبة ودهن لبن الغنم على أقل نسبة من C_{14} بينما يحتوى كل من لبن البقر والجاموس من هذا الحامض متماثل .
٥. يحتوى دهن اللبن الجاموسى على أعلا نسبة ودهن لبن الغنم على أقل نسبة من C_{16} , C_{18} .
٦. نسبة الأحماض غير المشبعة ($C_{18:1}$) مرتفعة فى كل من دهن لبن البقر والغنم يليها دهن لبن الماعز واقلها دهن لبن الجاموس .
٧. نتيجة لتمثيل الأحماض الدهنية غير المشبعة (متعددة الروابط الزوجية) فى الكرش فإن اللبن يكون مصدراً فقيراً نسبياً لهذه الأحماض الدهنية (linoleic & linolenic acids) والتى تعرف بالأحماض الدهنية الأساسية .

يختلف وضع الأحماض الدهنية فى الجليسيريدات الثلاثية حيث يعتقد أن هذه الأحماض ترتبط مع الجليسرول عشوائياً ولكن من المعروف أن الأحماض الدهنية قصيرة

السلسلة (C₄ - C₆) ترتبط بالذرة (3) في الجليسرول بينما الأحماض الدهنية (C₁₆) تفضل الذرة الثانية مما يؤكد أن تركيب الجليسريدات الثلاثية بعيداً عن العشوائية .

جدول ٦-٢: محتوى الأحماض الدهنية في دهن لبن الحيوانات المختلفة (% بالوزن)

النوع	Butyric (C ₄)	Caproic (C ₆)	Caprylic (C ₈)	Capric (C ₁₀)	Lauric (C ₁₂)	Myristic (C ₁₄)	Palmitic (C ₁₆)	Stearic (C ₁₈)	Oleic (C _{18:1})	Other acids *
بقرى	٢,٩	٢,٢	١,١	٣,٠	٢,٧	٩,٠	٢٥,٠	١٥,٨	٣٣,٠	٧,٣
ماعز	٣,١	٢,٨	٣,٠	١٠,١	٦,٠	١٢,٢	٢٧,٢	٢٧,٥	٢٥,٦	٣,٧
غنم	٤,٢	٢,٠	٢,٢	٦,٠	٣,١	٥,٥	١٦,٩	١٣,٨	١٥,٨	٥,٥
جاموس	٣,١	٠,٩	١,٥	١,٨	٢,٥	٩,٠	٣٧,٥	٣١,٠	٣١,٠	١,٧

* أحماض arachidic , linolenic , linoleic

وتلعب الأحماض الدهنية دوراً هاماً في أظهار بعض الأطعمة المميزة في الجبن الناتج، من المعروف أن وجود الأحماض الدهنية ذات الطعم المميز (مثل حمض البيوتريك) يؤثر على طعم الجبن النهائي . يحتوى لبن الماعز على كمية كبيرة من C₆ - C₁₀ حيث أن الجبن الناتجة من هذا اللبن يتميز بطعم حريف (مثل الفلفل) والذي يميز جبن لبن الماعز ، يحتوى لبن الغنم على كمية من C₁₀ ولكن ليست كافية لتكون طعم حريف مماثل لطعم جبن لبن الماعز .

١-٢-٣- الكربوهيدرات

يعتبر اللاكتوز السكر الوحيد الموجود في لبن الحيوانات الثديية وعادة يطلق عليه سكر اللبن وهو سكر ثنائي يتكون من الجلوكوز والجالاكتوز ويعتبر أقل السكريات ذوباناً ويتراوح محتوى هذه الألبان من ٤,٢ إلى ٥,٠% ويكون نسبته منخفضة في اللبن في نهاية فصل الحليب وفي حالة إصابة الحيوانات ببعض الأمراض مثل مرض التهاب الضرع mastitis . في بعض الأحيان قد يوجد الجلوكوز والجالاكتوز في اللبن الطازج بكميات ضئيلة كما قد توجد كربوهيدرات أخرى في اللبن بكميات ماثلة مثل سكريات أمينية amino sugars ، سكريات تحتوى على فوسفات sugar phosphates ، سكريات عديدة oligosaccharides وسكريات نكلوتيدية nucleotide sugars .

الكربوهيدريت في اللبن مصدر جيد للطاقة وخاصة للميكروبات (بكتريا البادىء أثناء صناعة الجبن والألبان المتخمرة). يتخمر اللاكتوز بواسطة مزارع البادئات لينتج مكونات مختلفة من أهمها حمض اللاكتيك . تحتوى ألبان البقر والغنم والماعز والجاموس على كميات كافية من اللاكتوز يمكن استخدامها بواسطة مزارع البادئات أثناء صناعة الجبن والألبان المتخمرة .

١-٢-٤ الأملاح المعدنية

الأملاح المعدنية والتي تعرف بالرماد ash على جانب كبير من الأهمية فى صناعة الجبن . يحتوى الرماد على نسبة عالية من الفلزات الصوديوم ، الكالسيوم ، المغنسيوم ، المنجنيز ، الحديد ، النحاس ، الكوبالت ، الزنك ، الكروم ، النيكل بالإضافة إلى المكونات من اللافلزات مثل الكبريت ، الكلورين ، الفوسفور ، اليود.....ألخ . كما يحتوى الرماد على أصول حامضية مثل الكبريتات ، الفوسفات ، الكلوريد ولكن السترات تتحلل أثناء عملية الحرق فى تحضير الرماد . وقد أمكن رصد حوالى ٢٥ معدن فى اللبن البقرى بالرغم من أن وجود بعض هذه المعادن فى اللبن يعتمد على وجوده فى العليقة .

جدول ٧-٢: محتوى الأملاح المعدنية فى الألبان المختلفة (مليجرام/١٠٠ جم لبن)

النوع	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Cl
بقرى	٥٥	١٤٠	١١٥	١١	٩٢	٠,٠٦	آثار	٠,٤	١٠٠
ماعز	٤٢	١٧٠	١٠٠	١٣	٩٠	٠,١٢	٠,٠٣	٠,٥	١٥٠
غنم	٤٤	١٢٠	١٧٠	١٨	١٥٠	٠,٠٣	٠,١	٠,٧	٨٢
جاموسى	٥٣,٠	١٨٢	١٥٤	٣٦	١١٢	-	-	-	٧٥

الجدول (٧-٢) يوضح التباين فى محتوى ألبان الحيوانات المختلفة ويرجع هذه الاختلافات إلى نفس العوامل التى تؤثر على تركيب اللبن بصفة عامة . ويلاحظ أن لبن الغنم والماعز أغنى فى الأملاح المعدنية من اللبن البقرى والجاموسى . بعض المعادن النادرة مثل Fe, Cu, Zn متماثلة فى معظم الألبان ولكن مستوى الكلوريد يكون أعلا فى لبن الماعز مقارنة بالألبان الأخرى كما يوجد أيضاً فى هذه الألبان آثار من Mn .

بعض هذه المعادن يوجد بكميات ضئيلة (آثار) وتلعب دوراً هاماً بالنسبة للأنزيمات وغيرها من المكونات الحيوية فمثلاً الكوبالت يكون مركز فيتامين B₁₂ ، الزنك فى carbic anhydrase ، الماغنسيوم فى arginase والمولبيدات فى xanthine oxidase ، الحديد فى كل من lactoperoxidase, xanthine .

جدول ٨-٢ : توزيع الأملاح المعدنية بين الحالة الذائبة والغروية فى اللبن البقرى .

الأملاح المعدنية	الحالة الذائبة (%)	الحالة الغروية (%)
الكالسيوم الكلى	٣٣	٦٧
الكالسيوم المتأين	١٠٠	صفر
الكلوريد	١٠٠	صفر
السترات	٩٤	٦
المغنسيوم	٦٧	٣٣
الفوسفور الكلى	٤٥	٥٥
الفوسفور المعدنى	٥٤	٤٦
البرتاسيوم	٩٣	٧
الصوديوم	٩٤	٦

جميع هذه الأملاح موزعة بين الحالة الذائبة والغروية بينما الأيونات أحادية التكافؤ توجد بدرجة كبيرة أو جميعها فى حالة ذائبة ، فمثلاً ٦٦٪ من الكالسيوم ، ٥٥٪ من الفوسفور قد يوجد على حالة غروية . توزيع الكالسيوم ، السترات ، المغنسيوم والفوسفات بين الحالة الذائبة والغروية وتفاعلها مع بروتينات اللبن تلعب دوراً هاماً فى ثبات اللبن ومنتجاته . يحافظ فوسفات الكالسيوم الغروية على بقاء جسيمات الكازين كاملة ، كما أن أيونات الكالسيوم ترتبط ببعض الكازينات ويكون معقد مع السترات . يرتبط تركيز الكالسيوم الذائب فى اللبن بدرجة كبيرة مع تركيز سترات الكالسيوم الذائبة ومعظم السترات توجد فى معقد من السترات (Ca Cit) . يوجد حوالى نصف الفوسفات

غير العضوية فى صورة فوسفات كالمسيوم غروية وكمية قليلة (حوالى ٦,٦%) من الكالمسيوم يوجد فى صورة أيونات ذائبة Ca^{2+} . ترتبط السترات أيضاً بدرجة أكبر بالمغنسيوم. تختلف السترات فى اللبن طبقاً لفصل السنة والعليقة، يؤثر تركيز السترات على تركيز الكالمسيوم الذائب وثبات اللبن. الجدول (٨-٢) يبين توزيع الأملاح المعدنية فى اللبن البقرى.

١-٢-٥- الأنزيمات

يوجد مايقرب من ٥٠ أنزيماً طبيعياً فى اللبن. هذه الأنزيمات توجد أساساً فى البلازما، السيرم، غلاف حبيبة الدهن، جسيمات الكازين أو كرات الدم البيضاء. وفيما يلى أهم الأنزيمات الرئيسية الموجودة طبيعياً فى اللبن.

يوجد أنزيمات الليبيز lipoprotein lipase، فى اللبن وهو الأنزيم الرئيسى المحلل للدهن فى اللبن، بكميات كبيرة فى اللبن الطازج أو المحلوب حديثاً ولكن التأثير الواقعى لغلاف حبيبة الدهن يجعل حدوث تحلل للدهن بدرجة محسوسة نتيجة لنشاط هذا الأنزيم نادر الحدوث. هذا الأنزيم لا يقاوم للحرارة وبالتالي ليس له أهمية فى الألبان المعاملة حرارياً حيث أن التسخين لدرجة ٧٨°م لمدة ١٠ ثوان يكون كافياً لأتلاف الأنزيم. قد يحدث تحت ظروف معينة تحلل ذاتى للدهن وأنفراد أحماض دهنية حرة ويؤدى إلى ظهور طعم زنخ rancid وصابونى soapy فى اللبن. نشاط هذا الأنزيم مرتبط بالدهن وجسيمات الكازين فقد وجد أن ٤٥% من نشاط الأنزيم فى لبن الماعز يكون فى وسط الدهن، ٨% مرتبط بالكازين بينما فى اللبن البقرى يكون ٥ - ٣٠%، ٧٧% على التوالى. أى أن جزء كبير من هذا الأنزيم فى اللبن البقرى مرتبط بجسيمات الكازين. تظل هذه الأنزيمات غير نشطة فى اللبن إلى أن يتم تنشيطها بالتقليب لينفرد دهن حرتيجة المعاملة الحرارية أو دهن سائل نتيجة التحنيس لتفتت غلاف حبيبة الدهن. يمكن أسراع تحلل الدهن فى اللبن بتدفئة اللبن البارد لدرجة حرارة أعلا من ٣٢°م وعند تبريد اللبن لدرجة أبعده من نقطة تصلب دهن اللبن فإن اللبن يصبح زنخاً rancid بدرجة سريعة، قد يحدث ذلك إذا أضيف لبن حلبة الصباح الدافىء إلى لبن حلبة المساء البارد فى خزانات الحفظ فى مزارع الألبان حيث تكون معدات التبريد ليست على الكفاءة المطلوبة لتبريد اللبن. تقليب اللبن فى نظام مغلق يسبب تنشيط للأنزيمات المحللة للدهن التى تسبب الزناخة.

ونظراً لأن ملح الطعام يثبط من نشاط الليبيز فإن بعض صانعى الجبن قد يضيف ملح إلى اللبن أثناء تخزينه لمنع حدوث تحلل الدهن وظهور الطعم الزنخ ولكن قد يسبب إضافة

الملح إلى اللبنة بعض الصعوبات فى تبجبن اللبنة بالمنفحة حيث تبطء من عملية التبجبن مع إنتاج خثرة طرية التى تحتجز الرطوبة لدرجة يصعب طرد الشرش منها .

يتجنب بعض صانعى الجبن بسترة اللبنة فى صناعة الجبن لعدم إتلاف أنزيمات الليبيز التى تساعد فى تسوية الجبن والأسراع من ظهور الطعم فى الجبن . كما يلجأ بعض صانعى الجبن الإيطالية حيث تتميز هذه الجبن وخاصة الأنواع التى يعتمد الطعم فيها على تحلل الدهن وأنفراد الأحماض الدهنية (مثل جبن البرفلونو) إلى استخدام عجينة المنفحة نظراً لارتفاع نشاطها فى تحلل الدهن . هذه المستحضرات عبارة عن مخلوط من المنفحة ومسحوق أنسجة الغدد من الغنم أو الماعز التى تتميز بارتفاع محتواها من الأنزيمات المحللة للدهن .

وجد فى اللبنة كميات صغيرة من أنزيمات الأستريز esterases التى تختلف عن الليبيز . هذه الأنزيمات مسئولة عن بعض التغيرات فى الليبيدات وتلعب دور ثانوى فى تسوية الجبن . أنزيم الفوسفاتيز القلوى alkaline phosphatase عبارة عن أنزيم استريز يساعد فى تحليل الفوسفات العضوية ويدمض بدرجة كبيرة على غلاف حبيبة الدهن ويتلف بالبسترة كما أنه يساهم فى تسوية الجبن .

يوجد فى اللبنة أنزيم البيروكسيداز peroxidase بكميات متباينة وينقل الأكسجين من البيروكسيدات . هذا الأنزيم مقاوم للحرارة لدرجة ٨٠م° ويستخدم كأختبار للكشف عن المعاملات الحرارية أعلا من البسترة التى يتعرض لها اللبنة . بعض الألبان لا تحتوى أو تحتوى على كميات ضئيلة فقط من البيروكسيداز . ونظراً لأن الدم يحتوى على كميات كبيرة من هذا الأنزيم فإن إصابة الضرع ببعض الأمراض أو الأضرارى يؤدى إلى إفراز كميات أكبر من هذا الأنزيم فى اللبنة .

يوجد فى اللبنة أيضاً أنزيم الكتاليز الذى يحلل البيروكسيد إلى ماء وأكسجين غير نشط بينما أنزيم البيروكسيداز ينقل الأكسجين النشط . يحتوى السرسوب واللبنة الناتج من مواشى مريضة (مثل مرض التهاب الضرع mastitis) تحتوى على كميات كبيرة من الكتاليز الذى غالباً ما تكون مرتبطة ببعض أنواع من البكتريا وكرات الدم البيضاء ، لذلك فإن هذا الأنزيم يستخدم للكشف عن لبن الحيوانات المريضة وقد يحل محله فى هذا المجال أختبار كرات الدم البيضاء .

يستخدم الكتاليز فى تحليل فوق أكسيد الأيدروجين المتبقى من معاملة اللبنة بفوق أكسيد الأيدروجين بديلاً عن المعاملة الحرارية لللبنة للقضاء على الميكروبات غير المرغوبة .

المعاملة الحرارية لدرجة الحرارة تصل إلى ٩٠ - ٩٥°م ضرورية للأحلاف الكامل للأنزيم بالرغم من أن البسترة تقضى على الأنزيم إلا أنه قد يحدث أستعادته جزئية لنشاطه . عندما يتجن اللبن يترسب الأنزيم مع الكازين .

يحتوى اللبن على عدة أنزيمات طبيعية محللة للبروتين منها البلازمين plasmin الذى يعتبر الأنزيم الرئيسى فى هذه المجموعة ومماثل لبروتين الدم الذى يحمل نفس الاسم وهو عبارة عن بروتينيز يشبه التريسين trypsin ودرجة pH المثلى له ٧,٥ ومقاوم للحرارة بدرجة كبيرة ومتخصص فى نشاطه بدرجة عالية للروابط البيبتيدية التى تتضمن lysin . يحتوى اللبن على نظام بلازمين كامل يتكون من بلازمين وبلازمينوجين plasminogen ومثبطات البلازمين plasmin inhibitors ومنشطات البلازمينوجين plasminogen activators وكذلك منشطات البلازمينوجين inhibitors of plasminogen activators . يرتبط البلازمين بجسيمات الكازين ويصاحبها داخل الخثرة بينما المكونات الأخرى لنظام البلازمين تفقد مع الشرش فى صناعة اللبن . ويبلغ تركيز البلازمينوجين ٤ أضعاف تركيز البلازمين ومعظم البلازمين والبلازمينوجين يحتجز فى الخثرة وقد يساهم لحد ما فى تسوية معظم أنواع اللبن . يرتفع تركيز البلازمين فى اللبن طبقاً لدرجة تسرب مكونات الدم إلى اللبن ويكون مرتفعاً فى بداية ونهاية فصل الحليب وكذلك فى حالة إصابة الماشية بمرض ألتهاب الضرع .

يوجد أنزيم lactoperoxidase فى اللبن بتركيزات مرتفعة وله القدرة على أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة مع إنتاج طعام مؤكسد oxidized taste هذا الأنزيم أيضاً أحد مكونات نظام (LPS) lactoperoxidase/thiocyanate/hydrogen peroxide system الذى يتميز بمقدرته على تثبيط الميكروبات antimicrobial .

يعتبر نشاط كثير من الأنزيمات فى اللبن له أهمية ثانوية فى لبن اللبن وعديد من هذه الأنزيمات يتلف بالمعاملة الحرارية . الميكروبات التى تنمو فى اللبن بعد المعاملة الحرارية (المتبقية وبكتريا البادىء) تنتج أنظمة أساسية وضرورية فى تسوية اللبن بطريقة مناسبة ، ومع ذلك فإن بعض أنزيمات اللبن الطبيعية مثل البلازمين على جانب كبير من الأهمية فى تسوية اللبن .

١-٢-٦- الفيتامينات

توجد الفيتامينات فى اللبن فى : (١) حبيبات الدهن وتعرف بالفيتامينات الذائبة فى الدهن (A,D,E,K) و (٢) سIRM اللبن وتعرف بالفيتامينات الذائبة فى الماء (C مجموعة B

المعقدة). المجموعة الأولى من الفيتامينات أكثر مقاومة للحرارة وقد أمكن كشف آثار من فيتامين K فى لبن البقر والغنم والماعز . المجموعة الثانية من الفيتامينات وهى الذائبة فى الماء أقل مقاومة للحرارة . يتأثر محتوى اللين من هذه الفيتامينات بعدة عوامل مثل جنس الحيوان ، فصل السنة ، العليقة ، عمليات التصنيع .

جدول ٩-٢ : محتوى الفيتامينات فى الألبان المختلفة

الفيتامينات	١٠٠ جم	اللين البقرى	لين الماعز	لين الغنم
ريتنول Retinol	ug	٥٢	٤٤	٨٣
كاروتين	ug	٥١	آثار	آثار
D	ug	٠,٠٣	٠,١١	٠,١٨
E	mg	٠,٠٩	٠,٠٣	٠,١١
فيتامين (B ₁)	mg	٠,٠٣	٠,٠٤	٠,٠٨
ريبوفلامين(B ₂)	mg	٠,١٧	٠,١٣	٠,٣٢
نياسين	mg	٠,٠٨	٠,٣١	٠,٤١
تريبتوفان-٦٠	mg	٠,٧٥	٠,٧٣	١,٢٧
B ₆	mg	٠,٠٦	٠,٠٦	٠,٠٨
حمض بنتوثيك	mg	٠,٣٥	٠,٤١	٠,٤٥
B ₁₂	ug	٠,٠٤	٠,١	٠,٦
حمض فوليك	ug	٦,٠	١,٠	٥,٠
بيوتين	ug	١,٩	٣,٠	٢,٥
C	mg	١,٠	١,٠	٥,٠

الجدول (٩-٢) يبين محتوى بعض الألبان من الفيتامينات . تركيز الفيتامينات الذائبة في الدهن أعلا في لبن الغنم وذلك بمقارنته بألبان البقر والماعز . مستوى نشاط ريتينول retinol في لبن الغنم ضعف مثيله في لبن الماعز وقد يعزى ذلك إلى ارتفاع محتوى الدهن في اللبن . β -carotene منخفض جداً في لبن الماعز والغنم والجاموس والذي يؤثر على لون الجين الناتج من هذه الألبان (اللون يكون أكثر بياضاً عند مقارنته باللون القشدي ، مائل للأصفرار ، عندما يصنع من اللبن البقري) .

عموماً مستوى الفيتامينات الذائبة في الماء في لبن الغنم أعلا منه في لبن البقر والماعز وبصفة خاصة ترتوفان - ٦٠ (tryptophan-60) وهو مصدر لحمض النيكوتينيك nicotinic ، فيتامين C. محتوى لبن الماعز من حمض الفوليك أقل بكثير من الألبان الأخرى . بالإضافة إلى الأهمية الغذائية للفيتامينات في الجين إلا أنها تلعب دوراً في النشاط الأيضي للميكروبات في الجين . كمية الفيتامينات وغيرها من عوامل النمو في اللبن يتوقف على العليقة التي يتناولها الحيوان لذلك فإنها تختلف طبقاً لنوع الحيوان وفصل السنة. كثير من هذه الفيتامينات تكون ضرورية لنمو نشاط للميكروبات ولكن بعض هذه الميكروبات تستطيع تكوين فيتامينات كجزء من عمليات التمثيل التي تقوم بها . هذه الميكروبات تحتاج لحد أدنى من هذه الفيتامينات لكي تبدأ النمو ومع ذلك فإنها تستطيع بعد ذلك أن تنتج كمية كافية من الفيتامين . الجين الذي يحتوي على أعداد كبيرة من الميكروبات من المحتمل أن يحتوي على كميات أكبر من بعض الفيتامينات عن اللبن نفسه . في صناعة الجين تحتجز الفيتامينات الذائبة في الدهن في الخثرة وفيتامين C وبعض فيتامينات مجموعة B تفقد في الشرش . بقايا بكتريا البادىء يمكن أن تكون بعض الفيتامينات الذائبة في الماء أثناء فترة التسوية ، هذا بالإضافة إلى أن صانعي الجين يهتمون بالأبقاء على عوامل النمو الأساسية للفلورا في الجين وكذلك الاحتفاظ بأكبر قدر ممكن من هذه الفيتامينات في الجين مما يزيد من القيمة الغذائية لهذا الناتج .

١-٢-٧- أحماض عضوية

يوجد في اللبن أحماض عضوية مختلفة كما يتضح من جدول (١٠-٢) . يحتوي اللبن البقري على حمض أروتيك orotic acid بتركيزات أعلا مما في لبن الغنم والماعز ومع ذلك فإن تركيز هذا الحامض يختلف في هذه الألبان حيث يتراوح بين ٤٠٠ - ٦٠٠ ، ١٢٠ ، ٣٠ ميكرومول/لتر من اللبن البقري ، لبن الماعز ولبن الغنم على الترتيب . كما توجد أحماض كربوكسيلية مثل اللاكتيك والخليك والبيروفيك والتي يعكس الظروف

الصحية أثناء عملية إنتاج اللبن حيث أن هذه الأحماض في لبن الماعز كما في الجدول السابق ، تدل على أن اللبن لم يتم إنتاجه تحت ظروف صحية جيدة . توجد الأحماض العضوية الأخرى ، ما عدا حمض الستريك ، في تركيزات منخفضة في الألبان المختلفة وغالباً ما تكون متماثلة في هذه الألبان .

جدول ١٠-٢ : الأحماض العضوية في الألبان المختلفة (ميكرو جرام/جرام)

الحمض العضوي	لبن بقري	لبن ماعز	لبن غنم
أورتيك orotic	٧٠	١٧	٣١
ستريك	١١٥٣	٥١١	١٠٦٦
بيروفيك	٢٣	١٦	٦١
لاكتيك	٢٧٠	٢١١٤	٧٥١
يوريك/فورميك	١١	١٥	٩
خلات	-	٣٤٥	٩٩
هيبيورك Huppuric	٨	١٥	١٢

يختلف محتوى الجبن والألبان المتخمرة من الأحماض العضوية طبقاً لظروف عمليات التصنيع ونوع الميكروبات المستخدمة في مزارع البادىء . وقد أستقر أن حمض الأورتيك مكون هام في جميع الخلايا ، أثناء تصنيع اليوجهورت فإن مزرعة البادىء يكون لها القدرة على استخدام حمض الأورتيك في اللبن البقري أثناء فترة التخمر . مزارع البادئات الأخرى مثل *Bifidobacterium bifidum* ، *Lb.acidophilus* النامية في اللبن لاتستخدم حمض الأورتيك ، والتي تكون على جانب كبير من الأهمية في تغذية الإنسان . نتيجة لنشاط بكتريا مزارع البادىء فإن تركيزات حمض اللاكتيك والخلليك والبيروفيك تزيد والذي يعتبر ذات أهمية في صناعة الجبن أثناء عملية التحين وتكوين التركيب البنائى

للخثرة ، كما أن الأحماض تساهم في تكوين الطعم في الناتج النهائي .

١-٣- الجودة الميكروبيولوجية

بالرغم من أن الجبن تصنع بصفة عامة من لبن الأبقار في معظم دول العالم إلا أن هناك اهتماماً متزايداً في صناعة الجبن من لبن الماعز وبدرجة أقل من لبن الغنم كما يستخدم لبن الجاموس في إنتاج الجبن في مناطق إنتاجه في مصر والعراق والهند . ومهما يكن مصدر الحليب فإنه من الضروري الحصول عليه من حيوانات سليمة حيث أن اللبنة الناتجة من حيوانات مصابة بمرض التهاب الضرع يحتوي على ميكروبات مرضية ويعتبر لبن غير طبيعي وبالرغم من أنه لا يؤثر على تصنيع الجبن على النطاق التجاري في المصنع نتيجة تأثير التخفيف إلا أن الميكروبات المرضية تعتبر مصدر خطر للعاملين في مجال إنتاج الجبن في المزارع وقد ينتقل التلوث إلى المصنع .

يجب أن يكون اللبن مرتفع الجودة الميكروبيولوجية بصفة عامة لتجنب التخمرات غير المرغوبة والتفاعلات الأنزيمية ويجب أن يكون خالياً من المواد المثبطة مثل بقايا المضادات الحيوية المستخدمة في علاج الحيوانات المصابة والتي تؤثر على نمو بكتيريا البادئ .

نظراً لأعتقاد العديد من صانعي الجبن أن اللبن غير المعامل (الخام) ينتج جبن ذات طعم أفضل فإن بعض المزارعين في إنجلترا وبعض الدول الأوروبية وبصورة أكبر في الدول الآسيوية يستخدمون اللبن الخام في صناعة الجبن نظراً لمقدرتهم على التحكم في درجة جودة اللبن الناتج بطريقة أفضل .

تتكون الميكروفلورا في اللبن الميسر بصفة أساسية من الميكروبات المقاومة للحرارة التي تقاوم البسترة ومنها بعض *Bacillus* ، *Micrococci* ، *Corynebacteria* ، *Clostridium* ، ملوثات ما بعد البسترة مثل *Staphylococci coagulase positive* ، *Coliforms* ، وفي بعض الأحيان *Leuconostocs* ومكورات الأمعاء *Entrococci* وتأتي هذه الميكروبات من خطوط نقل اللبن وحوض الجبن على نطاق واسع . استخدام أحواض مغطاه وعمليات التصنيع الميكانيكية يقلل من مستوى التلوث بدرجة كبيرة . يلعب مستوى الظروف الصحية في مصانع الألبان دوراً كبيراً في التأثير على مستوى التلوث ما بعد البسترة وكذلك ضرورة التحكم في تكاثر الفيروسات البكتيرية (الفاجات) في المصانع الكبيرة والتي تستخدم فيها أحواض التصنيع أكثر من مرة واحدة في اليوم .

إضافة إلى وجود هذه الميكروبات فإن الأنزيمات المحللة للبروتين والدهن والمقاومة للحرارة تكون موجودة أيضاً ، وتفرز هذه الأنزيمات من الميكروبات المحبة للبرودة والتي

يتم القضاء عليها بالبسترة ولكن الأنزيمات تقاوم البسترة وتظل نشطة فى اللبـن . جميع الميكروبات الموجودة فى اللبـن تصبح جزءاً من فلورا الخثرة الطازجة وتتركز حوالى ١٠ مرات فى الخثرة . أن مستوى كل من هذه الميكروبات فى الخثرة والتي لا تعتبر من بكتريا البادىء ترتبط بتاريخ اللبـن الخام (مثل التبريد ، العمر ،.....) والمعاملات الحرارية التى تعرض لها ومستوى الظروف الصحية والنظافة فى المصنع .

٢- المواد المضافة Additives

بالأضافة إلى مزارع البادئات البكتيرية (الأساسية والمساعدة) والفطريات الداخلية والخارجية والمواد المخبنة (المنفحة وبدائل المنفحة) والتي سيتم أستعراضها فى فصول منفصلة ، فإنه يوجد عدد من المواد التى يمكن أن تضاف للبن المعد لصناعة الجبن أو خثرة الجبن أو الجبن نفسه . إضافة بعض المواد إلى اللبـن أو الخثرة فى صناعة الجبن تحدها قوانين وتشريعات خاصة تصدر فى بعض الدول. وفيما يلى أهم المواد المضافة التى تستخدم عادة فى صناعة الجبن :

- ١ . الأملاح التى تعيد توازن الكالسيوم فى اللبـن .
- ٢ . الأملاح المثبطة للميكروبات غير المرغوبة .
- ٣ . المواد الحامضية التى تستخدم بمفردها أو كمواد مساعدة لحمض اللاكتيك .
- ٤ . المواد الملونة والقاصرة للون .
- ٥ . المواد المكسبة للطعم .
- ٦ . المستحضرات الأنزيمية
- ٧ . ملح الطعام
- ٨ . المواد المثبتة والمستحلبة .

٢-١- أملاح توازن الكالسيوم

أتران الأملاح salt balance فى اللبـن عملية معقدة وتتأثر بدرجة الحرارة و pH ، يوجد فقط ٣٠ - ٣٥% من الكالسيوم فى اللبـن عادة فى صورة أيونية ionic (ذائبة أو نشطة) بينما ٥٠% مرتبط بالسترات ، ١٠% فقط مرتبط بالفوسفات . بعض فوسفات الكالسيوم مرتبط بالكازينات بينما البعض الآخر يبقى على حالة ذائبة فى السيرم . يعتمد تجبن اللبـن على وجود توازن بين صور الكالسيوم المختلفة وعندما يحدث خلل فى هذا الأتران نتيجة تسخين أو تبريد اللبـن فإن الأمر يتطلب إضافة أملاح الكالسيوم إلى اللبـن لتصحيح التوازن بين صور الكالسيوم المختلفة وأيضاً عند أستخدام بعض أنواع من المنفحة

النباتية أو الميكروبية في عملية التجبن. عادة يضاف كلوريد الكالسيوم (CaCl_2) في صناعة الجبن للأسراع من التجبن وزيادة صلابة الخثرة مع سرعة طرد الشرش وقد يرجع ذلك إلى ارتباطه بجسيمات الكازين بطريقة تؤدي إلى انخفاض قوى التناثر بين هذه الجسيمات. تحت هذه الظروف فإنه جميع مراحل صناعة الجبن التي تعتمد على تجميع الكازينات يحدث لها تنشيط. يعتبر إضافة CaCl_2 في صورة محلول قياسي من أكثر الطرق استخداماً في إضافة أملاح إلى اللبن نظراً لسهولة استخدامه وتوزيعه. يجب إضافة الكمية المطلوبة بكل دقة حيث أن إضافة CaCl_2 بكميات زائدة فإنه يحدث تحلل لمركب α_s -casein- κ -casein ويصبح شق α_s -casein بدون حماية من κ -casein ويحدث لها ترسيب. إضافة CaCl_2 بكميات أقل من المطلوب يؤدي إلى إنتاج خثرة غير مرنة قدرتها على الانكماش ضعيفة. عادة يضاف CaCl_2 بمعدل 0.02% للحصول على تجبن جيد حتى مع الألبان التي تعرضت لمعاملات حرارية مرتفعة.

إضافة 0.1% CaCl_2 يقلل وقت التجبن من 30 دقيقة إلى 18 دقيقة بينما إضافة 0.4% CaCl_2 يؤدي إلى تقليل وقت التجبن بدرجة كبيرة حيث يصل إلى 9 دقائق فقط. بعض صانعي الجبن يستخدم ماء جير (محلول أيدروكسيد الكالسيوم) أو لاكتات كالسيوم بدلاً من CaCl_2 لزيادة سرعة تجبن اللبن بالمنفحة. احتجاز CaCl_2 بكميات زائدة في الخثرة يؤدي إلى إنتاج خثرة صلبة مع ظهور طعم مر وقوام جاف. كما استخدمت أملاح الفوسفات في صورة فوسفات الصوديوم لاستعادة الأتزان الملحي (Ca/P) في الحالات التي تحدث فيها خلل كبير في الأتزان الملحي. وقد وجد أن 60 - 80% من الكالسيوم في اللبن، 50 - 60% من الفوسفات تحتجز في الجبن الجافة، بينما في الجبن الطرية تفقد نسبة أعلا من هذه الأملاح وبالتالي يحتجز في الخثرة كالسيوم وفوسفات أقل.

تحفيف اللبن بالماء، كما هو متبع في صناعة بعض أنواع من الجبن، يزيد من تشتت جسيمات الكازين، ويصبح الكازين أكثر ذوباناً. مما يؤدي إلى انخفاض محصول الجبن نتيجة لفقد المواد الذائبة في الشرش. إضافة أملاح الكالسيوم يساعد على استعادة جسيمات الكازين لوضعها الطبيعي تحت هذه الظروف وينتج خثرة تنكمش وتطرده الشرش بسهولة أكبر. عندما يحفظ اللبن لمدة طويلة عند درجة حرارة 4 - 5°C فإن كمية الكازين الذائبة تزيد إلى 15%، تحت هذه الظروف فإن إضافة الكالسيوم يزيد من حجم جسيمات الكازينات. نظراً لأن اللبن البقري يحتوي على 0.123% كالسيوم وأن أفضل ظروف للتجبن تحدث عند تركيز 0.142% فإن إضافة 0.02% CaCl_2 ، المسموح به في كثير

من الدول ، تكون كافية لأحداث التجهن بصورة جيدة بواسطة المنفحة .

٢-٢- الأملح المثبطة

من الأمور التقليدية فى إنتاج بعض أنواع من الجبن المنخفضة الحموضة مثل الأيدام والجودا ، Svecia إضافة أملاح مثبطة inhibitory salts إلى اللبن لمنع نمو البكتريا المنتجة للغازات التى تسبب أنتفاخ الجبن . غالباً ما يوجد فى اللبن جراثيم بعض البكتريا اللاهوائية مثل Clostridia التى تستطيع أن تخمر اللاكتات فى الجبن الناتج حيث تكون كل من pH والرطوبة مرتفعة نسبياً مع انخفاض نسبة الملح وأرتفاع درجة حرارة التسوية مما يشجع على نمو هذه البكتريا وتخمر اللاكتات مع إنتاج غازات تسبب أنتفاخ الجبن . بالرغم من وجود أعداد قليلة (قد تصل إلى جرثومة واحدة /مل) مقاومة للحرارة ومن الصعب القضاء عليها بالبسترة أو المعاملات الحرارية المستخدمة فى صناعة الجبن لذلك يفضل إضافة بعض الأملاح المثبطة مثل النترات أو قد يضاف lysozyme إلى لبن الجبن . تستخدم أملاح النترات (مثل نترات الصوديوم salt petre أو نترات البوتاسيوم) للحد من نمو بكتريا القولون . يساعد النترات مع الملح (NaCl) فى الجبن فى الحد من نمو بكتريا حمض البيوتريك butyric acid bacteria . والنترات لا تؤثر على بكتريا حمض اللاكتيك وبكتريا حمض البروبيونيك المنتجة للغاز .

تسمح المواصفات فى بعض الدول بإضافة نترات البوتاسيوم KNO_3 بمعدل ١٥ جم لكل ١٠٠ لتر من اللبن . يحدث فى الجبن أختزال بطيء للنترات إلى نيتريت بواسطة أنزيم اللبن xanthine oxidase . تمنع النيتريت نمو جراثيم بكتريا حمض البيوتريك butyric acid bacteria . ويوجد فقط كميات ضئيلة من النترات والنيتريت يمكن تقديرها فى الجبن بعد ٢ - ٣ شهور من التسوية . عادة فى صناعة الجبن الأيدام والجودا تضاف نترات الصوديوم بمعدل يصل حتى ٢٠ جم كل ١٠٠ لتر من اللبن الخام أو الميسر فى حوض الصناعة لمنع نمو *C.tyrobutyricum* فى الخثرة إلى أن يصل تركيز الملح إلى المستوى المطلوب فى الجبن بعد التملح الرطب .

إضافة النترات قد يسبب بعض المشاكل فى صناعة الجبن حيث تؤدى إلى صعوبة جفاف الخثرة نظراً لعدم قدرة الخثرة على الأنكماش وطرد الشرش كما قد تسبب تبقع الجبن خصوصاً إذا كان الجبن مضاف إليه ملون الأناطو . كما قد تحدث عيوب فى الطعم نتيجة تفاعل بعض الأحماض الأمينية مثل التيروسين مع النيتريت المتكونة من أختزال النترات . كما قد تؤدى إلى زيادة تحلل البروتينات نتيجة تشجيع نمو بعض البكتريا المتحرمة

الهوائية مثل *B. polymyxa* مع تكوين غازات ، *B. cereus* قد تسبب تسمم غذائي .

إضافة هذه المواد تلقى معارضة شديدة من جانب كثير من الهيئات ومنظمات الصحة الدولية نظراً لأحتمال حدوث أورام سرطانية نتيجة تكوين نيتروز أمين nitrosamines فى الجبن إلا أن غالبية المصانع فى هولندا تقوم بإضافة نترات البوتاسيوم فى صناعة جبن الأيدام والجودا للتغلب على ظهور الأنتفاخ المبكر أو المتأخر فى الجبن بحيث يكون نسبة التلوث منخفضة ويجب ألا يتجاوز نسبة الأضافة عن ٠,٠٤ % .

النيسين nisin مضاد حيوى تنتجه بعض سلالات *L. lactis subsp. lactis* ويستخدم على النطاق التجارى فى حفظ الأغذية ويتميز باتساع مجال تأثيره (*Bacillus* , *Listeria* , *Staphylococcus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*) . والنيسين عبارة عن عديد الببتيد polypeptide يحتوى على ٣٤ حمض أمينى ومقاوم للحرارة عند pH حامضى ووزنه الجزيئى ٣,٥ kD ويتضمن فى مجموعة المضادات الحيوية المعروفة بـ Lantibotics ومعظمها تنتج بواسطة بكتريا ليست من مجموعة بكتريا حمض اللاكتيك non-LAB ويتميز بأحتوائه على أحماض أمينية غير عادية مثل (3.3- thiodialanine) lanthionine, β -methyllanthionine .

يعتقد أن أسلوب تأثير النيسين على البكتريا يرجع إلى تغيير فى نفاذية الغشاء السيتوبلازمى للخلية حيث يكون النيسين قنوات تسمح بمرور الأيونات القابلة للنفاذ ion permeable channels فى الغشاء السيتوبلازمى للخلية وهذا يؤدي إلى زيادة فى نفاذية الغشاء وتدفق ATP ، الأحماض الأمينية والأيونات الأساسية مثل البوتاسيوم والمغنسيوم . وفى النهاية يحدث تثبيط لإنتاج الطاقة وتخليق مكونات الخلية نتيجة لأختلال كثير من عمليات التمثيل مما يؤدي إلى موت الخلايا .

وعادة يستخدم النيسين فى الجبن المطبوخة ليثبط من نشاط البكتريا المنتجة للغازات ولكن فى الجبن الطبيعية فإن استخدام النيسين محدود نتيجة لوجود بعض أنواع من البكتريا لها القدرة على أتلاف نشاط النيسين . وقد وجد أن بعض البكتريا الموجودة فى اللبن مثل *Propionibacterium* و *En. faecalis* وبعض سلالات من *L. lactis subsp lactis* وكذلك *Propionibacterium* spp. لها القدرة على أتلاف نشاط النيسين .

أحياناً تضاف إلى خثرة أنواع الجبن المرتفعة الحموضة مثل الكوارج Quarg أملاح نسوية الجبن مثل مخلوط بيكربونات الصوديوم وكربونات الكالسيوم الذى يضاف مع الملح (NaCl) بمعدل ٣٠ جرام لكل كجم خثرة . تستخدم هذه الأملاح لخفض الحموضة أى رفع pH المنخفض (٤,٧) نتيجة نشاط بكتريا حمض اللاكتيك . وفى بعض المناطق قد

يستخدم فوسفات أحادى الصوديوم بدلاً من مخلوط الكربونات .

٢-٣- المواد الحامضية

من أكثر المواد الحامضية المعروفة فى اللبن والجبن حامض اللاكتيك الذى يتكون بواسطة بكتريا حمض اللاكتيك النامية فى اللبن والخثرة . والأجراء المتبع قديماً فى صناعة الجبن هو ترك اللبن ليتجبن بالحموضة المتكونة طبيعياً فى اللبن ثم تعبأ فى شاش لتصفية الشرش وكان يستخدم الشرش كمصدر للبكتريا لتكوين الحامض فى اللبن والخثرة .

استخدام الأحماض فى تخميض اللبن كيميائياً من الأمور الشائعة فى صناعة بعض أنواع من الجبن ، يتم التخميض فى جبن الريكوتا Ricotta باستخدام حامض اللاكتيك أو الخليك كما أن عصير الليمون والخل يمكن استخدامها أيضاً فى هذا المجال . وقد أمكن صناعة جبن الموزاريلا باستخدام خل (٠,٠٣%) قبل إضافة المنفحة إلى اللبن ، فى أنواع أخرى من الجبن يستخدم حمض الخليك الثلجى فى أمريكا الجنوبية وكذلك عصير الليمون فى الهند والخل فى الفلبين كمواد حامضية فى صناعة بعض أنواع من الجبن .

قد يستخدم أحماض مصرح بها فى الغذاء food grade أو مواد حامضية acidogens بدلاً من بكتريا البادىء للتخميض المباشر direct acidification للبن فى صناعة الجبن . تتضمن هذه الطريقة إضافة حامض اللاكتيك مع حامض الفوسفوريك إلى اللبن المبرد عند درجة ٢ - ١٢°م لخفض pH إلى ٥,٢ ، ثم يضاف بعد ذلك glucono-δ-lactone (GDL) الذى يتحلل ببطء إلى حمض جلوكونيك gluconic acid مما يؤدي إلى خفض pH إلى ٤,٦ - ٤,٨ فى خلال ساعة واحدة . تخميض اللبن بواسطة GDL يسبب تجمع جسيمات الكازين فى شبكة بها روابط أقل مقارنة بجسيمات الكازين المتكونة أثناء التخميض المباشر بحامض HCl أو حامض اللاكتيك .

من مزايا التخميض المباشر تحسين كفاءة عملية تصنيع الجبن والتخلص من المشاكل المرتبطة بمزارع البادىء مثل فشل البادىء نتيجة الأصابة بالفاج أو وجود مضادات حيوية فى اللبن . الوقت الكلى اللازم لعمليات التصنيع من تخميض اللبن الفرز حتى نهاية عملية غسيل الخثرة خلال صناعة جبن Cottage بالطريقة المستمرة بواسطة التخميض المباشر بحامض HCl حوالى ٣٥ دقيقة فقط بينما الوقت اللازم فى الطريقة التقليدية يصل إلى عدة ساعات .

وقد تم استخدام التخميض المباشر باستخدام أحماض اللاكتيك ، الستريك ، الأيدروكلوريد أو الفوسفوريك فى إنتاج خثرة جبن الدمياطى والرأس والتشدر والموزاريلا

مماثلة في القوام والتركيب البنائى للخثرة الناتجة بالطرق التقليدية . وقد وجد أن هذه الطريقة أدت إلى خفض فترة التصنيع وكمية المنفحة بمقدار ٥٠٪ وكمية البادى بمقدار ٧٥٪ مقارنة بالطرق التقليدية حيث أمكن الحصول على خثرة ذات قوام وتركيب جديدين بواسطة التحجبن الأنزيمى للبن تم تخميصه إلى pH ٥,٦ بحامض HCl مع إضافة ٠,٥ ٪ بادى بكتريا حمض اللاكتيك . الخثرة المتكونة عند pH ٥,٩ كانت مرتفعة الرطوبة بدرجة زائدة . كما تكونت خثرة مطاطية صلبة عند pH ٤,٨ ، ٥,٠ ، حيث كان التحجبن بالمنفحة سريع جداً. الخثرة المتكونة عند pH ٤,٧ كانت طرية ومعبية وسهلة التفتت أثناء تداولها أو معاملتها . استخدام حامض اللاكتيك فى التخميص المباشر أدى إلى إنتاج خثرة أعلا فى الرطوبة عن الخثرة الناتجة من HCl ، بينما أدى استخدام حمض الستريك إلى تكوين خثرة أكثر نعومة وأعلا فى نسبة الرطوبة وكانت خثرة H_3PO_4 أكثر جفافاً وأقل فى الرطوبة .

فى صناعة بعض أنواع من الجبن النصف طرية مثل Queso Blanco (الجبن الأبيض) فى أمريكا الوسطى والجنوبية والذى يستهلك طازجاً ، يتم تجبن البروتين من اللبن على درجة ٨٢ - ٨٥°م بالتخميص المباشر وذلك بإضافة أحماض مصرح بإضافتها إلى الغذاء food grade مثل أحماض HCl ، H_3PO_4 ، الستريك ، الطرطريك ، الخليك الثلجى وعصير الفواكه ومركز الشرش الحامضى . يستخدم كل من حمض الستريك والخليك الثلجى بكثرة فى هذا المجال . كمية الحامض اللازمة للتجبن يتوقف على القوة التنظيمية للبن ، ولكى يتم تجبن البروتين تحت هذه الظروف يتم خفض pH اللبن إلى ٥,٢ - ٥,٣ بإضافة حوالى ٢,٧ ٪ (حجم/حجم) من حمض الخليك الثلجى أو ٠,٣٤ ٪ (حجم/حجم) حمض الستريك إلى اللبن وعادة يخفف الحامض بالماء بنسبة ١ : ١٠ قبل الأضافة .

يمكن معادلة الحموضة الزائدة فى بعض الألبان باستخدام بيكربونات الصوديوم أو كربونات الصوديوم فى بعض أنواع من الجبن فى تشيكوسلوفاكيا . الاستخدام الزائد من المواد المتعادلة يعطى طعم شديد المرارة فى الجبن .

٢-٤- المواد الملونة والقاصرة للون

يعتبر اللون فى اللبن والجبن عامل مهم من حيث قابلية الناتج للأستهلاك . ينتقل لون اللبن إلى الجبن بدرجة أكبر حيث يتركز اللون فى الجبن ، ومن الأمور الشائعة إضافة مواد ملونة لتحسين اللون فى هذه المنتجات . يوجد فى اللبن نوعان من اللون على جانب كبير من الأهمية أحدهما يعزى إلى الريبوفلافين الذى يوجد أساساً فى سيرم (الشرش) بينما

يعزى اللون الآخر إلى الكاروتين وهى صبغة موجودة فى دهن اللبـن . الريوفلافين لونه أصفر فى المحلول ويعطى للبن لون أصفر مخضر وللجبن لون يشوبه الأخضرار . معظم هذا اللون يفقد فى الشرش لذلك فإن تأثيره على لون الجبن ضئيل . ومع ذلك فإن اللون الأصفر الذهبى الذى يعزى للكاروتين يكون اكثر أهمية . هناك فرق كبير بين لون لبن الصيف والشتاء ، لذلك يحاول صانعو الجبن المحافظة على لون جبن متماثل على مدار السنة وذلك بأستخدام الأناتو anatto أو البيتاكاروتين فى اللبـن فى فصل الشتاء . كما قد يستخدم أيضاً الزعفران saffron فى بعض أنواع من الجبن فى ألمانيا وإيطاليا والنمسا . بالرغم من أن عمق اللون خاصية متميزة لكل نوع من الجبن وليس له تأثير على طعم الجبن فإن هناك بعض أنواع من الجبن يتم تلوينها بلون أصفر داكن . يميل للأحمرار (مثل ليسستر Leicester وجبن الشرش) بينما البعض الآخر يكون اللون فيها أقل دكارة من اللون السابق كما أن جبن التشدر والأيدام قد يتم تلوينها فى بعض الأسواق طبقاً لرغبات المستهلكين . تعتبر صبغة الأناتو من المواد الملونة اللازم لصناعة الجبن خاصة الأنواع الجافة بهدف توحيد لون المنتج على مدار السنة . يستخلص صبغة الأناتو من ثمار وبذور أشجار *Bixa orellana* من أمريكا الجنوبية (البرازيل) وكذلك الهند . يمكن أستخلاص هذه الصبغة بعملية أستخلاص حيث تجرى عملية تخمير للبذور ثم عصرها وتبخير المستخلص للتخلص من الماء للحصول على المادة الجافة للأناتو (عجينة الأناتو paste annatto) التى عادة تذاب فى أحد الزيوت النباتية (مثل زيت الشلجم rape seed) لأستخدامه فى تلوين الزبد أو الجبن المرتفع فى نسبة الدهن أو تذاب فى أحد القلويات المخففة مثل أيديروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم لأستخدامه فى تلوين الجبن .

تعرف المادة الملونة فى الأناتو بالكسين bixin وهى ذات لون أحمر قاتم (توجد بنسبة ٣٪ فى بذور الأناتو) وتوجد فى المحاليل التجارية فى صورة أملاح بوتاسيوم الحمض النوربكسين norbixin وغالباً ما يكون لونها مائل للأحمرار ويقبل اللون الأصفر بأخفاض pH بينما يزداد اللون الأحمر خاصة عند pH ٥,٧ إلى ٦,٠ . تذوب هذه الصبغة بسهولة فى الكلورفورم والكحول وتعطى لون أزرق غامق مع حمض الكبريتيك المركز ويمكن بهذا التفاعل الكشف عن وجود صبغة الأناتو بالجبن.

الصبغة حساسة للضوء لكنها مقاومة للأحماض والقواعد الضعيفة وشديدة الحساسية للمواد المؤكسدة أو المختزلة حيث يمكن فقد لونها بواسطة H_2O_2 وكذلك بالهواء ولكن يبطء فى عدم وجود الضوء الذى يساعد على سرعة الأكسدة بالهواء ومع الرطوبة . النحاس والحديد يسرع أيضاً من أكسدة الصبغة بواسطة H_2O_2 لذلك فإن قصر اللون

الأحمر فى بعض أجزاء من الجبن غالباً ما يوجد فى الجبن المنخفضة الجودة فى الخثرة الملوثة.

يلاحظ أن الأنانو المستخدم فى صناعة الجبن لا يسبب طعماً أو رائحة غير طبيعية فى الجبن ويستعمل بتركيز مناسب ، حيث ترتبط أساساً مع الكازين وجزء واحد منه يكون ١٠,٠٠٠ جزء من أيدروكسيد البوتاسيوم ٠,١ ع . الأنانو مادة غير سامة ولا يسبب أى أضرار صحية أو أورام سرطانية ويجب ألا يزيد نسبة الزرنيخ عن ٥ والرصاص ٢٠ والنحاس ٣٠ جزء فى المليون ويجب حفظ الأنانو فى مكان بارد بعيداً عن الضوء فى زجاجات قائمة أو معتمة غير منفذة للضوء .

كما قد تستخدم مواد ملونة غير الأنانو مستخلصة من مواد نباتية مثل الفلفل والكرم والعصفر وبذور الجزر الأصفر بالإضافة إلى صبغات أخرى مثل الأنيلين وبعض نواتج تقطير القطران لكن أغلبها ضار وغير مصرح باستخدامها دولياً .
فى بعض الدول قد تضاف العصارة الخضراء المستخلصة من بعض الأعشاب أو تغلف الخثرة ببعض الأوراق النباتية بهدف تلوين الجبن وأكسابها نكهة وطعماً خاصاً .
فى فنزويلا تغلف بعض أنواع من الجبن فى أوراق الموز وجبن Hopfen الألماني فى أوراق حشيشة الدينار .

عند صناعة بعض أنواع من الجبن من اللبن البقرى مثل الجبن المعرقة بالفطر Blue cheese تجرى عملية قصر اللون المائل للأصفرار نتيجة وجود الكاروتين وذلك بمعاملة القشدة الناتجة من اللبن بواسطة benzoyl peroxide أو كربون نشط active carbon ثم أعادتها مرة أخرى إلى اللبن الفرز. وفى هذه الحالة يجب إضافة فيتامين A بكمية كافية لتعويض الفاقد من الكاروتين . وقد وجد البعض أن المواد المزيله للألوان فى صناعة جبن الفeta تقلل من اللون المائل للأصفرار فى اللبن البقرى من خلال إحدى الطرق التالية:

١. مواد تعمل كصبغات متعادلة تمتص اللون الأصفر .

٢. قصر البيتاكاروتين بواسطة Benzoyl peroxide .

٣. مواد تعمل على إخفاء اللون مثل Titanium dioxide .

أكسدة البيتاكاروتين بواسطة benzoyl peroxide تؤدي إلى التخلص من اللون الأصفر فى اللبن البقرى حيث يصبح اللبن أكثر بياضاً . إضافة titanium dioxide إلى لبن الجبن يؤدي إلى إخفاء mask اللون الأصفر للبيتاكاروتين طبيعياً من خلال زيادة تشتيت الضوء مما يعطى الشعور باللون الأبيض ولذلك تعتبر titanium dioxide مادة تبيض whitening agent كما تستخدم فى صناعة معجون الأسنان ولا تؤدي إلى أتلاف

البيتاكاروتين ويفضل إضافة هذه المادة كمادة تبييض فى صناعة جبن الفتا إذا كانت الطرق الأخرى لأزالة اللون غير مسموح بها قانوناً .

٢-٥- المواد المكسبة للطعم

يوجد نوعان من المواد المكسبة للطعم flavours تضاف للجبن :

١. المواد التى تضاف لاكساب نكهة وطعم خاص للجبن مثل الأعشاب والتوابل.
٢. المواد التى تضيف قيمة غذائية بالأضافة إلى الطعم والنكهة مثل اللحوم وبعض الخضروات والفواكه التى تتضمنها الجبن .

تضاف الأعشاب أو عصائرها أو فى صورة مسحوق لاكساب خثرة الجبن الطعم والنكهة . يدمج مخلوط الأعشاب فى الخثرة عند التشكيل وقبل الكبس أو جزئياً أو كلياً بالجبن المسواه مع كبسها فى أشكال أو عبوات مختلفة . من النباتات المستخدمة النعناع والكرفس والبقدونس كما قد تستخدم البصل والثوم أو النباتات المشابه وبعض الثمار مثل الأناناس والموز حيث تدمج بصور مختلفة فى خثرة بعض أنواع من الجبن الطازجة أو نصف جافة قبل عرضها للأستهلاك .

قد تستخدم التوابل التى تتميز بقوة الطعم والنكهة فى الجبن لاكسابها طعم ونكهة مميزة ومن هذه التوابل المستخدمة فى الجبن بذور الكراوية ، القرنفل ، القرفة ، الزنجبيل ، الكمون ، جوزة الطيب والكزبرة والفلفل كما قد تستخدم مستخلصات هذه التوابل .

تضاف عادة هذه التوابل بعد طحنها وخلطها مع الملح عند تمليح الخثرة حتى يمكن خلطها مع الخثرة وتوزيعها توزيعاً متجانساً وقبل التعبئة فى القوالب . تعتمد إضافة التوابل على رغبة وطلبات المستهلك . تستعمل التوابل بكثرة مع الجبن المطبوخ والأنواع الطرية وقد تستخدم بعض المركبات الصناعية التى لها روائح ونكهات بعض هذه التوابل .

كما قد يضاف إلى الجبن بعض أنواع من المكسرات مثل عين الجمل فى صورة كاملة أو مجزأة حيث تخلط مع الخثرة المسواه التى تطحن ثم يعاد كبسها إلى أشكال مختلفة (مثل جبن تششر مطعمة بعين الجمل) . يجب أن تسلق المكسرات قبل استخدامها .

قد يضاف فى بعض الدول الأوربية بعض المشروبات الكحولية مثل النبيذ والويسكى والبيرة إلى الجبن حيث تضاف إلى خثرة الجبن الطازج أو ينقع الجبن الناضج فى هذه المشروبات مثل جبن البراندى فى ألمانيا وجبن البيرة فى إنجلترا والمانيبا أو بعض أنواع من الجبن الإيطالية والفرنسية والسويسرية .

فى بعض الدول تجرى عملية تدخين أنواع معينة من الجبن كما هو متبع فى تدخين اللحوم والأسماك . هناك طريقتان لأجراء عملية التدخين smoking ، الطريقة التقليدية لتدخين اللحوم والأسماك وغيرها من الأغذية حيث يتم تعليق الجبن فى غرفة التدخين حيث يتولد فيها الدخان من حرق بعض الأعشاب أو الأخشاب مع عدم ضرورة استخدام درجات حرارة مرتفعة . وقد يستخدم نشارة كل من خشب البلوط oak أو خشب التفاح لتوليد الدخان الذى يكون له تأثير حافظ preservative effect بالإضافة إلى أكساب الجبن طعم مميز . أما فى الطريقة الثانية حيث يستخدم سائل مكثف الدخان liquid condensed . قد تضاف المستحضرات السائلة إلى الجبن أو يرش على الخثرة قبل الكبس أو تضاف مثل التوابل مع الملح أو تضاف بوضع الجبن فى أكياس من أغشية قابلة للتفاذ وتغمر فى محلول من سائل الدخان . يمكن تحضير سائل الدخان كيميائياً لأكساب الجبن الطعم والنكهة المطلوبة ولكن يعترض على استخدام هذه الطريقة لأحتمال أن تسبب بعض الأضرار الصحية وأورام سرطانية .

التدخين التقليدى يؤدى إلى وجود الدهن على سطح الجبن وتبخير بعض الرطوبة وأدخال الدخان المحتوى على المواد الفينولية التى تساعد على أكساب الجبن الطعم والنكهة بالإضافة إلى تأثيرها الحافظ . كما أن الدهن على سطح الجبن يمنع نمو الفطر إذا كانت الجبن جافة . من أهم الجبن التى تجرى لها عملية تدخين جبن البرفلونو Provolone .

٢-٦- مستحضرات أنزيمية

تستخدم مستحضرات أنزيمية تجارية enzyme preparations فى صناعة بعض أنواع من الجبن بهدف الأسراع من عملية التسوية وتكوين الطعم المميز لهذه الجبن وقد تحتوى هذه المستحضرات على أنزيمات محللة للدهن أو البروتين أو كليهما وقد تكون من أصل حيوانى أو ميكروبى من أهم هذه المستحضرات :

- Neutrase . بروتينيز متعادل من *B.subtilis* .
- Subtilisin . بروتينيز قلوى من *B.licheniforms* .
- Pronase . بروتينيز من *Streptomyces griseus* . ذات نطاق واسع من النشاط
- Maxilact . بروتينيز من *Kluyveromyces lactis* .
- Rulactine بروتينيز من *M.caseolyticus* .
- Flavor Age-FR . مخلوط من الليبيز والبروتينيز من *Aspergillus oryzae* .

- Palastase - لبييز من *M.miehei* .
 - Accelase - نظام أنزيمى محتويًا على CFE من Lactococci وأنزيم بروتينيز .
 - Capalase . أنزيمات محللة للدهن تستخلص من أنسجة معوية فى الماعز ، الغنم أو البقر .
- ٢-٧- ملح الطعام**

يضاف الملح NaCl إلى كثير من الأغذية كمادة حافظة بالإضافة إلى تحسين الطعم وأهميته الغذائية لجسم الإنسان . يضاف الملح إلى معظم أنواع الجبن عدا بعض الأنواع التى تستهلك طازجة بعد الصناعة مباشرة . قد يضاف الملح مباشرة إلى اللبن قبل إضافة المنفحة بنسبة تتراوح بين ٦ - ١٥٪ كما فى الجبن الدمياطى أو قد يضاف إلى الخثرة بعد تصفية الشرش كما فى الجبن الرأس أو بعد عملية الشدنة كما فى جبن التشدر أو بدعك السطح بالملح الجاف (تمليح جاف) كما فى الجبن السويسرية والرأس والجبن المعركة بالفطر أو فى صورة محلول ملحي (تمليح رطب) حيث تنقع الخثرة فى محلول ملحي (١٥ - ٢٣٪) لمدة تتراوح بين ٣ - ٥ أيام كما فى جبن الأيدام والجودا والسويسرية كما قد تستخدم أكثر من طريقة من الطرق السابقة كما فى الجبن السويسرية والرأس .

تختلف نسبة الملح عادة فى معظم أنواع الجبن الجافة بين ١ - ٣٪ والحد الأعلى من هذا النطاق قد يعيق من نمو بكتريا الهادىء لذلك يراعى إضافة الملح بعد تكوين الحموضة المطلوبة كما أن نسبة ١٪ قد تشجع نمو بعض أنواع من البكتريا بينما فى الجبن النصف جافة وخاصة المعركة بالفطر تكون أعلا من ذلك وعموماً فإن نسبة الملح المضافة تتوقف على ذوق المستهلك .

يجب استخدام ملح مرتفع الجودة فى صناعة الجبن لتجنب ظهور بعض العيوب فى الناتج تؤثر على صفات وجودة الناتج النهائى . من أهم الصفات التى يجب أن تتوفر فى الملح الجيد هو عدم زيادة نسبة الرطوبة عن ٤٪ فى الملح الجاف وعند تجفيفه عن ٠,٢٪ وأن يكون محلوله بتركيز ١٠٪ عديم اللون ولا تقل نسبة كلوريد الصوديوم فيه عن ٩٩,٦٪ وألا تزيد بعض المكونات الضارة بالصحة عن حدود معينة فمثلاً يجب ألا تزيد نسبة كربونات الصوديوم عن ٠,٠٣٪ والحديد ٠,٠٠١٪ والنحاس عن ٠,٠٠٠٢٪ والزنريك عن ٠,٠٠٠١٪ والرصاص عن ٠,٠٠٠٥٪ والكالسيوم عن ٠,٠٠١٪ والمغنسيوم عن ٠,٠٠١٪ وأن يكون خالياً من الشوائب المرئية كالأتربة والرمل . بعض هذه الشوائب

قد تسبب ظهور بعض العيوب وخاصة في اللون مثل الحديد والنحاس والرصاص .
الملح سريع الأمتصاص للرطوبة والتميع حيث يكون كتلة صلبة في البيئة الرطبة التي لا تقل الرطوبة النسبية فيه عن ٧٥٪ لذلك يجب حفظه في عبوات محكمة القفل غير نافذة للرطوبة .

في بعض الدول قد يدعم الملح المستخدم في صناعة الجبن ببعض الإضافات الخاصة حيث يضاف اليود لتعويض نقصه في الأغذية وليس لليود تأثير على صفات وجودة الجبن الناتج .

٢-٨- المواد المثبتة والمستحلبة

قد تضاف بعض المواد المثبتة والمستحلبة لتحسين صفات وقوام الجبن الناتج وتوزيع مكوناته خاصة الدهن بصورة متجانسة في جميع أجزاء الخثرة والجبن وكذلك لتقليل الفاقد من المواد الصلبة في الشرش أثناء الصناعة وبالتالي تؤدي إلى زيادة طفيفة في محصول الجبن (التصافي) نظراً لزيادة نسبة الرطوبة ولكن وجد أن جودة الجبن الناتج تكون منخفضة . من المواد المستعملة لهذا الغرض الجليسيريدات الأحادية والثنائية وسترات الصوديوم أو فوسفات الصوديوم وخاصة عند صناعة الجبن المرتفع في الدهن . وقد تم استخدام سترات الصوديوم في صناعة الجبن الدمياطي والرأس حيث أدى إلى نعومة الجبن وزيادة في المحصول نظراً لارتفاع نسبة الرطوبة في الجبن الناتج مع انخفاض ملحوظ في فقد الدهن في الشرش . كما وجد أن إضافة السكريات العديدة polysaccharides تزيد من مستوى الرطوبة في الجبن ، بعض المواد مثل النشا المعدل والكراجينات carrageenans لا تؤثر على التحجين والبكتين يسرع بدرجة بسيطة من التحجين وصلابة الخثرة . كما أن إضافة ٢٠٪ من بروتين فول الصويا إلى مخلوط اللبن البقرى والجاموسى في صناعة الجبن الدمياطي يقلل من صلابة الخثرة ويعطي جبن مرتفع الرطوبة .

٣- الحدود المسموح بها للمواد المضافة

تستخدم المواد المضافة في صناعة الجبن طبقاً للتشريعات الصادرة في كثير من دول العالم . ومع ذلك فإن لجنة مشتركة من منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية (FAO/WHO) قد قامت بإصدار بعض التوصيات التي تراجع من موقف لآخر على النحو التالي :

أ. مواد قد تستخدم بكميات مقبولة طبقاً لرغبات المستهلك : ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) ، أحماض اللاكتيك ، الستريك ، الفوسفوريك والبريونيك ،

الريبوفلافين والكلوروفيل (بما فيه كلوروفيل الفلفل) ، معاملة اللبـن بفوق أكسيد الأيدروجين والكاليز ، pimaricin (مضاد فطر)
ب. مواد أخرى تستخدم فى حدود معينة . الحدود القصوى لهذه المواد على النحو التالى:

- الأنانس والبيتاكاروتين كل بمفرده أو معاً ، ٠,٠٦ ٪ بالوزن .
- كلوريد الكالسيوم ٠,٠٢ ٪ بالوزن .
- حمض السوربيك أو أملاحه من الصوديوم أو الكالسيوم ، ٠,١ ٪ بالوزن محسوبة كحمض سوربيك (يستخدم كمضاد فطرى) .
- أنزيمات من أصل نباتى أو حيوانى لتحسين الطعم ، لا تزيد عن ٠,١ ٪ بالوزن .
- نترات الصوديوم أو الكالسيوم ٠,٠٢ ٪ بالوزن .
- بيكربونات الصوديوم أو كربونات الكالسيوم ٣,٠ ٪ بالوزن (يستخدم فى الجبن الكوارج أو اللبـن الحامض أو خثرة حمض اللاكتيك) .
- الفوسفات لا يزيد عن ٠,٠٢ ٪ بالوزن .
- النيسين لا يزيد عن ٠,٢٥ ٪ بالوزن .
- بروتينات الشرش عند إضافته للجبـن لا يزيد عن ٢٠ ٪ من المادة الجافة الخالية من الدهن فى الجبن .
- حمض البنزويك وحمض السوربيك (صوديوم ، بوتاسيوم أو كالسيوم) يستخدم فقط فى مستحضرات المواد المجبنة مثل المنفحة .