الفصل الثامن

الألبــان المتخمـــرة

8-1 اللبن الخاثر

8-2 المنتجات اللبنية المتخمرة الأخرى

8-3 الألبان المتخمرة الكحولية

8-4 المنتجات المتنوعة المتخمرة

8-5 الخصائص التغذوية للألبان المتخمرة

الفصل الثامن

الألبــان المتخمـــرة

الألبان المتخمرة : Laits fermentés

يقصد بالألبان المتخمرة جميع المنتجات التي يتم الحصول عليها بتخمر الحليب بفعل بكتريا حمض اللبن وقد تستخدم في بعض الحالات الأحياء الدقيقة الأخرى مثل الخمائر وتتميز الألبان المتخمرة عن الأجبان الطازجة الناتجة بالتخمر الحامضي بأنها لا تتعرض إلى تطبيق انفصال المصل عن الهلام . تؤدي عملية التخمر إلى تغير في مكونات الحليب وخصائصه الحسية فبعض التحولات مشتركة عند تصنيع الألبان المتخمرة المتنوعة مثل التحمض وتشكيل الخثرة وبعضها متخصص لكل نموذج من الألبان المتخمرة مثل تشكل المواد المنكهة والعطرية والغاز والكحول وتحلل البروتينات .

تصنع منتجات الألبان المتخمرة من نوع حليب واحد مثل حليب الأبقار والأغنام والماعز والجاموس والفرس أو من خلائطها وتمتاز المنتجات عن بعضها بتركيب الحليب والمحتوى من المادة الصلبة الكلية والمادة الدسمة وفي هذا المجال يمكن أن تصنع المنتجات من :

- حليب كامل الدسم أو حليب غني في المادة الدسمة أو حليب فرز أو حليب متعرض إلى عملية فرز جزئية

- حليب يضاف إليه الماء أو حليب مركز وفق طرق عديدة منها : التبخير تحت تفريغ أو الترشيح الفائق والدقيق أو إضافة بودرة الحليب وزيادة تركيز البروتينات بإضافة الكازئين أو الكازئينات وتمتاز خصائص المنتج وفقاً لـ :
- خصائص بكتريا حمض اللبن والأحياء الدقيقة الأخرى المستخدمة .
- درجة حرارة الحضانة .
- المعاملات التكنولوجية
- المواد المضافة كالسكر و الثمار والمربيات والمنكهات الطبيعية والملونات .

لقد بدأ بتحضير الألبان المتخمرة من عدة قرون في آسيا الوسطى وحوض البحر الأبيض المتوسط وفي المناطق التي تشكل فيها عملية التخمر طريقة لحفظ الحليب بخفض رقم الحموضة الذي يكسب الحليب الطعم الحامضي والمذاق الخاص ولقد تم تحسين تصنيع المنتجات المتخمرة على المستوى الحسي والغذائي وفقاً لنظام الحمية لبعض الأفراد مع تحسين طرق حفظ وتوزيع هذه المنتجات.

تبرز هذه المنتجات أهمية خاصة في البلدان النامية بسبب حموضتها والتي تميزها كمواد غذائية صحية دون أي ضرر لدى المستهلكين وخاصة للأشخاص الذين لا يتحملون اللاكتوز بسبب نقص اللاكتاز الوراثي و المكتسب يضاف إلى ذلك القيمة الغذائية العالية والخصائص الحسية التي يفضلها المستهلك إضافة إلى سهولة تصنيعها وتوزيعها . لدى استهلاك اللبن الخاثر فإن 90% من مكوناته يتم هضمها خلال مدة ساعة مقابل 30% من مكونات الحليب وأن لاكتاز بكتريا حمض اللبن يحلل 20إلى 30% من اللاكتوز الموجود في الحليب .

1-8 اللبن الخاثر : Yaourt

اللبن الخاثر عبارة عن الحليب المتخمر بفعل بكتريا حمض اللبن الأليفة لدرجة الحـــــرارة المرتفعـــــة Strepotococcus thermophilus و Lactobacillus bulgaricus حيث تؤدي عملية التخمر إلى تحول الحليب إلى هلام متماسك ويستهلك على هذه الحالة دون انفصال المصل عنه أو يمكن أن يستهلك بعد تحريكه وخلطه والحصول على قوام قشدي أو سائل .

وفقاً للتشريع الغذائي لمنظمة الأغذية والزراعة الدولية FAO ومنظمة الصحة OMS 1977 يعرف اللبن بالخاثر بأنه الحليب المتخثر بفعل بكتريا حمض اللبن المتخصصة Lb.ulgaricus , Str.thermophilus المضافة إلى الحليب المبستر أو المركز جزئياً أو المتعرض إلى عملية فرز جزئية أو إغنائه بالمادة الصلبة الكلية مع أو دون إضافات مثل بودرة الحليب أو بودرة الحليب الفرز ويجب أن تبقى البكتريا في المنتج النهائي على الحالة الحية وبعدد كبير . ووفقاً للتشريع الفرنسي يعرف اللبن الخاثر بأنه منتج يتم الحصول عليه من تخمر الحليب بفعل بكتريا حمض اللبن Lb.ulgaricus , Str.thermophilus المضافة بشكل متلازم

ومتوازن إلى الحليب المبستر وأن تبقى على الحالة الحية بعدد يصل إلى 10 مليون بكتريا /غ في حده الأدنى ويحضر من حليب طازج يمكن إغنائه ببودرة الحليب بمعدل أقصاه 5% بحيث يحتوي على 0.8غ/ 100 من حمض اللبن في الحد الأدنى .

8-1-1 تقنية التصنيع :

يمكن الإشارة إلى وجود نموذجين من اللبن الخاثر ، اللبن الخاثر المتماسك الطبيعي حيث تتم عملية التخمر بعد تعبئة الحليب مع البادئ ضمن عبوات . أما اللبن الخاثر المحرك حيث تتم عملية التخمر للحليب مع البادئ ضمن أحواض ويخضع الهلام أو الخثرة الناتجة إلى التحريك والخلط لخفض لزوجته ويعبأ بعد ذلك ضمن العبوات .

انظر إلى مخطط التصنيع .

مخطط لصناعة اللبن الخاثر

- استلام الحليب (فحص نوعية الحليب ومدى صلاحيته للتصنيع)
- تنقية فيزيائية وتنظيم المحتوى من المادة الدسمة
- تركيز الحليب أو إضافة بودرة الحليب
- تطبيق المعاملة الحرارية 80°م /30 دقيقة أو 90°م /2دقيقة .
- التجنيس
- التبريد إلى درجة حرارة 45°م
- إضافة بكتريا حمض اللبن المتخصصة وخلطها بشكل متجانس 2-3 % .

- تطبيق الحضانة في الأحواض 2-3 ساعات	التعبئة ضمن عبوات
- التحريك والخلط	تطبيق الحضانة مدة 2-3 ساعات
التبريد 4°م	التبريد 4°م
إضافة ممكنة (الملونات ، المنكهات ، الثمار)	التسويق والاستهلاك
- التعبئة	
- التسويق والاستهلاك	
- اللبن الخاثر المحرك	اللبن الخاثر المتماسك

8-1- 2 تحضير الحليب :

يجب أن تكون المادة الأولية على الحالة الطازجة أو معادة التركيب اعتباراً من بودرة الحليب الفرز والمادة الدسمة اللبنية اللا مائية أو من حليب كامل الدسم معاد التركيب ويجب أن يكون متجانساً .

يجب أن تكون النوعية الميكروبيولوجية جيدة وأن يكون الحليب خالياً من المضادات الحيوية أو المثبطات الأخرى . يتبدل محتوى الحليب من المادة الدسمة وينظم محتوى الحليب من المادة الدسمة للحصول على المنتجات التالية :

- اللبن الخاثر كامل الدسم ويكون المحتوى من المادة الدسمة في حده الأدنى 3% وعملياً يتراوح 3.00-4.5% .
- اللبن الخاثر المفروز جزئياً : ويكون محتوى الحليب من المادة الدسمة أقل من 30 % وعملياً يتراوح بين 1-2 % .
- اللبن الخاثر المفرز : ويكون محتوى الحليب من المادة الدسمة في حده الأعظمي 0.5% وعملياً يتراوح المحتوى من المادة الدسمة بين 0.1-0.5 % .

يفضل عند استخدام الحليب كامل الدسم أو المتعرض إلى عملية فرز جزئية تعريضه إلى التجنيس لتجنب صعود المادة الدسمة خلال الحضانة وتحسين قوام اللبن وتسهيل هضم المادة الدسمة .

في حالة الحليب الفرز يطبق التجنيس لتحسين قوام اللبن الخاثر بفعل تبدل وتغير البروتينات ويجدر الإشارة إلى أن بعض البلدان التي يطبق فيها التصنيع التقليدي يلاحظ وجود طبقة من القشدة على سطح المنتج .

8-1- 3 تركيز الحليب :

تتعلق لزوجة وقوام الحليب بشكل كبير بمحتواه من المادة الصلبة الكلية وتضفي المادة الدسمة المظهر والطعم الدهني وتخفي الحموضة وتحسن الطعم الدهني وتحسن أيضاً البروتينات من القوام وتخفي الحموضة ووفقاً للتشريعات الدولية OMS , FAO يجب أن يكون الحد الأدنى للمادة الصلبة اللا دهنية 8.2% . مهما يكن المحتوى من المادة الدسمة على المستوى العملي يتراوح المحتوى من المادة الصلبة الكلية في اللبن الخاثر المصنع من حليب كامل الدسم أو الحليب المتعرض إلى فرز جزئي بين 14-16% . ومع أرقام متطرفة 12-20% وفي الحالة التي يصنع فيها اللبن الخاثر من الحليب الفرز يتراوح المحتوى من المادة الصلبة الكلية بين 10 إلى 11% .

8-1 -4 المعاملة الحرارية :

بعد الانتهاء من تحضير الحليب فإنه يخضع إلى المعاملة الحرارية المناسبة والتي تهدف إلى :

1 – قتل الأحياء الدقيقة الممرضة التي يمكن أن تكون موجودة وكذلك التخلص من القسم الأكبر من الأحياء الدقيقة الكلية وتسمح المعاملة أيضاً في التخلص من المثبطات الطبيعية الموجودة وتنشيط البكتريا نظراً لتشكل بعض عوامل النمو .
2 – تغير وتبدل لقسم هام من البروتينات الذائبة حيث تزداد القدرة في الاحتفاظ بماء اللبن الخاثر وتزداد درجة تثبيت بروتينات المصل على الكازئين . تغير هذه الظاهرة ذات الأثر المضاعف من خصائص القوام للخثرة الحامضية حيث تمتاز الخثرة بالتماسك والقوام المترابط الذي يخفض من معدل انفصال المصل عن الخثرة خلال التخزين خاصة إذا حفظت المنتجات على درجة حرارة أكثر ارتفاعاً أما اللبن الخاثر المحرك يبدي تجانساً كبيراً ولزوجة مرتفعة . يجب أن تؤدي المعاملة الحرارية إلى تبدل 80% من البروتينات الذائبة مما يزيد من معدل الاحتفاظ بالماء إلى ثلاث مرات ويتم الحصول على هذه النتائج بالترابط بين درجة حرارة التسخين والزمن .

على مستوى التصنيع في المنشآت الصغيرة يسخن الحليب ضمن أحواض مزدوجة الجدران بشكل غير مستمر 85° م /30 دقيقة أو على درجة حرارة 95° م/10 دقائق أما على مستوى المصانع الكبيرة يكون التسخين مستمراً على درجة حرارة 92-95°م / 2-5 دقائق وذلك للحصول على نتائج جيدة .

يمكن استبدال المعاملة الحرارية بتطبيق التعقيم بالمعاملة الحرارية المرتفعة UHT وتطبق على درجة حرارة 135-140° م خلال 3-4 ثواني إما بالحقن المباشر للبخار أو بالتسخين غير المباشر عبر المبادلات الصفائحية أو الأنبوبية إلا أن هذه الطريقة تسمح في الحصول على لبن خاثر يتصف بلزوجة منخفضة ويمكن تلافي هذه الحالة واختفائها باستخدام سلالات بكتريا منتجة للمواد السكرية المعقدة ومع ذلك تبقى الخثرة هشة وسهلة الكسر ولذلك يمكن زيادة المحتوى من المادة الصلبة الكلية بإضافة 2% من بودرة الحليب الفرز . عند تخزين الحليب على درجة حرارة منخفضة أو عند احتوائه على روائح غير مستساغة يفضل عند تطبيق المعاملة الحرارية تطبيق التخلية .

8-1 -5 التجنيس :

تترافق المعاملة الحرارية بتطبيق التجنيس وفق عوامل عديدة كدرجة الحرارة والضغط المطبق فمثلاً نطبق على درجة حرارة 50-60° م ضغطاً مقداره 150-200 بار وحالياً يطبق 250 بار على درجة حرارة تتراوح بين 85-90° م . يمكن تطبيق التجنيس قبل المعاملة الحرارية أو بعدها وفي هذه الحالة يعتقد أن يتحسن قوام اللبن الخاثر ولكن يخشى من إعادة التلوث .

8-1 -6 إضافة البادئ :

يبرد الحليب بعد المعاملة الحرارية والتجنيس ويوضع في حوض التخمر ويضاف إليه البادئ المتكون حصرياً من سلالة واحدة أو عدة سلالات من بكتريا حمض اللبن الخاثر .

Lactobacillus bulgaricus
Streptococcus thermophilus

في الحالة التي يتم التصنيع ضمن معامل صغيرة أو تصنيع تقليدي أو عائلي تتم إضافة البادئ إما من لبن خاثر مصنع قبل يوم ويضاف بمعدل ملعقة إلى لتر من الحليب وغالباً ما يؤدي ذلك إلى عمليات تخمر غير منتظمة بالإضافة إلى تبدل الخصائص الحسية والتي غالباً ما تكون النوعية ضعيفة مع زيادة حدوث التلوث . أما التصنيع في المعامل الكبيرة يتطلب استخدام بادئ أو مزرعة من مخبر متخصص على شكل مجفد أو مجمد أو سائل مركز ويضاف البادئ بعد تحضير مزرعة الأم ومزرعة البادئ حيث تكون حموضته $D^{o}80$ ويضاف بمعدل 2-3% على درجة حرارة مرتفعة من 45^{o} م وتتراوح بين 42-46^{o} م . يخلط البادئ مع الحليب بشكل متجانس علماً بأن درجة الحرارة المثلى لنشاط بكتريا البادئ الكروية تتراوح بين 42-45^{o} م في حين أن درجة الحرارة المثلى للبكتريا العصوية تتراوح بين 47-50^{o} م . ووفقاً للمناطق يفضل المستهلك اللبن الخاثر قليل أو مرتفع الحموضة أو قليل أو عالي المحتوى من المواد المنكهة ولذلك فالخصائص المطلوبة تعتمد بشكل أساسي على السلالات المستخدمة وعلى درجة حرارة الحضانة .

عند خفض درجة الحرارة من1إلى 3 درجات (42-44^{o} م) يتحسن نمو البكتريا الكروية وإنتاج المواد المنكهة أما عند ارتفاع درجة الحرارة 45-46^{o} م يتحسن نمو البكتريا العصوية وإنتاج الحموضة . للحصول على منتج لطيف الطعم ويمتاز بنكهة جيدة يمكن استخدام بادئ فتي نسبياً قليل الحموضة وتكون البكتريا في بداية الطور اللوغاريتمي للنمو حيث تكون البكتريا الكروية في نشاطها الأعظمي وللحصول على لبن خاثر حامضي الطعم يستخدم بادئ أقدم وتكون السيادة للبكتريا العصوية المقاومة لدرجة الحموضة الأعلى وبعد إضافة البادئ يمكن أن نميز بين تصنيع اللبن الخاثر المتماسك واللبن الخاثر المحرك أو المخلوط .

8-1 -7 اللبن الخاثر المتماسك (اللبن الخاثر الطبيعي)

بعد إضافة البادئ إلى الحليب وتوزيعه بشكل متجانس عند درجة الحرارة المناسبة يوزع الحليب مع البادئ ضمن عبوات زجاجية أو كرتونية أو مواد بلاستيكية وفي حالة اللبن الخاثر المحلى أو المعطر والمنكهة فإن إضافة هذه المواد قبل التعبئة في العبوات . بعد التعبئة ووضع السدادات تنقل العبوات إلى الحاضنة (الهواء الساخن) ويمكن أحياناً استخدام حمام مائي لكي تتم عملية التخثر ويجب المحافظة على درجة الحرارة 42-46^{o} م خلال التخمر ومن الضروري أن تكون درجة الحرارة متجانسة في كل نقاط الحاضنة للحصول على عملية تخمر منتظمة .

تدوم مدة الحضانة 2-3 ساعات ويحافظ على العبوات ضمن الحاضنة حتى الوصول إلى درجة حموضة تتراوح بين 75-100 D^o وهي المدة الكافية للحصول على خثرة متماسكة وملساء وعدم وجود انفصال المصل . تبرد العبوات مباشرة بعد خروجها من الحاضنة وبأسرع ما يمكن إلى درجة حرارة 2-5^o م وذلك لإيقاف ارتفاع درجة الحموضة بتثبيط ومنع نمو ونشاط بكتريا حمض اللبن ويتم التبريد في غرفة مبردة ومهواة جيداً أو ضمن نفق التبريد ويخزن اللبن الخاثر بعد ذلك على درجة حرارة 2-4^o م خلال 12-24 ساعة لرفع المتانة تحت فعل التبريد وإماهة البروتينات .

8-1 -8 اللبن الخاثر المحرك أو المخلط :

يحافظ على الحليب المضاف إليه البادئ في حوض التخمر على درجة الحرارة المطلوبة 42-45^o م للوصول إلى درجة الحموضة المطلوبة والتي تكون في العادة أعلى من درجة حموضة اللبن الخاثر المتماسك وتتراوح درجة الحموضة بين 100 إلى 120D^o .

يطبق التقطيع والتحريك بإحدى الطرق الآتية :

- التحريك والخلط الميكانيكي باستخدام خلاط له عنفة أو على شكل حلزون .
- إمرار الخثرة ضمن مصفاة مع تطبيق تجنيس تحت ضغط منخفض وتهدف هذه العملية لإعطاء الخثرة المظهر الدهني ويجب تطبيقها بحذر فإذا كان التحريك قوياً مترافقاً مع إدخال الهواء فإنه يسمح في حدوث انفصال المصل وإذا كانت عملية التقطيع للخثرة غير كافية يخشى أن تصبح الخثرة شديدة الثخانة لاحقاً .

عند الانتهاء من التحريك والخلط تبرد الخثرة إلى درجة حرارة 10^{o}م ويطبق التبريد ضمن حوض التخمر ويكون بطيئاً وينتج عنه ارتفاع مستمر في درجة الحموضة ولذلك يمكن أن يطبق التبريد بالمرور ضمن مبادلات صفائحية أو أنبوبية أو سطوح كاشطة ويحسن تحريك الخثرة خلال التبريد من المظهر والطعم الدهني للبن الخاثر . بعد ذلك يعبأ اللبن الخاثر ضمن عبوات ويحفظ على درجة حرارة 2-4^o م وعند الرغبة في إضافة المواد المنكهة أو مستخلص الثمار فإنها تضاف في لحظة التعبئة ضمن العبوات ، يمكن إضافة السكر قبل الحضانة على شرط ألا يتجاوز 6% لتجنب إيقاف عملية التخمر وللمحافظة على اللبن الخاثر المحرك على شكل يكون قوامه نصف سائل فإن الخليط المضاف من السكر والفواكه يجب ألا يتجاوز 15% .

8-1 -9 اللبن الخاثر للشرب :

عبارة عن مادة متخثرة كاللبن الخاثر ويختلف عن اللبن الخاثر المحرك بحالته السائلة ويشابه بذلك المشروبات ويتم الحصول عليه بخفض المحتوى من المادة الصلبة الكلية ويتم الخلط والتحريك بإمرار اللبن الخاثر على مجنس تحت ضغط

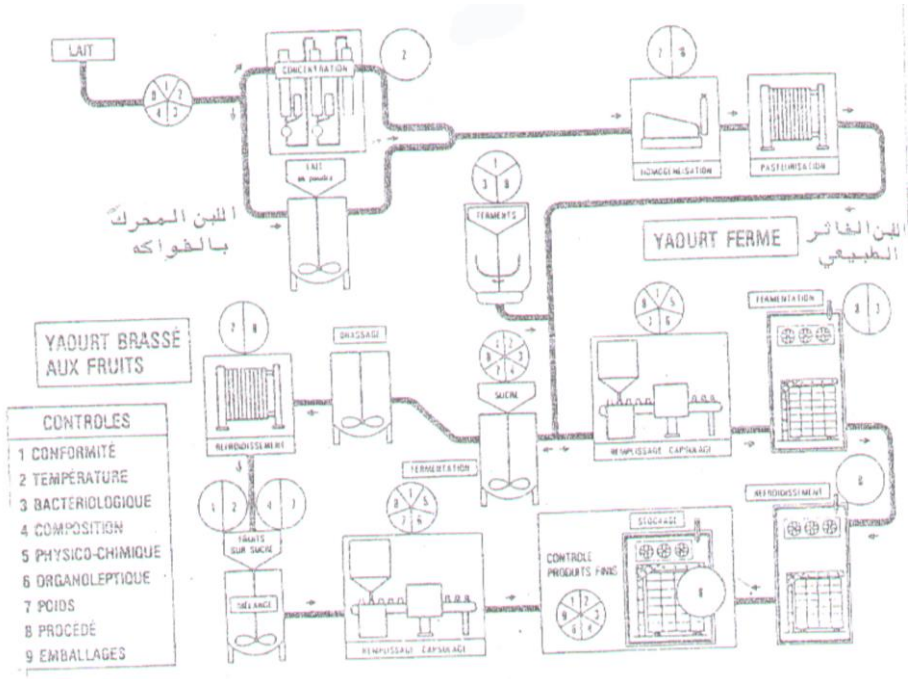
أقل من 50 بار حيث تنخفض اللزوجة بمعدل 50% من لزوجة اللبن الخاثر المحرك ويمكن أن يكون اللبن الخاثر للشرب طبيعياً أو منكهاً .

10-1-8 حفظ اللبن الخاثر :

عند تحضير اللبن الخاثر وفق تقنية محدودة وشروط صحية ومعينة يمكن حفظ هذه المنتجات حوالي ثلاثة أسابيع على شرط أن يحافظ على درجة حرارة منخفضة . عند عرض المنتجات في السوق يجب ألا تكون درجة الحرارة أعلى من 8°م .

إذا كانت المحافظة على اللبن الخاثر في درجة حرارة منخفضة يمنع من تضاعف البكتريا إلا أن ذلك لا يمنع أو يوقف بشكل كلي الفعاليات الاستقلابية حتى ولو كان بطيئاً فيستمر إنتاج حمض اللبن وتحلل البروتينات وينجم عنه انخفاض في المتانة واللزوجة مع ظهور ببتيدات طعمها مر ولأجل ذلك تطبق في بعض البلاد وفق تشريعاتها المعاملة الحرارية بعد التخمر .

يوضح الشكل (8-1) مخططاً لصناعة اللبن الخاثر مع العمليات الملحقة .



الشكل (8-1) : مخطط لصناعة اللبن الخاثر مع العمليات الملحقة

1- المطابقة
2- درجة الحرارة
3- المراقبة البكتريولوجية
4- مراقبة التركيب
6- الخصائص الحسية
7- الوزن
8- التصنيع (طريقة التصنيع)
9- التعبئة

8-1 -11 مشاكل التصنيع :

إن تطبيق المعاملة الحرارية ووجود رقم pH حامضي أقل من 4.6 pH بشكل عام والذي يتوافق مع وجود حوالي 1غ من حمض اللبن /100غ فإنه من غير الممكن وجود نمو أو نشاط للبكتريا الممرضة في اللبن الخاثر أما عند حدوث التلوث الكبير وخاصة عند التعبئة بالبكتريا الضارة فإنها تسبب مشاكل ومصاعب مزعجة وهذا ما يتطلب العمل ضمن أماكن نظيفة جافة وصحية بعيدة عن تيارات الهواء ولتجنب هذا التلوث يجب تطوير آلات التعبئة التي تسمح في التعبئة النظيفة عالية الجودة أو حتى معقمة . يمكن أن تكون بعض المواد المضافة خاصة السكر والثمار مسؤولة عن التلوث بالجراثيم المتنوعة ولذلك يجب الانتباه إليها . فيما يتعلق ببعض العيوب مثل عيوب الطعم والمظهر والقوام التي تظهر فجأة ، فإن سببها بشكل عام أخطاء تقنية وأخطاء خاصة في المواد الأولية ذات النوعية السيئة أو اختيار السيئ للبادئ . ونبين فيما يلي أنواع العيوب وأسبابها المحتملة :

عيوب الطعم

طبيعة الطعم	أصله
الطعم المر	- حفظ مدة طويلة - فعالية محللة للبروتينات عالية - تلوث بالبكتريا المحللة للبروتينات
طعم كحولي أو خميري	- تلوث الخمائر
طعم فطري	- نوعية سيئة للثمار
عدم وجود الطعم والنكهة الخاصة باللبن الخاثر	- فعالية سيئة للبادئ - عدم التوازن بين السلالات - زيادة البكتريا الكروية - فترة حضانة قصيرة على درجة حرارة منخفضة . مادة صلبة كلية ضعيفة
انخفاض درجة الحموضة	- تطبيق سيئ لعملية التخمر ، معدل ضعيف للبادئ - فترة حضانة قصيرة وعلى درجة حرارة منخفضة
ارتفاع درجة الحموضة	- وجود ملتهمات الجراثيم في الحليب - تطبيق سيئ لعملية التخمر ، معدل

	مرتفع من البادئ
	- فتـرة حضـانة طويلـة وعلـى درجـة حرارة مرتفعة
التزنخ	- تلوث بالبكتريا المحللة للمادة الدسمة
	- معاملة حرارية ضعيفة
الطعم الطحيني للبودرة	- إضافة كمية زائدة من بودرة الحليب
الطعم المؤكسد	- حمايـة سـيئة إزاء الأشـعة (عبـوات زجاجية)
	- وجـود العناصـر المعدنيـة ، الحديـد والنحاس
طعم مطبوخ	- معاملة حرارية شديدة
الطعم الحامضي اللاذع	- تلـوث ببكتريـا حمـض اللـبن الوحشـية والكوليفورم
	- بادئ سيئ
الطعم الشحمي أو الدهني	- ارتفاع المحتوى من المادة الدسمة

عيـوب في المظهـر

طبيعة العيب	**أسبابه**
انفصال المصل	- ارتفـاع الحموضـة وتطبيـق سـيئ لعمليـة التخمر على درجة حرارة مرتفعة
	- حفظ وتخزين خلال فترة طويلة
	- تبريد بطيء وخلط شديد
	- إضافة سيئة للثمار
	- تحريك اللبن الخاثر المتماسك
	- المحتوى من المادة الصلبة الكلية ضعيف
إنتاج الغازات	- تلوث بالخمائر والكوليفورم
وجود مستعمرات على السطح	- تلوث بالخمائر والفطور
طبقة من القشدة على السطح	- تطبيق سيئ للتجنيس أو عدم تطبيقه
منتج غير متماسك	- تحريك وخلط سيئ
المنتج على غطاء العبوة	- قفل سيئ للمنتج

عيوب في القوام

انفصال الخثرة	- تحريـك واهتـزاز خـلال النقـل بعـد تطبيـق تبريد سيئ في غرفة التبريد
ضعف تماسك الخثرة في اللبن	- إضافة ضعيفة من البادئ

الخاثر المتماسك	- تطبيق سيئ للحضانة (زمن ودرجة حرارة منخفضة) - تحريك ورج قبل إتمام التخثر - المحتوى من المادة الصلبة الكلية منخفض
سائل جداً (في اللبن الخاثر المحرك أو الممزوج)	- تحريك وخلط شديد - تطبيق سيئ للحضانة - تخمر سيئ - محتوى منخفض من المادة الصلبة الكلية - إضافة غير كافية من الثمار أو المنكهات
القوام اللزج	- تطبيق الحضانة على درجة حرارة منخفضة - بادئ سيئ (وإنتاج مرتفع اللزوجة)
القوام الرملي	- تسخين شديد وتجنيس على درجة حرارة مرتفعة - إضافة زائدة من بودرة الحليب - تحريك سيئ وتحمض غير منتظم وضعيف - تحريك وخلط سيئ واختيار سيئ للبادئ - ارتفاع المحتوى من المادة الدسمة
القوام الحبيبي	

2-8 المنتجات اللبنية المتخمرة الأخرى :

توجد مجموعة من الألبان المتخمرة والتي تختلف عن بعضها بمادتها الأولية والأحياء الدقيقة وطريقة تصنيعها وقوامها وطعمها ومدة حفظها . يوجد قسم كبير من هذه المواد المتشابهة والموجودة تحت أسماء عديدة والكثير منها يحتوي على نوع واحد أو اثنين من بكتريا حمض اللبن الخاصة باللبن الخاثر بالإضافة إلى الأحياء الدقيقة الأخرى . فمنذ عدة سنوات حاول المصنعون البحث عن أسواق جديدة مستفيدين من الفكرة العلمية للعالم ميتشنيكوف Metchnikoff في بداية القرن العشرين وهي إن استهلاك المنتجات اللبنية المتخمرة يمكن أن يكون لها أثر مناسب على الصحة ويشكل نظام حمية بفعل بكتريا حمض اللبن ولقد ظهر العديد من المنتجات المتنوعة التي تحتوي على بكتريا معوية مثل Bifidobacterium بالاشتراك مع بكتريا حمض اللبن وسنتطرق بشكل وجيز إلى تقنية أهم الألبان المتخمرة المصنعة منذ عصر بعيد أو قريب .

2-8 -1 اللبن المتخمر الأمريكي :

في أمريكا إلى جانب اللبن الخاثر يصنع نموذجٌ من الألبان المتخمرة من الحليب الفرز أو الحليب المتعرض إلى عملية فرز جزئية بحيث يكون محتواه من المادة الدسمة يتراوح بين 1-2% والذي يتخمر بفعل بكتريا حمض اللبن الأليفة لدرجة الحرارة المتوسطة والمتجانسة التخمر وغير متجانسة التخمر لإنتاج الحموضة والمواد المنكهة ووفقاً لـ Kosikowski يصنع اللبن الخاثر الأمريكي وفق الخطوات التالية :

1 – إضافة 0.1 % من كلور الصوديوم إلى الحليب الفرز الذي يمتاز بنوعية عالية .

2 – تعريض الحليب إلى معاملة حرارية 85°م / 30 دقيقة أو 90°م / دقيقتين

3 – تبريد الحليب إلى درجة حرارة 22°م .

4 – إضافة البادئ بمعدل 0.5-1% والذي يتكون من البكتريا المتجانسة التخمر Lactococcus cremoris , Lactococcus lactis والبكتريا غير متجانسة التخمر Leuconostoc cremoris , Leuconostoc lactis ويوزع البادئ بشكل متجانس ضمن الحليب

5 – يحضن الحليب مدة 14-16 ساعة على درجة حرارة 22° م للوصول إلى درجة حموضة مقدارها 80°D أي 0.8% من حمض اللبن .

6- عند الوصول إلى درجة الحموضة المطلوبة يبرد اللبن المتخمر إلى درجة حرارة 10° م مع التحريك والخلط المتجانس واللطيف . ولتجنب انفصال المصل يجب أن تكون درجة حموضة اللبن المتخمر أعلى من 76 °D .

7 – يعبأ اللبن المتخمر الأمريكي في عبوات زجاجية أو كرتونية باستخدام مضخات خاصة مع تجنب الدخول الزائد للهواء .

8 – تحفظ العبوات على درجة حرارة 4-5°م وتوزع خلال مدة 3 أيام .

8-2 -2 اللبن المتخمر البلغاري :

نوع من الألبان المتخمرة يكون البادئ فيها من سلالات Lactobacillus bulgaricus ويصنع اللبن المتخمر البلغاري وفق الخطوات الآتية :

1 – تطبق معاملة حرارية على درجة حرارة 85°م/ 30 دقيقة

2 – تبريد الحليب إلى درجة حرارة 37-38° م وإضافة البادئ المحضر من حليب معقم .

3 – يحضن الحليب لمدة 10-14 ساعة للوصول إلى درجة حموضة 150-180°D .

4 – يبرد اللبن المتخمر إلى درجة حرارة 10° م ويخزن على هذه الدرجة ويسوق وقد تصل درجة الحموضة إلى 3% من حمض اللبن .

8-2 -3 لبن الأسيدوفيلس :

يصنع اللبن الأسيدوفيلس وفق الخطوات الآتية :

1 – يعرض الحليب كامل الدسم أو الحليب الفرز إلى معاملة حرارية مختلفة وفقاً لطريقة التصنيع 95°م/عدة ثوان أو التسخين لمدة ساعة على درجة حرارة 90°م على مرحلتين أو تطبيق التعقيم بالمعاملة الحرارية المرتفعة 141-145°م أو التعقيم بالطريقة القديمة على درجة حرارة 115°م .
2 – تبريد الحليب إلى درجة حرارة 37°م .
3 – إضافة مزرعة البادئ بمعدل 1-5% من مزرعة نقية لبكتريا Lactobacillus acidophilus وتعزل هذه البكتريا من أمعاء الأطفال أو مخلفات أمعاء العجول الصغيرة .
- يعبأ الحليب ضمن زجاجات ويحافظ على هذه الدرجة حتى التخثر وهذا يتطلب فترة من الزمن مقدارها 20-24 ساعة .
4- يبرد اللبن المتخمر إلى درجة حرارة 5°م حتى الاستهلاك ويفضل أن يكون الاستهلاك سريعاً لتجنب الحموضة الزائدة والتي تصل إلى أعلى من 180°D المتزامنة مع انخفاض في عدد البكتريا الحية .

3-8 الألبان المتخمرة الكحولية :

Les laits fermentɘs alcooliques

3-8 -1 الكوميس : Koumiss

منتج لبني متخمر يصنع في هضاب آسيا الوسطى من حليب الفرس ويمكن أن يصنع منتج مشابه من حليب الإبل وأحياناً من حليب الأتان وتوجد مراكز عديدة تصنعه من حليب الأبقار المضاف إليه 2.5% من السكر ويتكون البادئ من خليط بكتريا حمض اللبن Lactobacillus acidophilus و Lactobacillus bulgaricus ومن الخمائر kefir Kluyveromyces و Torula . ونوضح طريقة تحضير الكوميس من حليب الأبقار وفق الخطوات التالية :
1 – خلط كمية من السكر مع الحليب الفرز الساخن بمعدل 5% من السكر .
2 – بسترة الحليب وتعريضه إلى درجة حرارة 90-92°م خلال 3-5 دقائق .
3 – تبريد الحليب إلى درجة حرارة 26-28°م .
4 – إضافة البادئ بمعدل 10% مع التحريك المستمر لمدة 20 دقيقة .
5 – تحضين الحليب ضمن حوض مزدوج الجدران على درجة حرارة 26-28°م خلال مدة مختلفة وفقاً للمنتج المطلوب وبشكل عام تتراوح درجة الحموضة بين 70-80°D ويتوقف ذلك على سرعة التبريد فإذا كان التبريد سريعاً يتوقف التخمر عند درجة 80°D وإذا كان التبريد بطيئاً يتوقف عند 70°D .
6 – تخلط الخثرة الناتجة وتبرد وعند تطبيق التخمير الصناعي للكوميس يتم التحريك مع إدخال الهواء ضمن الخثرة خلال مدة 3-5 دقائق كل مدة ربع ساعة مع

الاستمرار في التبريد للوصول إلى درجة حرارة 16-18° م ويتوقف عن التحريك عند الوصول إلى القوام السائل المتجانس .
7 – يعبأ اللبن المتخمر ضمن عبوات سعتها 2/1 لتر ويتم سدها بحيث تسمح في إنتاج كمية متزايدة من الكحول وثاني أوكسيد الكربون على درجة حرارة 20° م لمدة ساعتين .
8 – يبرد الكوميس الناتج إلى درجة حرارة 4° م حتى التوزيع والتسويق ووفقاً لمدة التخمر ، يمكن الحصول على ثلاثة نماذج من الكوميس :

1- الكوميس الفتي أو اللطيف الناتج عن تخمر ليوم واحد ويحتوي على حوالي 0.1-0.3% من الكحول و1% من حمض اللبن .
2- الكوميس المتوسط ، تخمر خلال مدة يومين ويحتوي على 1.2% من حمض اللبن و0.2-0.5% من الكحول .
3- الكوميس القوي والتخمر خلال مدة ثلاثة أيام ويحتوي على حوالي 1.4% من حمض اللبن ودرجة كحول عالية 3% .

8-3-2- الكيفير : Le Kefir

مشروب لبني أصله من القوقاز وينتشر في جميع دول المنطقة المحيطة ، يحضر من حليب الأنواع المختلفة كالأغنام والماعز والأبقار . عند تحضيره ضمن شروط مثالية يمتاز الكيفير بمظهر ناعم مع وجود رغوة وقوام دهني ويتصف بمذاق طعم مختلف الحموضة وأحياناً طعم لاذع ومر ، يجب أن تكون الخثرة متجانسة ولا تظهر أي انفصال للمصل . تستخدم حبيبات الكيفير بوضعها ضمن الحليب حيث يعطي مشروباً متخمراً يحتوي على حمض اللبن والإيتانول مع تشكل الرغوة .

تقدم حبيبات الكيفير على الحالة المجففة ضمن قطع صغيرة صلبة صفراء أو بنية اللون وأحجام تساوي حجم البندقة وتتكون من خليط معقد من الأحياء الدقيقة على الحالة الكامنة ومن مادة سكرية متعددة أساسها الجلوكوز والجالاكتوز وتحتمي الأحياء الدقيقة بفعل الكازئين كمادة حاملة حيث يمكن حفظها لمدة سنة على الحالة المجففة وتتكون الأحياء الدقيقة من أنواع مختلفة منها :

- بكتريا عصوية غير متجانسة التخمر Lactobacillus brevis
- بكتريا عصوية محبة لدرجة الحرارة المتوسطة
  Lactobacillus plantarum Lb.caucasicus
- وبكتريا عصوية محبة لدرجة الحرارة المرتفعة Lb.bulgaricus
- ومن بكتريا غير متجانسة التخمر من نوع Leuconostoc

- ومن الخمائر Saccharomyces kefir .

وقد تترافق مع بعض الأحياء الدقيقة غير المرغوبة مثل بكتريا حمض الزبدة وحمض الخل وحمض بروبيونيك وبعض الفطور . ويحضر الكيفير من حليب كامل الدسم أو الحليب الفرز حيث توضع حبيبات الكيفير ضمن الحليب المجدد نشاطه . ضمن حبيبات الكيفير يوجد تعايش بين بكتريا حمض اللبن المنتجة للحموضة والمخثرة وبين الخمائر المنتجة للكحول ولغاز CO_2 .

تنشط حبيبات الكيفير وفق الخطوات التالية :

1 – توضع الحبيبات ضمن ماء مغلي ومبرد لمدة 6-8 ساعات يتم خلالها تبديل الماء عدة مرات .

2 – توضع الحبيبات في محلول يحتوي على 10غ/اللتر من بيكربونات الصوديوم .

3 – تنتفخ الحبيبات وتصبح مرنة وكاشفة وتستبعد جميع الحبيبات الطرية والشفافة أو المائلة للون الرمادي ويحتفظ في الحبيبات المرنة والمنتفخة ويكون لونها واضحاً .

4 – توضع الحبيبات المنتفخة ضمن حليب مغلي ومبرد على درجة حرارة 16-20°م بمعدل 10غ من الحبيبات مقابل 100غ من الحليب وتترك مدة 24 ساعة .

5 – تصفى الحبيبات وتنقل من جديد على درجة حرارة 16-20°م وتكون كمية الحليب أعلى من المرحلة السابقة .

6 – يستمر في هذه العملية لمدة 4-5 أيام حيث يبدأ تخمر الحليب وقسم من الحبيبات يعوم على السطح مع انطلاق غاز CO_2 على مستوى الحبيبات .

7 – بعد مدة 7-10 أيام من التبريد تطفو جميع الحبيبات على السطح بعد إضافتها بعدة ساعات وتصبح الحبيبات قادرة على تخثر الحليب خلال مدة 24 ساعة بمعدل إلى 30-40 من وزنها .

فيما يتعلق بالتحضير الصناعي للكيفير اعتباراً من مزرعة الأم يمكن تلخيص تحضير الكيفير وفق الخطوات التالية :

1 – وضع حبيبات الكيفير الطازجة في وعاء يحتوي على الحليب المغلي والمبرد على درجة حرارة 15-20°م في مكان مظلم ويحرك الحليب كل مدة 2-3 ساعات .

2 – بعد مدة 24 ساعة تطفو الحبيبات على السطح ويكون البادئ جاهزاً يرشح الحليب ويتم الحصول على سائل له قوام دهني ورائحة الخميرة وطعم حامضي يمكن استخدامه كبادئ .
3 – يضاف البادئ إلى الحليب المحضر سابقاً والذي يحتوي على 3.2% من المادة الدسمة والمتعرض إلى معاملة حرارية 85-90° م/ 3-5 دقائق والمبرد إلى درجة حرارة 20-25° م يحرك ويخلط البادئ مع الحليب في حوض التصنيع بشكل متجانس ، تتم عملية التخمر الأولى خلال 12 ساعة
4 – تحرك الخثرة الطرية الناتجة بلطف مع التبريد المستمر ضمن حوض التصنيع للوصول إلى درجة حرارة 12-15° م ويترك مدة 14-18 ساعة لحدوث التخمر الكحولي .
5 – تبرد الخثرة الناتجة إلى درجة حرارة 5-6° م .
6 – يعبأ الحليب ضمن عبوات زجاجية أو مع سدادات من الألمنيوم ويخزن على درجة الحرارة المنخفضة حتى الاستهلاك .
ووفقاً لمدة التخمر الكحولي يمكن الحصول على ثلاثة نماذج من الكيفير :
1- الكيفير الفتي : سائل دهني له قوام متجانس رغوته قليلة وطعمه حلو محتواه قليل من الحموضة والكحول .
2- الكيفير المتوسط : سائل دهني له رغوة وطعم دهني حامضي .
3- الكيفير القوي : شديد الرغوة قوي النكهة وطعم حامضي لاذع .

من مميزات الكيفير الجيد احتوائه على :
0.6-1% حمض اللبن ورقم الحموضة pH 4.2-4.5
0.6-0.8% من الكحول
50% من غاز CO_2

4-8 المنتجات المتخمرة : Produits fermentés

توجد منتجات عديدة من ضمنها الألبان الحامضية واللبن الخض .
يستهلك الحليب المتحمض في البلدان الحارة وخاصة أفريقيا والشرق الأوسط ويطلق عليه اللبن ويحضر من حليب غالباً يتعرض إلى عملية فرز جزئية أو عملية فرز كاملة وغالباً ما يستخدم الحليب المجفف في البلاد التي يكون فيها الإنتاج غير كاف حيث يستخدم الحليب المعاد التشكيل بخلط 1كغ من بودرة الحليب الفرز مع 10كغ من الماء ويصنع وفق الخطوات التالية :
1 – تعريض الحليب إلى معاملة حرارية مناسبة ويبرد على درجة حرارة 20-25° م .
2 – يضاف البادئ بمعدل 2.5-3% والذي يتكون من بكتريا حمض اللبن الأليفة لدرجة الحرارة المتوسطة .

3 – تطبق الحضانة لمدة 18-20 ساعة للوصول إلى التخثر والذي يتوافق مع درجة حموضة 65 إلى $D^{o}70$.
4 – تخلط الخثرة المتشكلة بلطف وتنعم ويترافق ذلك مع التبريد للوصول إلى درجة حرارة 4-5^{o}م .
5 – التعبئة ضمن عبوات وتترك على درجة حرارة 4^{o} م ويمكن حفظها لمدة أسبوع .
يمكن تحضير هذه المنتجات من حليب الأغنام والماعز وتستخدم بكتريا حمض اللبن الأليفة لدرجة الحرارة المتوسطة والمرتفعة ويمكن استخدام بعض السلالات التي تتصف بإنتاج المواد اللزجة والخيطية .
أما اللبن الخض الناتج عن خض القشدة والحصول على الزبدة فيمكن استخدامه كمشروب مرطب أو يستخدم في تحضير وجبات غذائية ويمكن تصنيع لبن الخض اعتباراً من الحليب الحامضي وفق المراحل التالية :
1 – تحضير الحليب : بإضافة 0.1% من الملح لإعطاء الطعم إلى حليب فرز محتواه من المادة الدسمة 0.1-0.8% ورفع المحتوى من المادة الصلبة الكلية بإضافة 1-2% من بودرة الحليب الفرز .
2 – يسخن الحليب على درجة حرارة 80-90^{o}م / 20-30 دقيقة
أو 90-95^{o}م /1-5 دقائق
يحسن التسخين من لزوجة وثباتية المنتج .
3 – يبرد الحليب إلى درجة حرارة 21-22^{o}م
4 – يضاف البادئ بمعدل 0.5-3% والذي يتكون من بكتريا حمض اللبن الأليفة لدرجة الحرارة المتوسطة .
5 – يحضن الحليب مدة 14-16 ساعة على درجة حرارة 22^{o} م للوصول إلى درجة حموضة $D^{o}80$ ورقم حموضة 4.6-4.7 حيث يتخثر الحليب .
6 – تبرد الخثرة إلى درجة حرارة 3-6^{o} م مع التحريك اللطيف خلال مدة ساعتين ونصف .
7 – يمكن حفظ المنتج مدة أسبوعين على درجة حرارة 4^{o} م .
بغية الحصول على منتج له قوام مشابه للبن الخض الطبيعي يمكن خض الخثرة خلال 15 دقيقة وتطبيق التجنيس على درجة حرارة 5^{o}م وضغط 5 بار .

5-8 الخصائص التغذوية للألبان المتخمرة :

5-8 -1 الخصائص التغذوية للبن الخاثر :

1 – تحسين قابلية هضم البروتينات : يعتبر اللبن الخاثر أكثر قابلية للهضم بمعدل مرتين بالمقارنة مع الحليب حيث يحتوي على أحماض أمينية حرة أعلى بمرتين وتنتج هذه الخاصية من :

1- تطبيق المعاملة الحرارية
2- التخثر الدقيق والناعم
3- تأثير الحموضة المرتفعة
4- أثر وفعل بكتريا حمض اللبن في تحلل البروتينات .

2 – تحسين امتصاص اللاكتوز : يسمح وجود بكتريا حمض اللبن في استقلاب وتمثل اللاكتوز لدى الأشخاص الذين يعانون من نقص اللاكتاز ولا يحدث هذا الفعل إذا تعرضت بكتريا حمض اللبن إلى معاملة حرارية تؤدي إلى قتلها والتخلص منها ، من ضمن الفرضيات العديدة للفعالية المحللة للاكتوز من قبل بكتريا حمض اللبن الحية في الجدار المعوي أن اللاكتاز المتحرر من خلايا بكتريا حمض اللبن خلال عبورها المعوي يسهل من استقلاب اللاكتوز ويعتقد أن الفعل الأساسي لهذه الظاهرة يعود Lb.bulgaricus .

3 – فعالية مضادة للميكروبات : من أهم فوائد اللبن استخدامه كمادة مضادة للإسهال لدى الأطفال فالحموضة المرتفعة في اللبن الخاثر تقدم حماية خاصة إزاء التلوث بالبكتريا الممرضة ويجب الإشارة إلى أن بكتريا حمض اللبن تنتج مواداً مثبطة مثل حمض بنزويك 15إلى 30مغ/كغ وبعض المضادات الحيوية المضادة للبكتريا .

4 – تنشيط النظام المناعي : لقد تبين وجود زيادة في إنتاج بروتينات المناعة IgG وتنشيط الخلايا الليمفاوية B وتظهر التجارب توقف التنشيط إذا تعرضت البكتريا إلى معاملة حرارية قاتلة ولذلك يتطلب تنشيط النظام المناعي وجود البكتريا الحية ضمن اللبن الخاثر فتزداد المقاومة للأمراض ويعتبر اللبن الخاثر عامل وقاية ضد الالتهابات المعوية إزاء Salmonella. E.coli على شرط أن لا تكون الحمولة الجرثومية مرتفعة

5 – الفعل المضاد للكوليسترول : تبين دراسات الألبان المتخمرة وخصوصاً اللبن الخاثر الفعل المضاد للكوليسترول .

6 – تأثيرها على الفيتامينات : تستهلك بعض الفيتامينات من قبل بكتريا حمض اللبن B12 ومن جهة أخرى ينتج بعضها حمض فوليك .

7 – قابلية الهضم للمادة الدسمة : بالرغم من أن الفعالية المحللة للدهن ضعيفة وقليلة لكنه تأكد وجود زيادة معنوية في المحتوى من الأحماض الدسمة الحرة في اللبن الخاثر .

8 – الجاهزيـة الحيويـة للأمـلاح المعدنيـة : يسـمح الخـاثر فـي زيـادة اسـتقلاب الكالسيوم مقارنة مع الحليب وتمتاز العظام المتكونة خلال النمو بمقاومـة ميكانيكية مرتفعة .

8-5 -2 الخصائص التغذوية لبعض منتجات الألبان المتخمرة الأخرى :

سنشير لبعض الخصائص المتعلقة ببكتريا Lactobacillus acidophilus وبكتريا نوع Bifidobacterium :

1 – تنظيم الفلورا المعوية :

إن استهلاك منتظم لعدد مقداره 10^{8} إلى 10^{12} من البكتريا Lb.acidophilus وBifidobacterium / يومياً يحسن من الإسهال لدى الأطفال وبصورة خاصة إذا كـان المنـتج يحتـوي علـى Bf.longum ويشـكل المنـتج المحتـوي علـى Lb.acidophilus الحماية إزاء المكورات العنقودية الذهبية Staphylococcus aureus

2 – الفعل المضاد للكوليسترول :

عند استهلاك منتج متخمر يحتوي على Lb.acidophilus ينخفض معدل الكوليسترول في الدم وهذا ناتج عن امتصاص مباشر للكوليسترول بفعل بكتريا حمض اللبن وزيادة إفراغ الكوليسترول .

3 – ينظم فعالية الكبد :

الألبان المتخمرة بفعل Bifidobacterium تساهم بدور كبير في إزالة السمية خاصة إزاء الأمونياك والفينولات الحرة في حالة مرض تشمع الكبد .

4 – تنشيط النظام المناعي والفعل المضاد لتشكيل الخلايا السرطانية :

تظهـر النتـائج أن الألبـان المتخمـرة المحتويـة علـى Lb.acidophilus و Lb.caesi تنشط النظام المناعي حيث تخفض من فعالية B.glucoromidase و nitroreductase و Agreductase وهـي إنزيمـات متجمعـة ومترابطـة مـع المـواد المسـرطنة وتبـين أيضـاً أن Bf.adolescentis و Lb.acidophilus تخفض من فعالية الإنزيمات السابقة .