

ميكروبيولوجيا الألبان

- اللبن الخام كبيئة غذائية
- محتوى اللبن من الميكروبات
- تلوث اللبن
- بكتريا حامض اللاكتيك
- أنواع البكتيريا الأخرى الموجودة باللبن
- درجات اللبن
- تأثير درجات الحرارة على ميكروبات اللبن
- العمليات التي يتعرض لها اللبن بعد حليبه
 - التبريد
 - البسترة
 - تعقيم اللبن
- لبناا اللبن
- الأمراض التي تنتقل عن طريق اللبن
- التسممات الغذائية التي يسببها اللبن
- الألبان المكثفة المحلاة
- اللبن المجفف
- مزارع البادئات
- الألبان المتخمرة
- الجبن
 - الجبن الطرية
 - الجبن النصف جافة
 - الجبن الجافة
- عيوب الجبن
- العدوى المنقولة عن طريق الجبن
- المراجع

الفصل السابع

ميكروبيولوجيا الألبان Dairy Microbiology

اللبن الخام (الحليب) كبيئة غذائية

يتكون اللبن بالغند الثديية بضرع الحيوان . وهو يحتوى على جميع العناصر الغذائية اللازمة للنمو . لذلك ، فهو بيئة غذائية ، صالحة لنمو وتكاثر الكثير من الميكروبات ، حيث يحتوى اللبن ، فى المتوسط ، على ٨٧,٠ ٪ ماء ، ٥,٠ ٪ سكر لاکتوز ، ٣,٠ ٪ بروتين (كالكازين والألبومين) ، ٣,٥ ٪ دهن ، بالإضافة إلى حوالى ١,٠ ٪ أملاح معدنية ، وبعض الفيتامينات مثل A , D , B , K & B , C ، والإنزيمات مثل ، الكاتاليز واللايبيز والفوسفاتيز ، واللبن متعادل التأثير ، ذو pH حوالى ٦,٧ .

محتوى اللبن من الميكروبات

يكون اللبن المتكون بضرع الحيوان السليم ، خاليا من الميكروبات . ويبدأ تلوث اللبن عند خروجه من الضرع ، من قناة الحلمة Teat canal ، حيث يتسرب إلى اللبن ، عند من الميكروبات من فتحة الحلمة ، قترأوح من عدة مئات ، إلى عدة آلاف/ مل لبن ، وهى ميكروبات غير مرضية ، أغلبها تابع للأنواع التالية

Micrococcus , *Streptococcus* , *Corynebacterium bovis*

لذلك ، ينصح بإستبعاد الكميات الأولى من عملية الحليب ، عن اللبن الناتج ، وذلك لتقليل محتوى اللبن من الميكروبات .

أما اذا كان الحيوان مريضا ، أو مصابا بالتهاب الضرع ، فإن عدد الميكروبات باللبن المنتج ، يزيد كثيرا عن ذلك ، وقد يحتوى على ميكروبات مرضية .

تلوث اللبن

بعد نزول اللبن من الضرع ، يتعرض للتلوث بكثير من الميكروبات ، من بكتريا وخمائر وفطريات ، وذلك ، منذ حلبه حتى استهلاكه . ويتوقف نوع ، وعدد الميكروبات الملوثة ، على ظروف الحيوان ، طريقة الحليب ، جو الإسطبل ومدى نظافته ، الأنوات والأواني المستعملة ، الحلابين ، متداولي اللبن ، وطرق المعاملة والتخزين عقب الحليب .

من تلك نجد ، أن اللبن عرضة للتلوث ، والفساد بالميكروبات . ويعتمد إنتاج اللبن الجيد ، على منع هذا التلوث ، أو على الأقل الحد منه ، فجودة اللبن المنتج ، تتوقف على ظروف إنتاجه ، وعدد ما يحتويه من ميكروبات .

أنواع البكتريا الموجودة باللبن الحليب

أهم أنواع البكتريا الموجودة باللبن الحليب ، هي : بكتريا حامض اللاكتيك ، بكتريا مجموعة القولون ، الأنواع المحللة للدهون والبروتين ، والكلوستريديوم . وتصل هذه الميكروبات إلى اللبن ، من جلد الحيوان ، والأتربة ، والأعلاف ، والروث ، والمياه الملوثة بالمجارى ، والأواني .

وتحت ظروف خاصة ، قد تصل البكتريا المرضية إلى اللبن ، حيث تنمو وتتكاثر بسرعة ، على درجة ٣٠ - ٤٠° م ، وتسبب للمستهلك متاعب صحية ، بالجهاز الهضمي ، والتنفسى .

بكتريا حامض اللاكتيك

بكتريا حامض اللاكتيك ، موجبة لصبغة جرام ، غير متجرثمة ، غير متحركة ، سالبة لإختبار الكاتاليز ، تحتاج فى نموها لكميات قليلة من الأكسجين ، واحتياجاتها الغذائية معقدة .

من هذه البكتريا ، مايتبع أجناس *Leuconostoc* و *Streptococcus* . وأفراد هذه الأجناس ، كروية الشكل ، توجد فى أزواج أو سلاسل .

ومن هذه البكتريا ، مايتبع جنس *Lactobacillus* ، وأفراد هذا الجنس عصوية الشكل ، غالبا فى سلاسل .

جدول ١-٧ : مميزات جنس Streptococcus

ملاحظة	المجموعة السيرولوجية (Lancefield, 1933)	الانمو عند درجة (°م)		تطليل الدم	اسم الميكروب	المجموعة السيرولوجية (Sherman, 1937)
		٤٥	١٥			
غير معرضة للإنسان ، معرضة للحيوان	B	-	-	بيتا	<i>S. agalactiae</i>	الأنجيكية Progenic
معرضة للإنسان والحيوان	A , E , F , G	-	-	بيتا	<i>S. pyogenes</i>	المحببة للحرارة Viridans
تستعمل في الصناعات اللبنية ، وبعضها يفسد اللبن	D	+	-	الفا	<i>S. thermophilus</i>	
طرت اللبن من لعلي البقرة، والأسعدة والروث	D	+	-	الفا	<i>S. bovis</i>	
مهمة في الألبان ، تنتج Misin	M	-	+	غير محله للدم	<i>S. lactis</i>	للبنية Lactic
مهمة في الألبان ، لا تنتج Misin	M	-	+	غير محله للدم	<i>S. cremoris</i>	
تسبب فسك اللبن	D	+	+	الفا ، بيتا	<i>S. faecalis</i>	العموية Enterococci
تسبب فسك اللبن	D	+	+	الفا ، بيتا	<i>S. durans</i>	

أما بالنسبة للتقسيم الفسيولوجي ، لأنواع هذا الجنس ، فإن ذلك ، يعتمد على مجموعة من الإختبارات ، أهمها القدرة على النمو عند درجة ١٠م° و ٤٥م° ، وتحليل كرات الدم الحمراء Blood hemolysis في بيئة أجار الدم ، بالإضافة إلى مجموعة من الإختبارات الأخرى . وعلى أساس هذه الإختبارات ، (جدول ٧-١) ، قام Sherman et al, 1937 ، بتقسيم أفراد جنس Streptococcus ، إلى أربعة مجموعات ، هي

Pyogenic , Viridans , Lactic , Enterococci

بكتريا حامض اللاكتيك السائدة باللبن

تحت الظروف العادية ، فإن الأنواع المتجانسة التخمر ، هي التي تسود باللبن ، وهي المسئولة عن حموضة اللبن ، وعن صناعة المنتجات اللبنية ، ويستطيع أغلبها النمو ما بين ١٠ إلى ٥٠م° .

من أنواع بكتريا حامض اللاكتيك ، متجانسة التخمر ، الهامة في الألبان (جدول ٧-٢ ، وشكل ٧-١)

S. cremoris , S. lactis (Lancefield group N)

S. thermophilus (Lancefield group D)

L. acidophilus , L. bulgaricus , L. casei

Leuconostoc

بكتريا جنس

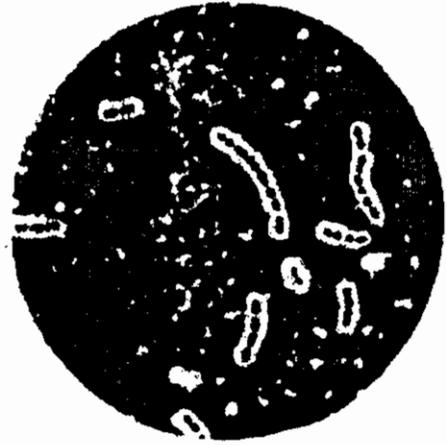
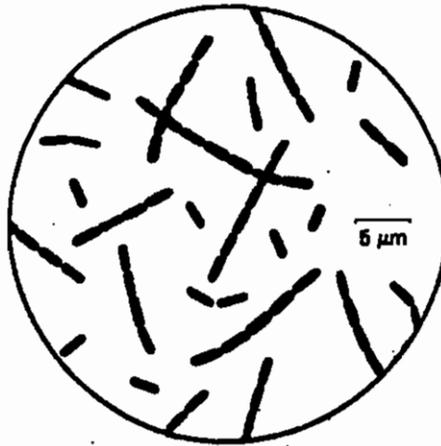
البكتريا التابعة لهذا الجنس ، كروية ، في أزواج أو سلاسل ، موجبة لصبغة جرام ، غير متجرثم ، غير متحركة ، سالبة لإختبار الكاتاليز ، وهي تعتبر من بكتريا حامض اللاكتيك ، خليطة التخمر . وهي ، تخمر حامض الستريك الموجود باللبن ، فتتكون بذلك ، المواد العكسبة للطعم والنكهة ، بالمنتجات اللبنية ، ولذلك تسمى بكتريا اللوكونوستك ، بالبكتريا المنتجة للنكهة Aroma - producing bacteria . وفي بعض الحالات قد تسبب هذه البكتريا لزوجة في اللبن .

ومن أهم أفراد هذا الجنس ، في الصناعات اللبنية

Leuc. citrovorum , Leuc. dextranicum

جدول ٧-٢ : مميزات جنس *Lactobacillus*

درجة حرارة النمو °C		مضري	تحمل NaCl %	المعرضة التي تكثر بها باللين %	اسم الميكروب	المجموعة
عظمى	مطلّى					
٥٠	٤٠	٢٢	٢,٥	أكثر من ٢, -	<i>L. acidophilus</i>	متجانسة للتخمير ، تنمو على لوجات حرارة مرتفعة
٦٠	٥٠-٤٥	٢٢	٢,٥	٢,٨ - ٢, -	<i>L. bulgaricus</i>	
٥٢	٤٠	٢٢	-	١,٨ - ١,٥	<i>L. lactis</i>	
٦٥	٦٠-٥٠	٢٠	٢,٥	٠,٢٥	<i>L. thermophilus</i>	(هامة في الصناعات اللبنية)
٥٣	٢٠	١٠	٥, -	١,٥ - ١,١	<i>L. casei</i>	متجانسة للتخمير ، تنمو على لوجات حرارة منخفضة
٤٠	٢٠	١٠	٥, -	١,٦ - ١, -	<i>L. plantarum</i>	(هامة في الصناعات اللبنية)
٢٨	٢٠	١٥	٥, -	٠,٧ - ٠,٤	<i>L. brevis</i>	خليطة للتخمير
٥٠	٤١	١٥	٥, -	قليل	<i>L. fermenti</i>	غير هامة في الصناعات اللبنية، ولكنها مهمة في صناعات تخميرية أخرى كالمخللات والسجلاج

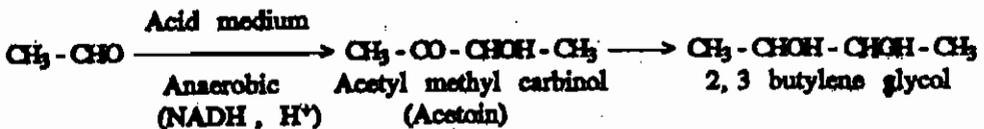
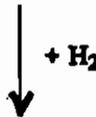
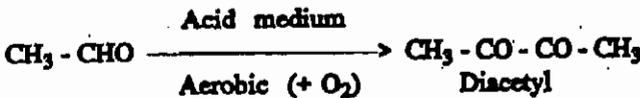
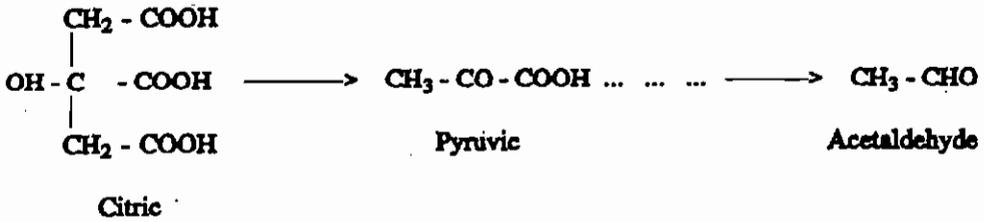
A. Streptococcus lactisB. Streptococcus cremorisC. Lactobacillus sp.

شكل ٧-١ : أنواع بكتريا حامض اللاكتيك الهامة في الألبان .

A. Streptococcus lactis B. Streptococcus cremoris C. Lactobacillus sp.

وتعتبر نواتج تخمر حامض الستريك ، المتكونة بتأثير بكتريا اللوكونوستوك ، هي المسئولة عن الطعم ، والنكهة ، الموجودة بالمنتج اللبني . ومن هذه المواد ، الداي أسيتايل ، والأسيتوين (أسيتل ميثل كربينول)، و ٢ ، ٣ بيوتيلين جليكول ، وبعض الأحماض الطيارة كالخليك والبروبيونيك ، وغاز ثاني أكسيد الكربون .

لاستطيع بكتريا *Leuconostoc* إنتاج النكهة المطلوبة ، إلا إذا توفر بالوسط الحموضة الكافية . ويوفر هذه الحموضة ، بكتريا حامض اللاكتيك مثل *S. lactis* ، *S. cremoris* الموجودة بالباديء ، التي تنمو بسرعة ، وتكون حامض اللاكتيك . وعند وصول pH اللبن إلى أقل من ٤,٥ ، يقف نمو بكتريا *Leuconostoc* ، ولكن تنشط إنزيماتها وتحلل حامض الستريك ، الموجود أصلا باللبن عند حليبه ، وبذلك تتكون المواد المكسبة للطعم ، والنكهة ، حسب المعاملة العامة التالية



من أنواع البكتريا الأخرى الموجودة باللبن الحليب

- بكتريا القولون *Coliforms*

هذه البكتريا ، عسوية ، قصيرة مفردة ، سالبة لصبغة جرام ، غير متجراثمة ، متحركة ، إختياريّة للهواء . من أهم أفرادها

Escherichia coli , *Enterobacter aerogenes*

وهي تحلل سكر اللاكتوز ، وتكون لحماضاً ، مثل اللاكتيك ، والخليك ، والفورميك ، وغازاتاً ، مثل CO_2, H_2 . وبكتريا *E. coli* تكون حامضاً أكثر ، وغازاتاً ، أقل ، من *Enterobacter* .

تصل بكتريا القولون إلى اللبن ، عن طريق الأوعية ، والروث ، والأعلاف ، والأترية . ووجود بكتريا القولون في اللبن ، أو في منتجاته ، غير مرغوب فيه . فوجودها ، دليل على الإهمال في الإنتاج ، وعدم مراعاة للظروف الصحية .

وتسبب بكتريا القولون ، بعض العيوب في اللبن ومنتجاته ، بالإضافة إلى أنها تكون غازاتاً ، وروائح غير مقبولة قنرة ، وطعماً مرّاً لتكون حامض الفورميك . كما أن وجود بكتريا القولون ، في اللبن المبستر أو في منتجاته ، يؤخذ كدليل على تلوث اللبن بعد البسترة .

- جنس *Clostridium*

هذه البكتريا ، عسوية ، متجراثمة ، موجبة لصبغة جرام ، لاهوائية ، منها المحلل للبروتينات ، ومنها المحلل للسكريات .

الأنواع المحللة للبروتينات ، تنتج باللبن طعماً ، وروائح غير مرغوب فيها . أما المحللة للسكريات ، فإنها تحلل سكر اللاكتوز ، وتكون أحماضاً ، وغازاتاً (CO_2, H_2) ، وقد تكون كمية الغازات المتكونه كبيرة ، لدرجة أن الغاز الناتج ، يجزئ الخثرة إلى قطع صغيرة ، مسبباً تخمراً عاصفياً . ومصنر هذه الميكروبات ، الروث ، والسماذ العضوى ، والأترية .

Milk grades

درجات اللبن

يشترط في اللبن الجيد ، أن يكون ذا قيمة غذائية عالية ، وقوة حفظ Keeping quality جيدة ، وله طعم ورائحة مرغوبة ، وأن يكون نظيفا ، مأمونا للشرب ، وتتخذ الأعداد العالية من البكتريا الموجودة باللبن ، كدليل على سوء الإنتاج والتداول ، واحتمال التلوث بميكروبات مرضية .

يقدر عدد البكتريا الموجودة باللبن ، بطريقة الأطباق ، وهي الأكثر شيوعا ، أو بطريقة العد المباشر بالميكروسكوب ، أو بشريحة بريد Breed ، أو بسرعة تكون الحامض ، أو بإختبارات الإختزال ، للون ليليل الأزرق المثلين ، من الأزرق إلى عديم اللون ، أو صبغة الريزازورين Resazurin ، وهنا يزول لون الصبغة تدريجيا بالإختزال ، من الأزرق ، إلى البنفسجي ، إلى الوردى ، إلى عديم اللون .

وعلى أساس عدد الميكروبات الموجودة باللبن ، يقسم اللبن إلى درجات (جدول ٧-٣) ، على أن يكون اللبن ، في جميع الأحوال ، خاليا من الميكروبات المرضية .

جدول ٧-٣ : درجات اللبن

الدرجة	العدد الكلي للبكتريا/ مل لبن لايزيد عن		عدد بكتريا القولون/ مل لبن لايزيد عن
	اللبن الخام	اللبن المبستر	
أ	٢٠٠.٠٠٠	٣٠.٠٠٠	١ - ٥
ب	١.٠٠٠.٠٠٠	٥٠.٠٠٠	١٠
جـ	بدون تحليل	بدون تحليل	بدون تحليل

ومن العوامل التي تؤثر على جودة اللبن

المضادات الحيوية

يستعمل الكثير من المضادات الحيوية ، كالبنسلين والإستربتوميسين والأوروميسين ، وغيرها ، في علاج الحيوانات المريضة ، أو المصابة بالتهاب الضرع ، وتفرز كمياتا من هذه المضادات ، في اللبن الناتج من الحيوان المعالج . ووجود هذه المضادات باللبن (أكثر من ٠,٠٥ وحدة دولية من البنسلين / مل لبن ، وذلك في حالة البنسلين ، كمثل) ، يسبب متاعب عندما يستخدم هذا اللبن في صناعة الألبان المتخمرة ، والجبن ، حيث أن هذه المضادات ، تثبط نمو البكتريا المستخدمة كبائنات ، في صناعة المنتجات اللبنية .

لذلك ، فإنه ينصح بعدم استخدام اللبن الناتج من الحيوانات المعالجة بالمضادات ، خلال ٣ أيام ، بعد إعطاء آخر حقنه للحيوان .

وبالإضافة إلى ذلك ، فإن وجود المضادات باللبن ، غير مرغوب فيه ، لما يسببه ذلك اللبن ، من حساسية للمستهلك ، وما يكونه من سلالات ميكروبية منيعه للمضادات .
ولهذا ، فإن كثيرا من الدول ، تحرم استعمال المضادات ، كمادة حافظة في اللبن .

ولا يوجد حتى الآن ، إختبار سريع ، للكشف عن المضادات الحيوية باللبن . والإختبار المستعمل ، يعتمد على حساسية بكتريا S. thermophilus للمضادات الحيوية .

ولإجراء الإختبار ، يلقح اللبن ، بمزرعة نشطة من تلك البكتريا ، مع ليل الريزازورين ، ثم التحضين لمدة ٤٥ دقيقة . وفي حالة وجود مضادات حيوية باللبن ، يقف نمو ميكروب الإختبار ، فلا يحدث إختزال للون الصبغة ، خلال فترة التحضين .

البكتريوفاج

تلوث الألبان ، أو مزارع البائنات ، المستخدمة في صناعة المنتجات اللبنية ، بالفاجات المحللة لها ، أمر غير مرغوب فيه ، ويأتي التلوث من الهواء والترية ، في معامل الألبان .

لذلك ، فإنه يجب تجنب تلوث مزارع البائنات اللبنية ، عند إعدادها ، وتداولها ، واستعمالها . ومن المفضل ، إستعمال مرشحات الألياف الزجاجية Fiber glass ، لحجز الفاجات من الهواء ، الداخلى إلى معامل تحضير البائنات ، ومعامل الألبان .

تأثير درجات الحرارة على ميكروبات اللبن

الميكروبات التى تتواجد باللبن ، ذات إحتياجات حرارية مختلفة . فمنها المحب للبرودة ، الذى يستطيع النمو قرب الصفر المئوى ، ومنها المحب للحرارة المتوسطة ، الذى يسود على درجة حرارة الغرفة ، ومنها المحب للحرارة المرتفعة ، حيث يستطيع النمو على درجات حرارة أعلى من 65°C ، ومنها المقاوم للحرارة ، أى يعيش بعد البسترة .

لذلك ، فإن التغييرات التى تحدث باللبن فى : اللون ، والطعم ، والقوام ، والتركييب ، تتوقف على الظروف المحيطة باللبن ، خاصة درجات الحرارة . فدرجة الحرارة ، وطول المدة التى يحفظ عندها اللبن ، تؤثر على نوع ، وعسد الميكروبات ، الموجوده به ، وبالتالي على نوع الفساد الناتج (جدول ٧-٤) .

ويلاحظ أنه

- عند درجات الحرارة المنخفضة ، يقف نشاط البكتريا المنتجة للأحماض ، وتنشط البكتريا المحللة للبروتين .
- وعند درجات الحرارة المتوسطة ، تنشط البكتريا المنتجة للأحماض ، ويقل نشاط البكتريا المحللة للدهون والبروتين .
- وفى درجات الحرارة العالية ، أو عند غلى اللبن ، تموت البكتريا المنتجة للأحماض ، وتبقى جرثيم البكتريا التى تنمو وتنشط ، وتحلل البروتين .

جدول ٧-٤ : تأثير درجات الحرارة المختلفة على البكتريا السائدة باللبن الخام

أنواع الميكروبات السائدة ومظهر التغير باللبن	التغير في أعداد الميكروبات	درجة حرارة الحفظ م°
Alcaligenes , Flavobacterium , Pseudomonas مع حدوث تغير في الطعم	إنخفاض بطيء في الأعداد خلال الأيام الأولى ، يعقبه زيادة تدريجية بعد ٧-١٠ أيام	٤ - ١
البكتريا السابقة المحبة للبرودة . مع حدوث : تلون ، مخاطية ، تجبن حامض ، تحلل بروتيني	تغير طفيف في الأعداد خلال الأيام الأولى . يعقبه زيادة سريعة في الأعداد ، وتصل إلى أعداد كبيرة خلال ٧-١٠ أيام	١٠ - ٤
أساسا الأنواع المنتجة للحموضة من بكتريا حامض اللاكتيك الكروية (ستربتوكوكاي) مع حدوث حموضة	زيادة سريعة في الأعداد ، وتصل لأعداد كبيرة خلال بضعة أيام ، أو أقل	٢٠ - ١٠
بكتريا حامض اللاكتيك الكروية، بكتريا القولون، البكتريا المحبة للحرارة المتوسطة . مع حدوث حموضة ، غازات ، تغير في الطعم	ارتفاع كبير في الأعداد خلال ساعات	٣٠ - ٢٠

تابع جدول ٧-٤ :

نوع الميكروبات السائدة ومظهر التغير باللبن	التغير في أعداد الميكروبات	درجة حرارة الحفظ م°
سيادة بكتريا القولون مع حدوث تجبن حامض، روائح قنرة ، وطعم مر	ارتفاع كبير في الأعداد خلال ساعات	٢٧ - ٣٠
سيادة بكتريا حامض اللاكتيك التي تستطيع النمو على درجات حرارة مرتفعة مثل : S. faecalis , S. thermophilus L. bulgaricus , L. thermophilus مع حدوث تجبن حامض	ارتفاع كبير في الأعداد خلال ساعات	٥٠ - ٣٧
الميكروبات المحبة للحرارة المرتفعة مثل : B. coagulans , B. stearothermophilus مع حدوث تغير في الطعم ، تكون حموضة ، وتجبن حامض أو إنزيمى	ارتفاع كبير في الأعداد خلال ساعات	٦٠ - ٥٠ وأكثر

العمليات التي يتعرض لها اللبن بعد حليبه

Cooling

التبريد

عقب الحليب ، يبرد اللبن مباشرة إلى درجة ٤-١٠°م ، لإيقاف نمو وتكاثر الميكروبات الموجودة به ، ويجب المحافظة على هذه الدرجة ، عند نقل اللبن ، وتداوله ، وتخزينه للإستهلاك ، أو التصنيع .

Pasteurization

البسترة

تعتبر البسترة ، من طرق حفظ اللبن المناسبة ، لأنها تحافظ على مكوناته الغذائية ، خاصة الفيتامينات والكالسيوم ، ولا تؤدي إلى تغير يذكر في طعمه ، أو مظهره .

وتتم البسترة ، بتسخين اللبن لدرجة حرارة أقل من الغليان ، حيث يتم القضاء على ٩٠ - ٩٩٪ ، من البكتريا الحية الموجودة به ، ويتضمن ذلك ، القضاء على أغلب الميكروبات المفسدة ، وكل الميكروبات المرضية ، التي من بينها ميكروب السل ، وهو من أشد الميكروبات المرضية غير المتجرثة ، الموجودة باللبن ، مقاومة للحرارة ، حيث يموت بتعرضه لدرجة حرارة ٦١,١°م ، لمدة ١٠ دقائق .

وقد لوحظ أخيرا ، أن الريكتسيا المسماه Coxiella burnetii ، المسببه لمرض Query fever (Q-fever) ، تنتقل أيضا عن طريق اللبن . وهذه الريكتسيا أكثر مقاومة للحرارة من بكتريا السل ، حيث تموت عند درجة ٦١,٧°م لمدة ٣٠ دقيقة . لذلك عدلت معاملة البسترة البطيئة ، من ٦١,٧°م لمدة ٣٠ دقيقة ، إلى ٦٢,٨°م لمدة ٣٠ دقيقة .

للبيسترة طريقتان :

البطيئة ————— Low Temperature Holding Method, LTHM
وفيها يعامل اللبن ، على درجة ٦٢,٨°م لمدة ٣٠ دقيقة .

والبيسترة السريعة High Temperature Short Time Method, HTST
وفيها يعامل اللبن ، على درجة ٧١,٧°م لمدة ١٥ ثانية .

عقب البسترة ، يبرد اللبن إلى درجة ٥°م ، ثم يعبأ فى زجاجات معقمة نظيفة ، ويمكن حفظه لمدة اسبوع على هذه الدرجة المنخفضة (٥°م) ، حيث يقف نشاط الميكروبات التى نجت بعد البسترة . ويجب المحافظة على اللبن المبستر من إعادة تلوثه ، من العمال ، أو الأوانى ، أو الذباب .

ومن أهم الميكروبات المفسدة للبن المبستر ، المحفوظ على درجة حرارة منخفضة ، هى البكتريا المحبة للبرودة .

يتبقى بعد البسترة ، البكتريا المقاومة للحرارة *Thermodurics* والبكتريا المحبة للحرارة المرتفعة ، والبكتريا المتجرثمة .

ومن أمثلة أنواع البكتريا ، التى تتبقى بعد البسترة

1- *Thermoduric lactics* , e.g.

S. cremoris , *S. faecalis* , *S. thermophilus*

L. bulgaricus , *L. thermophilus*

2- *Thermoduric micrococci* , e.g.

M. luteus , *M. varians*

3- *Microbacterium lacticum*

4- *Sporeformers* , e.g. *Bacillus* , *Clostridium*

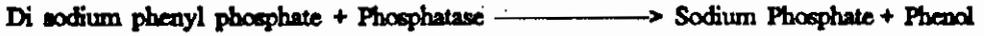
Phosphatase test

إختبار الفوسفاتيز

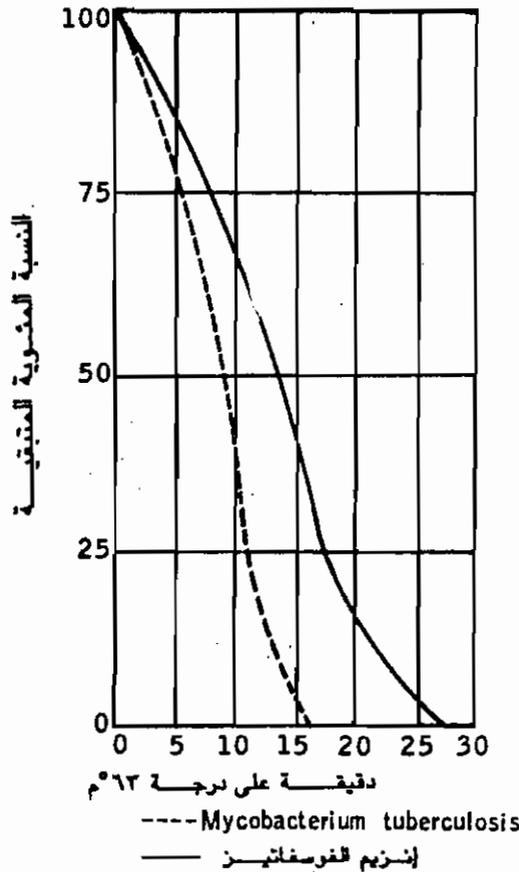
يوجد إنزيم الفوسفاتيز ، فى اللبن الخام وفى كثير من الأنسجة ، وهو لا يوجد فى اللبن المبستر ، لأنه يتلف بالبسترة . لذلك يؤخذ إختبار إنزيم الفوسفاتيز ، كدليل على مدى كفاءة عملية البسترة ، وخلو اللبن من الميكروبات المرضية (شكل ٧-٢) .

لإجراء الإختبار ، يضاف جزء من اللبن المراد إختباره ، إلى مادة فوسفاتية هى داي صوديوم فينيل فوسفات ، ومحلول منظم من بورات الصوديوم $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ مع صودا كاوية . ويحضن الخليط على درجة ٤٠°م لمدة ١٥ دقيقة .

إذا كان الإنزيم موجودا ، فإنه يحلل المادة الفوسفاتية ، وينفرد
منها الفوسفات ، والفينول ، حسب المعادلة



(Substrate) (الإنزيم من اللبن)



شكل ٧-٢ : تأثير بسترة اللبن لغترات على درجة 62°م ، على البكتريا المرضية (ممثلة
ببكتريا السل) وإنزيم الفوسفاتيز .
لاحظ أنه في جميع الغترات ، يكون موت البكتريا أسرع من تلف الإنزيم

يكشف عن الفينول المتكون بدليل CQC ، 2,6 di chloro quinone chloro imide ، في وجود كبريتات النحاسيك $Cu SO_4$ كعامل مساعد . فإذا تكون لون أزرق من الإندوفينول Endo phenol ، دل ذلك على وجود إنزيم الفوسفاتيز ، وبالتالي يدل على عدم كفاءة عملية البسترة . ويمكن استخلاص اللون الأزرق بواسطة كحول البيوتانول ، ومقارنة درجة اللون المتحصل عليها ، مع ألوان قياسية .

إختبار بكتريا القولون

توجد بكتريا القولون عادة ، في اللبن قبل البسترة ، ومصدرها الأواني ، والأعلاف ، والتربة ، والأسمدة العضوية ، والمياه الملوثة . ولا يعتبر وجودها باللبن بالضرورة ، دليلا على التلوث بالمواد البرازية ، لأن مصدرها الرئيسي في اللبن هو الأواني ، والأعلاف . وتقتل بكتريا القولون بالبسترة ، ويكشف عن وجودها بالطرق المتبعة ، في فحص مياه الشرب ، السابق ذكرها في الفصل الثالث .

يعنى وجود بكتريا القولون باللبن المبستر ، عدم كفاءة البسترة . ولكن عادة ، ما تختبر كفاءة البسترة ، بإجراء إختبار إنزيم الفوسفاتيز ، لسهولة وسرعة الحصول على نتائجه . وإذا كان إختبار إنزيم الفوسفاتيز سالبا ، فإن وجود بكتريا القولون ، في اللبن المبستر ، يدل على حدوث تلوث بعد البسترة ، من الأجهزة والأواني ، أو من متداولي اللبن ، وعدم الإهتمام بالنظافة ، أو من إضافة لبن غير مبستر . هذا بالإضافة ، إلى أن وجود بكتريا القولون في اللبن ، المعد لصناعة الجبن ، يحدث تغيرات غير مرغوب فيها ، في الطعم ، والرائحة ، وحدث حموضة ، وتضمر غازي .

Sterilization

تعقيم اللبن

تسبب الميكروبات المتجرثمة الموجودة باللبن ، تغيرا في الطعم ، والحموضة ، والتركييب ، مما يسبب مشاكل عديدة في الصناعات اللبنية ، لذلك ، يلجأ المنتج لتعقيم اللبن ، تعقيما تجاريا . ويعتبر التعقيم ، من معاملات حفظ اللبن ، التي يعامل فيها اللبن ، بدرجة حرارة أعلى من الغليان ، للتخلص من كل الميكروبات الخضرية ، وأغلب البكتريا المتجرثمة ، وإن كان يتبقى بعض الجراثيم ، غير القادرة على النمو، تحت ظروف التخزين العادية ، مثل B. coagulans ، B. stearothermophilus .

يوجد معاملتان لتعقيم اللبن

- ١- المعاملة على درجة ١١٠ - ١٢٠°م ، لمدة تتراوح بين ١٠ - ٢٠ دقيقة، وذلك بعد التعبئة في عبوات مناسبة ، كالزجاج أو العلب المعدنية. ويطلق على الناتج ، لبن معقم Sterilized milk .
- ٢- المعاملة على درجة ١٢٥ - ١٥٠°م ، لمدة تتراوح بين ٢ - ١٥ ثانية، وذلك قبل التعبئة ، التي تتم في ظروف كاملة التعقيم . ويطلق على الناتج ، لبن معامل بدرجات حرارة شديدة الإرتفاع Ultra High Temperature milk (UHT milk) .

يعادل اللبن المعقم ، في قيمته الغذائية ، اللبن المبستر ، ولكن يمتاز عنه ، بعدم الحاجة إلى الحفظ بالتبريد بعد المعاملة ، كما أن مدة حفظه أطول بكثير من اللبن المبستر ، تصل لعدة شهور ، على درجة حرارة الغرفة.

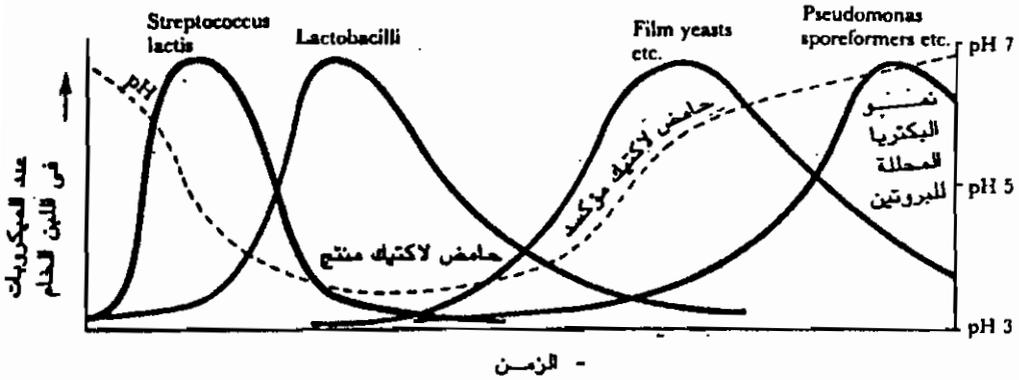
وتختبر كفاءة التعقيم ، بتحضين العينة على درجة ٢٢°م لمدة ١٤ يوماً ، والتحضين على درجة ٥٥°م لمدة ٧ أيام . وعدم زيادة pH العينة ، بعد التحضين ، بأكثر من ٠,٢ درجة pH ، يدل على كفاءة التعقيم.

فساد اللبن

يرجع الفساد البكتريولوجي باللبن ، إلى نمو البكتريا ونشاطها ، وتجمع نواتج عمليات التمثيل التي تقوم بها ، مما يسبب حدوث الفساد ، بمظاهره المختلفة .

حموضة اللبن Souring

تبلغ حموضة اللبن عند حليبه ، حوالى ٠,١ - ٠,٢% ، وهذه أغلبها حامض ستريك . ويحدث باللبن تخمرات عديدة ، وأهمها تحول سكر اللاكتوز إلى حامض لاكتيك ، يتأثر أنواع مختلفة من الميكروبات . فإذا ماترك اللبن بعد حليبه ، على درجة حرارة الغرفة (شكل ٧-٣) ، فإن البكتريا المسببة للحموضة ، تنمو أسرع من غيرها وتسود ، وتحول سكر اللاكتوز إلى حامض لاكتيك . ويتجمع الحامض



شكل ٧-٣ : التغير في أعداد وأنواع الأحياء الدقيقة في اللبن الخام المتروك على درجة حرارة الغرفة لفترة من الزمن
 لاحظ زيادة الحموضة (إنخفاض تركيز أيون الأيدروجين) ، في البداية ،
 أثناء تخمر سكر اللاكتوز ، ثم نقص الحموضة أخيراً ، لتمثيل حامض
 اللاكتيك ، وتجمع النواتج القلوية من تحلل الكازين

تدرجياً ، إلى أن تصل حموضة اللبن إلى ٠,٥ - ٠,٦% (مقدرة كحامض لاكتيك) ، فيتجبب اللبن Curdle ، ويحدث هذا التجبب الحامضي Acid coagulation عند pH ٤,٦ - ٤,٨.

وفي عملية تطور الحموضة باللبن (جدول ٧-٥) ، تنشط أولاً *S. lactis* ، ثم يساعد على تطور الحموضة ، نشاط الأنواع الكروية الأخرى وبكتريا القولون ، وتتراكم الحموضة حتى تصل إلى ١% ، مقدرة كحامض لاكتيك (حوالي pH ٤,٣) . ثم تتكاثر الأنواع التي تتحمل الحموضة العالية من جنس *Lactobacillus* ، وتزداد الحموضة حتى تصل إلى ٢% ، أو أكثر.

جدول ٧-٥ : حموضة اللبن

مادة التفاعل والنواتج النهائية	مصدر الميكروبات	أهم الميكروبات المسببة
تخمير سكر اللاكتوز ، وتكون حامض لاكتيك	أوعية اللبن ، والأعلاف	<i>Streptococcus</i> , e.g. <i>S. lactis</i> , <i>S. cremoris</i> بكتريا متجانسة التخمير
تخمير اللاكتوز لأحماض عضوية ، وهي بكتريا محله أيضا للبروتين	الفرد الثديية بالحيوان ، وأوعية اللبن	<i>Micrococcus</i> , e.g. <i>M. luteus</i> , <i>M. varians</i> بكتريا تتحمل حرارة البسترة
تخمير اللاكتوز إلى حامض لاكتيك ، ونواتج أخرى	الأوعية ، الأعلاف ، التربة ، الأسمدة العضوية ، المياه الملوثة	<i>Coliforms</i> , e.g. <i>E. coli</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> بكتريا خليطه التخمير
تخمير اللاكتوز تخمرا مختلطا mixed	الأوعية ، الأسمدة العضوية	<i>Microbacterium lacticum</i> تتحمل حرارة ٨٠-٨٥° م لمدة ١٠ دقائق
تخمير اللاكتوز إلى حامض لاكتيك ، ونواتج أخرى	الأعلاف ، الأسمدة العضوية	<i>Lactobacillus</i> منها متجانس التخمير مثل <i>L. casei</i> , <i>L. plantarum</i> ومنها خليط التخمير مثل <i>L. brevis</i> , <i>L. fermenti</i>

بكتريا حامض اللاكتيك ، تكون خثرة ناعمة صلبة ، بدون انفصال للشرش . أما بكتريا القولون ، فإنها تكون خثرة ضعيفة ، تنكش مع انفصال الشرش ، كما يظهر بها فقاقيع غازية (تخمر غازي) .

عند pH -٤ ، يقف نشاط البكتريا المنتجة للأحماض ، وتنشط الخمائر الغشائية والفطريات ، خصوصا على السطح ، حيث تستهلك حامض اللاكتيك والأحماض العضوية كمصدر غذائي لها ، فتتناقص الحموضة تدريجيا باللبن ، وبنك تنتهي الظروف ، لنشاط البكتريا المحللة للبروتين : هوائيا ، بدون روائح كريهة ، أو لاهوائيا ، مع حدوث تعفن .

لا تحدث حموضة غالبا باللبن المبستر ، بسبب قتل أغلب الميكروبات المخمرة لسكر اللاكتوز المنتجة للحموضة . ولكن يحدث باللبن المبستر ، تجبن حلو (إنزيمي) ، ثم هضم للخثرة ، وتعفن بالبكتريا المحللة للبروتين ، بواسطة الميكروبات المتبقية باللبن بعد عملية البسترة .

Sweet curdling

التجبن الحلو (الإنزيمي)

تفرز بعض أنواع البكتريا ، إنزيما يشبه الرنين Renin-like enzyme ، يرسب الكازين ، في صورة باراكازينات الكالسيوم ، بدون تحلل اللاكتوز ، وبدون أيضا حدوث إرتفاع محسوس في الحموضة ، فيحدث مايسمى بالتجبن الحلو ، أو الإنزيمي .

وعادة ما يتبع هذا التجبن ، تحلل للبروتين ، أي هضم للخثرة التي تكونت Peptonization ، مع تراكم كميات من النواتج النتروجينية الذائبة ، التي تسبب طعما مرا في اللبن .

ومن أهم الميكروبات المسؤولة عن هذا الفساد

Bacillus , Pseudomonas , Streptococcus liquefaciens

تغير اللون والطعم

يرجع لون اللبن الأبيض ، المائل قليلا للصفرة ، إلى مادة الكاروتين الموجودة بالحشائش ، والنباتات الخضراء ، بعليقة الحيوان ، وهي مادة صفراء اللون ، تكون فيتامين أ .

وعند ترك اللبن لمدة طويلة ، فى أماكن غير نظيفة ، وغير جيدة التهوية ، ينمو باللبن الميكروبات المفترزة للصبغات ، على سطح اللبن ، وتسبب تلونه . كما يحدث تغيرا فى طعم اللبن ، بسبب نشاط البكتريا والميكروبات الأخرى ، المحللة للبروتين والدهون (جدول ٦-٧) . ومعظم هذه الميكروبات ، تنمو على درجات الحرارة المنخفضة .

جدول ٦-٧ : تغيرات اللون والطعم فى اللبن

تغيرات الطعم		تغيرات اللون	
أهم المسببات	الطعم	أهم المسببات	اللون
B. subtilis, Micrococcus, Pseudomonas, S. liquefaciens, Torula	المر Bitter	Pseudomonas synchyanea	أزرق
Coliforms	الزفر Stale القنر Dirty	P. fluorescens	أزرق مخضر
Achromobacter, Pseudomonas, Geotrichum	الزنخ Rancid	Micrococcus flavum Sarcina lutea	أصفر
Candida, Torula	الخمائرى	Achromobacter prodigiosum Sarcina rosea Serratia marcescens Torula rosea	أحمر

تكون الغازات وتحلل البروتين والدهون فى اللبن

إذا توفرت الظروف المناسبة ، فإن الميكروبات الموجودة باللبن تنشط ، وتحدث تغيرات أخرى خلاف ما ذكر سابقا .
فقد يحدث تخمر غازى Gas production ، أو حالة مخاطية Robiness ، أو تحلل للبروتينات ، هوائى Proteolysis ، أو لاهوائى تعفننى Putrefaction ، أو تحلل للدهون وتزنخ Lipolysis & Rancidity (جدول ٧-٧) .

جدول ٧-٧ : تكون الغازات وتحلل البروتين والدهون في اللبن

نوع التغير	أهم الميكروبات المسببة	مصدر الميكروبات	مادة التفاعل والنواتج النهائية
تكون غازات Gas production	Coliforms Cl. butyricum Cl. perfringens Candida Torula cremoris	الأوعية ، الأعلاف، التربة، الماء ، الروث ، الأسمدة الفضوية	تحلل سكر اللاكتوز، وتكون غازات : CO ₂ , H ₂
اللبن اللزج (الخيطي) Roby or stringy milk	Alcaligenes viscolactis Enterobacter aerogenes S. cremoris	الأعلاف، التربة، الماء	تمثيل السكريات، والبيبتيدات ، وتكون مواد كسولية لزجة
تحلل البروتينات هوائى Proteolysis	Bacillus, e.g. B. subtilis B. cereus Pseudomonas Proteus S. liquefaciens Geotrichum Penicillium	الأوعية ، التربة، الماء	تحلل الكازين هوائى، إلى ببتيدات، وأحماض أمينية ، وقد يسبق ذلك تجبن إنزيمى قد يحدث تلون ، وروائح ، وطعم غير مقبول

تابع جدول (٧-٧) :

نوع التغير	أهم الميكروبات المسببة	مصدر الميكروبات	مادة التفاعل والنواتج النهائية
تحلل البروتينات لاهوائى ، تعفن Putrefaction	Clostridium, e.g. Cl. sporogenes	الأوعية ، التربة، الماء	تحلل الكازين لاهوائى ، إلى أمينات، وإنزول ومركبتان ، وأمونيا تكون روائح غير مقبولة
تحلل الدهون Lipolysis	Achromobacter Pseudomonas fluorescens Candida Geotrichum Penicillium	الأوعية ، التربة، الماء	تحلل دهن اللبن إلى جليسرول وأحماض دهنية حدوث تزنج

الأمراض التى تنتقل عن طريق اللبن Milk - borne diseases

المصدرين الهامين لتلوث اللبن بالميكروبات المرضية ، هما : الحيوان (جدول ٧-٨) ، والإنسان (جدول ٧-٩) سواء أكان مريضا ، أو حاملا للميكروب .

وأفضل طرق الوقاية ، هى عزل مصدر الإصابة ، وبسترة اللبن .

جدول ٧-٨ : أمراض تنتقل من الحيوان المصاب ، إلى اللبن ، إلى الإنسان ، أو الحيوان .

الممرض	المسبب	مظهر الإصابة
إلتهاب ضرع الحيوان Mastitis	Streptococcus, e.g. S. pyogenes Staphylococcus aureus	حمى قرمزية بالإنسان وأمرض بالجهاز التنفسي تسمم غذائي وإضطرابات معوية
السل	Mycobacterium bovis	سل في الإنسان ، والحيوان، والعديد من الثدييات
البروسيلة	Brucella, e.g. B. abortus B. suis B. melitensis	تسبب الاجهاض المعدى في الحيوان ، وتسبب الحمى المتقطعة (حمى مالطا) في الإنسان
حمى Q	Coxiella burnetii	حمى وإلتهابات رئوية بالإنسان
التسمم بالسالمونيلا	Salmonella, e.g. S. enteriditis S. typhimurium	يسبب حمى بالحيوان ، وتسمم غذائي بالإنسان

جدول ٧-٩ : أمراض تنتقل من الإنسان (المصاب أو الحامل للميكروب) ، إلى اللبن ، إلى الإنسان

المريض	المسبب	مظهر الإصابة
أمراض معوية		
التيفوئيد الباراتيفوئيد	<i>Salmonella typhi</i> <i>S. paratyphi</i>	حمى التيفوئيد حمى الباراتيفوئيد
الدوسنتاريا		
باسيليه	<i>Shigella spp.</i>	الدوسنتاريا
أميبية	<i>Entamoeba histolytica</i>	الدوسنتاريا
الكوليرا	<i>Vibrio cholera</i>	الكوليرا
امراض بالجهاز التنفسي		
السل	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	سل الإنسان
الدفتريا	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	الدفتريا (الخناق)
حمى قرمزية ، والتهاب الزور المعدي	سلالات من : <i>Streptococcus pyogenes</i>	طفح أحمر على الجسم ، التهابات بالزور ، والجهاز التنفسي

الفيروسات التي تنتقل عن طريق اللبن ومنتجاته

ينتقل عن طريق اللبن ومنتجاته : فيروسات الجهاز التنفسي
Adenoviruses ، وفيروسات الإلتهاب الكبدي Hepatitis ، وفيروسات الأمعاء
Enteroviruses ومنها فيروس شلل الأطفال ، كما ينتقل فيروسات الحمى
القلاعية .

التسممات الغذائية التي يسببها اللبن

قد يسبب اللبن بعض التسممات الغذائية ، نتيجة توكسينات يفرزها الميكروب النامي ، أو نتيجة عدوى ميكروبية (جدول ٧-١٠) .

وللوقاية من هذه التسممات ، يراعى النواحي الصحية فى الإنتاج ، والتداول ، والتسويق ، مع جودة البسترة ، والحفظ على درجات حرارة منخفضة .

جدول ٧-١٠ : امراض تسببها سموم ميكروبية

أعراض المرض	مدة الحضانه ساعة	المسبب
إضطرابات معوية	٦ - ١ (٣)	١- توكسين خارجى مقاوم للحرارة يفرزه <i>Staphylococcus aureus</i>
إضطرابات معوية	٣٠ - ٧ (٢٤)	٢- نتيجة عدوى من : <i>Salmonella sp.</i>
إضطرابات معوية	٢٤ - ١٠	<i>B. cereus</i>
إضطرابات معوية	٢٤ - ١٠	<i>E. coli</i>

Sweetened condensed milk الألبان المكثفة المحلاة

تصنع هذه الألبان من اللبن الكامل ، أو اللبن الفرز ، المتوفرة بها شروط النظافة ، والإنتاج الصحي السليم .
يسخن اللبن تسخيناً مبدئياً ، على درجة ٩٤ - ١٠٠°م لمدة ٢٠ دقيقة ، لقتل معظم ما به من ميكروبات ، ثم يضاف السكر بنسبة حوالى ٢٠% ، ثم يكثف الناتج ، على درجة ٥٥°م ، تحت تفريغ ٢٥ رطل / بوصة^٢ ، حتى تصل نسبة الماء باللبن إلى حوالى ٣٠% ، ثم يعبأ فى علب ، تحت تفريغ Vacuum packaging

عامل الحفظ الرئيسى بهذا اللبن ، هو السكر . وإذا حدث فساد ، فإنه يعود إلى :
عدم كفاءة التسخين المبدئى ، التلوث بعد المعاملة ، عدم نظافة الأوعية ، والحفظ خارج الثلاجة .

من أنواع الفساد الهامة التى يتعرض لها هذا اللبن

١- تكوين بقع (أزرار) ملونه على السطح Colored buttons .
ويحدث ذلك ، نتيجة نمو الفطريات ، التى تتحمل الضغط الأسموزى المرتفع ، مثل بعض الأنواع الفطرية ، التابعة لأجناس :

Alternaria , Aspergillus , Cladosporium , Penicillium

٢- تكوين غازات ، وانتفاخ العلب المعبأة .
ويحدث ذلك ، نتيجة تخمر سكر اللاكتوز ، والسكروز ، وتكون غازات من CO_2 , H_2 .
ومن أهم مسببات هذا الفساد : *Coliforms , Torula* .

Dried milk اللبن المجفف

التجفيف ، هو عامل الحفظ بالأغذية المجففة ، الذى يمنع نمو وتكاثر الميكروبات . ويعتبر اللبن المجفف - مادام محتفظاً بحالته الجافة - من أقل المنتجات اللبنية ، تعرضاً للفساد الميكروبي .

يسخن اللبن تسخيناً مبدئياً ، على درجة 85°C لمدة ٢٠ دقيقة ، لقتل أغلب مابه من ميكروبات . ثم يجفف اللبن ، بالإمرار على أسطوانات ساخنة على درجة 148°C (بدون تفريغ) ، أو على درجة 100°C (تحت تفريغ) ، وقد يجفف اللبن ، بطريقة الرشاشات فى مقابلة هواء جاف .
يعبأ اللبن المجفف بسرعة ، لمنع إعادة امتصاص الرطوبة ، وذلك تحت تفريغ ، فى أوعية مبطنة محكمة ، لمنع وصول الرطوبة .

لاتزيد نسبة الرطوبة باللبن المجفف عن ٥% ، وهو يصلح لتغذية الأطفال . وتتشرط المواصفات الأمريكية ، أن لايزيد عند الميكروبات / جم لبن مجفف ، عن ٥٠ ألف للدرجة أ ، وعن ١٠٠ ألف للدرجة ب .

يحفظ اللبن المجفف ، مع المحافظة على حالته الجافة ، على درجة حرارة منخفضة ، وإلا فإنه يفسد بالميكروبات المتبقية بعد المعاملة الحرارية ، والتي من أهمها :

*Bacillus , Microbacterium ,
Thermoduric micrococci ,
Streptococci & Lactobacilli*

وهذه الميكروبات ، بالإضافة إلى إفسادها للبن المجفف ، فإنها تحدث عيوباً بالمنتجات اللبنية ، التى يبذل فى صناعتها اللبن المجفف .

وجود خمائر ، أو فطريات ، أو بكتريا القولون ، أو ميكروبات مرضية باللبن المجفف ، يعنى عدم العناية بعمليات التعبئة ، والتخزين .

وعند إعادة إسترجاع اللبن المجفف للإستهلاك *Reconstitution* ، يراعى استعمال ماء نظيف ، وأوعية نظيفة ، مع التداول السليم ، والحفظ على درجات حرارة منخفضة ، كما هو متبع فى حالة اللبن السائل .

مزارع البادئات Starter cultures

البادئات عبارة عن مزارع نقية ، من ميكروب واحد ، أو أكثر ، لسلالات معينة من البكتريا ، أو الفطريات . وتستخدم مزارع البادئات فى صناعة الألبان ، للحصول على منتجات لبنية ذات صفات معينة (جدول ٧-١١) .

جدول ٧-١١ : أهم أنواع البادئات المستخدمة في الصناعات اللبنية

المنتج	الغرض من الاستعمال	البادئ
الألبان المتخمرة ، الزبد ، وكثير من أنواع الجبن	إنتاج حموضة	S. lactis
	إنتاج حموضة	S. cremoris
الألبان المتخمرة ، الجبن السويسرى	إنتاج حموضة	S. thermophilus
الألبان المتخمرة ، القشدة	إنتاج حموضة، ومواد طعم ونكهة	S. diacetylactis
لبن الأسيديفولس	إنتاج حموضة	L. acidophilus
اللبن البلغارى المتخمر	إنتاج حموضة	L. bulgaricus
الألبان المتخمرة ، القشدة ، الزبد ، وبعض أنواع الجبن	إنتاج مواد طعم ونكهة	Leuc. citrovorum
	إنتاج مواد طعم ونكهة	Leuc. dextranicum
الجبن السويسرى	تكوين عيون، ومواد طعم ونكهة	Propionibacterium shermanii
بعض أنواع الجبن :	تسوية الجبن ، وإكسابه الطعم المميز	Penicillium, e.g.
جبن الروكفور جبن الكامبورت		P. roqueforti P. camemberti

إنتاج البادئات اللبنية

في إنتاج البادئات اللبنية ، تحضر مزارع الأم mother cultures ، وذلك بتلقيح الميكروب المطلوب بنسبة ١-٢% ، في لبن جيد ، سبق تسخينه للغليان عند ١٠٠°م لمدة ٣٠ دقيقة وتبريده ، ثم التحضين لعدة ساعات (حوالى ١٦ ساعة) ، على درجة ٢١-٢٢°م ، وهى درجة مناسبة لنمو ميكروبات البادئ، ولكنها غير مناسبة لنمو البكتريا الملوثة ، التى قد توجد باللبن ، بعد المعاملة الحرارية .

وبعد التحضين ، يحتفظ بالمزارع فى الثلاجة . وعند الإستعمال ، ينشط البادئ فى لبن معقم ، خالى من المواد المثبطة ، للحصول على المزارع الكبيرة Bulk cultures ، التى تستخدم كبادئ ، فى تصنيع المنتجات .

لتجنب حدوث مشاكل فى إعداد البائنات ، أو فى صفاتها وخواصها، وللوصول إلى صناعة منتجات لبنية ناجحة ، يجب أن يراعى فى إنتاج البائنات ، وفى عمل الألبان المتخمرة :

جودة اللبن والمواد المستخدمة فى عمليات الإعداد والتجهيز ، وارتفاع نسبة النظافة ، والتعقيم ، فى كل خطوات الإنتاج ، بجانب جودة الأجهزة والأوعية المستخدمة .

وعدم مراعاة ذلك ، يؤدى إلى ظهور عيوب بالمنتج اللبنى ، منها : زيادة أو قلة نسبة الحموضة المتكونة ، عدم تكون الطعم المرغوب ، حدوث تغيرات بالطعم ، ناتج عن نشاط الميكروبات الملوثة ، انفصال الشرش عن الخثرة المتكونة ، وضعف الخثرة المتكونة ، بسبب انخفاض نسبة الجوامد الكلية ، باللبن الجارى تخميره .

الألبان المتخمرة Fermented milks

تنتج الألبان المتخمرة ، بتأثير البائنات اللبنية ، المنتجة للحموضة والنكهة .

فتقوم بكتريا البادئ المنتجة للحموضة ، من أجناس Streptococcus , Lactobacillus ، بإنتاج حامض اللاكتيك ، وتجيبن اللبن . أما البكتريا المنتجة للنكهة ، مثل تلك التابعة لجنس Leuconostoc ، فإنها تنتج موادا طيارة ومتعادلة ، تكسب المنتج الطعم ، والنكهة المطلوبة.

وترجع القيمة الغذائية للألبان المتخمرة ، إلى إحتوائها على جميع مكونات اللبن الطبيعية ، بإستثناء سكر اللاكتوز ، الذى تحول إلى حامض لاكتيك . وهذا الحامض المتكون ، هو عامل الحفظ الرئيسى بهذه الألبان ، فبوجوده ، يقف نمو البكتريا التعفنفة ، والبكتريا المرضية..

الألبان المتخمرة ذات أنواع عديدة (جدول ٧-١٢) ، تختلف بإختلاف نوع اللبن المستخدم (أبقار ، أغنام ، ماعز ، جمال) ، والبادئ المستخدم ، وطريقة الصناعة .

جدول ٧-١٢ : بعض أنواع الألبان المتخمرة

المنتج	الميكروبات المسؤولة عن التخمير ونوع الخثرة المتكونة	عملية التخمير ، وحموضة المنتج النهائي
اللبن الرايب	<i>S. lactis</i> , <i>Leuconostos</i> sp. الخثرة المتكونة عديمة القوام ، أى سائلة	يتم التجبن بترك اللبن في شوالي على حرارة الغرفة لمدة ١-٣ يوم . وبعد نزع القشدة ، نحصل على اللبن الرايب نو حموضة عالية حوالى ١, - %
الزبادى واليوجورت Yoghurt	<i>S. thermophilus</i> , <i>L. bulgaricus</i> وقد توجد أنواع أخرى من البكتريا والخمائر الخثرة المتكونة متوسطة التماسك ، تشبه الكاستارد	يحضن اللبن الملقح بالبديء ، على درجة ٣٧-٤٥ م لعدة ساعات (٣ ساعة فى المتوسط) ولليوجورت الناتج أسماء متعددة ، حسب البلد المنتج نو حموضة متوسطة ، وله طعم ونكهة
لبن الأسيوفلس	<i>L. acidophilus</i> الخثرة المتكونة ذات قوام متماسك	يسخن اللبن الى ٩٠ م لمدة ساعة لقتل أغلب الميكروبات ، لأن ميكروبات البديء حساسة للميكروبات الأخرى ثم يبرد اللبن ، ويلقح بالبديء بنسبة ٢% ، ويحضن لمدة ٣-٤ ساعة على ٣٧ م نو حموضة متوسطة ، حوالى ٠,٧ % ، وخالى من الطعم والنكهة

تابع جدول ٧-١٢ :

المنتج	الميكروبات المسئولة عن التخمير ونوع الخثرة المتكونة	عملية التخمير ، وحموضة المنتج النهائي
اللبن البلغاري Bulgarian	<i>L. bulgaricus</i> الخثرة المتكونة عديمة القوام ، لزجة	يخضن اللبن الملقح بالبديء على درجة ٣٧° م لعدة ساعات نو حموضة عالية ، وخالي من الطعم والنكهة
اللبنة المتخمرة Cultured butter - milk	<i>S. lactis</i> , <i>S. cremoris</i> , <i>Leuconostoc</i>	يسخن اللبن إلى ٨٥° م لعدة ٣٠ دقيقة ، ثم يبرد ويلقح بالبديء بنسبة ٢٪ ويخضن على ٢١° م لمدة ٨ ساعات نو حموضة متوسطة ، حوالى ٨ ٪ ، وله طعم ونكهة
الكفير Kefir	<i>S. lactis</i> , <i>L. bulgaricus</i> , Lactose-fermenting yeast, e.g. <i>Kluyveromyces fragilis</i> , <i>Candida kefir</i> تتجمع ميكروبات البديء باللبن المتخمير في شكل حبيبات بيضاء اللون ، تسمى حبوب الكفير Kefir grains ، ويمكن فصلها وإعادة استعمالها كبديء الخثرة سائلة ، عديمة القوام	يصنع من لبن الأبقار ، والأغنام ، والماعز ، يتم التخمير على ٢٢° م لمدة ١٢ ساعة في قربة من جلد الماعز ، وتصفى الخثرة المتكونة ، لفصل حبوب الكفير ، واستعمالها كبديء يحتوى الناتج على ١٪ حامض ، و ١٪ كحول ، وكمية وفيرة من غاز CO ₂ ، تسبب رغواى ، وله طعم ونكهة
الكوميس Kumiss	مثل الكفير	يصنع من لبن الفرس ، ويتم التخمير على ٢٨° م لعدة ساعات الناتج يحتوى على حامض الخليك وكحول و CO ₂ ، وله طعم ونكهة

الجبن Cheese

يمر تصنيع الجبن ، بخمس خطوات رئيسية ، هي

- ١- تلقیح الجبن بالبإدیء
- ٢- تكوين الخثرة Curdling وتتكون الخثرة نتيجة التجبين الإنزيمى Renin-curd ، بإضافة إنزيم المنفحة renin .
أو تتكون الخثرة ، نتيجة التجبين الحامضى Acid-curd ، ببكتريا حامض اللاكتيك ، أو تتكون الخثرة بالطريقتين معا .
- ٣- تخليص الخثرة من الشرش Drainage of whey . ويتم ذلك ، إما بدون ضغط ، كما فى حالة الجبن الطرى ، أو بالضغط ، كما فى حالة الجبن الجاف ، وبعد ذلك ، تشكل الجبن ، للقطع المطلوبة.
- ٤- إضافة الملح Salting
- ٥- التسوية أو الإنضاج Curing , ripening
فبعد عملية تصنيع بعض أنواع الجبن ، يترك الجبن الناتج بعض الوقت للتسوية ، تحت ظروف مناسبة من الرطوبة والحرارة ، حيث تنمو ، بعض أنواع البكتريا ، أو الخمائر ، أو الفطريات . وبما تفرزه هذه الكائنات من إنزيمات ، تحدث التغيرات المرغوبة فى الطعم ، وإكتساب النكهة المميزة ، لكل صنف منتج .
وقد يشارك فى عملية التسوية ، إنزيمات المنفحة ، وإنزيمات اللبن ، غير أن الإنزيمات الميكروبية ، هى التى تجيء فى المرتبة الأولى ، من بين كل العوامل ، التى تؤثر على تسوية الجبن .

صفات الجبن

يعتبر التخمر اللاكتيكي ، عاملا هاما فى حفظ الجبن الناتج ، بتثبيطه للميكروبات المحللة للبروتين . كما أن إنخفاض الرطوبة ، وعدم وجود هواء ، لهما أهميتهما فى حفظ الجبن المصنع ، على هيئة قوالب ، أو أقراص كبيرة.

ويحدد صفات الجبن الناتج :
 اللبن المستخدم ، طريقة عمل الخثرة ، وطريقة التخلص من الشرش ، وكيفية التسوية ، وطريقة الإستهلاك : طازجة أم مسواه .

اللبن المستخدم ، يجب أن يكون ناتجا من حيوان سليم ، وغير مصاب بالتهاب الضرع ، وإلا أثر ذلك على خطوات التصنيع ، وجودة المنتج .

وفى الحالات التى ينزل فى صناعتها البادئات ، فإن درجة حرارة التجبن ، وإجراء عملية السمط من عنده ، تؤثر على أعداد البكتريا الموجودة بالجبن الناتج ، وبالتالي ، تؤثر على صفات الجبن وخواصه .

ففى الحالات ، التى يتم فيها التجبن على درجة حرارة 38°C ، فإن البادئ المستخدم ، يحتوى على *S. cremoris* و *S. lactis* . وفى الحالات ، التى تتعرض فيها الخثرة ، لدرجة 50°C أو أعلى قليلاً ، فإن البادئ ، يحتوى على *S. thermophilus* ، *L. bulgaricus* ، *L. casei* .

وأثناء عملية التسوية ، يحدث تطور ، وتتابع للمجموعات الميكروبية ، الموجودة بالجبن . ففى بداية التسوية ، وطوال الأسبوعين الأولين ، تنشط بكتريا *Streptococcus* ، ثم يقل نشاطها ، وبعد ذلك تنشط بكتريا *Lactobacillus* .

وبالإضافة إلى الأنواع الميكروبية ، المميزة لكل صنف جبن منتج ، فقد يوجد طوال فترة التسوية ، أنواع من البكتريا تابعة لجنسى *Bacillus* ، *Micrococcus*

أقسام الجبن

تقسم الجبن ، من حيث الإستهلاك ، إلى ثلاثة أقسام رئيسية :
 طرية ، نصف جافة ، جافة ، وتعتمد درجة صلابة الجبن على نسبة الرطوبة ، ومحتوى الجبن من الدهون ، وعلى ظروف التصنيع ، وطريقة فصل الشرش ، والتعليق ، والتخزين .

الجبن الطرية Soft cheese

يتم تسوية هذا الجبن ، في فترة قصيرة نسبيا ، إذا قورن بالجبن الجاف . ويحتوى الجبن الطرى ، على نسبة مرتفعة من الرطوبة ، تصل إلى ٧٥% وهو طازج ، ولا تقل عن ٤٥% بعد تمام التسوية .

من أنواع الجبن الطرية

١- الجبن الـدمياطى

يستهلك الجبن الـدمياطى ، عادة طازجا ، أو قد يسوى بوضعه فى صفائح تحت سطح الشرش ، لمدته تتراوح من ٤ إلى ٦ شهور . مع ملاحظة ، أن زيادة التسوية عن ذلك ، تؤدي إلى نوبان الخثرة فى الشرش ، فلا يتبقى منها شيئا .

وأثناء الأسبوع الأول من التخزين ، تسود بكتريا جنس *Streptococcus* خاصة الأنواع *S. faecalis* ، *S. cremoris* ، *S. lactis* ، وكذلك بكتريا *Leuconostoc* .

وتتناقص هذه الأنواع تدريجيا ، حتى نهاية الأسبوع الثانى ، لتسود الأنواع التابعة لجنس *Lactobacillus* ، خاصة *L. fermenti* ، *L. plantarum* ، *L. casei* . وقد يوجد فى بداية التسوية ، أنواع تابعة لجنس *Micrococcus* ، مثل *M. luteus* .

٢- جبن الـكـمـبـيرـت Camembert

هذا الجبن من الأنواع الطرية ، المسواه سطحيا بالفطر *P. camemberti* . وفى بداية عملية التسوية ، تقوم بكتريا *S. lactis* ، بتوفير الوسط الحامضى ، اللازم لنمو فطر *Geotrichum candidum* ، ثم ينمو فطر *P. camemberti* ، الذى يغطى سطح الجبن تماما ، ويقوم بتحليل الدهون والبروتين وحامض اللاكتيك ، وذلك بواسطة إنزيماته ، التى تنتشر تدريجيا فى كل الجبن ، من الخارج للداخل ، وبذلك يكتسب الجبن الطعم ، والقوام ، والرائحة الخاصة به .

تحلل حامض اللاكتيك ، فى نهاية الأسبوع الثانى من التسوية ، يعطى الفرصة لبكتريا *Brevibacterium linens* ، لتنمو على سطح الجبن ، مفرزة صبغة برتقالية اللون ، مميزة لهذا النوع من الجبن . ويصبح الجبن معدا للإستهلاك ، فى نهاية الأوبوع الثالث من التسوية .

الجبن النصف جافة Semi-soft cheese

صفات هذه المجموعة من الجبن ، وسطا بين صفات الجبن الطرية والجافة . فجميعها تؤكل بعد التسوية ، والملح يضاف بنثرة على السطح ، ولكنها تحتوى على نسبة رطوبة أعلى من الجبن الجافة (حوالى ٥٠% ، مقابل ٣٠%) .

جبن الروكفور Roquefort

من الأنواع النصف جافة الهامة ، جبن الروكفور (الجبن المعرق باللون الأزرق) . ويتم تسوية هذا النوع أساسا بفطر P. roqueforti ، المنتج للجراثيم الزرقاء المخضرة ، المميزة لهذا الجبن .

أثناء التسوية ، تحدث تغيرات ميكروبية متعددة ، ففي البداية يسود S. lactis وميكروبات أخرى كروية وعصوية ، ثم تختفى فى خلال أسبوعين ، وذلك مع زيادة نمو فطر P. roqueforti ، الذى يبدأ فى النمو عادة بعد ١٠ أيام ، من الوخز بالخرقة ، ليصل نموه إلى أقصاه بعد حوالى ٣ شهور . وخلال هذه المدة ، تتكون عروق اللون الأزرق المخضر ، ومركبات الطعم الأساسية المميزة ، الناتجة من تحلل الدهون ، مثل أحماض الكابريك ، والكابرويك ، والكابريليك ، ومركبات الميثيل كيتون .

ونظرا لأن الفطر هوائى ، فيراعى وخز القرص وخزا غائرا ، بسكاكين طويلة ، عليها جراثيم الفطر ، لتهيئة الظروف الهوائية ، اللازمة لنمو الفطر داخل القرص . مع ملاحظة ، أن النمو الزائد لفطر P. roqueforti ، يسبب طعما ونكهة غير مرغوبة ، لتحلل مادة Amyl ketone ، وهى أحد المركبات المسئولة عن الطعم والنكهة ، بهذا الجبن .

الجبن الجافة Hard cheese

تحتوى هذه الجبن ، على رطوبة لاتزيد عن ٣٥% ، وأنواعها متعددة جدا ، ومنها

Cheddar

١- جبن شيدر

فى هذا النوع ، تسود بكتريا البادىء المضاف S. lactis ، S. cremoris لمدة ٢-٣ شهور من التصنيع ، بعدها تقل فى العدد ، إلى أن تختفى . وفى نفس الوقت ، تتزايد أعداد Geotrichum ، L. plantarum ، L. casei ، حتى نهاية مدة التسوية .

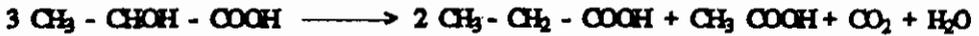
Swiss cheese , Gruyere

٢- الجبن السويسرى

يحتوى البادىء ، الخاص بتصنيع هذا الجبن ، على ثلاثة انواع رئيسية من البكتريا هى

S. thermophilus ، L. bulgaricus ، Propionibacterium shermanii

تمثل هذه البكتريا ، المجموعة الرئيسية ، التى تقوم أساسا بتسوية هذا الجبن ، الذى يتميز بوجود ثقوب (عيون) داخل الأقراص ، قطرها حوالى ٢ سم ، على مسافات تتراوح بين ٢ إلى ٨ سم . وتنتج هذه العيون ، من تكون غاز CO_2 ، الناتج من التخمر البروبيونيكى ، بواسطة بكتريا Prop. shermanii ، التى تخمر سكر اللاكتوز ، حسب المعادلة العامة التالية



Lactic

Propionic

Acetic

وحامض البروبيونيك الناتج ، هو الذى يعطى الجبن السويسرى ، الطعم ، والنكهة المرغوبة ، المميزة لهذا الجبن .

عيوب الجبن

لتلافى العيوب التى تحدث بالجبن ، يستعمل لبن جيد البسترة ، أى خاليا من الميكروبات المفسدة ، وبإحداث نشطة ، لإيقاف نشاط البكتريا المتجرثة ، مع العناية بالنظافة ، وتعقيم الأدوات ، والأوانى المستعملة فى الصناعة ، والتسوية ، والعناية بتمليح الجبن ، لما للملح من تأثير مثبط ، لبكتريا الكلوستريديوم .

تفسد الجبن الطرية غالبا ، بواسطة البكتريا والخميرة ، أما الجبن الجافة ، فنظرا لحموضتها ، وقلة الرطوبة بها ، وعدم وجود هواء بداخل أقراسها ، فإنها تفسد غالبا من على السطح ، بواسطة الفطريات .

من أنواع الفساد بالجبن

١- تكون غاز

يحدث هذا العيب ، نتيجة عدم البسترة ، أو التلوث ببكتريا القولون ، وبعض الخمائر المخمرة لسكر اللاكتوز مثل *Candida* ، وبعض البكتريا المتجرثة ، مثل *B. polymyxa* ، *B. macerans* . وتسبب الغازات الناتجة من التخمر ، حدوث ثقب غازية صغيرة ، قطرها ١ - ٢ مم .

كما قد يحدث الفساد الغازي ، نتيجة نمو بكتريا *Clostridium* ، فيتكون داخل الجبن ، ثقب كبيرة وشقوق ، مع حدوث روائح تعفننية . ويمكن تلافى هذا الفساد بالجبن ، بأن يضاف إلى اللبن الجارى تصنيعه ، المضاد الحيوى النيسين *Nisin* ، الذى يثبط نمو الكلوستريديا ، وهذا المضاد ، تفرزه أنواع من *Streptococcus lactis* ، وهو غير ضار بصحة الإنسان ، لتحلله بالإنزيمات المعوية .

٢- الفساد بالفطريات

يسبب التلوث بالفطريات ، تشويه مظهر الجبن ، وتكون بقع ملونة على السطح ، واكتساب الجبن ، طعما ورائحة غير مقبولة .

ويعتبر هذا الفساد ، من أكثر العيوب انتشارا ، ومن الفطريات المسببة

Alternaria , *Aspergillus* , *Cladosporium* , *Monilia* , *Mucor* , *Penicillium*

٣- عيوب الطعم واللون

يحدث تغير فى طعم الجبن ، بسبب امتصاص اللبن الجارى تصنيعه ، لبعض الروائح غير المرغوبة ، الموجودة بالعلف ، وفى الإسطبل . كما قد يحدث التغير بالطعم ، بسبب النشاط الميكروبي ، الذى يسبب عيوباً ، مثل

الطعم المر ، والـزنج ، والطعم الخمائري ، السابق ذكرها باللبين السائل (ص ١٧١ ، ص ١٨٥) .

ويحدث تلون الجبن ، نتيجة نمو فطريات على السطح ، أو من الخمائر والبكتريا ، المكونة للصبغات .

Cheese - borne infections العدوى المنقولة عن طريق الجبن

كما يحدث في الأغذية ، والألبان السائلة ، فقد تنقل الجبن ، بعض الميكروبات المرضية مثل

Brucella sp., *Clostridium botulinum* ,

Staphylococcus aureus , *Salmonella sp.*

تسبب بعض هذه الميكروبات أمراضا ، وبعضها يسبب تسممات غذائية ، كما ذكر سابقا ، بالفصل السادس الخاص بميكروبيولوجيا الأغذية ، وكذلك في الألبان السائلة ، بهذا الفصل .

وللوقاية من هذه الأمراض ، تستعمل الألبان المبسترة في صناعة الجبن ، على أن لا تقل فترة التسوية عن ٩٠ يوما ، مع مراعاة شروط النظافة ، والتعقيم ، في كل خطوات الإنتاج ، والتعبئة ، وذلك لإنتاج جبن جيد ، مأمونا صحيا .

References

- Foster, E.M.; F.E. Nelson; M.L. Speck; R.N. Doetsch and J.C. Olson (1961). Dairy microbiology. 2nd Ed., Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J., USA.
 Hammer, B.W. and F.J. Bable (1957). Dairy bacteriology. 4th Ed., John Wiley & Sons Inc., N.Y., USA.
 Marth, E.H. (ed.) (1978). Standard methods for examination of dairy products. 14th Ed., American Public Health Association, Washington D.C., USA.