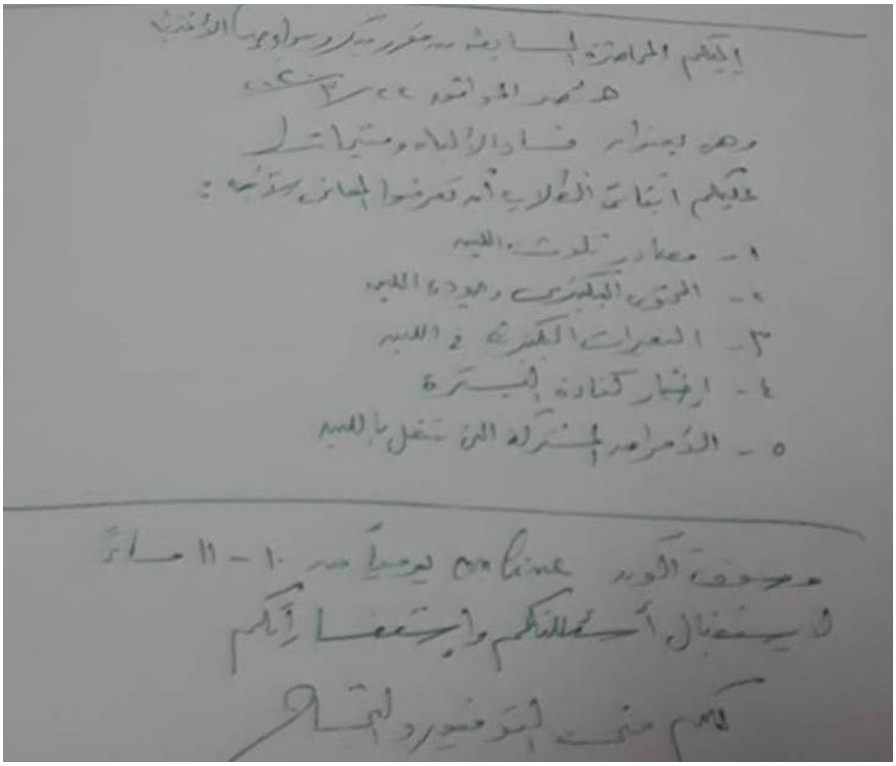
المحاضرة السابعة



الفصل السادس

فساد الألبان ومنتجاتها

Spoilage of milk and Dairy products

اللبن هو إفراز الغدة الثديية فى الحيوان وهو يحتوى على جميع المواد الغذائية اللازمة للنمو ، ولذلك فهو بيئة صالحة لنمو كثير من الميكروبات فنسبة الماء القابل للاستفادة به عالية . وهو متعادل التأثير يحتوى على سكر اللاكتوز كمصدر كربوهيدراتى ومصدر بروتينى كالكازين والألبيومين والأحماض الأمينية علاوة على ما به من عناصر معدنية وفيتامينات وإنزيمات لذلك فإن اللبن عرضة لتلوث والفساد بالميكروبات . وعلى ذلك فإن منع اللبن من التلوث بالميكروبات والحد منها وإبادتها عوامل هامة فى إنتاج لبن جيد الصفات ، ويتخذ عدد الميكروبات باللبن معياراً لجودته كلما زاد عدد الميكروبات كلما قلت قيمته وتحتاج الميكروبات لكل المكونات التى توجد باللبن لذا فهو يعتبر بيئة غذائية صالحة لكل الكائنات الحية الدقيقة .

المحتوى البكتيرى *Bacterial content*

عند إفراز اللبن من حيوان سليم يكون خاليا من الميكروبات وفى الضرع يتسرب إلى اللبن عدد من البكتريا الموجودة فى قناة الحلمة Teat canal يتراوح ما بين ٥٠٠ – ١٠٠٠ ميكروب لكل سم^3 لبن ، وهى غير ممرضة من الأجناس التالية:

Micrococcus, Streptococcus, Corynebacterium bovis

أما إذا كان الحيوان مريضاً أو مصاباً بالتهاب الضرع فإن عدد الميكروبات باللبن يزيد زيادة كبيرة وقد يحتوى على ميكروبات ممرضة . وبعد نزول اللبن من الضرع يتعرض للتلوث من مصادر عديدة منذ حلبة حتى استهلاكه بكثير من البكتريا والخمائر والفطريات غير أنه بالنسبة لمكونات الألبان وظروف تداولها فإن البكتريا هى التى يتهيأ لها ظروف النمو والتكاثر فتسود وأهم أنواع البكتريا الموجودة باللبن هى بكتريا حمض اللاكتيك وبكتريا مجموعة القولون وبعض أنواع من جنس Clostridium أما البكتريا المحللة للدهون والبروتين وغيرها فتكون أقل أهمية .

أولا : بكتريا حمض اللاكتيك ***Lactic acid bacteria***

هى مجموعة من البكتريا تتبع عائلة **Lactobacillaceae** وهى إما كروية أو عصوية ، موجبة لصبغة جرام ، غير متجرثمة ، غير متحركة ، سالبة لاختبار الكتاليز تحتاج فى نموها لكميات قليلة من الأكسجين وتمتاز بأنها تحلل سكر اللاكتوز بواسطة التخمير اللاكتيكى وتنتج أساسا حامض لاكتيك .

$$\underset{\text{لاكتوز}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{LACTASE} \underset{\text{جلوكوز}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{جالاكتوز}}{C_6H_{12}O_6}$$

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow \underset{\text{حمض بيروفيك Pyruvic}}{CH_3 - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - COOH}$$

$$\underset{\text{حمض اللاكتيك}}{CH_3 - \overset{OH}{\overset{|}{C}}H - COOH} \xleftarrow{\text{Lactic Dehydrogenase}} CH_3 - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - COOH$$

أى أن سكر اللاكتوز يتحلل بواسطة انزيم **Lactase** إلى جلوكوز وجالاكتوز ثم تحدث عملية فسفرة السكر الاحادى حسب نظام التحلل الجليكولى ، ويتكون حمض البيروفيك كمركب وسطى وهذا يختزل إلى حمض لاكتيك بواسطة إنزيم **Lactic dehydrogenase** وقرين الانزيم DPN المختزل . وبكتريا حمض اللاكتيك إما أن يكون:

١- **Homofermentative** أى أنها تحلل أكثر من ٩٠% من سكر اللاكتوز إلى حمض لاكتيك مع إنتاج كميات ضئيلة من حمض الخليك ، ك أ٢ والمركبات الأخرى .

٢- **Heterofermentative** تعطى بالإضافة إلى حامض اللاكتيك المتكون كميات محسوسة من الأحماض والكحولات والغازات .

والأنواع التى تتبع القسم الأول هى التى تسود فى اللبن تحت الظروف العادية وهى تستطيع النمو ما بين ٢٠-٤٠م وهى المسئولة عن حموضة اللبن وعن

صناعة المنتجات اللبنية وتصل بكتريا حمض اللاكتيك إلى اللبن من جلد الحيوان وجو الإسطبل والأتربة والأدوات وأهم أنواعها .

١- *St. lactis* ميكروب كروى يهلك بالبسترة ويعتبر من أهم الميكروبات التى توجد فى اللبن ويسبب حموضة اللبن الخام ويستعمل فى صناعة الألبان المتخمرة كالزبادى .

٢-*St.thermophilus* ميكروب كروى لا يهلك بالبسترة ويستطيع النمو على درجة حرارة عالية ٥٣م ولذلك فهو يستخدم فى المنتجات اللبنية التى تحتاج لدرجة حرارة عالية مثل الجبن السويسرى .

٣-*Lact. casei* عصوى يهلك بالبسترة ويوجد فى اللبن الخام وهو هام فى صناعة جبن شيدر .

٤-*Lact. bulgaricus* عصوى يهلك بالبسترة ويفضل درجة حرارة أعلى من الميكروب السابق ويستعمل فى تحضير الألبان المتخمرة كالزبادى .

ثانيا : بكتريا القولون ***Coliform bacteria***

وأهمها *E. coli ,Enterobacter aerogenes* وهى تحلل سكر اللاكتوز وتكون أحماض مثل اللاكتيك ، خليك ، فروميك ، وغازات مثل ك أ، ، يد، بالإضافة إلى تكوين روائح غير مقبولة قذرة وطعماً مراً فى اللبن لتكون حامض الفروميك ومكروب Enterobacter aerogenes يكون حامضاً أقل وغازات أكثر عن ميكروب *E. coli*

ووجود هذه الميكروبات فى اللبن أو منتجاته غير مرغوب فيه وتصل هذه الميكروبات إلى اللبن عن طريق الروث والأتربة ومواد العلف .

وتوجد أيضا البكتريا الممرضة Pathogenic bacteria تحت ظروف خاصة قد تصل البكتيريا الممرضة إلى اللبن وهى تنمو بسرعة على درجة ٣٠-٤٠م وبذلك يصبح اللبن مصدراً للتلوث بهذه الميكروبات من أمثلتها الميكروبات المسببة للحمى التيفودية والتسمم بالسالمونيلا والحمى المالطية والتهابات الزور والحمى القرمزية .

ثالثاً البكتريا اللاهوائية *Amaerobic bacteria*

وتتمثل فى جنس Clostridium وهى بكتيريا متجرثمة تنتج غازات وطعم غير مرغوب فى المنتجات اللبنية وهى حسب نوعها فهى إما أن تحلل البروتينات أو تحلل السكريات الموجودة فى اللبن وفى الحالة الأخيرة فإنها تكون غازات بكمية كبيرة (ك أ ، + يد ،) مسببة تخمراً عاصفياً Stormy fermentation إذ أن الغاز المتكون يجزىء الخثرة إلى قطع صغيرة ووجودها غير مرغوب فيه ومصدرها التربة والأتربة .

التغيرات البكتيرية فى اللبن *Bacterial change in milk*

معظم التغيرات التى تحدث فى اللبن على درجات حرارة مختلفة تكون نتيجة لفعل الميكروبات فتحدث تغيرات فى اللون والطعم والرائحة والشكل والقوام ويمكن معرفة هذه التغيرات بالتذوق وبالرائحة وتتوقف هذه التغيرات على الظروف المحيطة باللبن حيث أن درجة الحرارة وطول المدة التى يحفظ عندها اللبن يؤثران على نوع وعدد الميكروبات الموجودة وبالتالى نوع الفساد الذى قد يحدث .

١- عند درجة الحرارة المنخفضة (٥م) فإن نشاط البكتريا المنتجة للحموضة يقف ولا يستطيع النمو وبذلك تنشط البكتريا المحللة للبروتين وكذلك يغلى اللبن فإن البكتريا المنتجة للأحماض تموت وتبقى جراثيم البكتريا المحللة للبروتين وبذلك يصبح المجال مفتوحاً للنمو والنشاط حتى فى درجات الحرارة العالية .

٢- فى درجة الحرارة التى تعلو التجمد مباشرة تنشط البكتريا المحبة للبرودة من الأنواع المحللة للبروتين مثل *Pseudomonas spp* مسببة مرارة وطعم غير مقبول دون حدوث أى تغير ظاهرى .

٣- إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى ١٥م تنشط عندها بكتريا *Sireptococcus lactis* والأنواع المشابهة منتجة حامضاً يسبب تجبن اللبن وفوق هذه الدرجة أيضاً تنمو *Enterobacter spp* .

٤- عند درجة حرارة ٣٧م تنمو جيداً بكتريا القولون في حين يقف معظم أنواع Streptococcus spp عن النمو ولكن Str. thermophillus وأنواع من Lactobacillus spp تستطيع أن تنمو جيداً عند هذه الدرجة وأوقاتها ويسمى تسود والنشط .

٥- عند درجة ٤٥ – ٥٠م تسود أنواع بكتريا حامض اللاكتيك التي تستطيع النمو على درجة حرارة مرتفعة منتجة حامضاً وسببة تجبن اللبن .

٦- عند درجة ٥٥ – ٦٠م تنمو الأنواع المحبة للحرارة المرتفعة وبالتسمية للبكتريا المنتجة للأحماض فإنه إذا كانت الظروف ملائمة لنموها فإنها تحد من البكتريا المحللة للبروتين والدهون عند درجة الحرارة العادية .

مصادر تلوث اللبن *Sources of milk contamination*

١- داخل الضرع *Interior of udder*

تستطيع البكتريا أن تنمو داخل الحلمة عن أي منطقة أخرى بالضرع وفي كلها ميكروبات غير ممرضة ويفضل التخلص من الجزء الأول عند الحلب لاحتوائه على عدد أكبر من الميكروبات وإذا كان الضرع مصاباً بالتهاب الضرع فسوف تسود البكتريا باللبن يزيد كثيراً وفي هذه الحالة يحتوي اللبن على كمية كبيرة من الدرات الدم البيضاء وبكتريا ممرضة للإنسان ومن البكتريا الممرضة التي تنتقل من ضرع الحيوان المصاب إلى اللبن بكتريا السل والحمى المالطية والتهاب الضرع لذلك فإن الحيوانات المريضة يجب أن تعزل عن باقي القطيع خوفاً من انتشار المرض .

٢- جلد وشعر الحيوان *Skin and hides*

الأتربة والروث التي على الجلد والشعر تلوث اللبن عند حلبه إذا سقطت فيه لذلك يجب حلق شعر الضرع وتنظيف الحيوان قبل الحلب ويحمل من هذا التلوث من بكتريا القولون مع احتمال التلوث بميكروبات ممرضة .

٣- جو الاسطبل *Barn air*

يجب تجنب العوامل المثيرة للكتريا داخل الاسطبل أثناء الحلب كما يجب إبعاد التبن عن اللبن باستمرار حيث أنه مصدر خطير لنقل الميكروبات إلى اللبن وخاصة الممرضة .

٤- الحلاب

يجب أن يكون الحلاب أو القائم على عملية الحليب سليماً صحياً وأيديه نظيفة جافة عند إجراء عملية الحلب Milking .

٥- أوانى الحليب

وهى من أهم مصادر التلوث لذلك يجب أن تكون من نوع جيد غير قابلة للصدأ نظيفة ويتضمن ذلك غسلها جيداً ومعالجتها بالمحاليل المطهرة وتجفيفها ، وإلا تصبح مصدراً خطيراً للتلوث . وكذلك فإن باقى أدوات المعمل وأوانيه وآلات الحليب يجب أن تكون نظيفة والبكتريا التى تسود فى الأوانى هى بكتيريا حمض اللاكتيك *Str. Lactis* وبكتريا القولون ، والبكتريا المقاومة للحرارة التى تعيش بعد البسترة ، والبكتريا المحبة للحرارة المرتفعة والمتجرثمة . ويتجنب مصادر التلوث السابقة أثناء عملية الحليب ، فإنه يمكن أن يخفض عدد البكتريا فى اللبن بما يزيد عن ٧٥% .

عمليات ما بعد الحلب *Post milking*

١- تبريد اللبن *Cooling*

عقب عملية الحليب يبرد اللبن مباشرة من ٤ إلى ١٠ْم لإيقاف نمو وتكاثر البكتريا الموجودة به ، درجة الحرارة هذه يجب المحافظة عليها سواء عند نقله أو أثناء التخزين فى المصنع أو فى محلات البيع أو فى المنازل لحين الاستهلاك .

٢- بسترة اللبن *Pasteurization*

وهى من أفضل طرق حفظ اللبن ، نظراً لأنها تحافظ على مكوناته الغذائية وخصوصاً الفيتامينات والكالسيوم ولا تؤدى إلى تغيير يذكر فى طعم ومظهر اللبن . وتتم عملية البسترة بتسخين اللبن لدرجة أقل من الغليان حيث يتم القضاء على حوالى من ٩٠ – ٩٩% من البكتريا الحية الموجودة ويتضمن ذلك القضاء على أغلب الميكروبات المفسدة وكل الميكروبات الممرضة التى من بينها ميكروب السل *Mycobacterium tuberculosis* وهو أشد الميكروبات الممرضة مقاومة للحرارة فهو يموت عند درجة ٦٠ْم لمدة ١٥ دقيقة وعلى ٦١,١ لمدة ١٠ دقائق ، ويبقى به

البسترة بعض الميكروبات وهى غير ممرضة ولكن وجودها يدل على عدم جودة تنظيف أدوات وأوانى أجهزة الحليب ومن الميكروبات المتبقية :

1. *Thermoduric lactics as Str. thermophilus, str. faecalis L. thermophilus, L. bulgaricus .*
2. *Thermoduric Micrococcus*
3. *Sporeformers as : B. cereus, B. subtilis, B. coagulans, Cl. sporogenes, Cl. butyricum .*

والبسترة طريقتان الأولى الطريقة البطيئة وفيها يعامل اللبن على درجة ٦١,٧م لمدة ٢/١ ساعة أما الطريقة السريعة يعامل فيها اللبن على درجة ٧٢,١م لمدة ١٥ ثانية أو على درجة حرارة ٨٨,٤م لمدة ثانية واحدة .

والبسترة تطيل مدة حفظ اللبن ، إذا ما حفظ اللبن النظيف بعد بسترته على درجة حرارة منخفضة ٤ – ٥م فإن عدد الميكروبات لا يتغير به كثيراً لمدة أسبوع أما إذا كان اللبن غير نظيف وبستر فإن عدداً كبيراً من الميكروبات يعيش بعد البسترة وينمو ويتكاثر ولو ببطء على درجة الحرارة المنخفضة – وعقب البسترة يبرد اللبن ثم يعبأ فى زجاجات نظيفة معقمة . ويجب المحافظة على اللبن من إعادة تلوثه بعد البسترة من العمال أو الأدوات أو الذباب ومن أهم أسباب فساد اللبن المبستر المحفوظ على درجة حرارة منخفضة هى البكتريا المحبة للبرودة .

اختبار كفاءة البسترة *Efficiency of pasteurization*

يتم هذا الاختبار بواسطة تقدير الفوسفاتيز Phosphatase Test والفوسفاتيز إنزيم يفصل الفوسفات من مركبات الفوسفات وهو موجود فى اللبن ويصل إليه من أنسجة الحيوان والغدد الثديية . وهذا الإنزيم يفقد بالبسترة لذلك فهو لا يوجد فى اللبن المبستر .

ولإجراء الاختبار يضاف جزء من اللبن المراد اختباره إلى محلول منظم من بيكربونات الصوديوم مع صودا كاوية ومادة فوسفاتية هى داى صوديوم فينيل فوسفات – يحضن الخليط فإذا كان الإنزيم موجوداً فإنه يحلل المادة الفوسفاتية ويخرج منها الفينول والفوسفات . ويكشف عن الفينول المتكون بمادة 2,6 Dibromo-

quinone-chloroimide واسمه التجارى Boc فإذا تكون لون أزرق من الأندوفينول دل ذلك على وجود الفينول وبالتالى يدل على وجود إنزيم الفوسفاتيز وعدم كفاءة البسترة .

جودة اللبن *Quality of milk*

يشترط فى اللبن الجيد أن يكون ذو قيمة غذائية عالية وأن تكون فترة حفظه طويلة وله طعم ورائحة مرغوب فيها وأن يكون نظيفاً مأموناً للشرب وتقل جودة اللبن بسبب نمو الميكروبات فيه ، ولذلك تتخذ الأعداد العالية من البكتريا الموجودة فى اللبن دليلاً على سوء الإنتاج والتداول واحتمال التلوث بميكروبات ممرضة .

ويقدر عدد البكتريا فى اللبن بطريقة الأطباق وهى الأكثر شيوعاً أو بطريقة العد المباشر بالميكروسكوب أو بسرعة تكون الحامض أو باختبار اختزال لون أزرق الميثيلين .

يحتوى اللبن عند خروجه من ضرع الحيوانات على أعداد قليلة جداً من الميكروبات إذا كانت تلك الحيوانات سليمة صحياً ولا تستطيع هذه البكتريا القليلة فى العادة أن تنمو جيداً فى اللبن تحت الظروف العادية . ولكن يتعرض اللبن للتلوث بعد الحليب من أجزاء الضرع الخارجية وخصوصاً إذا كان غير معتنى بنظافتها أو بأجزاء التربة والسماد التى تكون موجودة فى فرشة الحيوانات ومنتشرة فى جو الإسطبل وخصوصاً إذا كان متربا ويقل عدد الميكروبات التى تصل إلى اللبن إذا كنت الحلابة آليا بواسطة الماكينات وليس باليد ويقل عدد الميكروبات إذا كان الحيوان معتنى به بانتظام والضرع مغسول بالماء أو بمحلول مطهر وكلما أبعدت الحيوانات عن الأماكن التى بها مياه راكدة أو موحلة .

والمصدر الثانى للتلوث هو أدوات الحلابة نفسها مثل ماكينة الحلب والقسط والأحواض والمواسير والمبردات وإذا لم يتم نظافتها جيداً وتطهيرها فإنها تصبح مصدراً خطيراً للتلوث . وإذا لم يتم تجفيف الأقساط التى يعبأ فيها اللبن على سبيل المثال فإن الميكروبات تتكاثر فى المتبقى الجاف وتصبح مصدر عدوى للبن الحليب

وتشمل هذه الميكروبات بكتريا حمض اللاكتيك – بكتريا القولون – البكتريا المحبة للبرودة – البكتريا السالبة لجرام – البكتريا المقاومة للحرارة والعصويات والبريفيبكتريا Brevibacteria .

أما بقية مصادر التلوث فهى الحلاب وملابسه ووسائل النقل وعمال المصانع والذباب والصراصير وهم عادة يضيفون قليلاً من الأعداد ولكنها قد تكون ممرضة وفى هذا مصدر الخطر . وتستخدم بعض المواد مثل مركبات الأمونيوم الرباعية والهيبوكلوريت فى أعمال النظافة ولكن تشجع المادة الأولى نمو الميكروبات السالبة لجرام والثانية نمو الميكروبات الموجبة لجرام ويمكن أن يتعرض أى منتج آخر من منتجات اللبن إلى التلوث إضافة إلى التلوث الذى حدث أصلاً فى اللبن الخام .

فالزبد يمكن أن يضاف إليه تلوث جديد من ماكينات الخض أو من ماء الغسيل أو من القشدة القديمة أو من ماكينات التقطيع أو التغليف واللبن الجاف يمكن أن يتلوث عند التعبئة وكذلك اللبن المكثف المحلى من ماكينات الإعداد ويمكن أن تتلوث الجبن من الهواء وأحواض التمليح والرفوف وأماكن التعبئة والتغليف ، والآيس كريم عن طريق الإضافات . ويمكن أن تزيد أعداد الميكروبات التى تلوث اللبن ومنتجاته بنموها فيها إذا لم تحفظ فى جو يمنع نمو هذه الميكروبات .

أنواع الفساد *Types of spoilage*

يعتبر اللبن بيئة ممتازة لنمو الميكروبات نتيجة احتوائه على جميع المواد الغذائية اللازمة لنموها ولقرب الـ PH فيه من التعادل وهو يحتوى على نسبة عالية من الرطوبة ومواد الطاقة مثل اللاكتوز والدهن والسترات والمركبات النتروجينية فى صورة بروتينات وأحماض أمينية وأمونيا ويوريا ومواد معدنية . وتوجد باللبن الناتج حديثاً بعض المواد المثبطة مثل اللاكتوبيروكسيديز والأجلوتينات ولكنها سرعان ما يبطل مفعولها . ونظراً لوجود سكريات باللبن قابلة للتخمير بواسطة البكتريا فإن التخمير الحامضى فى اللبن هو المحتمل تحت الظروف العادية ولكن تحللات أخرى يمكن أن تتم إذا لم تتوفر الظروف المناسبة للتخمير الحامضى .

إنتاج حامض *Acid production*

إذا حمض اللبن فإنه يعتبر فاسداً بالرغم من أن التخمر اللاكتيكى الحامضى يستخدم فى صناعة منتجات ألبان كثيرة مثل الجبن والزبادى ، والمظهر الذى يصحب الحموضة طعم لاذع وتخثر فى محتويات اللبن ليعطى خثرة صلبة أشبه بالجيلى أو خثرة ضعيفة تفقد الشرش بسهولة . والتخمر اللاكتيكى هو التخمر المحتمل فى اللبن المحفوظ على درجة حرارة الغرفة وهو نوعان المتجانس والمختلط . وفى اللبن الخام على درجة ١٠ – ٣٧م تقوم ميكروبات *Streptococcus lactis* أساساً بإحداث تخمر من النوع المتجانس وتكوين الحموضة ويمكن أن تنمو معها ميكروبات القولون و Micrococcus, Lactobacillus . أما على درجات الحرارة المرتفعة من ٣٧ – ٤٥م فإن ميكروب *Str. faecalis , Str. thermophilus* ينتجان حوالى ١% من الحامض يتبع ذلك نمو مثل *L. bulgaricus* Lactobacilli, .

أما أعلى من ٤٥م فإن البكتريا المحبة للحرارة يمكنها النمو مثل *L.thermophilus, Bacillus sp* أما الألبان المحفوظة قريبا من الصفر فإن تكون الحموضة يكون قليلا . إلا أنه عند هذه الدرجة يحدث فساد من نوع أخر نتيجة تحلل البروتين . ويمكن أن ينتج أحماض أخرى مثل حمض البيوتيريك نتيجة نمو ميكروبات *Clostridium sp* تحت ظروف تثبيط نمو ميكروبات التخمر اللاكتيكى الطبيعى . هذا كما هو الحال فى اللبن المعامل بالحرارة بحيث تقتل فيه جميع الخلايا الخضرية ولا تبقى فيه سوى جراثيم بعض البكتريا ومنها Clostridium فإنه يتم فيه تخمر بيوتيرى ينتج حمض البيوتيريك مع غازات الهيدروجين وك أ٢ .

إنتاج الغاز *Gas production*

يصحب إنتاج الغازات فى العادة تكون الأحماض وهو غير مرغوب فيه سواء فى اللبن أو منتجاته . أهم البكتريا المنتجة للغازات هى ميكروبات القولون وبعض Yeast Bacillus Clostridum المختلط . ويمكن ملاحظة إنتاج الغاز فى اللبن بظهور الرغاوى على سطح اللبن إذا كان

سائلا أو على شكل فقاعات محبوسة داخل الخثرة إذا كان اللبن متجبناً . ويمكن أن تكون الخثرة كلها مرفوعة إلى أعلى أو منسلخة في حالة التخمر المصحف Stormy fermentation . واحتمال تكوين الغازات في اللبن ونوع الميكروبات المسبب لتكون الغاز يتوقف على نوع المعاملة السابقة للبن ودرجة الحرارة المحفوظ عليها .

فمثلا في اللبن الخام من درجة الصفر وحتى ٣٧م يكون لبكتريا القولون النصيب الأوفر في التخمير وتكوين الغاز لأنها تستطيع أن تنافس البكتريا المنتجة للحموضة . وتستطيع البكتريا المختلطة التخمير أن تنتج غازات أيضاً على هذه الدرجة ولكنه غير كاف للاستدلال عليه . أما الخمائر وهي القادرة على تخمير سكر اللاكتوز وإنتاج الغازات فهي عادة ما تكون غير موجودة أو موجودة بنسبة ضئيلة ولا تستطيع التنافس مع بقية البكتريا ، وهي في بعض الأحيان تكون غازات في الشدة التي تجمع بالنظام في المزارع والتي تتعرض للحموضة حيث تشجع الحموضة نمو الخمائر .

أما Bacillus, Clostridium المنتجين للغازات فهما لا ينموان في حرارة الثلاجة ولا يتنافسان مع البكتريا المنتجة للأحماض حتى على الدرجات العالية ولكن إذا كانت الميكروبات المنتجة للأحماض غائبة أو غير نشطة وذلك في اللبن المبستر أو المعامل على درجة حرارة أعلى حيث تقتل الميكروبات المنتجة للأحماض أساسا فإن جراثيم Bacillus, Clostridium تنمو وتكون الغازات وهي تضر بصناعة الجبن ، أما البكتريا المنتجة لحمض البروبيونيك فهي عادة غير نشطة في اللبن .

تحلل البروتين *Proteolysis*

يصحب تحلل البروتين في اللبن تكون طعم مر نتيجة لتكون الببتيدات . ويتم تحلل البروتين عند درجات الحرارة المنخفضة بصورة أفضل أو عند قتل الميكروبات المنتجة للأحماض بالحرارة أو عند استهلاك الحمض المتكون في اللبن بواسطة الفطريات والخمائر السطحية أو عند معادلة الأحماض بواسطة منتجات أخرى .

وهناك أنواع لهذا التحلل هي :

١- التحلل الحامضى : وفيه يتم تحلل البروتين وتكون الأحماض فى نفس الوقت.
٢- التحلل مع نسبة ضئيلة من الحموضة أو تكون قلوية .
٣- التخثر الحلو : الذى تتسبب فيه إنزيمات بكتيرية شبيهة بالرينين .
٤- التحلل البطئ : بواسطة الإنزيمات الداخلية للبكتريا بعد تحللها .

ويتكون فى النوع الأول خثرة منكمشة مصحوبة بطرد كثير من الشرش ثم يعقب ذلك هضم بطئ للخثرة وتقل كثافتها وتزداد شفافيتها ، ويمكن لبعض أنواع البكتريا أن تذيبها إذابة كاملة . وأحياناً تنفصل الخثرة إلى جسيمات صغيرة تنكمش بحيث تبدو ضئيلة وسط الشرش الكثير . وتحلل البروتين الحامضى يمكن أن يتسبب بواسطة ميكروبات Micrococcus وبعضها ينمو فى ضرع الأبقار ويسبب تلف اللبن الناتج بطريقة غير نظيفة .

وهناك أنواع أخرى مثل كرويات القولون المسيلة للبروتين مثل *Streptococcus faecalis var. Liquifaciens* وهو مقاوم للحرارة ويمكن أن يسبب تحلل البروتين فى اللبن المبستر وهناك أيضاً جراثيم بعض أنواع Bacillus التى تبقى بعد البسترة أو حرارة أعلى منها وتسبب الفساد وهى عصويات ميكروب *Bacillus cereus* .

أما تحليل البروتين بواسطة البكتريا التى لا تستطيع تخمير اللاكتوز فهو يتم فى مجال واسع ابتداء من التحليل البسيط الذى لا يستدل عليه إلا كيماوياً حتى التحلل التام الذى سبق أن أشرنا إليه سابقاً حيث تتكون كمية ضئيلة من الأحماض أو لا تتكون مطلقاً وفى الحقيقة يتحول اللبن إلى القلوية مع الوقت نتيجة منتجات تحلل البروتين ومعظم هذه البكتريا تخثر اللبن تخثراً حلواً بإنزيمات الرينين قبل هضم الكازين والبعض الآخر يحلله مائياً بسرعة حتى أنه لا يستدل على تكون خثرة بحيث يتبقى سائل رائق تماماً بدون أى أثر للكازين وبعض هذه الميكروبات النشطة فى هضم الكازين توجد بين أجناس Serratia, Micrococcus, Alcaligenes, Achromobacter, Flavobacterium, Proteus, Pseudomonas وكلها أجناس بكتيرية غير متجرثمة . ومن الواضح أنه من بين هذه الأجناس من يمكنه

النمو فى ظروف الحرارة المنخفضة مثل Pseudomonas, Flavobacterium, Micrococcus وبالتالى يتكون الطعم المر فى اللبن المحفوظ فى الثلاجة نتيجة تحلل البروتين . ولا يوجد من بين هذه البكتريا التى تعيش فى جو التبريد إلا بعض أنواع Micrococcus ، ولذا فإن فساد اللبن المبستر فى الثلاجة يمكن أن يتم بواسطتها . وأما الأنواع المتجرثمة مثل Bacillus Clostridium والتى تنبقى بعد البسترة فهى لا تنمو فى جو الثلاجة وهى فى الجو العادى لا تستطيع التنافس مع البكتريا المنتجة للأحماض ولا تقوم بدورها إلا فى اللبن المعامل بالحرارة الذى تم فيه قتل البكتريا المنتجة للأحماض . أما التحلل البطئ بواسطة الإنزيمات الداخلية بعد تحللها فليس له وجود فى اللبن تحت الظروف العادية ولكن يمكن حدوثه إذا سمحت المدة بذلك أى بعد وقت طويل كما فى عملية تمليح الجبن .

اللبن المطاط *Roby milk*

ويحدث القوام المطاط أو اللزج فى اللبن والقشدة والشرش وهذا يمكن أن يكون طبيعياً إذا كان اللبن من حيوانات مصابة بالتهاب الضرع ، أو إذا كانت القشدة سميكة على سبيل المثال عند قمة الزجاجة ، أو فى الفيلم السطحى المكون من الكازين أو اللاكتو البيومين أثناء التبريد .

أما القوام اللزج أو المطاط والذى ينشأ بفعل البكتريا فإنه يتكون من مواد الكربوهيدرات اللزج الذى يحيط بالخلايا البكتيرية وينشأ عادة فى درجات الحرارة المنخفضة ويقل القوام المطاط اللزج كلما زادت الحموضة وهناك نوعان من هذا القوام اللزج أحدهما ينشأ عند السطح والآخر ينشأ فى كل الكمية وينشأ الأول غالبا نتيجة نمو ميكروبات *Alcaligenes, viscolactis* وهو متحمل للبرودة وينمو جيدا على ، أم وكذلك ميكروب Micrococcus وهو مقاوم للحرارة . أما النوع الثانى من اللزوجة فيتكون من أنواع كثيرة من الميكروبات مثل بكتريا القولون *Enterobacter* والقوام اللزج من هذه البكتريا يكون قريباً من *Enterobacter cloaca, aerogenes* السطح وتقوم بهذا كذلك ميكروبات *Streptococcus lactis* *Streptococcus* وكذلك بعض *cremoris* ، *L. plantarum, lactobacillus casei, L. bulgaricus* البكتريا المنتجة للقلويات وينشط نمو هذه البكتريا بالحموضة .

ج) الحمى المالطية (المتقطعة) *Malta fever*

ويعتبر مرض الـ Brucellosis من الأمراض الخطيرة التى تصل للإنسان عن طريق اللبن ويسببه ميكروب *Brucella abortus* وكذلك ميكروب *Brucella melitensis* حيث توجد بالماشية والخنازير والماعز ويسبب ميكروب *B.abortus* مرض الإجهاض فى الماشية مما يسبب خسائر فى الثروة الحيوانية .

د- التسمم بالسلمونيلا *Salmonellosis*

وتسببه أنواع من جنس Salmonella التى تصيب الحيوان وقد تصل اللبن من البول والروث وكذلك اللحم المصاب وهذا يسبب للإنسان تسمم غذائى وقد حدث فى إحدى السنوات انتشار وباء التيفود فى أيرلندا بانجلترا خلال تناول الناس لحوم باردة ملوثة بالميكروب المسبب *Salmonella typhi* وقد وصل الميكروب للحم من آلة التقطيع حيث تكاثر الميكروب وجرى المرض مجراه ثم أدى إلى الحمى والقىء والإسهال وغير ذلك من الأعراض المعروفة لهذا التسمم كما سبق ذكره .

٢- أمراض تنتقل من الإنسان المصاب إلى اللبن

وهذه الأمراض تنتقل ثانياً إلى الإنسان مرة أخرى أى أن اللبن يعتبر عاملاً نقل من إنسان مريض إلى آخر سليم وهذه الأمراض مثل الحمى التيفوية والكوليرا والدوسنتاريا والدفتريا (الخناق) والتهاب الزور المعدى وكذلك مرض السل وتسمى هذه الأمراض Zoonotic diseases .