الفصل السابع

ميكروبيولوجيا الألبان

- اللبن الخام كبيئة غذائية
- محتوى اللبن من الميكروبات
- تلوث اللبن
- بكتريا حامض اللاكتيك
- أنواع البكيريا الأخرى الموجودة باللبن
- درجات اللبن
- تأثير درجات الحرارة على ميكروبات اللبن
- العمليات التى يتعرض لها اللبن بعد حلبيه
  - التبريد
  - البسترة
  - تعقيم اللبن
- فساد اللبن
- الأمراض التى تنتقل عن طريق اللبن
- التسممات الغذائية التى 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
- المراجـع

الفصـــل السابـــع

ميكـروبيولوجيـــا الألبـــان
Dairy Microbiology

اللبن الخـام (الحليب) كبيئة غذائية

يتكون اللبن بالغدد الثديية بضرع الحيوان . وهو يحتوى على جميع العناصر الغذائية اللازمة للنمو . لذلك ، فهو بيئة غذائية ، صالحة لنمو وتكاثر الكثير من الميكروبـات ، حيث يحتـــوى اللبن ، فى المتوسط ، على ٨٧,- ٪ ماء ، ٥,- ٪ سكر لاكتوز ، ٣,- ٪ بروتين (كالكازين والألبيومين)، ٣,٥٪ دهن ، بالإضافة إلى حوالى ١,-٪ أملاح معدنية ، وبعض الفيتامينات مثل A , D , E , 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 ، عدد من الميكروبات من فتحة الحلمة ، تتراوح 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 .

تلـــوث 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 ، الأدوات والأوانى المستعملة ، الحلابين ، متداولى اللبن ، وطرق المعاملة والتخزين عقب الحليب .

من ذلك 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 ، هى : بكتريا حامض اللاكتيك ، بكتريا مجموعة القولون ، الأنواع المحللة للدهون والبروتين ، والكلوستريديوم . وتصل هذه الميكروبات إلى اللبن ، من جلد الحيوان ، والأتربة ، والأعـلاف ، والروث ، والمياه الملوثة بالمجارى ، والأوانى .

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

بكتريا حامض اللاكتيك

بكتريا حامض اللاكتيك ، موجبة لصبغة جرام ، غير متجرثمة ، غير متحركة ، سالبه 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 .

تحلل بكتريا حامض اللاكتيك ، سكر اللاكتوز ، وتحوله إلى حامض لاكتيك ، وهو حامض غيـــر متطاير ، ذو ثلاث ذرات كربون ، وقد يسمى α - hydroxy propionic acid ، ويتكون حسب المعادلة العامـــة التاليـــة

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{Lactase}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{metabolic Pathways}}$$

Lactose glucose galactose

$$\longrightarrow CH_3 - CO - COOH \xrightarrow[NADH, H^+]{\text{Dehydrogenase}} CH_3 - CHOH - COOH$$

Pyruvic Lactic

قـــد تكـــون بكتـريـــا حـامض اللاكتيـك ، متجـانســة التخمر Homo-fermentative ، مثل كل الأنواع التابعة لجنس Streptococcus . وفي هذه الحالة ، فإن الناتج النهائي من تحليل سكر اللاكتوز ، هو حامض اللاكتيك، حيث يتحول أكثر من ٩٠٪ من سكر اللاكتوز ، إلى حامض لاكتيك.

وقد تكون البكتريا خليطة التخمـــر Hetero-fermentative ، كبعض الأنواع التابعة لجنس Lactobacillus ، مثل L. fermenti ، L. brevis . وفي هذه الحالة ، فإنه بالإضافة إلى حامض اللاكتيك المتكون ، فإن هذه البكتريا تكون من سكر اللاكتوز ، كمياتا محسوسة أيضا من الأحماض ، كالخليك ، والكحولات ، كالإيثانول ، وغازات ، مثل ثاني أكسيد الكربون ، وبعض المكونات الأخرى .

التقسيم السيرولوجي والفسيولوجي لبكتريا جنس Streptococcus

تفرز بكتريا Streptococcus ، سكريات معقدة ، وبروتينات ، تختلف باختلاف الأنواع المختلفة . وقد اتخذت Lancefield, 1933 ، هذه الإختلافات كـأســـاس للتقسيـم السيرولـوجي ، للتمييـز بين الأنـواع التابعة لجنس Streptococcus ، وبذلك ، قسمتها إلى ١٣ مجموعة ، رتبت تبعا للحروف الأبجدية A . B . C ... O (جدول ٧ - ١) .

جـدول ٧-١ : مميزات جنس Streptococcus

المجموعة الفسيولوجية (Sherman, 1937)	اسم الميكروب	تحليل الدم	النمو عند درجة (°م)		المجموعة السيريولوجية (Lancefield, 1933)	ملاحظـــات
			١٠	٤٥		
القيحية Pyogenic	S. agalactiae	بيتا	—	—	B	غيـر ممرضـة للإنسـان ، ممرضة للحيوان
	S. pyogenes	بيتا	—	—	A , E , F , G	ممرضة للإنسان والحيوان
المحبة للحرارة Viridans	S. thermophilus	الفا	—	+	D	تستعمل فى الصناعات اللبنية ، وبعضها يفسد اللبن
	S. bovis	الفا	—	+	D	تلوث اللبن من لعاب البقرة، والأسعدة والروث
اللبنية Lactic	S. lactis	غير محلله للدم	+	—	N	مهمة فى الألبان ، تنتـج Nisin
	S. cremoris	غير محلله للدم	+	—	N	مهمة فى الألبان ، لاتنتج Nisin
المعوية Enterococci	S. faecalis	الفا ، بيتا	+	+	D	تسبب فساد اللبن
	S. durans	الفا ، بيتا	+	+	D	تسبب فساد اللبن

أما بالنسبة للتقسيم الفسيولوجى ، لأنواع هذا الجنس ، فإن ذلك ، يعتمد على مجموعة من الإختبارات ، اهمها القدرة على النمو عند درجة ١٠°م و ٤٥°م ، وتحليل كرات الدم الحمراء Blood hemolysis فى بيئة آجار 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 ، هى

Pyogenic , Viridans , Lactic , Enterococci

بكتريا حامض اللاكتيك السائدة باللبن

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

من أنواع بكتريا حامض اللاكتيك ، متجانسة التخمر ، الهامة فى 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

بكتريا جنس Leuconostoc

البكتريا التابعة لهذا الجنس ، كروية ، فى أزواج أو سلاسل ، موجبة لصبغة جرام ، غير متجرثمة ، غير متحركة ، سالبة لإختبار الكاتالين ، وهى تعتبر من بكتريا حامض اللاكتيك ، خليطة التخمر .

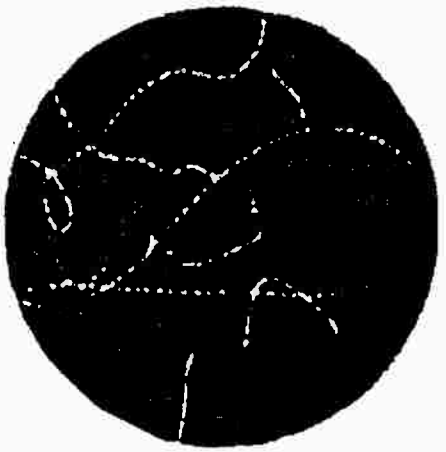
وهى ، تخمر حامض الستريك الموجود باللبن ، فتتكون بذلك ، المواد المكسبة للطعم والنكهه ، بالمنتجات اللبنية ، ولذلك تسمى بكتريا اللوكونوستك ، بالبكتريا المنتجة للنكهة Aroma - producing bacteria . وفى بعض الحالات قد تسبب هذه البكتريا لزوجة فى اللبن .

ومن أهم أفراد هذا الجنس ، فى الصناعات اللبنية

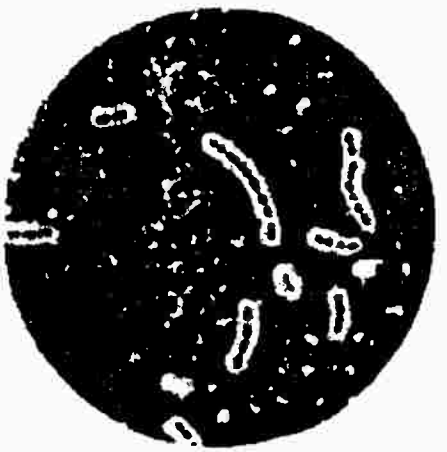
Leuc. citrovorum , Leuc. dextranicum

جـــدول ٧-٢ : مميزات جنس Lactobacillus

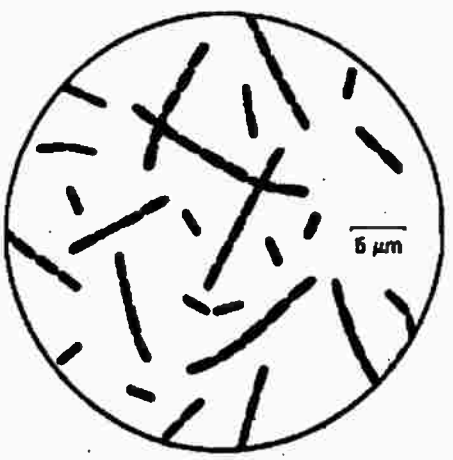
المجمـــــوعة	اسم الميكروب	الحموضة التى تكونها باللبن %	تحمل NaCl %	درجة حرارة النمو م°		
				صغرى	مثلى	عظمى
متجانسة التخمر ، تنمو على درجات حرارة مرتفعة	L. acidophilus	أكثر من ٢,-	٢,٥	٢٢	٤٠	٥٠
	L. bulgaricus	٢,٨ - ٢,-	٢,٥	٢٢	٤٥-٥٠	٦٠
	L. lactis	١,٨ - ١,٥	—	٢٢	٤٠	٥٢
	L. thermophilus	٠,٢٥	٢,٥	٣٠	٥٠-٦٠	٦٥
(هامة فى الصناعات اللبنية)						
متجانسة التخمر ، تنمو على درجات حرارة منخفضة	L. casei	١,١ - ١,٥	٥,-	١٠	٣٠	٤٥
	L. plantarus	١,- - ١,٦	٥,-	١٠	٣٠	٤٠
(هامة فىالصناعات اللبنية)						
خليطة التخمر	L. brevis	٠,٤ - ٠,٧	٥,-	١٥	٣٠	٣٨
	L. fermenti	قليل	٥,-	١٥	٤١	٥٠
غير هامة فى الصناعات اللبنية، ولكنها مهمة فى صناعات تخميرية أخرى كالمخللات والسيلاج						



A. Streptococcus lactis



B. Streptococcus cremoris



C. Lactobocillus sp.

شكـــل ٧-١ : أنـــواع بكتـريـا حـــامض اللاكتيك الهامة فى الألبان .

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

وتعتبر نواتج تخمر حامض الستريك ، المتكونة بتأثير بكتريا اللوكونوستوك ، هى المسئولة عن الطعم ، والنكهه ، الموجودة بالمنتج اللبنى . ومن هذه المواد ، الداى أسيتايل ، والأسيتوين (أسيتل ميثل كربينول)، و ٢ ، ٣ بيوتيلين جليكول ، وبعض الأحماض الطيارة كالخليك والبروبيونيك ، وغاز ثانى أكسيد الكربون .

لاتستطيع بكتريا Leuconostoc إنتاج النكهة المطلوبة ، إلا اذا توفر بالوسط الحموضة الكافية . ويوفر هذه الحموضة ، بكتريا حامض اللاكتيك مثل S. lactis , S. cremoris الموجودة بالبادىء ، التى 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 ، والنكهه ، حسب المعادلة العامة التالية

$$\underset{\text{Citric}}{OH-C(CH_2-COOH)_2-COOH} \longrightarrow \underset{\text{Pyruvic}}{CH_3-CO-COOH} \cdots\cdots\longrightarrow \underset{\text{Acetaldehyde}}{CH_3-CHO}$$

$$CH_3-CHO \xrightarrow[\text{Aerobic } (+O_2)]{\text{Acid medium}} \underset{\text{Diacetyl}}{CH_3-CO-CO-CH_3}$$

$$\downarrow +H_2$$

$$CH_3-CHO \xrightarrow[\text{Anaerobic (NADH , H}^+\text{)}]{\text{Acid medium}} \underset{\text{Acetyl methyl carbinol (Acetoin)}}{CH_3-CO-CHOH-CH_3} \longrightarrow \underset{\text{2, 3 butylene glycol}}{CH_3-CHOH-CHOH-CH_3}$$

من أنواع البكتريا الأخرى الموجوده باللبن الحليب

- بكتريا القولون Coliforms

هذه البكتريا ، عصوية ، قصيرة مفردة ، سالبة لصبغة جرام ، غير متجرثمة ، متحركة ، إختيارية للهواء . من أهم أفرادها

Escherichia coli , Enterobacter aerogenes

وهى تحلل سكر اللاكتوز ، وتكون أحماضا ، مثل اللاكتيك ، والخليك ، والفورميك ، وغازاتا ، مثل CO_2 , H_2 . وبكتريا E. coli تكون حامضا أكثر، وغازاتا ، أقل ، من Enterobacter .

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

وتسبب بكتريا القولون ، بعض العيوب فى اللبن ومنتجاته ، بالإضافة إلى أنها تكون غازاتا ، وروائح غير مقبولة قذرة ، وطعما مرا لتكون حامض الفورميك . كما أن وجود بكتريا القولون ، فى اللبن المبستر أو فى منتجاته، يؤخذ كدليل على تلوث اللبن بعد البسترة .

- جنس Clostridium

هذه البكتريا ، عصوية ، متجرثمة ، موجبة لصبغة جرام ، لاهوائية، منها المحلل للبروتينات ، ومنها المحلل للسكريات .

الأنواع المحللة للبروتينات ، تنتج باللبن طعما ، وروائح غير مرغوب فيها . أما المحلله للسكريات ، فإنها تحلل سكر اللاكتوز ، وتكون أحماضا، وغازاتا (CO_2 , H_2) ، وقد تكون كمية الغازات المتكونه كبيرة ، لدرجة أن الغاز الناتج ، يجزىء الخثرة إلى قطع صغيرة ، مسببا تخمرا عاصفيا .

ومصدر هذه الميكروبات ، الروث ، والسماد العضوى ، والأتربة .

درجـــات اللبـن Milk grades

يشترط فى 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 ، وهى الأكثر شيوعا ، أو بطريقة العد المباشر بالميكروسكوب ، أو بشريحة بريد Breed ، أو بسرعة تكون الحامض ، أو بإختبارات الإختزال ، للون دليل أزرق المثيلين، من الأزرق إلى عديم اللون ، أو صبغة الريزازورين Resazurin ، وهنا يزول لون الصبغة تدريجيا بالإختزال ، من الأزرق ، إلى البنفسجى ، إلى الوردى ، إلى عديم اللون .

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

جـــدول ٧-٣ : درجـــــات اللبن

الدرجـة	العدد الكلى للبكتريا/ مل لبن لايزيـــد عن		عدد بكتريا القولون/ مل لبن لايزيـد عن
	اللبن الخام	اللبن المبستر	
أ	٢٠٠,٠٠٠	٣٠,٠٠٠	١ - ٥
ب	١,٠٠٠,٠٠٠	٥٠,٠٠٠	١٠
جـ	بدون تحديد	بدون تحديد	بدون تحديد

ومن العوامـل التى تؤثر على جـودة اللبن

المضـادات الحيـــوية

يستعمل الكثير من المضادات الحيوية ، كالبنسلين والإستربتوميسين والأوروميسين ، وغيرهـا ، فى علاج الحيوانات المريضة ، أو المصابة بالتهاب الضـرع ، وتفرز كمياتا من هذه المضادات ، فى اللبن الناتج من الحيوان المعالج . ووجـود هذه المضادات باللبن (أكثر من ٠,٠٥ وحدة دولية من البنسلين / مل لبن ، وذلك فى حالة البنسلين ، كمثال) ، يسبب متاعب عندما يستخدم هذا اللبن فى صناعة الألبان المتخمرة ، والجبن ، حيث ان هذه المضادات ، تثبط نمو البكتريا المستخدمة كبادئات ، فى 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 إستعمال المضادات ، كمادة حافظة فى اللبن .

ولايوجـــد حتى الان ، 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 دليل الريزازورين ، ثم التحضين لمدة ٤٥ دقيقة . وفى حالة وجود مضادات حيوية باللبن ، يقف نمو ميكروب الإختبار ، فلا يحدث إختزال للون الصبغة، خـــلال فترة التحضين .

البكتـريوفـــاج

تلوث الألبان ، أو مزارع البادئات ، المستخدمة فى صناعة المنتجات اللبنية ، بالفاجات المحللة لها ، أمر غير مرغوب فيه ، ويأتى التلوث من الهواء والتربة ، فى معامل الألبان .

لذلك ، فإنـه يجب تجنب تلوث مزارع البادئات اللبنية ، عند إعدادها، وتداولها ، واستعمالها . ومن المفضل ، إستعمال مرشحات الألياف الزجاجية Fiber glass ، لحجز الفاجات من الهواء ، الداخل إلى معامل تحضير البادئات، 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 ٦٥°م ، ومنها المقاوم للحرارة ، أى يعيش بعد البسترة .

لذلك ، فإن التغيـــرات التى تحدث باللبن فى : اللون ، والطعم ، والقوام ، والتركيب ، تتوقف على الظروف المحيطة باللبن ، خاصة درجات الحرارة . فدرجة الحرارة ، وطول المدة التى يحفظ عندها اللبن ، تؤثر على نوع ، وعـدد الميكروبات ، الموجوده به ، وبالتالى على نوع الفساد الناتج (جـدول ٧-٤) .

ويـــلاحـظ أنـــه

- عند درجات الحرارة المنخفضة ، يقف نشاط البكتريا المنتجة للأحماض ، وتنشط البكتريا المحللة للبروتين .

- وعنـــد درجـات الحـرارة المتوسطة ، تنشط البكتريا المنتجة للأحماض ، ويقل نشاط البكتريا المحللة للدهون والبروتين .

- وفى درجـات الحـــرارة العالية ، أو عند غلى اللبن ، تموت البكتريا المنتجة للأحمـاض ، وتبقى جـــراثيم البكتريا التى تنمو وتنشط ، وتحلل البروتين .

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

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

تـابع جـــدول ٧-٤ :

درجة حرارة الحفظ م°	التغير فى أعداد الميكروبات	أنواع الميكروبات السائدة ومظهر التغير باللبن
٣٠ - ٣٧	إرتفـــاع كبير فى الأعـداد خـــلال ساعـــات	سيادة بكتريا القولون مع حدوث تجبن حامضى، روائـح قذرة ، وطعم مر
٣٧ - ٥٠	إرتفـــاع كبير فى الأعـداد خـــلال ساعـــات	سيـــادة بكتريـا حامض اللاكتيـــك التى تستطيع النمو على درجات حرارة مرتفعـــة مثـل : S. faecalis , S. thermophilus L. bulgaricus , L. thermophilus مع حدوث تجبن حامضى
٥٠ - ٦٠ وأكثر	إرتفـــاع كبير فى الأعـداد خـــلال ساعـــات	الميكروبـــات المحبـة للحرارة المرتفعة مثل : B. coagulans , B. stearothermophilus مـع حـدوث تغيـــر فى الطعـم ، تكون حموضة ، وتجبـن حـــامضى أو إنزيمى

العمليات التى يتعرض لها اللبن بعد حليبه

التبريد Cooling

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 ، وتخزينة للإستهلاك ، أو التصنيع .

البسترة Pasteurization

تعتبر البسترة ، من طرق حفظ اللبن المناسبة ، لأنها تحافظ على مكوناته الغذائية ، خاصة الفيتامينات والكالسيوم ، ولا تؤدى إلى تغير يذكر فى 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 ، التى من بينها ميكروب السل ، وهو من أشد الميكروبات المرضية غير المتجرثمة ، 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 .

للبسترة طريقتان :

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

والبسترة 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 معقمـــة 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 المحبه 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

إختبـــار الفوسفاتيز Phosphatase test

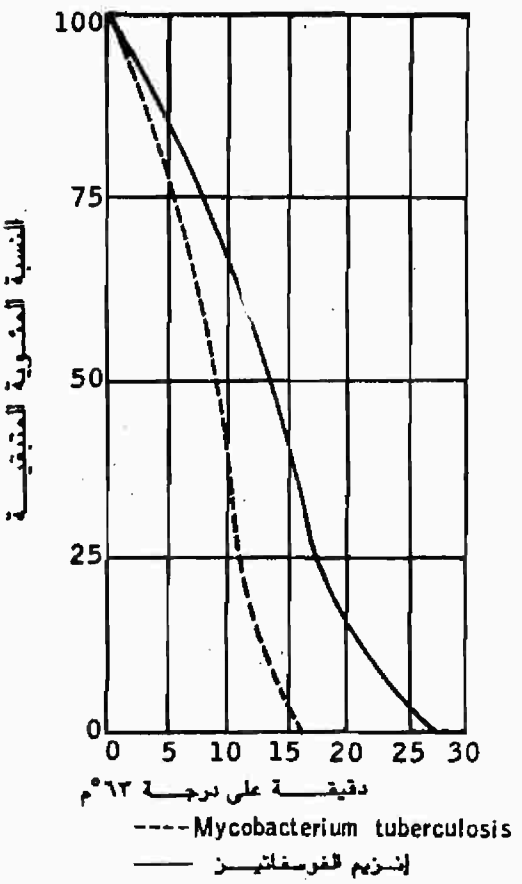
يوجد إنزيم الفوسفاتيز ، فى اللبن الخام وفى كثير من الأنسجة ، وهو لايوجد فى اللبن المبستر ، لأنه يتلف بالبسترة . لذلك يؤخذ إختبار إنزيم الفوسفاتيز ، كدليل على مدى كفاءة عملية البسترة ، وخلو اللبن من الميكروبات المرضية (شكل ٧-٢) .

لإجراء الإختبار ، يضاف جزء من اللبن المراد إختباره ، إلى مادة فوسفاتيـــة هى داى صوديوم فينيل فوسفات ، ومحلول منظم من بورات الصوديوم $Na_2B_4O_7 - 10H_2O$ مع صودا كاوية . ويحضن الخليط على درجة ٤٠°م لمدة ١٥ دقيقة .

اذا كان الإنـزيم موجـودا ، فإنه يحلل المادة الفوسفاتية ، وينفرد منهـا الفوسفات ، والفينول ، حسب المعادلة

Di sodium phenyl phosphate + Phosphatase ——————> Sodium Phosphate + Phenol

(Substrate) (الإنزيم من اللبن)



شكل ٧-٢ : تأثير بسترة اللبن لفترات على درجة ٦٣°م ، على البكتريا المرضية (ممثلة ببكتريا السل) وإنزيم الفوسفاتيز .
لاحـظ أنه فى جميع الفترات ، يكون موت البكتريا أسرع من تلف الإنزيم

يكشف عن الفينول المتكون بدليل 2,6 di chloro quinone chloro imide , CQC ، في وجود كبريتات النحاسيك $CuSO_4$ كعامل مساعد . فإذا تكون لون أزرق من الإندوفينول Endo phenol ، دل ذلك على وجود إنزيم الفوسفاتيز ، وبالتالى يدل على عدم كفاءة عملية البسترة . ويمكن استخلاص اللون الأزرق بواسطة كحول البيوتانول ، ومقارنة درجة اللون المتحصل عليها ، مع ألوان قياسية .

إختبـــار بكتريا القولـــون

توجد بكتريا القولون عادة ، فى اللبن قبل البسترة ، ومصدرها الأوانى ، والأعـــلاف ، والتربة ، والأسمدة العضوية ، والمياه الملوثة . ولايعتبر وجودها باللبن بالضرورة ، دليلا على التلوث بالمواد البرازية ، لأن مصدرها الرئيسى فى اللبن هو الأوانى ، والأعـــلاف .

وتقتل بكتريا القولـــــون بالبسترة ، ويكشف عن وجودها بالطرق المتبعه ، فى فحص مياه الشرب ، السابق ذكرها فى 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 اختبار إنزيم الفوسفاتيز سالبا ، فإن وجود بكتريا القولون ، فى اللبن المبستر ، يدل على حدوث تلوث بعد البسترة ، من الأجهـزة والأوانى ، أو من متداولى اللبن ، وعدم الإهتمام بالنظافة ، أو من إضافة لبن غير مبستر . هذا بالإضافة ، إلى أن وجود بكتريا القولون فى اللبن ، المعد لصناعة الجبن ، يحدث تغيرات غير مرغوب فيها ، فى الطعم ، والرائحة ، وحدوث حموضة ، وتخمر غـــازى .

تعقيـــم اللبن Sterilization

تسبب الميكروبات المتجرثمة الموجودة باللبن ، تغيرا فى الطعم ، والحمـــوضة ، والتركيب ، مما يسبب مشاكل عديدة فى الصناعات اللبنية ، لذلك ، يلجأ المنتج لتعقيم اللبن ، تعقيما تجاريا .

ويعتبر التعقيم ، من معاملات حفظ اللبن ، التى 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. stearothermophilus , B. coagulans.

يوجـــد معاملتان لتعقيم اللبن

١- المعاملة على درجة ١١٠ - ١٢٠°م ، لمدة تتراوح بين ١٠ - ٢٠ دقيقة، وذلك بعد التعبئـــة فى عبـوات مناسبة ، كالزجاج أو العلب المعدنية. ويطلق على الناتج ، لبن معقم Sterilized milk .

٢- المعـــاملة على درجة ١٣٥ - ١٥٠°م ، لمدة تتراوح بين ٢ - ١٥ ثانية، وذلك قبـل التعبئة ، التى تتـم فى ظـــروف كاملة التعقيم . ويطلق على النـــاتج ، لبن معـامل بدرجـــات حـــرارة شديـــدة الإرتفـاع Ultra High Temperature milk (UHT milk) .

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

وتختبر كفـــاءة التعقيم ، بتحضين العينـــة على درجـــة ٣٢°م لمدة ١٤ يومـــا ، والتحضين على درجـــة ٥٥°م لمدة ٧ أيام . وعـــدم زيادة pH العينة ، بعد التحضين ، بأكثر من ٠,٢ درجة pH ، يدل على كفاءة التعقيم.

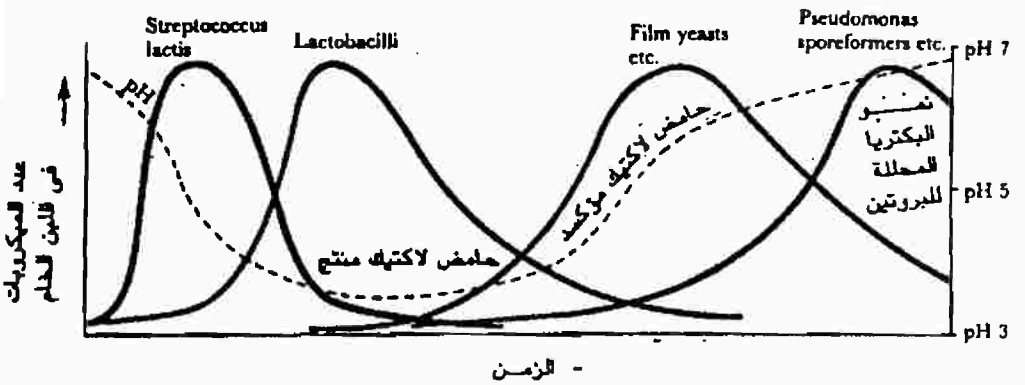
فســـــاد اللبن

يرجـــع الفساد البكتريولوجى باللبن ، إلى نمو البكتريا ونشاطها ، وتجمع نواتج عمليات التمثيل التى تقوم بها ، مما يسبب حدوث الفساد ، بمظاهره المختلفة .

حمـــوضـــة 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 ، بتأثير أنواع مختلفة من الميكروبات .

فـــإذا ماتـــرك اللبن بعـد حليبـــه ، على درجـــة حـــرارة الغرفة (شكل ٧-٣) ، فإن البكتريا المسببه للحموضة ، تنمو أسرع من غيرها وتسود ، وتحـــول سكر اللاكتـــوز إلى حـامض لاكتيك . ويتجمع الحامض



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

تدريجيا ، إلى أن تصل حموضة اللبن إلى ٠,٥ - ٠,٦٪ (مقدرة كحامض لاكتيك) ، فيتجبن اللبن Curdle ، ويحدث هذا التجبن الحامضى Acid coagulation عند pH ٤,٦ - ٤,٨.

وفى عملية تطور الحموضة باللبن (جدول ٧-٥) ، تنشط أولا S. lactis ، ثم يساعد على تطور الحموضة ، نشاط الأنواع الكروية الأخرى وبكتريا القولون ، وتتراكم الحموضة حتى تصل إلى ٠,١٪ ، مقدرة كحامض لاكتيك (حوالى pH ٤,٣) . ثم تتكاثر الأنواع التى تتحمل الحموضة العالية من جنس Lactobacillus ، وتزداد الحموضة حتى تصل إلى ٠,٢٪ ، أو اكثر.

جـــدول ٧-٥ : حموضـــــة اللبن

أهم الميكروبات المسببة	مصـــدر الميكروبات	مادة التفاعل والنواتج النهائية
Streptococcus, e.g. S. lactis, S. cremoris بكتريا متجانسة التخمر	أوعيـــة اللبـــن ، والأعـــلاف	تخمر سكر اللاكتوز ، وتكون حامض لاكتيك
Micrococcus , e.g. M. luteus , M. varians بكتريا تتحمـل حـرارة البسترة	الغـــدد الثديية بالحيوان ، وأوعية اللبـن	تخمـر اللاكتـــوز لأحمـاض عضوية ، وهى بكتريا محلله أيضا للبروتين
Coliforms , e.g. E. coli Enterobacter aerogenes بكتريا خليطيـــه التخمر	الأوعية ، الأعـلاف، التـربـة ، الأسمـدة العضويـة ، الميـاه الملـوثـة	تخمـــر اللاكتـوز إلى حامض لاكتيك ، ونواتج أخـرى
Microbacterium lacticum تتحمل حرارة ٨٠-٨٥°م لمدة ١٠ دقائق	الأوعيـة ، الأسمـدة العضويـــة	تخمر اللاكتوز تخمرا مختلطا mixed
Lactobacillus منها متجانس التخمر مثل L. casei, L. plantarum ومنها خليط التخمـر مثل L. brevis , L. fermenti	الأعـلاف ، الأسمدة العضويـــة	تخمـر اللاكتـوز إلى حامض لاكتيـك ، ونواتـج أخـــرى

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

عنـد pH -٤,٠ ، يقف نشاط البكتريا المنتجة للأحماض ، وتنشط الخمائر الغشائية والفطريات ، خصوصا على السطح ، حيث تستهلك حامض اللاكتيك والأحماض العضوية كمصدر غذائى لها ، فتتناقص الحموضة تدريجيا باللبن ، وبذلك تتهيأ الظروف ، لنشاط البكتريا المحللة للبروتين : هوائيا ، بدون روائح كريهة ، أو لاهوائيا ، مع حدوث تعفن .

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

التجبـن الحلو (الإنزيمى) Sweet curdling

تفرز بعض أنواع البكتريا ، إنزيما يشبه الرنين Renin - like engyme ، يرسب الكازين ، فى صورة باراكازينات الكالسيوم ، بدون تحلل اللاكتوز ، وبدون أيضا حـدوث إرتفاع محسوس فى الحموضة ، فيحدث مايسمى بالتجبن الحلو ، أو الإنزيمى .

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

ومن أهم الميكروبات المسئولة عن هذا الفساد

Bacillus , Pseudomonas , Streptococcus liquefaciens

تغيـر اللـون والطعـم

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

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

جـدول ٧-٦ : تغيرات اللون والطعم فى اللبن

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

تكون الغازات وتحلل البروتين والدهون فى اللبن

إذا توفـــرت 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 تعفنى Putrefaction، أو تحلل للدهون وتزنخ Lipolysis & Rancidity (جـدول ٧-٧) .

جـدول ٧-٧ : تكون الغـازات وتحلل البروتين والدهـون فى اللبن

نوع التغير	أهم الميكروبات المسببة	مصـدر الميكروبات	مـادة التفاعـل والنواتج النهائية
تكون غازات Gas production	Coliforms Cl. butyricum Cl. perfringens Candida Torula cremoris	الأوعيـة ، الأعلاف، التربة، المـاء ، الروث ، الأسمدة العضوية	تحلل سكر اللاكتوز، وتكـون غـازات : CO_2 . H_2
اللبن اللزج (الخيطى) Roby or stringy milk	Alcaligenes viscolactis Enterobacter aerogenes S. cremoris	الأعلاف، التربة، المـاء	تمثيـل السكريات، والبيتيدات ، وتكون مـواد كبسولية لزجـة
تحلل البروتينات هوائى Proteolysis	Bacillus, e.g. B. subtilis B. cereus Pseudomonas Proteus S. liquefaciens Geotrichum Penicillium	الأوعية ، التربة، المـاء	تحـلل الكـازين هوائى، إلى ببتيدات، وأحمـاض أمينية ، وقـد يسبـق ذلك تجبـن إنزيمـى قـد يحـدث تلون ، وروائح ، وطعم غير مقبـول

تابـــع جـدول (٧-٧) :

نوع التغير	أهم الميكروبات المسببة	مصـــدر الميكروبات	مـادة التفاعـل والنواتج النهائية
تحلل البروتينات لاهـوائى ، تعفن Putrefaction	Clostridium, e.g. Cl. sporogenes	الأوعية ، التربة، المـاء	تحـــلل الكـــازين لاهـــوائى ، إلى أمينات، وإنـدول ومركبتان ، وأمونيا تكـون روائـح غير مقبـولـــة
تحلل الدهـــون Lipolysis	Achromobacter Pseudomonas fluorescens Candida Geotrichum Penicillium	الأوعية ، التربة، المـاء	تحلل دهن اللبن إلى جليسرول وأحماض دهنيـــة حـــدوث تزنـــخ

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 : أمـــراض تنتقل من الحيوان المصاب ، إلى اللبن ، إلى الإنسان ، أو الحيوان .

المـــــرض	المســـبب	مظهـــر الإصـــابة
إلتهاب ضرع الحيوان Mastitis	Streptococcus, e.g. S. pyogenes Staphylococcus aureus	حمـى قرمزيـة بالإنسـان وأمراض بالجهـاز التنفسى تسمم غـذائى وإضطرابـات معـويـة
السـل	Mycobacterium bovis	سل فى الإنسان ، والحيوان، والعـديد من الثدييـات
البروسيلا	Brucella, e.g. B. abortus B. suis B. melitensis	تسبب الاجهاض المعدى فى الحيـوان ، وتسبب الحمى المتقطعة (حمى مالطا) فى الإنسان
حمـى Q	Coxiella burnetii	حمـى والتهابات رئـويـة بالإنسـان
التسمم بالسالمونيلا	Salmonella, e.g. S. enteriditis S. typhimurium	يسـبب حمـى بالحيـوان ، وتسـمم غـذائى بالإنسـان

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

المـــرض	المسبب	مظهر الإصابة
أمراض معوية		
التيفـــود الباراتيفود	Salmonella typhi S. paratyphi	حمـى التيفـــود حمـى البـاراتيفود
الدوسنتاريا باسيليه أميبيـة	 Shigella spp. Entamoeba histolytica	 الدوسنتـاريـا الدوسنتـاريـا
الكوليـــرا	Vibrio cholera	الكوليـــرا
امراض بالجهاز التنفسى		
الســـل	Mycobacterium tuberculosis	ســـل الإنســان
الدفتريا	Corynebacterium diphtheriae	الدفتريا (الخنـاق)
حمـى قرمزية ، والتهـاب الزور المعـــدى	سـلالات من : Streptococcus pyogenes	طفح أحمر على الجسم ، التهابـــات بالـزور ، والجهاز التنفسى

الفيروسات التى تنتقل عن طريق اللبن ومنتجاته

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

التسممات الغذائية التى يسببها اللبن

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

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

جـــدول ٧-١٠ : امراض تسببها سموم ميكروبية

المسبب	مدة الحضانة ساعة	أعراض المرض
١- توكسين خـارجى مقـاوم للحرارة يفـــرزه Staphylococcus aureus	١ - ٦ (٣)	إضطرابات معوية
٢- نتيجة عـدوى من :		
Salmonella sp.	٧ - ٣٠ (٢٤)	إضطرابات معوية
B. cereus	١٠ - ٢٤	إضطرابات معوية
E. coli	١٠ - ٢٤	إضطرابات معوية

الألبـــان المكثفـــة المحـــلاة Sweetened condensed milk

تصنع هذه الألبان من اللبن الكامل ، أو اللبن الفرز ، المتوفرة بها شروط النظافة ، والإنتاج الصحى السليم .

يسخن اللبن تسخينا مبدئيـــا ، على درجـــة 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 / بوصة٢، 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 تتحمـــل الضغط الأسمـــوزى 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 .

اللبـــن المجفف Dried milk

التجفيف ، هو عامل الحفظ بالأغنية المجففة ، الذى يمنع نمو وتكاثر الميكروبات . ويعتبر اللبن المجفف - مادام محتفظا بحالته الجافة - من أقل المنتجات اللبنية ، تعرضا للفساد الميكروبى .

يسخن اللبن تسخينا مبدئيا ، على درجة ٨٥°م لمدة ٢٠ دقيقة ، لقتل أغلب مابه من ميكروبات . ثم يجفف اللبن ، بالإمرار على أسطوانات ساخنة على درجة ١٤٨°م (بدون تفريغ) ، أو على درجة ١٠٠°م (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 . وتشترط المواصفات الأمريكية ، أن لايزيد عدد الميكروبات / جم لبن مجفف ، عن ٥٠ ألف للدرجة أ ، وعن ١٠٠ ألف للدرجة ب .

يحفظ اللبن المجفف ، مع المحافظة على حالته الجافة ، على درجة حـــرارة منخفضة ، والإ فإنه يفسد بالميكروبات المتبقية بعد المعاملة الحرارية ، والتى من أهمها :

Bacillus , Microbacterium ,
Thermoduric micrococci ,
Streptococci & Lactobacilli

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

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

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

مزارع البادئـــات Starter cultures

البادئات عبارة عن مزارع نقية ، من ميكروب واحد ، أو أكثر ، لسلالات معينة من البكتريا، أو الفطريات . وتستخدم مزارع البادئات فى صناعـــة الألبان ، للحصـــول على منتجات لبنيـــة ذات صفـــات معينـــة (جدول ٧-١١) .

جـدول ٧-١١ : أهم أنواع البادئات المستخدمة فى الصناعات اللبنية

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

إنتـــاج البادئـــات اللبنية

فى إنتاج البادئات اللبنية ، تحضر مزارع الأم mother cultures ، وذلك بتلقيح الميكروب المطلوب بنسبة ١-٢٪ ، فى لبن جيد ، سبق تسخينه للغليان عند ١٠٠°م لمـــدة ٣٠ دقيقة وتبريـــده ، ثـم التحضين لعـــدة ساعـــات (حوالى ١٦ ساعة) ، على درجة ٢١-٢٢°م ، وهى درجة مناسبة لنمو ميكروبات البادىء، ولكنها غير مناسبة لنمو البكتريا الملوثة ، التى قد توجد باللبن ، بعد المعاملة الحرارية .

وبعد التحضين ، يحتفظ بالمزارع فى الثلاجة . وعند الإستعمال ، ينشط البـــادىء فى لبن معقـم ، خـالى من المواد المثبطة ، للحصول على المزارع الكبيرة Bulk cultures ، التى ستستخدم كبادىء ، فى تصنيع المنتجات .

لتجنب حدوث مشاكل فى إعداد البادئات ، أو فى صفاتها وخواصها، وللوصول إلى صناعة منتجات لبنية ناجحة ، يجب أن يراعى فى إنتاج البادئات ، 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 .

الألبـان المتخمـرة Fermented milks

تنتـــج الألبـــان المتخمـــرة ، بتأثير البادئات اللبنية ، المنتجة للحموضة والنكهة .

فتقـــوم بكتريـــا البـــادىء المنتجة للحموضة ، من أجناس Lactobacillus , Streptococcus ، بإنتاج حامض اللاكتيك ، وتجبين 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 التعفنية ، والبكتريا المرضية.

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

جـــدول ٧-١٢ : بعض أنواع الألبان المتخمرة

المنتـــج	الميكروبات المسئولة عن التخمير ونوع الخثرة المتكونة	عمليـــة التخميـــر ، وحموضة المنتج النهائى
اللبـــن الـــرايب	S. lactis , Leuconostos sp. الخثـرة المتكونة عديمة القوام ، أى سائلة	يتـــم التجبن بتـرك اللبن فى شوالى على حرارة الغرفة لمدة ١-٣ يـــوم . وبعد نزع القشدة ، نحصل على اللبن الرايب ذو حمـوضـــة عالية حـوالى ١,- ٪
الزبادى واليوجورت Yoghurt	S. thermophilus , L. bulgaricus وقد توجـــد أنواع اخرى من البكتريا والخمائـر الخثرة المتكونة متوسطة التمـاســـك ، تشبـة الكاستارد	يحضن اللبن الملقح بالبادىء ، على درجـــة ٣٧-٤٥°م لعدة ســاعـــات (٣ ساعـــة فى المتوسط) واليوجـورت الناتج أسمـــاء متعددة ، حسب البلـد المنتج ذو حموضة متوسطة ، وله طعم ونكهـــه
لبن الأسيـدوفلس	L. acidophilus الخثرة المتكونة ذات قوام متماسك	يسخـــن اللبن الى ٩٠°م لمدة ساعة لقتل أغلب الميكروبات ، لأن ميكروبات البادىء حساسة للميكروبات الأخـــرى ثم يبرد اللبن ، ويلقح بالبادىء بنسبـــة ٢٪ ، ويحضن لمدة ٣-٤ ســاعـــة علـى ٣٧°م ذو حمـوضـــة متوسطة ، حـــوالى ٠,٧ ٪ ، وخـــالى من الطعم والنكهـــه

تـابع جـدول ٧-١٢ :

المنتـج	الميكروبات المسئولة عن التخمير ونوع الخثرة المتكونة	عمليـة التخميـر ، وحموضة المنتج النهائى
اللبن البلغارى Bulgarian	L. bulgaricus الخثرة المتكونة عديمة القوام ، لزجة	يحضـن اللبن الملقح بالبادىء على درجة ٣٧°م لعدة ساعات ذو حموضة عالية ، وخالى من الطعـم والنكهـه
اللبنة المتخمرة Cultured butter - milk	S. lactis , S. cremoris , Leuconostoc	يسخـن اللبن إلى ٨٥°م لمدة ٣٠ دقيقـة ، ثـم يبرد ويلقح بالبادىء بنسبـة ٢٪ ويحضـن على ٢١°م لمـدة ٨ ساعـات ذو حموضة متوسطة ، حـوالى ٨, ٠٪ ، ولـه طعـم ونكهـه
الكفيـــر Kefir	S. lactis, L. bulgaricus, Lactose-fermenting yeast, e.g. Kluyveromyces fragilis, Candida kefir تتجمـع ميكروبات البادىء باللبن المتخمـر فى شكل حبيبات بيضـاء اللـون ، تسمى حبوب الكفير Kefir grains ، ويمكـن فصلهـا وإعادة إستعمالها كبادىء الخثـرة سائلة ، عديمـة القـوام	يصنـع من لبـن الأبقـار ، والأغنـام ، والماعـز ، يتم التخمر على ٢٢°م لمـدة ١٢ ساعة فى قربـة من جلـد الماعـز ، وتصفـى الخثرة المتكـونـة ، لفصـل حبـوب الكفيـر ، واستعمالها كبـادىء يحتوى الناتج على ١٪ حامض، و ١٪ كحول ، وكمية وفيرة من غاز CO_2 ، تسبب رغاوى ، وله طعـم ونكهـه
الكـوميـس Kumiss	مثـل الكفيـر	يصنع من لبن الفـرس ، ويتم التخمر على ٢٨°م لعدة ساعات الناتج يحتـوى على حـامض الخليـك وكحـول و CO_2 ، وله طعـم ونكهـه

الجبـــن Cheese

يمر تصنيع الجبن ، بخمس خطوات رئيسية ، هى

١- تلقيح الجبن بالبادىء

٢- تكوين الخثرة Curdling
وتتكون الخثرة نتيجة التجبن الإنزيمى Renin-curd ، بإضافة إنزيم المنفحة renin .
أو تتكون الخثرة ، نتيجة التجبن الحامضى Acid-curd ، ببكتـريا حامض اللاكتيك ، أو تتكون الخثرة بالطريقتين معا .

٣- تخليص الخثـرة من الشـرش 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
فبعـــد عمليـة تصنيع بعض أنـــواع الجبن ، يترك الجبن النـــاتج بعض الوقت للتسويـــة ، تحت ظـروف مناسبة من الرطـوبة والحـرارة ، حيث تنمو ، بعض انواع البكتريا ، أو الخمائر ، أو الفطريات . وبما تفرزه هذه الكائنات من إنزيمات ، تحدث التغيرات المرغـوبة فى الطعـــم ، وإكتساب النكهة المميزة ، لكل صنف منتج .
وقد يشارك فى عملية التسوية ، إنزيمات المنفحة ، وإنزيمات اللبن، غير أن الإنزيمات الميكروبية ، هى التى تجىء فى المرتبـــة الأولى ، من بين كل العوامل ، التى تؤثر على تسوية الجبن .

صفـــات الجبـن

يعتبر التخمر اللاكتيكى ، عاملا هاما فى حفظ الجبن الناتج ، بتثبيطه للميكروبات المحللة للبروتين . كما أن إنخفاض الرطوبة ، وعدم وجود هواء، لهما أهميتيهما 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 يدخل فى صناعتها البادئات ، فإن درجة حرارة التجبن ، وإجراء عملية السمط من عدمه ، تؤثر على أعداد البكتريا الموجودة بالجبن الناتج ، وبالتالى ، تؤثر على صفات الجبن وخواصه .

ففى الحالات ، التى يتم فيها التجبن على درجة حرارة ٣٨°م ، فإن البادىء المستخدم ، يحتوى على S. cremoris و S. lactis . وفى الحالات، التى تتعرض فيها الخثرة ، لدرجة ٥٠°م أو أعلى قليلاً ، فإن البادىء ، 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، والتمليح ، والتخزين .

الجبن الطرية Soft cheese

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

من أنواع الجبن الطرية

١- الجبن الدمياطى

يستهلك الجبن الدمياطى ، عادة طازجا ، أو قد يسوى بوضعه فى صفائح تحت سطح الشرش ، لمده تتراوح من ٤ إلى ٦ شهور . مع ملاحظة، أن زيادة التسوية عن ذلك ، تؤدى 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. casei ، L. plantarum ، L. fermenti . وقد يوجد فى بداية التسوية ، أنواع تابعة لجنس Micrococcus ، مثل M. luteus .

٢- جبن الكمبرت 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 الأ وع 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 المخضره ، المميزة لهذا الجبن .

أثناء التسوية ، تحدث تغيرات ميكروبية متعددة ، ففى 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 بالخثرة ، 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 الميثل 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٪ ، وانواعها متعددة جدا ، ومنها

١- جبـــن شيـــــدر Cheddar

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 L. casei , L. plantarum , Geotrichum ، حتى نهاية مدة التسوية .

٢- الجبن السويسرى Swiss cheese , Gruyerre

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 ٣ إلى ٨ سم . وتنتج هذه العيون ، من تكون غاز CO_2 ، الناتج من التخمـــر البروبيونيكى ، بواسطة بكتـريـــا Prop. shermanii ، التى تخمر سكر اللاكتوز ، حسب المعادلة العامة التالية

$$3\ CH_3 - CHOH - COOH \longrightarrow 2\ CH_3 - CH_2 - COOH + CH_3COOH + CO_2 + H_2O$$

Lactic Propionic Acetic

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

عيـــوب الجبن

لتلافى العيوب التى تحدث بالجبن ، يستعمل لبن جيد البسترة ، أى خاليا من الميكروبات المفسدة ، وبادئات نشطة ، لإيقاف نشاط البكتريا المتجرثمة ، 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 أقراصها ، فإنها تفسد غالبا من على السطح ، بواسطة الفطريات .

من أنواع الفساد بالجبن

١- تكـــون غـــاز

يحدث هذا العيب ، نتيجة عدم البسترة ، أو التلوث ببكتريا القولون، وبعض الخمائر المخمرة لسكر اللاكتوز مثل Candida ، وبعض البكتريا المتجرثمة ، مثل B. polymyxa , B. macerans .

وتسبب الغازات الناتجة من التخمر ، حدوث ثقوب غازية صغيرة ، قطـــرها ١ - ٢ مم .

كما قد يحدث الفساد الغازى ، نتيجة نمو بكتريا Clostridium ، فيتكون داخل الجبن ، ثقوب كبيرة وشقوق ، مع حدوث روائح تعفنية . 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 يحـــدث التغير بالطعـــم ، بسبب النشاط الميكروبى ، الذى يسبب عيوبا ، مثل

الطعم المر ، والـــزنخ ، والطعم الخمائرى ، السابق ذكرها باللبن السائل (صـــ ١٧١ ، صـــ ١٨٥) .

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

العـدوى المنقولة عن طريق الجبن Cheese – borne infections

كما يحدث فى الأغنية ، 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 الأغنية ، وكذلك فى الألبان السائلة ، بهذا الفصل .

وللوقاية من هذه الأمراض ، تستعمل الألبان المبسترة فى صناعة الجبن ، على أن لاتقـــل فترة التسوية عن ٩٠ يوما ، مع مراعاة شروط النظافة ، والتعقيم ، فى كل خطـــوات الإنتاج ، والتعبئة ، وذلك لإنتاج جبنا جيدا ، 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.