الباب السابع

القوانين والمباريات الخاصة بانتاج اللبن النظيف

ورتب اللبن

ذكرنا فيما سبق أن من أهم الوسائل المؤدية إلى تنظيم إنتاج اللبن وضمان الحصول عليه نقيا هى إصدار قوانين خاصة بإنتاجه و تداوله ، وكذا منح المتفوقين فى إنتاج اللبن النظيف مكافآت وجوائز مالية تشجيعاً لهم واستنهاضا لهممهم ، وقد آثرنا أن ننقل فى هذا الباب بعض النظم المتبعة فى البلدان الأجنبية لكى يقف القارىء على مدى الجهود التى تبذل فى سبيل حصول الجمهور على لبن نقى لما لذلك من أهمية كبرى من الوجهتين الصحية والاقتصادية .

القوانين الخاصة بانتاج الألبان

اهتم المشرعون ورجال الصحة فى مختلف البلدان الأوروبية والأمريكية منذ عشرات السنين بسن قوانين واصدار لوائح تضمن نقاوة اللبن الذى يوزع على الجمهور، لا لأنه أحد الأغذية الرئيسية فحسب بل لتعرضه فى أثناء الانتاج والتداول للتلوث من مصادر كثيرة بشتى أنواع الميكروبات التى قد يكون بعضها شديد الخطر على صحة المستهلكين وفى مقدمتهم الأطفال .

فى انجلترا مثلا بدأت الحكومة الانجليزية منذ سنة ١٨٨٥ بسن أنظمة لمعامل الألبان وحظائر الماشية ومحال بيع اللبن ، ثم عدلت هذه الأنظمة بما يلائم تقدم الحضارة والعلوم فصدر قانون فى سنة ١٩١٤ خاص باللبن ومعامل الألبان ، ثم صدر قانون آخر شامل فى سنة ١٩١٥ يلغى القانون السابق ولكن أرجىء العمل به وقتئذ إلى ما بعد انتهاء الحرب العظمى الأولى . وفى سنة ١٩٢٢ صدر قانون ثالث خاص باللبن ومعامل الألبان كذلك سار العمل به فى السنة نفسها ولكنه نص على ارجاء العمل بقانون سنة ١٩١٥ مدة أخرى لغاية سنة ١٩٢٥ ، وفى سنة ١٩٢٦ وضعت وزارة الصحة بالاشتراك مع وزارة الزراعة لائحة (Milk & Dairies Order 1926) بناء على ماهو مخول لهما بمقتضى قانون سنة ١٩١٥ تشمل القواعد التى يجب على منتجى اللبن ومن يتجرون به وبمنتجاته مراعاتها قبل الترخيص لهم بمزاولة هذا العمل ، وقد فصلت فى هذه اللائحة الشروط الصحية الواجب استيفاؤها فى حظائر الحلب وفى الماشية المنتجة والأشخاص الذين توكل اليهم الأعمال المتصلة باللبن والأماكن التى يعامل فيها اللبن ويعد فيها للتوزيع الخ .

أما فى مصر فقد عنيت مصلحة الصحة العمومية (وزارة الصحة الآن) منذ إنشائها فى سنة ١٨٨٦ بمراقبة بعض المحال التى تحضر فيها الأغذية أو تبيعها وصدرت قوانين أحدها فى سنة ١٨٨٧ وثان فى سنة

١٩٠٤ منحت بمقتضاها الهيئات الصحية سلطة واسعة لمراقبة العمل بالمحال المذكورة على اختلاف أنواعها ونص القانون الأخير على وجوب التحقق من استيفائها للشروط الصحية قبل الترخيص بها وقد أدمجت فى هذه المحال حظائر (زرائب) الماشية ومعامل الألبان ومنتجاتها ، وأخيراً صدر فى ١٨ مايو سنة ١٩٢٥ قرار وزارة الداخلية بوضع لائحة لمراقبة نقل وبيع اللبن الحليب واللبن الرائب (المعروف باللبن الزبادى) وقد تضمنت هذه اللائحة الشروط الواجب توافرها فى اللبن المعروض للبيع للجمهور من حيث تركيبه وصحة الماشية التى أنتجته والأوانى المستعملة فى نقله وصحة الاشخاص المكلفين بحلبه وصناعته وكذا باعته المتجولين وصلاحية الزرائب والمحال الأخرى التى يخرج منها اللبن من الوجهة الصحية ، ويجرى الآن تحضير قانون شامل للألبان ومنتجاتها .

وسنلخص فيما يلى أهم النقط التى تشملها قوانين اللبن فيما يتعلق بنظافة الإنتاج والتداول : —

أولا — صحة ماشية الحليب :

يجرى فحص الماشية بواسطة مفتش وله أن يأخذ عينات من اللبن إذا اقتضت الضرورة ، واذا اتضح أن الماشية مصابة بأمراض معدية فتعزل ولا يعاد التصريح ببيع لبنها إلا إذا زالت خطورة العدوى . وأجرى تطهير الأمكنة التى بها الحيوانات المريضة .

ولا يجوز حلب لبن المواشى المصابة بالأمراض الآتية بقصد عرضه للبيع أو الاتجار به أو استعماله فى تحضير منتجات الألبان أو غيرها من المواد الغذائية :

(١) الماشية المصابة بالتدرن الظاهر وعلى الأخص التدرن الرئوى المتقدم كذا درن الضرع أو الرحم أو الأمعاء ، وكذلك الماشية التى يرجح أن تكون مصابة بأى نوع من أنواع التدرن ، أو التى تتضح إصابتها به عند فحصها باختبار التيوبركلين .

(٢) الماشية المصابة أو التى يشتبه فى اصابتها بالحمى الفحمية أو الكلب أو الجدرى أو الاكتينوميكوز .

(٣) الماشية المصابة بعدوى ناشئة عن بكتريا معوية أو التى تفرز هذه البكتريا ، وكذلك الماشية المصابة بالحمى وعلى الاخص الحمى الناشئة عن الولادة أو التسمم الدموى .

(٤) الماشية المصابة بمرض الفم والقدم (الحمى القلاعية) أو المصابة بمرض الاجهاض المعدى .

(٥) الماشية المصابة بالتهاب الضرع الحاد أو المصحوب بتقيح .

(٦) الماشية السقيمة والهزيلة أو المصابة بمرض فى أعضائها التناسلية يتسبب عنه خروج افرازات غير طبيعية .

(٧) الماشية التى فى حالة غيبوبة أو التى تعالج بالمواد الطبية التى تفرز مع اللبن مثل الزرنيخ والزئبق والطرطير المقيء والتربنتينا وغيرها .

ثانيا — حظائر الحلب :

يشترط فيها جودة التهوية والاضاءة وتوافر الماء النقى لشرب الماشية وأن تكون نظيفة وأرضها من مادة صماء بها قنوات تمر فيها السوائل الى مجارى محكمة خارج الحظيرة، وبالجملة يلزم أن تكون مستوفاة

لجميع الشروط الصحية ويعنى على الدوام بتنظيف جميع أجزائها ورش جدرانها وسقوفها بالجير مرتين فى السنة على الأقل ماعدا الأجزاء المدهونة بطلاء زيتى أو المبطنة بالاسمنت أو القيشانى فيكتفى بغسلها . ويزال الروث من الحظيرة مرة فى اليوم على الأقل الى جهة بعيدة ويلاحظ نظافة الاماكن المجاورة للحظيرة ومدخلها .

ثالثا — حلب الماشية :

يراعى قبل إجراء العملية إزالة الاوساخ العالقة بالضرع وحلماته وتنظيف هذه الاجزاء بخرقة نظيفة مبللة بالماء ، ويجب أن تعنى عناية خاصة بنظافة ملبس الحلابين وغسل أيديهم وتجفيفها قبل الحلب ، ومراعاة نظافة مقاعد الحلب .

ولا ينبغى القيام بأى عمل من شأنه اثارة الغبار كنقل مواد جافة من الحظيرة أو اليها فى أثناء الحلب أوقبل اجرائه مباشرة ، وإذا أريد القيام بمثل هذا العمل فيكون قبل ميعاد الحلب بنصف ساعة على الاقل ويلزم نقل اللبن بعد حلبه مباشرة الى حجرة خاصة أووضعه فى اناء مغطى وتراعى فى أوانى الحلب النظافة التامة ووقايتها من التلوث .

رابعا — تبريد اللبن :

يجب تبريد اللبن بعد حلبه مباشرة الى درجة لاتزيد على حرارة الماء المستعمل فى التبريد بأكثر من خمس درجات ، الا اذا أرسل اللبن بلا تموان الى محطة جمع حيث يبرد أو اذا استعمل فى صنع القشدة أو الجبن أو الزبد أو حيث يباع بالتجزئة ويوزع على الاقل على دفعتين فى نفس يوم الانتاج .

خامسا — نقل اللبن وتوزيعه :

الاوعية المعدة لاستلام اللبن أو عياره أو خزنه أو توزيعه يجب أن لا يكون سطحها الداخلى خشنا أو به تعاريج أو لحامات تجعله عسر التنظيف . ولا تستعمل الاوانى الفخارية الغير المزججة أو الاوانى المصنوعة من الجلود أو الخشب . ويجب تنظيف أوعية اللبن بعد تفريغ محتوياتها واقفالها اقفالا محكما قبل إعادتها الى أصحابها . ويشترط فى الاوعية المستعملة لنقل اللبن أن يحفر عليها اسم وعنوان صاحبها وأن تكون محكمة الاقفال وألا تفتح فى طريقها فى أثناء النقل حتى لايتعرض مابها للتلوث بالاقذار والامطار وألا تستعمل لغرض آخر خلاف الغرض المخصصة له .

وفى حالة توزيع اللبن فى زجاجات يجب أن تعبأ الزجاجات وتقفل فى محل مرخص به ولايجب أن يرفع عنها الغطاء قبل تسليمها للمستهلك .

ويجب اتخاذ الاحتياطات الكافية لمنع تعرض اللبن للحرارة أووصول الغبار والاقذار والامطار وغيرها إليه فى أثناء توزيعه كما تجب العناية بنظافة عربات النقل دائما من الداخل وعدم استعمالها فى نقل مواد يتسبب عنها تلوث اللبن .

سادساً — أوانى وأدوات اللبن :

يجب غسل أوانى اللبن وجميع الآلات والأدوات الأخرى كالمصافى والمبردات غسلا جيداً بعد إستلامها أو إستعمالها مباشرة . وإعادة غسلها بماء مغلى أو تعقيمها بالبخار وتحفظ فى مكان نظيف لاينفذ إليه الغبار والأوساخ .

سابعاً — الأمكنة الملحقة بالحظيرة :

يشترط فيها جودة التهوية والإضاءة ونقاوة الماء المستعمل ووفرته وأن تكون أرضها من مادة صماء بها ميل قليل وبها قنوات مكشوفة تمر فيها السوائل إلى مجارى محكمة وتراعى فيها غاية النظافة على الدوام فتغسل أرضها بالماء مرة فى كل يوم على الأقل .

وينبغى أن لايحفظ اللبن فى مكان معرض للتلوث كالمطابخ وحجر الغسل وأن لاتجرى عمليات التبريد أو التعقيم أو التعبئة فى الحظيرة أو فى أى مكان آخر تعرض فيه للتلوث بالغبار والقاذورات وأن لاتحفظ الأدوات الخاصة بالعمليات السابقة فى مثل هذه الأمكنة . أما الأوانى المحتوية على لبن فيجب أن تبقى مغطاة دائمة كما يتحتم نظافة العمال .

ثامناً — صحة العمال :

إذا أصيب أحد العمال المكلفين بأى عمل له صلة باللبن — كالحلب أو المعاملة أو النقل الخ — أوأحد أفراد عائلاتهم بمرض معد فيجب فى الحال تبليغ مفتش الصحة ، فإذا وجد أن اللبن يحمل عدوى مرضية فله أن يوقف بيع اللبن من أى مكان إلى أن يزول خطر هذه العدوى . ولايجوز للمنتج أو الموزع أن يستخدم أو يسمح لأن شخص مصاب بمرض معد أو سبق له الاتصال بمريض من عهد قريب أن يقوم بأى عمل له صلة باللبن .

ويهتم فى مصر على وجه الخصوص بالكشف على باعة اللبن المتجولين (السريحة) قبل الترخيص لهم بمزاولة هذه المهنة نظراً إلى أن الجانب الاكبر من اللبن الناتج بالقرى أوالضواحى القريبة من المدن لايباع عن طريق معامل أو محال مرخص بها بل يعرض للبيع بواسطة صغار المنتجين أو بواسطة أفراد يبتاعون اللبن منهم ، وهؤلاء يكشف عليهم طبياً ويفحص دمهم وبرازهم للتأكد من خلوهم من الامراض المعدية كالسل والتيفود والدفتيريا والدوسنتاريا وحمى مالطه والامراض الجلدية الخ ويقيدون أسماءهم فى المجالس البلدية أو المحلية أو فى المحافظات ومراكز البوليس ويعاد الكشف عليهم سنويا ، وكذلك فى أى وقت تراه السلطة الصحية للتحقق من سلامتهم من الامراض المشار اليها

تاسعاً — محال عرض اللبن وبيعه :

تنطبق على هذه المحال الشروط الخاصة بالتهوية والاضاءة والماء والصرف والنظافة المطلوبة فى الحظائر والامكنة الملحقة بها .

* * *

وتنص قوانين اللبن عموما على ضرورة معاقبة مخالفيها بغرامات رادعة وبالحبس أحيانا ، على أن هذه القوانين لا يمكن أن تثمر أو تؤدى الغرض منها على الوجه المرغوب إلا إذا طبقت بدقة وأمانة وعمدت الهيئات المكلفة بالأشراف على تنفيذها إلى تفهيم منتجى اللبن وتجاره مزايا العمل بما تحويه من الشروط الصحية والفوائد الاقتصادية والصحية التى تعود من مراعاته . وفى البلاد الانجليزية تتولى وزارة الزراعة القيام بالنصيب الاكبر من هذه المهمة بالاشتراك مع المعاهدة العلمية الزراعية إذ يوجد بكل معهد معلم ألبان « Dairy instructor » ويراقب أعمال هؤلاء مشرف لكل منطقة ومفتش للألبان ويقوم الجميع بتنظيم فصول قصيرة والقاء محاضرات وتوزيع مجالات على منتجى اللبن لارشادهم إلى أفضل طرق الانتاج والتداول.

مباريات اللبن النظيف

تجرى بالبلاد الانجليزية منذ سنة ١٩٢٠ مباريات فى انتاج اللبن النظيف (Clean Milk Competitions) تقيمها وزارة الزراعة بالاشتراك مع المعاهد العلمية الزراعية فى مختلف أنحاء الجزر البريطانية ، ونظراً إلى ما لهذه المباريات من فوائد وما نتج عن اقامتها من تحسن فى طرق انتاج اللبن بتلك البلاد فسنبسط هنا الغرض منها ونعدد مزاياها ونشرح نظامها .

الغرض من هذه المباريات :

ترمى هذه المباريات إلى غرضين أساسيين هما :

(١) إرشاد المنتجين إلى أفضل وسائل انتاج اللبن النظيف ، والقضاء على الاعتقاد الشائع خطأ وهو أن انتاج اللبن النقى يستلزم مبانى وأدوات غالية الثمن واقناع المنتجين بطريقة عملية بأن الأهمية كلها منصبة على فهم قواعد النظافة والعمل بها .

(٢) بث روح التنافس بين المنتجين وتشجيع المتفوقين منهم على انتاج اللبن النظيف بمنحهم مكافآت مالية وشهادات استحقاق تتناسب مع نوع اللبن المنتج ودرجة نظافته .

ويقضى نظام هذه المباريات بأن يزور الموظف المختص محل الانتاج زيارات فجائية ويراقب سير العمل بها ويجمع العينات اللازمة من اللبن لكى تجرى عليها الاختبارات البكتريولوجية . وتمنح كل منتج فى هذه الزيارات درجات بمقتضى جدول خاص (Score Card) يتناول كل ما يتعلق بانتاج اللبن من حيث صحة ماشية الحليب ونظافتها والمبانى والأدوات والأجهزة والعمال واللبن المنتج الخ . وتمنح الجوائز لمن يفوزون بأكبر عدد من هذه الدرجات فى ختام المباراة .

وتقام مباريات خاصة لكل طائفة من المنتجين فمثلا يشترك فى مباراة واحدة الحائزون على رخص بانتاج لبن مميز بأسماء خاصة مع الذين أحرزوا جوائز فى مباريات سابقة ويشترك المبتدئون فى مباريات واحدة وهكذا .

ويفرض على المشتركين فى المباريات دفع رسوم صغيرة وتختلف مدة المباراة بين الثلاثة الأشهر والستة الأشهر وتبدأ عادة فى أول يناير وتنتهى فى آخر يونية .

نظام التحليم فى المباريات :

تقسم النهاية العظمى لمجموع الدرجات التى تمنح فى هذه المباريات وقدرها ١٥٠٠ درجة إلى قسمين رئيسيين :

أولا : زيارات محال الانتاج وتخصص لها	٦٠٠ درجة تقسم كالآتى :	
صحة الماشية	١٠٠ »	
المعدات	١٠٠ »	
الطرق المتبعة	٤٠٠ »	
ثانيا : إختبارات اللبن وتخصص لها	٩٠٠ »	تقسم كالآتى :
تقدير عدد البكتريا الكلى فى عينة اللبن	٣٠٠ »	
اختبار وجود ميكروبات القولون	٢٠٠ »	
اختبار مدة الحفظ	٣٠٠ »	
اختبار الراسب	١٠٠ »	

فالدرجات المخصصة لصحة الماشية تمنح عن حالتها الصحية وعما إذا كانت مصابة بأمراض تنتقل بواسطة اللبن أم غير مصابة بها ، ويخصص ٢٥٪ من مجموع هذه الدرجات تمنح فى حالة ما إذا كانت الماشية قد جازت إختبار التيوبركلين فى بحر الستة الأشهر السابقة لإجراء المباراة .

أما الدرجات الخاصة بالمعدات والطرق المتبعة فتمنح طبقاً للنظام الآتى : —

المعدات (١٠٠ درجة) :

غذاء الماشية والماء المستعمل فى شربها (٦ درجات) :

جودة الغذاء ونظافته	٢	
نظافة الماء ووفرته	٤	٦

أماكن الحلب (٣٢ درجة) :

الموقع : جيد الصرف	١
ومجاوراته نظيفة	١
البناء : أرضه صماء	٣
ومواقفه مرتفعة	٣
وقنواته محكمة	٣
وجدرانه صماء وسقفه سهل التنظيف	٢

وبه حظائر ومداود جيدة	١		
الإضاءة والتهوية : كفاية الضوء	٥		
نقاوة الهواء	٥		
وسائل التنظيف : مورد مائى لغسل المواقف والممرات الخ	٢		
معدات لغسل أيدى الحلابين	٣		
» » وتنظيف ضروع الماشية	٣	٣٢	

الأماكن الملحقة بالحظيرة (١٣ درجة) :

الموقع : مجاورات نظيفة	٣		
البناء : أرض صماء وصرفه محكم	٤		
جدرانه صماء وسقفه جيد	٣		
وفرة الضوء ونقاوة الهواء	٣	١٣	

الأوانى والأدوات (٤٩ درجة) :

تركيبها وصلاحيتها للاستعمال : أوانى الحلب	٦		
المصفاه والمواد المستعملة فى التصفية	٢		
المبرد ووقايته من التلوث	٤		
معدات ملء واقفال الزجاجات	٢		
أوعية التوزيع (تمنح الزجاجات النهاية العظمى)	٥		
وسائل التنظيف : حجرة منفصلة لقزان البخار	٢		
حجرة منفصلة لغسل الأوانى والأدوات	٣		
مورد مناسب للماء النظيف	٤		
وجود البخار	١٠		
معدات التعقيم (يمنح المعقم البخارى النهاية العظمى)	٧		
معدات أخرى	٢		
ملبس خاص للحلب وغطاء للرأس	٣	٤٩	١٠٠

الطرق المتبعة (٤٠٠ درجة) :

الماشية (٧٥ درجة) :

نظافتها على وجه العموم :	١٥	
التنظيف قبل الحلب :	٣٠	

كثرة تغيير ماء الغسيل واستبدال المماسح	١٠	
تقصير شعر الضرع والأجزاء المحيطة به	٢٠	٧٥

أمكنة الحلب (٢٨ درجة) :

نظافتها : أرض البناء	٤	
الجدران والفواصل	٢	
السقوف	٣	
المداود	١	
النوافذ	٣	
الأفنية (الحيشان) المجاورة : نظافتها	٤	
حالة صرفها	٢	
هواء الحظيرة فى أثناء الحلب : خال من الغبار	٦	
خال من الذباب	٣	٢٨

مجرة اللبن (٣٥ درجة) :

نظافتها : أرض البناء	٢	
الجدران والسقف	٨	
خلوها من الغبار والذباب	١٠	
قصر استعمالها على شؤون اللبن	٨	
الأفنية المجاورة : نظافتها	٥	
حالة صرفها	٢	٣٥

الأدوات (١٢٥ درجة) :

العناية بها وتنظيفها (١) : أوانى الحلب	١٥	
المصفاه	١٥	
المبرد	١٥	
أوانى النقل	٢٥	
المعدات الأخرى كالمماسح	٥	
آلة ملء الزجاجات	١٠	
وقاية جميع الأوانى والأدوات من التلوث	٢٥	
نظافة مقاعد الحلب الخ	١٥	١٢٥

(١) إذا غسلت جيداً وعقمت فى المعقم البخارى على درجة ٢١٠ فهرنهيت لمدة ٢٠ دقيقة فتمنح النهاية العظمى ، وإذا غسلت جيداً وعوملت بصنبور البخار فتخصم ٥ درجات ، اما إذا غسلت جيداً وعومات بالماء المغلى فتخصم ١٠ درجات

عملية الحلب (٥٥ درجة) :

نظافة الحلاب من حيث الملبس وغطاء الرأس الخ	١٠
طريقة الحلب (الحلب بأيد نظيفة جافة يمنح النهاية العظمى)	٢٠
استعمال محالب (جرادل) مغطاة	١٥
طريقة الاستغناء عن أول الحلب	١٠
(إذا حلب فى وعاء خاص فيمنح النهاية العظمى)	٥٥

مراحل اللبن (٨٢ درجة) :

نظافة عمال حجرة اللبن أو المعمل	٥
نقل اللبن بعد حلبه مباشرة إلى حجرة اللبن	١٠
(إذا صب اللبن فى وعاء نقل كبير بالحظيرة فيمنح ٨ درجات)	
وقاية اللبن من التلوث أثناء نقله لحجرة اللبن	٥
تصفيته بعناية	٢
تبريده (اذا برد اللبن إلى درجة لا تتجاوز حرارة الماء المستعمل فى التبريد بأكثر من ٥ درجات فهرنهيت فيمنح ٣٠ درجة وتمنح النهاية العظمى إذا برد اللبن إلى درجة ٤٥ فهرنهيت)	٤٥
طريقة ملء واقفال الزجاجات أو أوعية النقل	٥
العناية باللبن قبل توزيعه	١٠
	٨٢
	٤٠٠

* * *

ومما يسترعى النظر فى التقسيم السالف الذكر أن الجانب الأكبر من الدرجات يمنح على الطرق المتبعة فى إنتاج اللبن إذ عليها يتوقف إلى حد بعيد مقدار نظافة اللبن ونقاوته كما أشرنا إلى ذلك فى عدة مناسبات سابقة .

أما فيما يختص باختبارات اللبن فهى تجرى على تسع عينات تؤخذ من لبن كل مشترك فى أثناء الستة الأشهر التى تستغرقها المباراة ثلاث منها فجائية — تؤخذ إحداها فى الثلاثة الأشهر الاولى وتؤخذ اثنتان فى الثلاثة الاشهر الباقية — أما العينات الست الباقية فتؤخذ بمعرفة المنتج كل شهر عينة من حليب الصباح وحليب المساء بالتناوب وتمنح العينات الفجائية ضعف الدرجات التى تمنحها العينات العادية .

وتقدر الدرجات الخاصة بنتائج الاختبارات المختلفة حسب المقياس الآتى : —

(١) تقدير العدد الكلى للبكتريا :

تستعمل فى هذا الاختبار طريقة الأطباق وتمنح العينات التى لا تحتوى على أكثر من ٥٠٠ بكتريا فى السنتيمتر المكعب النهاية العظمى وهى ٣٠٠ درجة ثم تخفض عدد الدرجات التى تمنح كلما زاد عدد البكتريا الذى تحويه العينة بنسبة درجتين لكل ٢٥٠ بكتريا إلى أن يبلغ العدد ٣٠٠٠ (فمثلا العينات التى تحوى من ٥٠١ إلى ٧٥٠ بكتريا فى السنتيمتر المكعب تمنح ٢٩٨ درجة والتى تشمل من ٧٥١ إلى ١٠٠٠ تمنح ٢٩٦ درجة) وبعد ذلك تخفض الدرجات بنسبة درجتين عن كل ٥٠٠ بكتريا حتى يبلغ العدد الكلى ٢٨٠٠٠ فى السنتيمتر المكعب من العينة .

ثم يخفض بنسبة درجة واحدة عن كل	٥٠٠	بكتريا حتى يبلغ العدد	٣٠٠٠٠		
» » » » »	١٠٠٠	» » » » »	١٥٠٠٠٠		
» » » » »	٢٠٠٠	» » » » »	٢٠٠٠٠٠		
» » ٥ » »	٥٠٠٠٠	» » » » »	٣٠٠٠٠٠		
» » » » »	١٠٠٠٠٠	» » » » »	٥٠٠٠٠٠		
» » » » »	٢٥٠٠٠٠	» » » » »	١٠٠٠٠٠٠		

(٢) اختبار وجود ميكروبات القولون

يجرى هذا الاختبار بطريقة التخفيف مع استعمال بيئة ملح الصفراء اللكتوزى البنفسجى المضاف إليها دليل عباد الشمس والتى سيأتى وصفها فى الجزء الثالث وتمنح الدرجات بالنظام الآتى : —

إذا لم توجد باسلس القولون فى ١ سم٣ من العينة فتمنح ٢٠٠ درجة

إذا وجدت باسلس القولون فى ١ سم٣ من العينة ولم توجد فى أنابيب التخفيف الاعلى فتمنح العينة ١٥٠ درجة .

إذا وجدت باسلس القولون فى $\frac{1}{10}$ سم٣ من العينة ولم توجد فى أنابيب التخفيف الاعلى فتمنح العينة ١٠٠ درجة .

إذا وجدت باسلس القولون فى $\frac{1}{100}$ سم٣ من العينة ولم توجد فى أنابيب التخفيف الاعلى فتمنح العينة ٥٠ درجة .

إذا وجدت باسلس القولون فى $\frac{1}{1000}$ سم٣ من العينة فلا تمنح العينة درجات كلية .

(٣) اختبار مدة الحفظ :

تحفظ العينة فى هذا الاختبار على درجة ٦٠ فهرنهيت ثم تذاق وتختبر بالغلى مرتين يوميا وتقدر الدرجات المخصصة لهذا الاختبار طبقا للنظام الآتى : —

إذا بقيت العينة دون تجبن لمدة ٢٥ ساعة فتمنح ٣ درجات وتزاد الدرجات التى تمنح كلما طالت مدة بقاء العينة دون تجبن أو تغير فى الطعم أو الرائحة فتمنح ٣ درجات أخرى عن كل ساعة تزيد على ٢٥ ساعة حتى تبلغ المدة ٣٠ ساعة (فمثلا إذا بلغت مدة الحفظ ٢٨ ساعة فتمنح العينة ٩ درجات وهكذا) ثم تزاد الدرجات بالنسبة الاتية:

٣,٥ درجة	عن كل ساعة تزيد على	٣٠	ساعة حتى تبلغ المدة	٣٦	ساعة
٤ درجات	« « « « «	٣٦	« « « « «	٤٢	«
٤,٥ درجة	« « « « «	٤٢	« « « « «	٤٨	«
٥ درجات	« « « « «	٤٨	« « « « «	٥٤	«
٥,٥ درجة	« « « « «	٥٤	« « « « «	٦٠	«
٦ درجات	« « « « «	٦٠	« « « « «	٧٢	«
٣ «	« « « « «	٧٢	« « « « «	٩٦	«

أما العينات التي تبقى دون تجبن أو تغير في الطعم والرائحة مدة تزيد على ٩٦ ساعة أي أربعة أيام فتمنح النهاية العظمى للدرجات المقررة لهذا الاختبار وهي ٣٠٠ درجة .

(٤) اختبار الراسب :

يجرى هذا الاختبار بواسطة الموظف المختص قبل تصفية اللبن في محل الانتاج وتؤخذ العينة من أناء الحليب وتمر في آلة الفحص المجهزة بمضخة ، ويراعى أخذ مقادير متساوية من اللبن من جميع المتبارين وهذه ترشح بواسطة الآلة المذكورة في قرص من القطن المعقم وتحفظ هذه الأقراص في سجل خاص ثم تمنح الدرجات المقررة لهذا الاختبار وعددها ١٠٠ درجة بالنسبة لكمية الراسب التي تظهر على القرص بعد مرور العينة فيه ، وكلما زادت نسبة المواد الغريبة في العينة انخفضت الدرجة التي تمنح لها . ويوجد لدى الموظف المختص رسم مبين عليه عدة أقراص نموذجية عليها نسب مختلفة من الراسب لمقارنة الاقراص المتحصل عليها من مختلف المتبارين وتقدير ما يناسب كل منها من الدرجات .

* * *

وقبل أن نختم الكلام عن مباريات اللبن النظيف تحسن الاشـــارة إلى أن شركات الألبان الكبيرة في بعض البلدان تتبع أحيانا نظاما يشبه المتبع في تلك المباريات لتشجيع موردها على إنتاج اللبن نقيا ، فتستعين بعدد من الموظفين مهمتهم الطواف بمحال الانتاج لمنح كل منتج درجات تتناسب مع مدى دقة الطرق التي يتبعها في حلب اللبن وتداوله ومقدار عنايته بنظافة الماشية وأمكنتها .... الخ ، كما تقاس درجة نقاوة اللبن المتحصل عليه من كل مورد بالاختبارات البكتريولوجية التي تجرى فيه من وقت لآخر ويمنح المتفوقون منهم مكافآت أو عـلاوات على الثمن الأصلي للبن تتنـاسب مع دقتهم في العمل ودرجة نقـاوة الألبان التي يوردونها .

وقد وجد كذلك أن من أفضل الطرق المؤدية إلى تشجيع الحلابين على مراعاة الدقة في أعمالهم هي وضع نظام لمكافأة المجيدين منهم تبعا لنتيجة الاختبارات البكتريولوجية التي تجرى على لبن المواشي التي يحلبونها ، وفي هذه الحالة يزاد راتبهم تدريجا كلما نقص عدد البكتريا في اللبن المحلوب ، ويجازى المهملون بخصم جزء من راتبهم إذا جاوز عدد البكتريا في اللبن نسبة معينة . وزيادة في الفائدة نأتي هنا على النظام المتبع في أغلب الاحوال وفيه تؤخذ عينة من مجموع لبن المواشي التي يحلبها كل عامل من حليب الصباح

وذلك مرة واحدة فى كل أسبوعين وتفحص بطريقة الأطباق لتقدير العدد الكلى للبكتريا وتختبر فيها نسبة باسلس القولون . أما النهاية العظمى للمكافأة الأسبوعية التى يحصل عليها العامل طبقا لهذا النظام فهى شلنان .

عدد البكتريا فى السنتيمتر المكعب	باسلس القولون				المكافأة الأسبوعية	
	١ سم٣	$\frac{١}{١٠}$ سم٣	$\frac{١}{١٠٠}$ سم٣	$\frac{١}{١٠٠٠}$ سم٣	بنس	شلن
من ١ إلى ٥٠٠٠	—	—	—	—	—	٢
	+	—	—	—	٩	١
	+	+	—	—	—	١
	+	+	+	—	٦	—
	+	+	+	+	—	—
من ٥٠٠١ إلى ١٠٠٠٠	—	—	—	—	٦	١
	+	—	—	—	٣	١
	+	+	—	—	٩	—
	+	+	+	—	٣	—
	+	+	+	+	—	—
من ١٠٠٠١ إلى ٥٠٠٠٠	—	—	—	—	٣	١
	+	—	—	—	—	١
	+	+	—	—	٦	—
	+	+	+	—	٣	—
	+	+	+	+	—	—
من ٥٠٠٠١ إلى ١٠٠٠٠٠	—	—	—	—	—	١
	+	—	—	—	٩	—
	+	+	—	—	٣	—
	+	+	+	—	—	—
من ١٠٠٠٠١ إلى ١٥٠٠٠٠	—	—	—	—	٩	—
	+	—	—	—	٦	—
	+	+	—	—	—	—

ملاحظة : تدل علامة + على وجود باسلس القولون وتشير علامة — إلى عدم وجودها .

رتب اللبن

فكرت بعض ممالك — تخص بالذكر منها انجلترا والولايات المتحدة — منذ أمد غير قصير فى تقسيم اللبن الذى يعرض للبيع إلى مراتب أودرجات (Grades) تختلف بحسب نقاوته . وقد كان من أهم البواعث على ذلك تيسير السبيل للجمهور كى يحصل على ألبان مضمونة النقاء تشرف على إنتاجها وتداولها الهيئات الصحية اشرافا دقيقا وفى هذا تمكين المنتج الذى يراعى بعناية تامة جميع الشروط الصحية فى حلب المواشى وتوزيع اللبن الخ من الحصول على سعر مناسب يتعادل مع الجهود والنفقات التى يبذلها فى هذا السبيل .

ويتبع فى تقسيم اللبن إلى مراتب أنظمة كثيرة ، نصف هنا أحدها على سبيل المثال وهو المتبع فى انجلترا إذ أن مثل هذه النظم لم يعمل بها فى مصر حتى الآن .

أصدرت وزارة الصحة الانجليزية فى سنة ١٩٢٣ (بناء على ما هو مخول لها من حقوق بمقتضى القانون الخاص باللبن ومعامل الألبان الصادر فى سنة ١٩٢٢) لائحة (Milk Special Designations Order 1923) تختص بانتاج اللبن وبيعه بأسماء مميزة . وقد وضحت فيها وفى المذكرة التفسيرية التى وضعت فى سنة ١٩٢٩ الاشتراطات الخاصة بذلك ، وقبل أن نلخص أهم ما جاء بهذه اللائحة تجدر الاشارة الى أن جميع الاشتراطات التى تنص عليها القوانين المتعلقة بانتاج اللبن — وهى التى سردناها فيما سبق — سواء منها ما هو خاص بالماشية أو المبانى أو الأدوات او العمال الخ — تسرى أيضا بطبيعة الحال على انتاج اللبن وبيعه بأسماء مميزة . ولا تجيز اللائحة المذكورة بيع اللبن بهذه الاسماء إلا بعد الحصول على ترخيص من وزارة الصحة ولا يمنح هذا الترخيص إلا إذا اقتنعت الوزارة أو من ينوب عنها من الهيئات الأخرى باستيفاء شروط معينة وبأن هذه الشروط يعمل على اتباعها باستمرار

وتنقسم الرتب الى خمسة أقسام كالآتى : —

الأولى — لبن مضمون	(Certified Milk.)
الثانية — لبن رتبة ا « مختبر بالتيوبركلين »	(Grade A, T. T. Milk.)
الثالثة — « « ا	(Grade A, Milk.)
الرابعة — « « ا مبستر	(Grade A, Milk Pasteurised)
الخامسة — لبن مبستر	(Pasteurised Milk.)

وتتلخص الشروط الواجب توافرها فى مختلف الرتب المذكورة فيما يلى :

(١) صفة الوجبة البكتريولوجية :

يشترط ألا يتجاوز عدد البكتريا الكلى فى السنتيمتر المكعب من عينات الرتبتين الاولى والرابعة ٣٠٫٠٠٠ بكتريا وألا تحتوى عينات الرتبتين الثانية والثالثة على أكثر من ٢٠٫٠٠٠ بكتريا وعينات الرتبة الخامسة على أكثر من ١٠٫٠٠٠ بكتريا فى السنتيمتر المكعب عند فحصها بطريقة الاطباق .

كما يشترط ألا يوجد باسلس القولون فى $\frac{1}{10}$ سم^3 من عينات الرتبتين الاولى والرابعة ، وألا يوجد فى $\frac{1}{100}$ سم ٣ من عينات الرتبتين الثانية والثالثة ، على أن يجرى هذا الاختبار فى بيئة ماكونكى السائلة بالطريقة المعتادة .

والموظف المختص أن يختبر عينات اللبن فى أى وقت بين انتاجه وتسليمه للمستهلك .

(٢) معه وجهة ماشية الحليب :

أولا : يشترط فى حالة الرتبتين الاولى والثانية مايأتى :

ا — أن تفحص جميع مواشى الحليب قبل منح الرخصة للمنتج وأن تفحص بعدئذ كل ماشية مرة فى كل ثلاثة أشهر بواسطة طبيب بيطرى تعينه السلطة المختصة ، وأن يشهد هذا الطبيب كتابة بأن المواشى غير مصابة بأمراض تنتقل عدواها إلى اللبن .

ب — أن يختبر كل حيوان من القطيع بالتيوبركلين قبل منح الرخصة كما يختبر بعدئذ كل ستة أشهر ، وألا يسمح بضم حيوان جديد إلى القطيع إلا بعد التأكد من خلوه من مرض التدرن وذلك باختباره بالتيوبركلين قبل ضمه مباشرة ، ويعفى من هذا الشرط المواشى التى تنقل من قطيع آخر مرخص به لانتاج هاتين الرتبتين من اللبن .

حـ — أن تعزل الحيوانات التى تعطى نتيجة ايجابية فى اختبار التيوبركلين عن بقية أفراد القطيع ولا يباع لبنها ضمن لبن القطيع

د — أن تعزل عن القطيع فى الحال كل ماشية يظهر أى دليل على اصابتها بأمراض تنتقل الى اللبن ولا يباع لبنها كذلك ضمن لبن القطيع كما لا يعاد ضمها اليه حتى يثبت للطبيب شفاؤها .

هـ — أن يحتفظ بسجل خاص للقطيع وأن يكون لكل ماشية علامة مميزة لسهولة معرفتها وأن يبقى القطيع منعزلا عن المواشى الاخرى .

ثانيا : أما فى حالة الرتبتين الثالثة والرابعة فيشترط فى ماشية الحليب جميع الشروط السابقة ماعدا ب، حـ على أنه إذا ظهر للسلطة المختصة أن لبنا من هاتين الرتبتين يحتوى على ميكروب التدرن فيتحتم على المنتج أن يتحقق أى الحيوانات هى المصابة فيعزلها عن القطيع

ثالثا — لاتوجد اشتراطات خاصة بماشية الحليب فى حالة انتاج الرتبة الخامسة .

(٣) معه وجهة محال الانتاج والسجلات الخ :

يشترط فى جميع الرتب الخمس مراعاة الآتى :

ا — أن تعقم جميع الأوانى والأدوات بالبخار بعد غسلها بعناية تامة

ب — على المنتج أن يمنح جميع التسهيلات فى أى وقت لمندوب الهيئة التى لها حق الترخيص بتفتيش أمكنة خزن اللبن ومعاملته وتوزيعه وأن يسمح له بفحص المعدات والطرق المتبعة والسجلات المطلوب وجودها وأخذ عينات من اللبن دون مقابل .

حـ — أن يعد المنتج سجلا مضبوطا يبين فيه مقادير اللبن الناتجة والمشتراه والمباعة حسبما يكون الحال كما يبين فى هذا السجل أسماء وعناوين الأشخاص الذين ابتاع منهم اللبن أو باعه لهم وذلك عدا المباع بالتجزئة

(٤) شروط وطريقة تعبئة وتوزيع اللبن :

أولا : يشترط فى الرتبة الأولى ما يأتى : —

ا — أن يبرد اللبن عقب الحلب مباشرة ويعبأ فى محل الانتاج فى زجاجات يكون قد سبق تعقيمها بالبخار

ب — أن تقفل الزجاجات عقب تعبئتها مباشرة بأقراص محكمة مبين عليها اسم المنتج وعنوان محل الانتاج ويوم الانتاج ووقته (حليب الصباح أو حليب المساء) ونوع الرتبة ولا يرفع الغطاء عن الزجاجة قبل تسليمها للمستهلك .

ثانيا : يشترط فى الرتب الثانية والثالثة والرابعة ما يأتى : —

ا — أن يوزع اللبن على المستهلكين إما فى زجاجات معبأة بالطريقة المتبعة فى حالة الرتبة الأولى أو فى أوعية أخرى مناسبة مقفلة بغطاء محكم ومبين على غطاء الزجاجات أو الأوعية الأخرى بأحرف واضحة اسم المنتج وعنوان محل الانتاج ويوم الانتاج ووقته ورتبة اللبن .

ب — إذا قام بالتوزيع موزع مرخص له بمزاولة هذا العمل فله أن يوزع اللبن على المستهلكين فى نفس الأوعية التى تسلمها من محل الانتاج غير مفضوضة الأختام أو يقوم بتعبئته وتوزيعه فى زجاجات أو فى أوعية أخرى مناسبة (معقمة كذلك بالبخار) حيث لا تقل سعتها عن جالونين مبين عليها اسم الموزع وعنوانه ويوم الانتاج ورتبة اللبن (يبستر اللبن فى حالة الرتبة الرابعة قبل تعبئته فى الزجاجات أو فى الاوعية السالفة الذكر) .

(٥) شروط وطريقة معاملة اللبن :

يشترط ألا يعامل اللبن فى الرتب الأولى والثانية والثالثة بالحرارة فى أى درجة من درجات الانتاج بل يباع خاماً دون تسخينه . أما اللبن من الرتبتين الرابعة والخامسة فيشترط فيه ما يأتى : —

ا — أن يسخن جميع اللبن إلى حرارة لا تقل عن ١٤٥ ف ولا تزيد عن ١٥٠ ف ويحفظ على هذه الحرارة لمدة ٣٠ دقيقة ثم يبرد مباشرة إلى درجة لا تزيد عن ٥٥ ف .

ب — ألا يعامل اللبن بالحرارة بأى طريقة أخرى غير المذكورة ولا يسخن أكثر من مرة واحدة بهذه الطريقة .

حـ — أن تقر السلطة الصحية صلاحية الجهاز المستعمل فى البسترة وتوافق على الطرق المتبعة بالمعمل على وجه العموم .

د — أن يمنع اختلاط اللبن المبستر بأى نوع آخر من اللبن وذلك فى كل الدرجات التى يمر بها اللبن.

هـ — أن يحمل كل وعاء مستعمل فى توزيع اللبن اسم الرتبة فى مكان ظاهر

وقد عدلت وزارة الصحة الانجليزية فى سنة ١٩٣٦ النظام السابق ووضعت لائحة جديدة تقسم اللبن المميز بأسماء خاصة إلى ثلاث رتب رئيسية ، وكان الباعث على ذلك الرغبة فى تبسيط النظام القديم وإدخال تعديلات على الشروط الواجب توافرها فى بعض الرتب التى شملها .

والرتب الثلاث الجديدة هى : —

الأولى — لبن « مختبر بالتيوبركلين » (Tuberculin Tested Milk)

الثانية — لبن معتمد (Accredited Milk)

الثالثة — لبن مبستر (Pasteurised Milk)

وسنقارن فيما يلى النظامين الجديد والقديم ونذكر أهم ما أدخل من تعديلات فى اللائحة الجديدة .

فالرتبة الأولى من النظام الجديد تضم الرتبتين الأولى والثانية من النظام القديم إذ أن الشروط الواجب توافرها فيها من حيث ماشية الحليب تنطبق على ما ذكر فى الكلام عن هاتين الرتبتين بمعنى أن هذا اللبن مضمون الخلو من ميكروب الدرن . على أن اللائحة الجديدة قد نصت على وجوب إضافة كلمة « مضمون » (Certified) إلى الاسم المميز لهذه الرتبة إذا أجرى تعبئته فى زجاجات بمحل الإنتاج ، وعلى إضافة كلمة « مبستر » (Pasteurised) إلى الاسم إذا كان اللبن قد عومل بطريقة البسترة حسب الشروط التى فصلتها اللائحة .

أما الرتبة الثانية فهى بذاتها الرتبة الثالثة من النظام القديم من حيث الشروط الخاصة بماشية الحليب ، غير أنه قد أجيز إضافة كلمتى « معبأ بالمزرعة » (Farm Bottled) إلى الاسم إذا كان قد تم تعبئة هذا اللبن فى الزجاجات بمحل الإنتاج .

ولا تختلف الرتبة الثالثة الجديدة عن الرتبة الخامسة القديمة من حيث طريقة البسترة فيما عدا ضرورة تركيب مقياس حرارة عادى وآخر مسجل (Recording Thermometer) فى مكان مناسب بالجهاز فى أثناء إجراء العملية ووجوب عمل خرائط لتسجيل الحرارة (Temperature records) والاحتفاظ بهذه الخرائط لمدة شهر على الأقل ، كما ينبغى أن تقر السلطة المختصة نوع الجهاز ومقاييس الحرارة (الترمومترات) المستعملة .

أما من الوجهة البكتريولوجية فقد عدلت نظم الفحص فى اللائحة الجديدة تعديلا جوهريا إذ إستبدل تقدير العدد الكلى للبكتريا بطريقة الاطباق فى فحص اللبن الخام (غير المسخن) باختبار الردكتاز أى اختزال زرقة الميثلين (الذى سيأتى شرحه فى الجزء الثالث) وسنذكر فيما يلى الشروط الواجب توافرها فى مختلف الرتب الجديدة عند فحصها بكتريولوجيا : —

أولا : يشترط فى عينات الرتبتين الأولى والثانية (ماعدا لبن الرتبة الأولى المبستر) أن لاتختزل اللون الأزرق فى إختبار الردكتاز فى أقل من أربع ساعات ونصف ساعة إذا أخذت العينة للفحص فى أى وقت من أول مايو الى ٣١ اكتوبر ، وأن لايحصل الاختزال فى أقل من خمس ساعات ونصف الساعة إذا أخذت العينة بين أول نوفمبر و٣١ أبريل . كما ينبغى ألا تحتوى العينة على باسلس القولون فى $\frac{1}{10}$ سم^3 .

ثانيا — يشترط فى لبن الرتبة الأولى المبستر أن لايحتوى على أكثر من ٣٠٠٠٠ بكتريا فى السنتيمتر المكعب .

ثالثا — يشترط فى لبن الرتبة الثالثة أن لايحتوى على أكثر من ١٠٠٠٠٠ بكتريا فى السنتيمتر المكعب.

ومما يستحق الذكر أن الشروط الخاصة بمحال الانتاج والسجلات الخ لاتختلف كثيرا فى جميع الرتب عما ذكرناه فى الكلام عن النظام السابق .

ولما كان هذا التقسيم لايخلو من تعقيد بالنظر إلى تعدد الرتب التى يحويها إذ يدخل — كما هو واضح من التقسيم — تحت الرتب الثلاث الرئيسية ثلاث اخرى فرعية ، لذلك فهو لايمتاز عن النظام السابق من حيث بساطته . وقد اقترحت إحدى اللجان التى ألفت لتنظيم إنتاج اللبن وبيعه أتباع نظام آخر لتقسيم اللبن إلى مراتب يشمل جميع الألبان التى تعرض للبيع بحيث يميز كل وعاء برتبة اللبن الذى يحويه وبطاقة ذات لون خاص ، كما أقترحت ألا يعرض للبيع لبن سائل من أى نوع كان مالم يبلغ درجة خاصة من النظافة .

أما الرتب التى أقترحت فهى : —

الأولى — لبن مضمون وهو لبن خام لم يعامل بالحرارة وناتج من مواشى خالية من التدرن .

الثانية — لبن مبستر وهو الذى عومل مرة واحدة بالحرارة بطريقة تقرها الهيئات الصحية وفى جهاز مرخص به لهذا الغرض .

الثالثة — لبن معقم (Sterilised) وهو لبن سخن إلى درجة الغليان أو أكثر فى جهاز مرخص به لهذا الغرض ولم يعامل بطريقة أخرى من طرق المعاملة بالحرارة .

الرابعة — لبن غير مضمون (uncertified) وهو لبن لم يعامل بالحرارة وتنتج من ماشية غير مختبرة بالتيوبركلين ولكن بلغ درجة خاصة من النظافة .

وقد اقترحت اللجنة أن يكون تنفيذ هذا النظام إجباريا وأن يمنع بيع اللبن من الرتبة الأخيرة بعد انقضاء عدد معين من السنين يكون فى أثنائها قد نفذ مشروع استئصال مرض التدرن من المواشى المنتجة .

* * *

هذا وتحسن الاشارة هنا إلى أن النظام المتبع فى أمريكا يختلف من بعض الوجوه عن النظم الانجليزية السابق شرحها ، إذ أن لكل مدينة أمريكية أسلوباً خاصاً فى تقسيم اللبن الى مراتب ، وسنذكر فيما يلى على سبيل المثال النظام المعمول به فى مدينة نيويورك .

يقسم جميع اللبن الذى يعرض للبيع فى المدينة المذكورة إجبارياً إلى أربعة أقسام كالآتى : —

الأولى — لبن رتبة أ (خام)	Grade A. Milk (Raw)
الثانية — » » » (مبستر)	» » » (Pasteurised)
الثالثة — » » ب »	» B. »
الرابعة — » » حـ »	» C. »

وتنص الاشتراطات الخاصة بالماشية المنتجة لألبان الرتبة الأولى على ضرورة فحصها طبياً وإختبارها بالتيوبركلين فى فترات منتظمة للوثوق من خلوها من مرض التدرن والأمراض الأخرى التى تنتقل بواسطة

اللبن ، أما الماشية المنتجة لألبان الرتب الثلاث الباقية فيكتفى بفحصها طبياً . كما يشترط أن لايتجاوز عدد البكتريا فى السنتيمتر المكعب من ألبان الرتبة الأولى ٣٠٠٠٠ ، ومن ألبان الرتبة الثانية ٢٠٠٠٠٠ قبل البسترة و ٣٠٠٠٠ بعدها ، ومن ألبان الرتبة الثالثة ١٥٠٠٠٠٠ قبل البسترة و ١٠٠٠٠٠ بعدها وذلك عند تقديره بطريقة الأطباق . أما ألبان الرتبة الرابعة فيشترط فقط عدم احتوائها على عدد كبير من البكتريا بعد أن تبستر .

وعلاوة على ذلك توجب الأنظمة التى تنتج وتباع بمقتضاها هذه الرتب إتخاذ إحتياطات خاصة فى حلب اللبن وتبريده ونقله وتوزيعه الخ . ومراعاة سلامة العمال من الأمراض المعدية .

وطريقة البسترة التى تنص عليها الأنظمة الأمريكية هى بذاتها التى تقرها الهيئات الصحية الانجليزية والتى نوهنا عنها فيما سبق عند الكلام عن الاشتراطات الخاصة بمعاملة اللبن ، على أنه لايشترط فى الرتبة الرابعة أن يعامل اللبن حتما بالطريقة المذكورة بل يجوز تسخينه لدرجة الغليان وحفظه على هذه الدرجة لمدة دقيقتين وهذا اللبن لايستعمل إلا فى الطبخ أو الأغراض الصناعية الأخرى .

ومن أهم مايلاحظ فى هذا النظام أنه قد روعى فى وضعه أن يكون جميع اللبن المعروض للبيع مضمون الخلو من الميكروبات المرضية .

الباب الثامن

الطرق المتبعة فى حفظ اللبن

معاملة اللبن بالحرارة

تتبع طرق متعددة بقصد إطالة مدة حفظ اللبن ، وهذه الطرق ترمى إلى غرض أو أكثر من الأغراض الآتية :

(١) إزالة الميكروبات التى يحويها اللبن .

(٢) منع نمو الميكروبات وتكاثرها .

(٣) إبادة الميكروبات .

وقد سبقت الاشارة إلى أن عمليتى التصفية والتنقية تزيلان من اللبن الأقذار الكبيرة غير الذائبة وما يعلق بها من ميكروبات ، وأن عملية التبريد تعوق تكاثر الميكروبات التى توجد باللبن وتبطىء عملها ، وبذلك يبقى اللبن المبرد دون تغير مدة أطول من ذلك الذى يحفظ على درجة الحرارة العادية ولم يبرد عقب الحلب ، ولهذا تعتبر العمليات المذكورة ضمن طرق الحفظ إذ أنها تحقق إلى حد ما الغرضين الأول والثانى أما الغرض الثالث فتتبع وسائل متعددة لبلوغه أهمها وأكثرها استعمالا هى المعاملة بالحرارة ، وسنفرد هذا الباب للكلام عن أثر الحرارة فى محتويات اللبن من البكتريا وعن المزايا والأضرار التى تعود من اتباع هذه الطريقة فى معاملة اللبن من الوجهتين الصحية والاقتصادية .

وقبل أن نتناول هذا الموضوع بالبحث تحسن الاشارة إلى أن من الجائز تناول اللبن دون معاملته بالحرارة وذلك فيما إذا روعيت غاية النظافة فى الانتاج والتداول مع الوثوق من سلامة العمال والمواشى المنتجة من الأمراض المعدية ويكون اللبن فى هذه الحالة حافظا لكل صفاته الطبيعية ولم يفقد شيئا من قيمته الغذائية ، ولكن لما كانت هذه الأمور لا تراعى بدقة فى أكثر الأحيان — وبالأخص فى بلادنا — نظرا إلى وجود بعض الصعوبات التى تعترضها أو لعدم العلم بأهميتها فقد وجد من الضرورى تسخين اللبن قبل استعماله سواء بالطرق البسيطة المنزلية أو باحدى الطرق التجارية التى سيأتى ذكرها ، وقد ذهبت بعض الممالك إلى حد جعل تعقيم اللبن الذى يوزع للاستهلاك المباشر اجباريا ما لم تراع فى انتاجه جميع الوسائل التى تضمن خلوه من الميكروبات الضارة وتثق الهيئات الصحية بأن استعماله خاما لا يعرض صحة مستهلكيه للخطر كالأصناف المميزة بأسماء خاصة التى أسلفنا ذكرها فى الباب السابق .

واستعمال الحرارة فى معاملة اللبن على وجه العموم يقصد به أمران : أولهما — اطالة مدة حفظه بقتل الميكروبات أو تقليل عددها ذلك لأنها هى السبب فى سرعة فساده أو احداث تغيرات غير مرغوب فيها فى طعمه أو رائحته مما يضر بقيمته التجارية ، وثانيهما — إبادة ما قد يحويه اللبن من الميكروبات المرضية التى وصلت اليه فى مختلف أدوار الانتاج ، على أنه قد وجد من جهة أخرى أن تسخين اللبن غالبا ما يؤدى إلى تغير بعض صفاته والأضرار بقيمته الغذائية . وتأثير الحرارة فى محتويات اللبن البكتيرية وفى صفاته وتركيبه وقيمته الغذائية متوقف على عاملين هامين هما : (١) درجة الحرارة التى يعرض لها اللبن . (٢) مدة التسخين .

وسنتكلم فيما يلى عن الطرق الرئيسية المتبعة فى معاملة اللبن بالحرارة ومميزات وعيوب كل منها وهذه الطرق هى :

أولا — التعقيم الكامل . ثانيا — الغلى . ثالثا — التعقيم الجزئى بطريقة باستور . رابعا — التعقيم الجزئى بطريقة استاسانو .

أولا — التعقيم الكامل

تعقيم اللبن تعقيما كاملا (Sterilisation) معناه إبادة جميع ما يحويه من ميكروبات سواء منها المتجرثم أو غير المتجرثم ، وهذا لا يتم إلا بتسخينه إلى درجة حرارة مرتفعة تبلغ ٢٤١ — ٢٤٥ فهرنهيت (درجة ١١٥ — ١١٨ سنتجراد) لمدة ربع ساعة أو درجة ٢٢١ فهرنهيت (درجة ١٠٥ سنتجراد) لمدة ساعة أو درجة ٢١٢ فهرنهيت (درجة ١٠٠ سنتجراد) لمدة ٢٠ دقيقة ثلاث مرات فى أيام متعاقبة .

والطريقتان الأوليان متبعتان تجاريا ، أما الأخيرة فيقتصر استعمالها على اعداد اللبن ليكون بيئة لإنماء البكتريا فى المعامل البكتريولوجية .

ومع أن تعقيم اللبن يجرى بعدة طرق إلا أنه يعامل فى جميع الأحوال قبل التعقيم معاملة أولية تتلخص درجاتها فيما يلى : —

تجرى تصفية اللبن أو تنقيته أولا باحدى الوسائل التى أشرنا اليها قبلا ، ثم يسخن تسخينا مبدئيا بالبخار إلى درجة تختلف من ١٤٠ الى ١٥٨ فهرنهيت (درجة ٦٠ الى ٧٠ سنتجراد) فى مسخن مزدوج الجوانب وهذه العملية تسهل مروره فى آلة التجنيس (Homogeniser) وبعدئذ يجرى تجنيسه بأمراره تحت ضغط عال (٢٠٠٠ إلى ٢٥٠٠ رطل للبوصة المربعة) فى فتحات قطرها $\frac{1}{1000}$ من البوصة وفى هذه العملية تتجزأ حبيبات الدهن فلا ترتفع فيما بعد إلى السطح أو تكون طبقة دهنية سميكة بمرور الوقت ، وأخيرا يعبأ اللبن فى زجاجات معقمة .

أما عملية التعقيم ذاتها فتجرى عادة فى أوتوكلاف أفقى الوضع مجهز بمقياس للضغط وآخر للحرارة (ترمومتر) وصنبور لخروج الهواء وصمام أمن ويحتوى على رفوف مثقبة توضع عليها زجاجات اللبن . وتوضع مع هذه الزجاجات زجاجة خاصة تحتوى على لبن ومقياس لتسجيل الحرارة التى وصل اليها اللبن فى أثناء التعقيم . ويلاحظ فى هذه العملية أن يظل صنبور الهواء مفتوحا بعد إقفال الجهاز وإبتداء التسخين

حتى يطرد الهواء جميعه ثم يقفل الصنبور وبعد أن يتم التعقيم يفتح الأوتوكلاف وتسد الزجاجات بأحكام .

والزجاجات المستعملة فى هذا الغرض ضيقة الفوهات ومجهزة بسدادات ذات مشابك لولبية (كالمستعملة فى زجاجات ماء الأكسجين) ليسهل إقفالها بسرعة بعد فتح الجهاز مباشرة فى حالة غليان اللبن ، ففى مثل هذه الحالة تكون الزجاجات خالية من الهواء تقريبا . أما إذا أقفلت الزجاجات قبل التعقيم فانها تكون عرضة للكسر نظرا إلى تمدد الهواء الذى تحويه فى أثناء العملية .

وإقفال الزجاجات فى حالة غليان اللبن مهم جدا من الوجهة البكتريولوجية إذ يجعلها كما قلنا خالية من الهواء تقريبا ، فلا يكون اللبن المعقم إذ ذاك عرضة للتغير بواسطة الميكروبات المنجرثمة التى قد لا يهلك بعضها بتأثير الحرارة التى يعرض لها اللبن إذا لم تبلغ الدرجة المطلوبة أو كانت مدة التسخين غير وافية بالغرض تماما ، فمثل هذه الجراثيم الكبيرة المقاومة تحتاج لانباتها إلى امداد كاف من الهواء ومن ذلك فان اقفال الزجاجات على النحو المذكور يؤدى الى طول مدة الحفظ .

واللبن الذى أجرى تعقيمه بدقة وحفظت زجاجاته مقفلة اقفالا محكما يبقى دون تغير مددا طويلة جدا

ولسنا فى حاجة إلى القول بأن الزجاجات المستعملة فى تعبئة اللبن قد تكون فى هذه الحالة كذلك مصدراً للتلوث إذا لم يعتن بغسلها وتعقيمها عناية تامة ، فضيق فوهاتها يستلزم غاية الدقة فى تنظيفها ولذلك تستعمل فرشاه يدوية أو دوارة خاصة لهذا الغرض . كما ينبغى ان يعنى باقفال الزجاجات بسرعة بعدالتعقيم مع عدم تعرضها للتلوث فى أثناء هذه العملية .

وتتبع أحيانا طرق أخرى فى التعقيم ، ففى احدى هذه الطرق تغمس الزجاجات بعد التعبئة إلى مستوى اللبن فى ماء على درجة ٢١٠ فهرنهيت وتترك على هذا الحال لمدة ساعة ثم تعرض للبخار تحت الضغط حتى تصل حرارتها إلى درجة ٢٢٢ فهرنهيت وبعد أن يتم التعقيم تبرد الزجاجات تدريجاً بالماء البارد

وفى طريقة أخرى يجرى التعقيم فى معقم مستمر فيدفع اللبن بواسطة مضخة فى أنابيب رفيعة مسخنة بالبخار ترفع حرارته فيها بسرعة إلى أن تبلغ درجة تختلف من ٢٦٦ الى ٢٧٥ فهرنهيت (١٣٠ — ١٣٥ سنتجراد) ، ولايكون التعقيم تاماً فى هذه الحالة إلا إذا بقى اللبن على درجة ٢٦٦ فهرنهيت لمدة ٤٠ ثانية أو على درجة ٢٧٥ فهرنهيت لمدة ٥٠ ثانية . ويجرى تبريد اللبن فى هذه الطريقة عقب تعقيمه بسرعة حتى لايتغير لونه ، وتتبع فى التبريد طريقة مشابهة للمستعملة فى التسخين إذ تجرى هذه العملية فى أنابيب رفيعة محاطة بالماء البارد .

واللبن المعقم لا يعتبر على العموم غذاء صالحا — وخاصة للأطفال — لأن تعرضه للحرارة العالية المستعملة فى التعقيم يؤثر فى صفاته وتركيبه ، فطعمه ولونه يتغيران ، كما تنحط قيمته الغذائية إذ تصبح الأملاح المعدنية التى يحويها أقل قابلية للتمثيل وتتأثر محتوياته من الفيتامينات وبالأخص فيتامين « ح » (Vitamin C) إلى درجة كبيرة ، ولكن رغم ذلك كله فاستعمال هذا اللبن شائع فى بعض المدن الكبيرة الآهلة بالسكان نظرا إلى طول مدة حفظه وانتظام توزيع الدهن فيه ، وكثرة إستعماله ناشئة على الأغلب عن عدم علم الجمهور بنقص قيمته الغذائية .

ثانيا ـ الغلى

يكاد يكون غلى اللبن (Boiling)هو الطريقة الوحيدة لمعاملته فى جميع المنازل المصرية بخلاف الحال فى معظم البلدان الأوروبية حيث يعنى عناية كبيرة بانتاج اللبن نقياً فيستهلك خاماً وحيث يتيسر كذلك الحصول على اللبن المعامل بالحرارة تحت إشراف دقيق من الهيئات الصحية .

وتجرى هذه العملية عادة بوضع الاناء المحتوى على اللبن فوق النار مباشرة حتى يرتفع سطحه فينزل عن النار ويترك الاناء مكشوفاً لكى يبرد اللبن من تلقاء نفسه وتكرر هذه العملية غالبا مرتين أو ثلاث إذا لم يستهلك اللبن جميعه فى وقت قصير وخاصة فى زمن الصيف .

ويلاحظ هنا أن اللبن لا يغلى بالفعل فى أثناء تسخينه بهذه الكيفية ولذا فان هذه التسمية غير دقيقة لأنها لا تنطبق على العملية السابق وصفها .

وتسخين اللبن بتلك الطريقة لا ينتج عنه إبادة جميع الميكروبات التى يحويها اللبن كما هو الحال فى التعقيم ، بل أنه لو أجرى بدقة ، مع إتخاذ الاحتياطات التى سيأتى ذكرها ، لأدى إلى قتل البكتريا الغير المتجرثمة ومنها الميكروبات المرضية فى حين أنه لا يؤثر تأثيرا يذكر فى الأنواع المتجرثمة التى تنتقل إلى اللبن من التربة وأجزاء العليق الخ . لأن تلك الأنواع تقاوم تأثير الحرارة بدرجة كبيرة .

والمشاهد دائما عند معاملة اللبن بالطريقة المذكورة فى وعاء مكشوف تكون غشاوة رقيقة(pellicle) على سطحه فى أثناء التسخين . وهذه الغشاوه تنتج عن تركز أجزاء من مشتملات اللبن أخصها اللاكتالبيومين وعن التبخر السطحى .

وقد درس تأثير تكون هذه الغشاوة فى مقدار مقاومة الميكروبات التى يحويها اللبن لفعل الحرارة . فوجد أن الميكروبات التى تضمها الغشاوة تكون بوجه عام أقل تأثراً بالتسخين من الميكروبات التى توجد باللبن نفسه تحت هذه الغشاوة وسنشير إلى هذه التجارب مرة أخرى عند الكلام عن بسترة اللبن إذ أنها أجريت حول تأثير هذه العملية فى محتويات اللبن من البكتريا .

وقد أجريت بمعمل البكتريولوجيا بكلية الزراعة بالجيزة بضع تجارب عن تأثير إختمار اللبن فى الميكروبات المرضية التى توجد به ، ومنها يستدل على أن اللبن المختمر (الزبادى) الذى صنع من لبن ملقح بميكروب السل قبل « غليه » بالطريقة المألوفة قد سبب إصابة الأرانب الهندية بالمرض عند ما حقنت به ، كما يستدل من هذه التجارب أيضا على أن تسخين اللبن بالكيفية المذكورة لا يؤدى إلى قتل ما قد يوجد به من ميكروبات السل نظراً إلى عدم تعرض الميكروبات التى تضمها الغشاوة المتكونة على سطح اللبن للحرارة التى تضمن إبادتها ، ولقد قيست فى أثناء هذه التجارب درجة حرارة اللبن فى اللحظة التى ارتفع فيها سطحه كما قيست درجة حرارة الغشاوة فى الوقت عينه فوجد أن حرارة اللبن قد بلغت درجة ٢٠٨ فهرنهيت (٩٨ سنتجراد) فى حين ان حرارة الغشاوة لم تتجاوز درجة ١٦٩ فهرنهيت (٧٦ سنتجراد) ويظهر من ذلك أن الدرجة الأخيرة غير كافية لقتل الميكروب المذكور فى المدة التى يعرض لها فى عملية التسخين هذه .

والغالب إن زيادة المقاومة التى تبديها الميكروبات التى تضمها الغشاوة المتكونة فوق سطح اللبن لا تعزى فحسب إلى التبخر الذى يؤدى الى انخفاض الحرارة فى الطبقة المذكورة ولكن من المحتمل كذلك أن الغشاوة تحمى الميكروبات إلى حد ما إما بمقاومتها لنفوذ الحرارة — وعملها فى هذه الحالة كعمل المادة العازلة — وإما بطريقة أخرى لم تعرف على وجه التحقيق حتى الآن .

يستخلص من هذا كله أن عملية « الغلى » لا يمكن أن تؤدى الغرض منها إذا أجريت بالطريقة المألوفة، بل يلزم لضمان ابادة الميكروبات المرضيـــة أن يقلب اللبن فى أثناء أجرائها حتى توزع محتوياته بانتظام يكفل تعرضها جميعها لحرارة مرتفعة،أضف إلى ذلك أن هذا الاجراء يؤدى حتما إلى تقليل عدد البكتريا التى تبقى باللبن مما ينشأ عنه إطالة مدة الحفظ نسبياً .

وقد تنشأ خطورة اللبن « المغلى » فى نقل الأمراض كذلك من جراء اهمال العناية به بعد «الغلى» كأن يترك فى وعاء مكشوف معرض للتلوث بالذباب الذى ينقل اليه أحيانا ميكروبات مرضية خطرة .

هذا ويلاحظ غالبا عند فساد اللبن المغلى أنه لا يتجبن تجبنا حمضيا كما يحدث فى اللبن غير المسخن وذلك لأن التسخين الذى عرض له وخاصة إذا تكرر « غليه » بضع مرات يؤدى الى إبادة معظم الميكروبات غير المتجرثمة بما فى ذلك الأنواع المكونة للأحماض أى بكتريا حامض اللكتيك بأنواعها المختلفة فينشأ التجبن عن نشاط الأنواع الهوائية المتجرثمة (مثل باسلس ميكويدس B. mycoides) بتأثير انزيماتها كما تحدث باللبن تغيرات تعفنيه تلاحظ بوضوح من طعمه ورائحته غير المقبولين .

ومن أهم الأسباب التى يعزى اليها فساد اللبن المغلى عدم تبريده بالسرعة الواجبة إذ انه يترك غالبا بعد التسخين ليبرد من تلقاء نفسه فينتج عن ذلك زيادة عدد الميكروبات الباقية به بسرعة عند ما تنخفض الحراره الى الدرجة التى تلائمها ، ولهذا تجب العناية بتبريده بالماء الجارى عقب التسخين مباشرة وحفظه على أقل درجة ممكنة وخاصة فى زمن الصيف ، كما يلزم أن يعنى بنظافة الوعاء الذى يصب فيه بعد التسخين والا تسبب عن اهمال ذلك تلوث شديد غير مرغوب فيه .

وعملية « الغلى » هذه لا تؤثر فى صفات اللبن وتركيبه بنسبة عملية التعقيم السالفة الذكر ولكنها تكسب اللبن رائحة خاصة وتعطيه طعم المواد المطبوخة (Cooked taste) كما تؤثر إلى حد ما فى مركباته فتجمد بعض المواد الزلالية وتحول جزءا من أملاحه الذائبة وبالأخص فوسفات الكلسيوم الى حالة غير ذائبة وتسبب تجمع حبيبات الدهن وتضر ببعض ما يحويه من فيتامينات ولا سيما فيتامين « د » ويزداد هذا التأثير بتكرار التسخين،وكل هذه التغيرات تقلل بلا ريب من فائدته إلى حد بعيد باعتباره غذاء وخاصة للأطفال والمرضى إذ أنه يكون الجزء الأكبر من غذائهم . ومن المعلوم أن استمرار تغذية الأطفال بمادة رئيسية ناقصة يسبب إضمحلال صحتهم وسقم نموهم من مستهل حياتهم .

وقبل أن تختم الكلام عن هذه العملية تحسن الاشارة الى بعض الطرق الأخرى البسيطة المتبعة فى معاملة اللبن ومقارنتها بطريقة الغلى المألوفة،فأحيانا يعبأ اللبن فى زجاجات صغيرة ثم تقفل هذه الزجاجات وتوضع فى وعاء من الألومنيوم أو الحديد المطلى بالمينا (الصاج) (مثل كزرولة) مرتكزة على قطعة من الخشب سمكها نحو سنتيمترين موضوعة فى قاع الوعاء ، ثم يصب فى الوعاء المذكور ماء ساخن جدا حتى يبلغ منسوبه

مستوى اللبن فى الزجاجات ، ويوضع هذا الوعاء على النار حتى يغلى الماء فيرفع ويوضع على سطح ساخن أو قريبا من موقد لمدة ١٥ دقيقة وبعدئذ ينقل إلى حوض الغسيل حيث يستبدل ما به من ماء ساخن بآخر بارد على أن يستمر صب الماء البارد فيه لمدة خمس دقائق وأخيرا تترك الزجاجات فى الماء البارد مقفلة حين الحاجة اليها

وتصنع أجهزة بسيطة خصيصا لهذه العملية وهى مركبة من وعاء اسطوانى الشكل به سلة من السلك مقسمة إلى أجزاء يسع كل منها زجاجة من زجاجات اللبن ويجرى استعمال هذا الجهاز بالطريقة السابق شرحها ومن أهم ميزات هذه الطريقة انتظام توزيع الحرارة فى اللبن جميعه .

ومن الأوعية المخصصة لغلى اللبن ما يصنع من الألومنيوم أو الحديد المطلى بالميناو مزودة بقرص مثقب يمكن رفعه لتنظيفه ، وعند استعمال هذه الأوعية يصب اللبن فيها بحيث لا يتجاوز منسوبه القرص المذكور إذ أن هذا الأخير موضوع بالقرب من الحافة ، فاذا ما سخن اللبن فى هذا الوعاء بوضعه على النار مباشرة وارتفع السطح تكسرت الغشاوة المتكونة عليه عند مرورها فى ثقوب القرص وهذا يؤدى إلى اعادة اختلاط أجزائها باللبن مما ينتج عنه تعرض الميكروبات التى تحويها لحرارة اللبن ذاته .

هذا ومن المستحسن دائما فى الحالات التى يغذى فيها الاطفال باستمرار باللبن المغلى أو المعامل بالحراره العالية كاللبن المعقم أن يعطوا ملء ملعقة صغيرة من عصير البرتقال أو الطماطم مرتين فى الأسبوع على الأقل لتعويض النقص الناتج عن هذه المعاملة فى فيتامين « ح »

وتجدر الاشارة هنا الى أنه من الواجب ايقاف الجمهور على كيفية القيام بعملية الغلى على الوجه الأكمل وأن ننبهه الى الاحتياطات الأخرى التى تتخذ بعد اجرائها حتى استهلاك اللبن ، مع أن هذه الوسيلة هى السلاح الوحيد الذى يعتمد عليه السواد الأعظم عندنا لدرء خطر الألبان القذرة فكثيرا ما يتهاون البعض فى اجرائها ، ولا شك فى أن هذا التهاون من أهم الأسباب فى ارتفاع نسبة وفيات الأطفال فى مصر نتيجة اصابتهم بالامراض التى تنتقل عن طريق اللبن .

ثالثا — التعقيم الجزئى بطريقة باستور

(أو البسترة)

رأينا مما تقدم كيف أن معاملة اللبن بالحرارة بالطريقة المنزلية المألوفة لا يمكن الاعتماد عليها اعتماداً تاماً فى درء الاخطار التى يستهدف لها المستهلك عند شرب لبن من مصادر لا تتوافر فيها الشروط الصحية الكفيلة بنقاوته ، وذلك علاوة على ما لهذه المعاملة من أثر سيء فى خواص اللبن وفى قيمته الغذائية ، ولقد اهتم علماء الصحة منذ وقت غير قصير باستنباط طرق لمعاملة الألبان التى توزع فى المدن بحرارة منخفضة نسبيا بحيث تضمن خلوها من الميكروبات المرضية مع عدم الاضرار — بقدر الامكان — بخواص اللبن الغذائية ، وكان أقدم هذه الطرق وأرفقها هى الطريقة المعروفة باسم البسترة (Pasteurisation) والتى يرجع الفضل فيها للعالم الفرنسى الأشهر لويس باستور .

اكتشف باستور بين سنتى ١٨٦٠ ، ١٨٧٠ أن النبيذ ونحوه من المشروبات الكحولية إذا سخنت إلى حرارة تتراوح بين درجتى ١٥٨ و ١٧٦ فهرنهيت وحفظت على هذه الدرجة مدة من الزمن أدى ذلك إلى منع التغيرات غير المرغوب فيها — كالخوضة والازوجة الخ — التى تحدث بها أحيانا ، كما نتج عن هذه المعاملة تحسن فى نكهتها . وقد شاع على أثر هذا الاكتشاف إستعمال الحرارة فى معاملة النبيذ بأوروبا وأطلق على هذه العملية اسم البسترة . على أن أثر الحرارة فى حفظ مواد الغذاء كان معروفا قبل هذا التاريخ فقد سخن شيل (Scheele) الخل حوالى سنة ١٧٨٢ لمنع فساده واستنبط أبرت (Appert) فى سنة ١٨١٠ طريقة لحفظ المواد الغذائية المختلفة الانواع بتسخينها فى أوعية مقفلة . ولكن لايغيب عن البال أن تجارب العالمين الأخيرين أجريت فى وقت لم تكن فيه طبيعة التخمرات معروفة فى حين أن طريقة باستور قد بنيت على أساس علمى صحيح لأنها جاءت عقب اكتشافه للاحياء الدقيقة المسببة لهذه التغيرات .

وفى سنة ١٨٨٦ اقترح سوكسلت (Soxhlet) إستعمال الحرارة فى معاملة اللبن المعد لتغذية الأطفال بتعبئته فى زجاجات تسخن بوضعها فى الماء المغلى ، على أن سوكسلت اعتقد خطأ حينذاك بأن معاملة اللبن بالكيفية المذكورة يؤدى إلى تعقيمه . وقد استعملت بعد هذا الوقت طريقة باستور فى معاملة اللبن ببعض أجزاء أوربا فانتشرت أولا فى المانيا ثم فى الدنمرك وانتقلت تدريجا إلى الممالك الأخرى حتى أخذت المكانة الاولى بين الطرق التى يعامل بها اللبن فى جميع أنحاء العالم بفضل ماعرف من مزاياها التجارية والصحية .

ولقد كان الغرض الرئيسى من استعمال البسترة فى البداية هو اطالة مدة حفظ اللبن وتلافى الخسائر الناجمة عن سرعة تلفه ولهذا أخذت تلك العملية النصيب الاوفر من عناية منتجى اللبن وتجاره خصوصا من لم يراعوا منهم أصول النظافة فى الانتاج والتداول ومن يرسلون بألبانهم إلى جهات تبعد كثيرا عن محال الانتاج . ولكن لم يمض وقت طويل حتى أخذت هذه العملية جانباً من إهتمام علماء الصحة فتناولوها بالبحث والتمحيص عندما ظهر أن أمراضا شتى يمكن انتقالها بواسطة اللبن ومنتجاته ، فعملوا على استخدامها فى معاملة الألبان التى توزع بالمدن ، وأجرى تحويرها واستنباط الاجهزة التى تضمن دقة اجرائها . وأصبحت الهيئات الصحية فى بعض الممالك تصر على ضرورة بسترة اللبن المعد للاستهلاك المباشر اجباريا ماعدا المنتج منه تحت ظروف خاصة وبطرق غاية فى النظافة والاتقان ، على أن من العلماء من لايزالون يعترضون على إستعمالها بحجة انخفاض قيمة اللبن المبستر فى التغذية إذا قورن باللبن غير المعامل بالحرارة ، وسنشير فيمايلى إلى أهم ماوصل اليه البحث فى السنين الأخيرة من ناحية تأثير البسترة فى الميكروبات التى يحويها اللبن وفى عناصره الغذائية .

القصد من عملية البسترة

قبل أن نشرح هذه العملية أو نتكلم عن الطرق المتبعة فى اجرائها يحسن أن نذكر الأغراض التى ترمى اليها وأهمها اثنان هما :

(١) القضاء على جميع الميكروبات المرضية التى قد تصل الى اللبن فى أثناء الانتاج .

(٢) إبادة الغالبية العظمى من الميكروبات غير المتجرثمة التى توجد باللبن .

وبتحقق هذين الغرضين لايتعرض المستهلك لخطر الأمراض التى ينقلها اللبن ولا يتكون اللبن ذاته عرضة لكثير من التغييرات غير المرغوب فيها التى تقصر مدة حفظه وتحط من قيمته التجارية .

وهذا الغرضان لو أنه يمكن تحقيقهما بطريقة التعقيم الكامل وحتى بالغلى المنزلى إذا أجرى بدقة تامة — كما أشرنا إلى ذلك من قبل — إلا أن الحرارة المنخفضة نسبياً التى يعامل بها اللبن فى طريقة باستور لا تؤدى إلى الإضرار بخواص اللبن الطبيعية والكيمارية ولا تؤثر فى قيمته الغذائية بقدر ما تؤثر فيها العمليتان السالفتا الذكر ، وقد كان ذلك من أهم البواعث التى أدت إلى انتشارها .

الطرق الرئيسية المتبعة فى بسترة اللبن

تتبع فى بسترة اللبن طريقتان رئيسيتان هما :

(أولا) الطريقة السريعة .

(ثانياً) الطريقة البطيئة .

وتجرى كل منهما بأساليب مختلفة سنتكلم عنها بإيجاز فيما يلى ، ونسرد مزاياها وعيوبها ، وسنوجه عناية خاصة إلى بحث بعض النقط المتصلة بأجهزة البسترة من حيث علاقتها بالناحية البكتريولوجية دون الإسهاب فى شرح التفاصيل الخاصة بتركيبها أو إدارتها الخ .

أولا — الطريقة السريعة (Flash method)

وهى أقدم طرق البسترة ، وفيها يسخن اللبن إلى درجات حرارة عالية تتراوح عادة بين ١٧٦ و١٨٥ فهرنهيت (٨٠ — ٨٥ مئوية) ثم يبرد مباشرة إلى درجة منخفضة لاتزيد عن ٥٠ فهرنهيت ، ويطلق على هذه العملية أحياناً اسم البسترة العالية (High Pasteurisation)

وفى هذه الطريقة يجرى تسخين اللبن غالباً بإمراره فى مسخن مستمر (Continuous flow heater) فيدخل فيه اللبن من أسفل فى وعاء داخلى اسطوانى محاط بوعاء خارجى فيه البخار المستعمل فى التسخين ، ويدفع اللبن من أسفل إلى أعلى بواسطة مضخة فيمر فى هيئة طبقة رقيقة على سطح الوعاء الداخلى فى حركة حلزونية بواسطة محركات دائرية الحركة ، فيسخن اللبن بسرعة إلى الدرجة المطلوبة ، ثم يخرج من أنبوبة بأعلى الجهاز . ونظراً إلى صغر سطح التسخين فى الجهاز يعمد إلى رفع حرارة البخار فى الوعاء الخارجى إلى درجة أعلى بكثير من الدرجة التى يسخن إليها اللبن .

وقد كان استعمال هذه الطريقة فى الماضى شائعا جداً فى معاملة اللبن التجارى نظراً إلى سهولة إجرائها وسرعتها وقلة نفقاتها . على أنه قد وجد من جهة أخرى فيما بعد أن لمعاملة اللبن بهذه الطريقة عيوباً كثيرة أهمها

(١) أنه يصعب جدا حفظ درجة حرارة اللبن ثابتة طول مدة تسخينه فى المسخن المستمر ، وتغير درجات الحرارة — ولو تغيراً طفيفاً — يؤدى إلى عدم تسخين أجزاء منه إلى الدرجة المطلوبة وذلك لمرورها بسرعة فى حين أن أجزاء أخرى قد تسخن إلى درجة أعلى من اللازم ، ومن ذلك يتضح أن هذه الطريقة لا يمكن الاعتماد عليها إعتماداً كافياً لإبادة الميكروبات المرضية جميعها ، مع أن عددها ينخفض تمشياً مع العدد الكلى للبكتريا إلا أنه بالنظر إلى قصر مدة تعرض اللبن للحرارة واحتمال مرور أجزاء منه بسرعة

دون تسخينها إلى الدرجة المطلوبة فقد يبقى باللبن بعض الميكروبات المرضية دون أن تهلك .

(٢) أنه على الرغم من أن هذه الطريقة تزيد مدة حفظ اللبن نتيجة تقليل العدد الكلى للبكتريا إلا ان هذا يقابله من جهة أخرى حدوث تغيرات فى طعم اللبن ورائحته وتركيبه ، كما أن الطبقة القشدية التى تتكون على سطح اللبن فى الزجاجات (Cream line) تتأثر بهذه الطريقة ولا تكون واضحة ، ولا يخفى ما لمظهر هذه الطبقة من الأهمية التجارية عند الجمهور حيث يتخذها مقياسا لما يحويه اللبن من دسم .

ولقد اتجه البحث فى السنوات الأخيرة إلى إدخال تعديلات على هذه الطريقة . يمكن بواسطتها تلافى العيوب الآنفة الذكر مع الاحتفاظ بأهم مميزاتها ، فكان أن استنبطت الطريقة المعروفة باسم « البسترة بحرارة عالية لمدة قصيرة » « High - temperature, Short -time Pasteurisation » وفيها يسخن اللبن إلى درجة ١٦٠ فهرنهيت لمدة ٢٠ ثانية أو إلى درجة ١٦٢ فهرنهيت لمدة ١٢ ثانية ثم يبرد بسرعة إلى درجة منخفضة . وقد صنعت اجهزة خصيصا لهذه العملية ، ومن أهمها النوع المعروف باسم المبستر ذى الألواح (Plate Pasteuriser) وهو مشابه لجهاز التبريد ذى الألواح الذى سبق وصفه ولكن تضاف اليه بضعة الواح خاصة تضمن بقاء اللبن على الدرجة المطلوبة خلال المدة اللازمة كما تجرى به عملية التبريد .

وقد أجريت تجارب كثيرة على هذه الطريقة فى انجلترا وأمريكا فظهر تفوقها على البسترة العالية من حيث تأثيرها فى خواص اللبن وفى إبادة الميكروبات المرضية فضلا عن مزاياها الآتية :

(١) إنها سريعة ومستمرة بمعنى أنه يمكن تعبئة اللبن فى الزجاجات وإعداده للتوزيع بعد استلامه بوقت قصير .

(٢) أن الجهاز المستعمل فيها بسيط سهل التنظيف ، ونفقات إدارته قليلة ، ولا يشغل غير مساحة صغيرة

(٣) أن مساحة سطح التسخين فى هذه الطريقة أكبر نسبيا منه فى حالة البسترة العالية ، ولذلك يجرى التسخين بماء لا تزيد حرارته عن الدرجة التى ترفع اليها حرارة اللبن إلى بضع درجات

وقد أقرت أخيراً بعض الولايات الأمريكية (ولايتى نيويورك وبنسلفانيا) استعمال هذه الطريقة فى بسترة اللبن الذى يباع للاستهلاك المباشر فى حين لم يعترف بالبسترة العالية فى انجلترا أو أمريكا ، ولا يصرح ببيع اللبن المعامل بهذه الطريقة باسم « لبن مبستر »

ثانيا — الطريقة البطيئة (Holding Method)

وفيها يسخن اللبن إلى درجة لا تقل عن ١٤٥ ولا تزيد عن ١٥٠ فهرنهيت (٦٢٫٥ - ٦٥٫٥ مئوية) ويحفظ على هذه الدرجة لمدة ٣٠ دقيقة ثم يبرد بسرعة إلى درجة ٥٠ فهرنهيت .

وقد ظهرت هذه الطريقة بعد أبحاث طويلة نتيجة لما لوحظ من تأثر خواص اللبن بالبسترة العالية ولعدم انتظام نتائج الطريقة المذكورة . ولقد دلت التجارب على أن تعرض اللبن لحرارة منخفضة مدة طويلة نسبيا يعادل فى تأثيره التسخين إلى درجات مرتفعة من حيث إبادة الميكروبات ، علاوة على انه لا يؤثر فى طعم اللبن ورائحته وتركيبه ولا يتلف خواصه ، وهذا ما حدا بالهيئات الصحية إلى تفضيل الطريقة البطيئة حتى انها أصبحت فى انجلترا الطريقة الوحيدة المسموح باستعمالها فى معاملة اللبن المعبأ باسم « لبن مبستر » كما يلاحظ مما ذكرناه فى الكلام عن رتب اللبن .

إلا أنه يؤخذ على الطريقة البطيئة أنها تحتاج إلى رأس مال كبير نظراً إلى كثرة تكاليف الجهاز وكثرة المصاريف الضرورية للعناية به خصوصا لأن تنظيفه يحتاج إلى مدة طويلة ، ولكن هذه المآخذ تتضاءل فى أهميتها إلى جانب ما لتلك الطريقة من مزايا عديدة .

وبسترة اللبن بالطريقة البطيئة تجرى بأساليب متعددة تتناسب غالبا مع كمية اللبن المراد معاملته وسنبسط أهمها فيما يلى باختصار :

البسترة على دفعات (Batch Pasteurisation)

فى حالة بسترة كميات صغيرة يعامل اللبن عادة على دفعات ، ويستعمل فى هذه الحالة صهريج مزدوج الجوانب يوضع اللبن بالجزء الداخلى منه ويحيط به الماء المستعمل فى التسخين . وبالصهريج مقلب (agitator) لمزج اللبن فى أثناء حفظه ضمانا لتوزيع الحرارة بانتظام ومنعا من تصاعد الدهن إلى سطح اللبن . وللصهريج غطاء نحاسى ، وهو مجهز بمقياسين للحرارة لمعرفة درجتى حرارة اللبن والماء الساخن .

ولاستعمال هذا الجهاز يملأ الفراغ الذى بين جدارى الصهريج بالماء ويسخن بامرار البخار فيه من صمام خاص حتى تبلغ حرارته درجة ١٦٥ فهرنهيت ثم يدار المقلب ويصب اللبن فى الوعاء الداخلى ويقفل صمام البخار عند ما تبلغ حرارة اللبن درجة ١٤١ فهرنهيت وبحسب الوقت من اللحظة التى تصل فيها حرارته الى ١٤٥ فهرنهيت . وعند ما تنتهى مدة الحفظ يسحب الماء الساخن من أسفل الجهاز ويحل محله ماء بارد من صنبور بالجزء العلوى على أن الأفضل إجراء عملية التبريد فى جهاز مستقل .

ومما يجب ملاحظته أن حرارة الماء تكون كافية عادة لبقاء حرارة اللبن بين درجتى ١٤٥ و ١٥٠ فهرنهيت لمدة نصف ساعة دون حاجة إلى إعادة فتح صمام البخار .

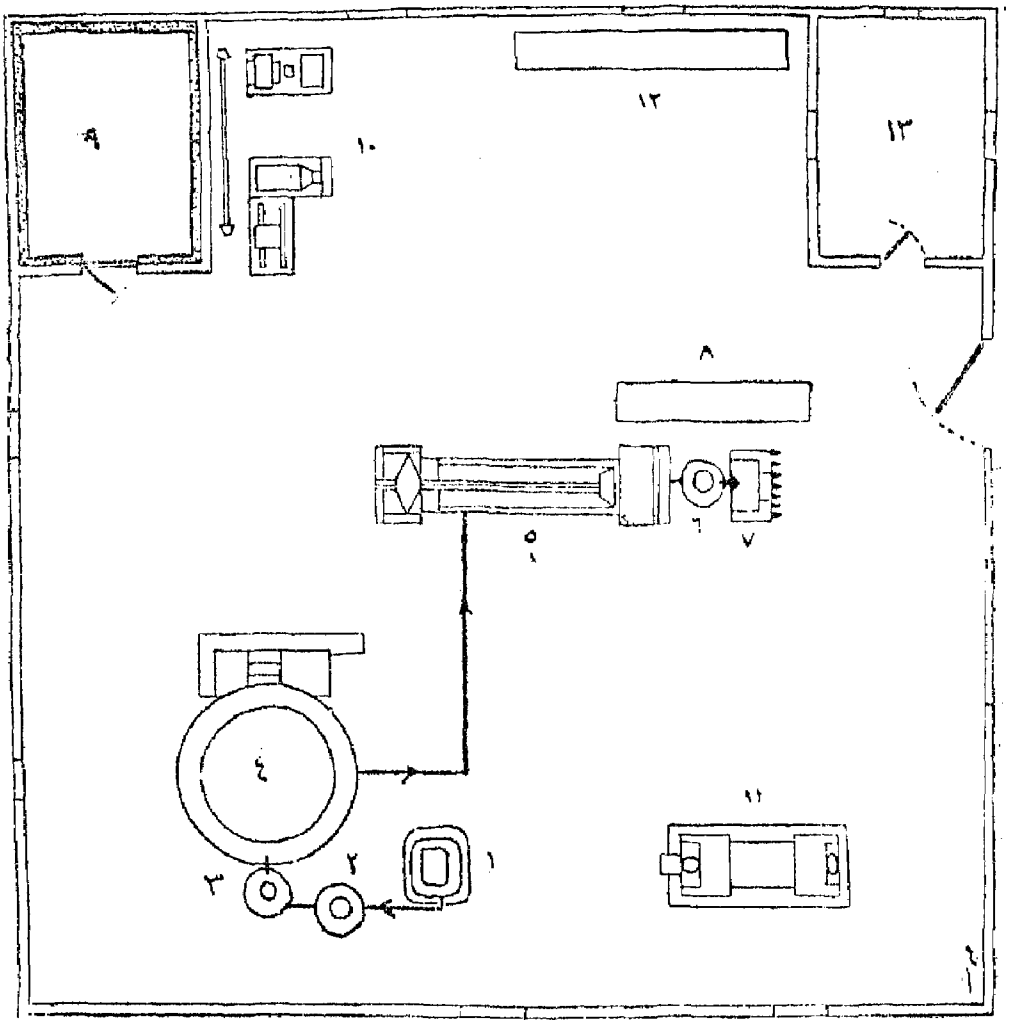
ويمكن توصيل جهازين من هذا النوع ببعضهما اذا أريد بسترة كميات كبيرة من اللبن ، ويتلخص سير عملية البسترة على دفعات فى الخطوات التالية :

يرفع اللبن الخام بواسطة مضخة فيمرر أولا فى مصفاة أو مرشح أسطوانى الشكل ثم يصب منه فى المبستر حتى إذا ما سخن وحفظ بالطريقة المذكورة آنفا يمرر فى مبرد ذى ألواح ، فيبرد أولا بالماء ثم بمحلول ملح التبريد وأخيراً يمرر الى آلة تعبئة الزجاجات (أنظر شكل ٢١)

وهذه العملية بطيئة لأنها تستغرق نحو الساعتين ، إذ يسخن اللبن فى نصف ساعة تقريبا ، ويحفظ على درجة البسترة لمدة نصف ساعة أخرى ويستغرق تبريده وتعبئته نحو الساعة .

وقد تجرى عملية البسترة على دفعات فى صهريج يحتوى على أنابيب حلزونية يمرر بداخلها ماء ساخن ، وهذه الأنابيب تدور بسرعة معتدلة فتمزج اللبن وترفع حرارته ، وبعد انتهاء مدة الحفظ يمرر بداخل الأنابيب ماء بارد أو محلول ملح التبريد .

وعملية البسترة على دفعات ولو أنها تمتاز ببساطتها إلا أنه يؤخذ عليها أنها ليست أوتوماتيكية وأن المدة التى تنقضى فى كل من عمليتى التسخين والتبريد طويلة بالنسبة للطرق الأخرى .



شكل ٢١ يبين مواضع الاجهزة وسير العمل فى معمل يبستر اللبن على دفعات

(١) صهريج اللبن الوارد
(٢) مضخة اللبن الخام
(٣) المرشح
(٤) المبستر
(٥) المبرد
(٦) صنبور تعبئة الصفائح
(٧) آلة تعبئة الزجاجات
(٨) مضخة
(٩) المخزن البارد
(١٠) آلة التبريد
(١١) آلة غسل الزجاجات
(١٢) حوض غسل الانابيب
(١٣) المكتب
(١٤) حجرة فران البخار

البسترة المستمرة مع استعمال صهاريج الحفظ (Continuous Positive Holding Pasteurisation) :

فى حالة بسترة كميات كبيرة من اللبن بالطريقة البطيئة تستعمل أساليب وأجهزة مختلفة الأنواع ولكن يراعى فيها كلها أن تكون العملية مستمرة ، فمن هذه الأجهزة طراز معد ليمر اللبن فيه ببطء بعد تسخينه إلى درجة البسترة فى سلسلة من الأنابيب الطويلة فيستغرق اللبن نصف ساعة ليصل الى المخرج ، وتحاط عادة الأنابيب المذكورة فى مثل هذه الأجهزة بماء ساخن لكى لا تنخفض حرارة اللبن فى أثناء مروره بها ، على

أنه لما كان من الصعب ضبط حرارة اللبن وسرعة مروره فى مثل هذه الأجهزة فلا تعتبر هذه الطريقة مرضية ولذا فهى قليلة الاستعمال ولا تقرها الهيئات الصحية .

والطريقة المثلى هى التى يسخن فيها اللبن أولا إلى درجة البسترة ، ثم يمرر بعدئذ الى عدة صهاريج أو صهريج واحد مقسم الى جملة أقسام حيث يبقى اللبن لمدة نصف ساعة بالضبط ثم تفرغ هذه الصهاريج على التعاقب فيمر اللبن الى المبرد فى تيار مستمر .

وتسخين اللبن فى هذه الطريقة إما أن يجرى فى مسخن كالذى سبقت الإشارة اليه فى الطريقه السريعة أو فى مسخن ذى ألواح (Plate pasteuriser) يماثل فى تركيبه المبرد ذا الألواح (ولكن يستعمل فيه الماء الساخن بدلا من الماء البارد ومحلول ملح التبريد) أو فى مسخن أنبوبى تحاط فيه الأنابيب التى يمر فيها اللبن بالماء الساخن ويكون مرور اللبن والماء فى اتجاهين متضادين .

أما عملية الحفظ فتجرى إما فى صهريجين منفصلين أو أكثر (حسب اتساع العمل) وهى تشبه الصهاريج التى أشير اليها فى البسترة على دفعات ، وفيها تحفظ حرارة اللبن بالماء الساخن أو بتشعيع الحرارة من أنابيب ملتوية يمر فيها البخار ، أو فى صهريج كبير مستدير مكون من أربعة أو خمسة أو ستة أجزاء مستقلة محاطة بمادة رديئة التوصيل للحرارة ، وتوجد فى أسفل كل جزء فتحة تفريغ مقفلة بصمام يبقى مكانه بتأثير ثقله ، والصهريج كله مركب على إفريز ومحمول على قاعدة حديدية مثبتة فى الأرض وله غطاء ، ويدور الجهاز بواسطة تروس مركبة فوق حامل وهذه التروس مزودة بعجلة ويد للتحريك أو للايقاف ويدار الجهاز بواسطة محرك صغير ، ويأخذ الصهريج فى الدورة الكاملة ٤٥ دقيقة .

ويتدفق اللبن الساخن الآتى من المسخن باستمرار من أنبوبة مثبتة فوق الجهاز من أحد أجزاء الصهريج الواقع تحت الأنبوبة مباشرة ، فلو فرض أن الصهريج مكون من ستة أجزاء فان كل جزء يملأ فى ٧,٥ دقيقة وبذا يكون مجموع الوقت الذى تملأ فيه الأجزاء الستة ٤٥ دقيقة ، وحينما يدور الجهاز ويصل إلى نقطة معينة تعرف بنقطة التفريغ يرفع الصمام الموجود أسفل كل جزء بواسطة رافعة تعمل بمرورها فوق مستطيل من الحديد فيفرغ ما بهذا الجزء من اللبن فى صهريج آخر ويمر منه إلى المبرد . وعند ما ينتهى مرور الرافعة على النتوء تسقط فينزل الصمام ويسد الفتحة ، ويبلغ الوقت الذى يفرغ فيه كل جزء ٧,٥ دقيقة ، وعلى ذلك لو طرحت المدة التى يقضيها كل جزء فى عمليتى التعبئة والتفريغ لكان الباقى من الخمس والأربعين دقيقة (وهى مدة الدورة الكاملة) ثلاثين دقيقة يحفظ فيها اللبن على درجة البسترة .

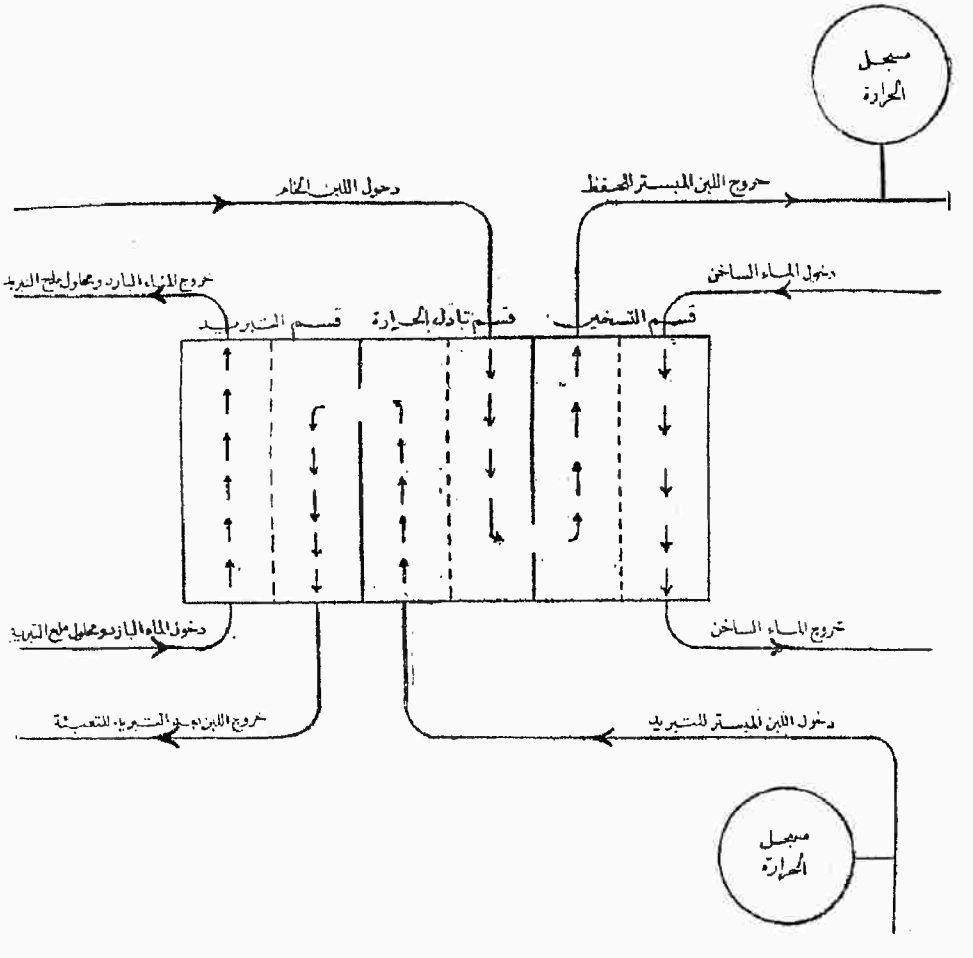
هذا وقد شاع فى السنوات الأخيرة إستعمال نظرية تبادل الحرارة فى عملية البسترة ، وابتكرت أجهزة لهذا الغرض من أفضلها النوع ذو الألواح الذى سبق ذكره فى عمليتى التبريد والتسخين ، وتصنع أجهزة منه لتؤدى جملة أغراض فى وقت واحد ، وتعرف فى هذه الحالة باسم مبادل الحرارة (Heat Exchanger) إذ تخصص بعض الألواح لغرض والبعض الآخر لغرض مخالف ، ويحدد مرور السوائل فى الأجزاء المختلفة بقفل ممراتها فى نقط معينة ، وعند إستعمالها فى عملية البسترة ينظم سير اللبن بحيث يمر أولا من صهريج الاستلام إلى الجزء الأوسط من الجهاز ويتوزع فى عشرة ألواح ، ويمروره على جانب من كل منها يكتسب حرارة من اللبن الساخن المار على الوجه الآخر والآتى من الصهريج الذى حفظ به على حرارة

البسترة (أى صهريج الحفظ) ثم يخرج من الآلة فيمر فى المصفاة ويعود منها إلى الآلة ثانية ويوزع فى خمسة ألواح أخرى من نوع العشرة السالفة الذكر وهذا الجزء الذى يتبادل فيه اللبن الساخن واللبن البارد حرارتيهما يسمى قسم تبادل الحرارة (Regenerative Section).

وبهذه الكيفية يستفاد بحرارة اللبن الساخن فى تسخين اللبن الخام فعند ما يمر الأخير إلى المصفاة تكون حرارته حوالى درجة ٩٠ فهرنهيت وبعد عودته ومروره فى الخمسة الالواح الباقية تزداد حرارته إلى درجة ١٠٥ فهرنهيت ، أما اللبن الساخن فتهبط حرارته إلى درجة ٩٠ فهرنهيت .

ويمر اللبن الخام بعد تسخينه إلى الدرجة المذكورة فى ألواح إحدى جهتى الجهاز حيث ترفع حرارته بالماء الساخن بنفس النظام إلى درجة البسترة الكاملة (١٤٥ — ١٥٠ فهرنهيت) وهذا الجزء من الجهاز يعرف بقسم التسخين (Heating Section) ومنه ينتقل اللبن إلى صهريج الحفظ . أما اللبن الساخن فيمر فى الجهة المقابلة من نفس الجهاز حيث تخفض حرارته أولا إلى أقل من درجة ٩٠ فهرنهيت بواسطة الماء البارد ثم بمحلول ملح التبريد ، ومن ثم الى صهريج الخزن . وهذا الجزء من الجهاز يسمى بقسم التبريد (Cooling Section)

وفى بعض الأحيان يفضل تصفية اللبن وهو على درجة البسترة فيمر من صهريج الاستلام إلى قسم تبادل الحرارة ثم إلى قسم التسخين ومنه يخرج إلى المصفاه ثم ينتقل إلى صهريج الحفظ ويعود إلى قسم التبريد وأخيرا يعبأ فى الزجاجات والشكل ٢٢ يبين سير اللبن فى أثناء العمليات المذكورة .



شكل (٢٢) يبين سير اللبن فى أثناء عمليات تبادل الحرارة والتسخين والتبريد بواسطة مبادل الحرارة

والماء الساخن الذى يمر إلى المبرد وترفع بواسطته حرارة اللبن يوضع عادة فى وعاء نحاسى ويسخن بواسطة البخار وتنظم درجة حرارته بواسطة ضابط (Temperature Controller) يحتوى على مقياس للحرارة وإبرة فاذا وصلت درجة حرارته الى ١٤٨ فهرنهيت فان مقياس الحرارة يؤثر فى الابرة وهذه تؤثر فى كبسولة (Capsule) تقفل بالبخار ، فاذا انخفضت درجة الحرارة حصل تأثير عكسى ، والماء الساخن بعد مروره فى مبادل الحرارة يعود ثانية إلى الوعاء النحاسى حيث ترفع حرارته ثم يعود الى المبادل وهكذا .

ولمبادل الحرارة جملة مزايا فنية واقتصادية نلخص أهمها فيما يلى : —

(١) أن اللبن الخام اما أن يسخن بواسطة اللبن الساخن أو بالماء الذى لاتزيد حرارته على بضع درجات فوق الدرجة المراد تسخين اللبن اليها وبذا لايتعرض لسطوح مسخنة بالبخار فلا تتأثر خواصه .

(٢) أن اللبن يسخن ويبرد بعيداً عن الهواء إذ قد تبين أن التسخين فى حالة وجود الهواء له تأثير سيء فى بعض فيتامينات اللبن ، كما أن تعرض اللبن للهواء فى أثناء التبريد يؤدى الى تلوثه بميكروبات الهواء .

(٣) عدم تكون رغوة فى اللبن الذى يمر بالجهاز وهذه مهمة من الوجهة البكتريولوجية

(٤) سهولة الوصول إلى جميع الأجزاء التى تلامس اللبن لفحصها وتنظيفها جيدا .

(٥) عدم حصول نقص فى اللبن نتيجة التبخر عند مروره ساخنا على سطح مبرد مكشوف كما قلنا من قبل .

(٦) استعمال هذا الجهاز يوفر نحو ثلث أو نصف كمية البخار التى تستعمل عادة فى عملية البسترة ، وهذا معناه اقتصاد فى كمية الوقود لأن اللبن الخام يسخن جزئيا كما ذكرنا بواسطة اللبن الساخن .

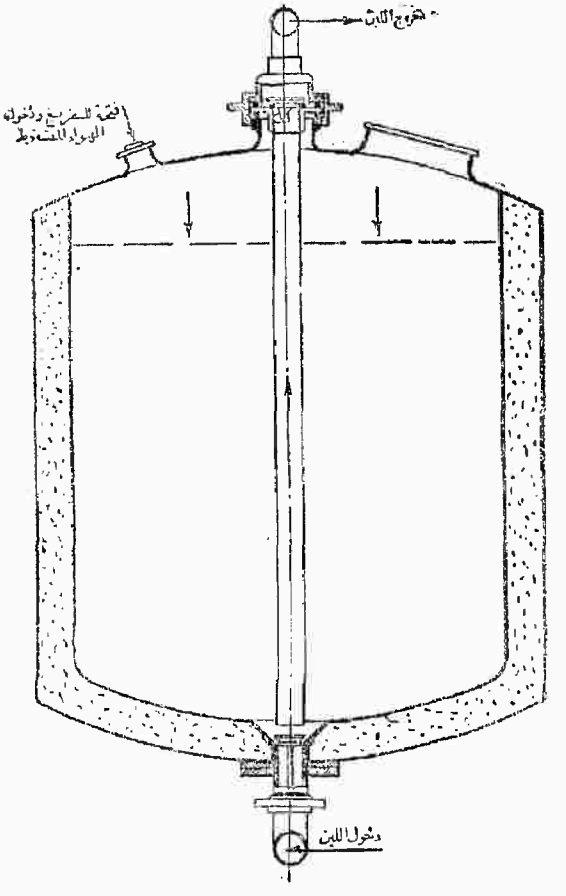
(٧) يشغل الجهاز حيزا صغيرا نسبيا إذا قورن بالأجهزة الأخرى التى تستعمل فى بسترة وتبريد كمية مماثلة من اللبن ، وينشأ عن ذلك اقتصاد فى المبانى اللازمة للعمل .

(٨) إذا رؤى استعمال الجهاز فى بسترة وتبريد كميات من اللبن أكبر من الكميات التى خصص لها فيمكن ذلك باضافة عدد من الألواح دون الحاجة الى استبدال الجهاز كله بآخر أكبر منه .

ومن طرق الحفظ الحديثة الشائعة الاستعمال فى بسترة كميات كبيرة من اللبن الطريقة التى تستخدم فيها عملية تفريغ الهواء (Vacuum Process) وهى تشبه الطريقة السابقة فى أن اللبن يمر من البداية الى النهاية دون أن يعرض للهواء الجوى . والصهريج المستعمل فى هذه الحالة يملأ ويفرغ بطريقة آلية ، ويؤلف عادة من قسمين أو أربعة أقسام ، ويعتمد فى تنظيم حركة تعبئة الصهاريج وتفريغها على ضابط (Controller) متصل بالصهاريج وبمضخة تفريغ الهواء (Vacuum Pump) وبضاغط للهواء (Air Compressor) بواسطة أنابيب ، وهذا الضابط يوصل الصهاريج المختلفة بالتناوب بمضخة التفريغ ، فيسحب اللبن إلى داخل كل منها من صمام فى أسفله . وفى الوقت الذى تبدأ فيه تعبئة الصهريج الأخير يكون قد مضى على حفظ اللبن بالصهريج الأول مدة نصف ساعه وعندئذ يوصله الضابط من تلقاء نفسه بضاغط الهواء فيرتفع فيه الضغط وينفذ اللبن بواسطة أنبوبة من صمام بأعلى الصهريج ويمر إلى المبرد (انظر شكل ٢٣) .

وفى المعامل التى تشتغل بهذه الطريقة إما أن يدفع اللبن الخام بواسطة مضخة فى مبادل الحرارة

أو يسحب بعملية تفريغ الهواء فى الجهاز المذكور حيث يسخن إلى حرارة البسترة ثم يمر فى المصفاة ومنها إلى أحد صهاريج الحفظ حتى إذا ملىء الصهريج الأول تحول تفريغ الهواء الى الصهريج الثانى حتى يملأ وهكذا. وعند ما تتم مدة الحفظ بالصهريج الأول يطرد منه اللبن إلى المبرد بواسطة هواء مضغوط مرشح ، ويمر اللبن من المصفاة الى الصهاريج فى أنبوبة مشتركة كما يمر من الصهاريج الى مبادل الحرارة فى أنبوبة مشتركة كذلك وشكل ٢٤ يبين مواضع الأجهزة وسير العملية فى معمل يشتغل بطريقة تفريغ الهواء .

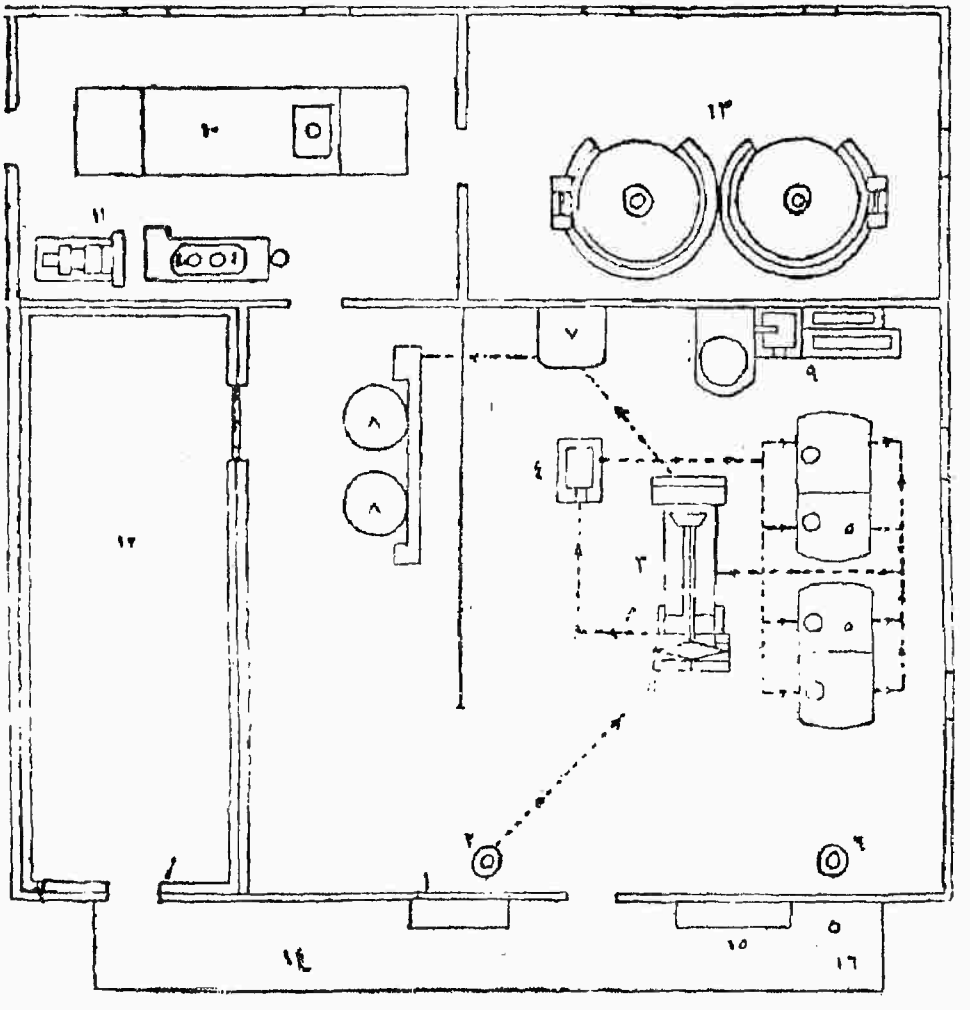


شكل(٢٣) يبين صهريج الحفظ الذى يعمل بتفريغ الهواء ويفرغ بتأثير الهواء المضغوط

ومما يستحق الذكر بصدد هذه الصهاريج والصهاريج الدوارة أنها تحاط دائما بمادة رديئة التوصيل للحرارة لكى تمنع انخفاض درجة حرارة اللبن فى أثناء الحفظ ، وأن اللبن الموجود بها لا يحتاج الى تقليب لمنع تصاعد القشدة الى سطحه لأن المادة المذكورة موضوعة حول الصهريج بطريقة تساعد على حركة اللبن بداخلها حركة مستمرة .

ومن أهم ما يلاحظ لدقة طريقة البسترة المستمرة مع استعمال صهاريج الحفظ ضرورة التحقق من وصول حرارة اللبن الى درجة البسترة ومن حفظه على الدرجة المذكورة مدة النصف ساعة ، وهذا يتم باستعمال أجهزة آلية لتسجيل الحرارة (Temperature Recorder) يوضع واحد منها عند مخرج اللبن من المسخن ويوضع آخر — وهو الاهم — عند مخرجه من صهريج الحفظ ، وقد نصت القوانين الحديثة على وجوب

استعمال هذه الاجهزة ، فبواسطتها تسجل على ورقة مستديرة خاصة درجة حرارة اللبن ومدة حفظه طول مدة اجراء العملية وهذا مما يساعد الهيئات الصحية وصاحب المعمل على مراقبة العملية والتثبت من حسن سيرها وملاحظة أى اختلال فى عمل جهاز البسترة .



شكل (٢٤) يبين مواضع الاجهزة وسير العمل فى معمل يشتغل بطريقة تبريد الهواء

(١) صهريج اللبن الوارد
(٢) مضخة اللبن الخام
(٣) مبادل الحرارة
(٤) جهاز الترشيح
(٥) صهريج الحفظ
(٦) مضخة تفريغ الهواء
(٧) صهريج اللبن المبستر المبرد
(٨) آلة التعبئة
(٩) جهاز الماء الساخن
(١٠) آلة غسل الزجاجات
(١١) آلة التبريد
(١٢) المخزن البارد
(١٣) قزانى البخار
(١٤) افريز الاستلام
(١٥) حوض الغسيل
(١٦) صنبور البخار

البسترة فى الزجاجات (Pasteurisation in Bottles)

وهى إحدى طرق البسترة البطيئة وفيها إما أن يسخن اللبن ويحفظ ويبرد بعد تعبئته فى الزجاجات أو يجرى تسخينه أولا قبل التعبئة ، ثم يحفظ ويبرد فى الزجاجات ، وقد صنعت عدة أجهزة لكل من الطريقتين

وفى الحالة الأولى تعقم الزجاجات جيدا ثم يعبأ اللبن فيها بارداً ويحكم سدها ، ثم تمرر بعدئذ ببطء فى جزء من الآلة فتسخن أولا ثم تبرد وتستغرق الزجاجة فى مرورها ثلاثين دقيقة من الوقت الذى تصل فيه حرارتها الى درجة البسترة حتى ابتداء تبريدها ، ويجرى التسخين عادة بإمرار رشاش من الماء الساخن فوق الزجاجات وحينئذ تستعمل أغطية خاصة لسدها ، ثم تبرد برشاش من الماء البارد ، وفى حالات أخرى يجرى تسخين الزجاجات بواسطة البخار وتبرد بوضعها فى ماء بارد ، أو تسخن الزجاجات بعد وضعها فى صناديقها وتحفظ المدة اللازمة على حرارة البسترة ثم تبرد فى جزء واحد من الآلة .

وأما فى الحالة الثانية فيسخن اللبن أولا الى درجة ١٤٧ فهرنهيت فى أحد أجهزة التسخين ، ثم يمرر الى آلة التعبئة : ومنها تعبأ الزجاجات المعقمة وهى ساخنة (بعد خروجها من آلة الغسل مباشرة) ثم تغمس فى صهاريج تحتوى على ماء درجة حرارته أعلى من درجة البسترة بقليل فتبقى به لمدة نصف ساعة ، ثم تمرر فى ماء بارد لتبريدها ، وفى أجهزة أخرى تمرر الزجاجات الساخنة بعد تعبئتها فى جزء من الآلة يحتوى على هواء ساخن حرارته بين درجة ١٤٦ و ١٤٧ فهرنهيت وتبقى به مدة النصف الساعة قبل أن يبدأ بتبريدها

ولطريقة البسترة فى الزجاجات عدة مزايا أهمها :

(١) أن اللبن لا يعرض لتلوث خارجى من أى نوع بعد بسترته بشرط استعمال أغطية مانعة لتسرب الماء ، لأن اللبن لا يمر فى جهاز آخر ولا يعرض للجو بعد تعبئته فى الزجاجات

(٢) أن الأجهزة المستعملة فى هذا الغرض لا يوجد بها مضخات أو أنابيب يمر بها اللبن مما يستدعى عناية خاصة فى التنظيف .

أما مساوىء الطريقة المذكورة فكثيرة ومن أهمها : —

(١) أنها بطيئة إذا أريد استعمالها فى بسترة كميات كبيرة من اللبن .

(٢) أن نفقات هذه العملية كثيرة نسبيا لأن تسخين الزجاجات يستدعى استعمال حرارة أعلى منها فى الطرق الأخرى وكذلك تبريدها يستلزم درجة أكثر انخفاضا

(٣) أنه يجب استعمال أغطية غالية نسبيا ، فاذا استعملت الأغطية العادية تمزق بعضها بتأثير الحرارة أو تلف بالماء المستعمل فى التسخين أو التبريد فيتعرض اللبن للتلوث بوصول بعض هذا الماء اليه كما يتعرض للتلوث عند إعادة وضع أغطية جديدة على الزجاجات بعد بسترتها

(٤) أن نسبة الزجاجات التى تتكسر فى أثناء التسخين والتبريد تكون كبيرة أحيانا ومعنى ذلك أيضا فقد اللبن الذى تحويه

(٥) أن اللبن قد تنخفض حرارته بين التسخين والحفظ من نتيجة تعبئته فى زجاجات حرارتها أقل من الدرجة المطلوبة ، أو عند مروره فى آلة التعبئة وهذا فى حالة تسخين اللبن قبل تعبئته فى الزجاجات

(٦) أنه يصعب حفظ الزجاجات على الدرجة المطلوبة طول مدة الحفظ او معرفة حرارة اللبن بداخلها فى أثناء المدة المذكورة أو بعدها إذ لا يمكن الاعتماد على حرارة الماء أو الهواء المستعمل فى التسخين

أثر البسترة من الوجهة البكتريولوجية

تنحصر أهمية عملية البسترة من الوجهة البكتريولوجية فى القضاء على الميكروبات المرضية التى قد يحملها اللبن وفى تقليل العدد الكلى للميكروبات الأخرى إلى أقل حد ممكن وذلك دون الاضرار بخواص اللبن ، ولهذا قام كثيرون من العلماء منذ وقت غير قصير بدراسة تأثير التسخين فى مختلف أنواع الميكروبات المرضية سواء فى حالة وجودها طبيعيا فى اللبن أو فى حالة تلقيحه بها صناعيا ، كما درسوا مدى النقص فى عدد الميكروبات الأخرى التى يتلوث بها اللبن فى أثناء الانتاج والتداول عند تعرضها لدرجات الحرارة المختلفة ، ولقد اشتغل علماء آخرون فى الوقت ذاته بدراسة التغيرات الطبيعية والكيماوية التى يسببها التسخين فى اللبن واستعملت نتائج هذه الأبحاث كلها للوصول إلى أفضل درجات الحرارة والمدد التى تجرى عليها عملية البسترة والتى تكفل تحقيق هذه الاغراض

تأثير البسترة فى الميكروبات المرضية :

لما كان ميكروب السل أو التدرن أكثر مقاومة لتأثير الحرارة من بقية الميكروبات المرضية التى توجد باللبن فقد وجهت جل العناية إلى تحديد درجة الحرارة والزمن الكافيين لقتله ، وقد أتت الابحاث التى أجريت حول هذا الموضوع منذ زمن طويل بنتائج متناقضة حتى أظهر سميث (Smith) فى سنة ١٨٩٩ أن هذا التناقض يعود الى تأثير الغشاوة التى تتكون على سطح اللبن فى أثناء التسخين حيث لاحظ أن هذا الميكروب يقتل فى اللبن الذى لم تتكون عليه الغشاوة إذا سخن لدرجة ١٤٠ فهرنهيت (٦٠ س) لمدة خمس عشرة دقيقة ، فى حين أنه قد يتحمل الحرارة المذكورة لمدة ستين دقيقة فى حالة تكون الغشاوة ، وهذا التأثير يرجع إلى الأسباب التى ذكرناها فى الكلام عن « غلى » اللبن .

هذا وقد اشتغل كثيرون غير سميث بهذا الموضوع فلاحظ بعضهم أن تسخين اللبن فى مبستر تجارى يحكم الاقفال يقتل ميكروب السل على درجة ١٤٠ فهرنهيت فى مدة ١٠ دقائق فقط ، ووجد آخرون أن هذا لا يتم إلا إذا سخن اللبن على الدرجة المذكورة لمدة عشرين دقيقة وأن المدة تنقص باطراد كلما ارتفعت درجة الحرارة فتنخفض مثلا إلى دقيقة واحدة على درجة ١٦٠ فهرنهيت ، وذلك بالطبع مع ملاحظة عدم تكون غشاوة فى أثناء التسخين على سطح اللبن ، وتسخين كل جزء من اللبن الى الدرجة المطلوبة وبقائه عليها طول الوقت فى جميع الاحوال . وقد أختبر اللبن فى أغلب هذه التجارب للكشف عن الميكروب بتلقيح الارانب الهندية براسبة .

ومن أهم التجارب التى أجريت على هذا الموضوع ما قام به بارك (Park) فى سنة ١٩٢٧ بتقدير درجة الحرارة القاتلة (Thermal Death Point) لميكروب السل فى اللبن فاستخرج الدرجات المختلفة التى

يقتل عليها هذا الميكروب فى مدد تتراوح بين دقيقة واحدة وثلاثين دقيقة ، ونظراً الى أهمية هذه التجربة نورد نتيجتها فيما يلى :

درجة الحرارة	المدة
١٥٥ فهرنهيت (٦٨,٣ سنتجراد)	دقيقة واحدة
١٤٥ » (٦٢,٨ »)	ست دقائق
١٤٢ » (٦١,١ »)	عشر »
١٤٠ » (٦٠ »)	خمس عشرة دقيقة
١٣٨ » (٥٨,٩ »)	عشرون »
١٣٦ » (٥٧,٨ »)	ثلاثون »

أما فيما يتعلق بالميكروبات المرضية الاخرى فكل الادلة تثبت أنها أقل مقاومة للحرارة من ميكروب السل ، فقد أثبت روزنو (Rosenau) أن ميكروب التيفود الموجود فى اللبن يقتل بتعرضه لدرجة ١٤٠ فهرنهيت لمدة دقيقتين وأن ميكروبى الدفتيريا والكوليرا يقتلان غالبا على درجة ١٣١ فهرنهيت (٥٥ س) ولو ان بعض أنواعهما قد تتحمل حرارة تبلغ ١٤٠ فهرنهيت ، أما ميكروبات الدوسنتاريا فقد تتحمل درجة ١٤٠ فهرنهيت لمدة خمس دقائق ، ولكنها تقتل إذا عرضت لهذه الدرجة لمدة عشر دقائق . كما أن ميكروبات الحمى المالطية تقتل كذلك على درجة ١٤٠ فهرنهيت ولو أن أغلبها تقتل على درجة ١٣٠,٥ فهرنهيت (٥٨ س) .

وقد أجرى نخبة من الباحثين تجربة فى هذا الصدد مستعملين أجهزة البسترة فاتضح لهم فى سلسلة من الاختبارات أن ميكروبات التيفود المختبرة قد أبيدت فى التو عند تسخين اللبن الملوث بها فى مسخن تجارى لدرجة ١٤١ فهرنهيت ، وأن التسخين إلى درجة ١٣٢ فهرنهيت لمدة نصف ساعة فى أحد الاجهزة التجارية التى تشتغل بالطريقة البطيئة قد أدى نفس الغرض ، أما ميكروبات الدفتيريا التى اختبرت فقد أبيدت فى التو عند ماعرضت لحرارة تبلغ ١٢٩ فهرنهيت فى مسخن تجارى .

ولما كانت أغلب التجارب السالفة الذكر قد أجريت فى معامل الأبحاث وكان من غير الميسور ضبط درجات الحرارة أو تحديد الزمن فى الأجهزة التجارية بالدقة التى تضبط بها فى تلك المعامل فقد اقترح أغلب الباحثين الذين قاموا بها أن تزاد درجة الحرارة والوقت المخصصان للبسترة التجارية عن الدرجة والوقت اللازمين لقتل الميكروبات المرضية فى اللبن ، وقصدوا بذلك ضمان إبادتها بتعويض ماقد يحدث من نقص الحرارة نتيجة لعدم دقة مقاييس الحرارة المستعملة أو عدم ضبط الجهاز مما يؤدى إلى عدم تأدية العملية الغرض المقصود منها تماما إذا لم توجد هذه الزيادة التى يقصد بها ايجاد نطاق للأمن (Safety margin). وقد دلت الأبحاث الكثيرة على أن درجة الحرارة التى تتراوح بين ١٤٥ و ١٥٠ فهرنهيت لمدة ٣٠ دقيقة وافية بالغرض فى جميع الأحوال ولهذا أقرتها الهيئات الصحية .

أما درجة الحرارة والمدة اللازمتان فى حالة البسترة بالطريقة السريعة المعروفة « بالبسترة على درجة عالية لمدة قصيرة » فقد تم تحديدهما بعد أبحاث مستفيضة أجرى بعضها فى رذنج بانجلترا والبعض الآخر فى بنسلفانيا بأمريكا ومنها يستدل على أن ميكروب السل الموجود فى اللبن يقتل إذا عرض لدرجة ١٦٠ فهرنهيت لمدة خمس عشرة ثانية ، فقد لقح ماتيك (Mattick) لبنا بعدد كبير من ميكروبات السل النشطة (٧,٥ — ٩ ملايين فى السنتيمتر المكعب) من النوع الذى يصيب الفصيلة البقرية (Bovine type) ثم سخنه الى الدرجة المذكورة وبعدئذ حقن به الأرانب الهندية فلم تصب بالمرض فى حين أن نفس اللبن الملوث الذى لم يبستر قد أعطى نتائج إيجابية فى جميع الحالات . ومعاملة اللبن بالطريقة السريعة هذه لا تضر بصفات اللبن أو قيمته التجارية ضررا يذكر فهى تماثل من هذه الوجهة المعاملة بالطريقة البطيئة . ولذلك حددت درجة ١٦٠ فهرنهيت لإجراء هذا النوع من البسترة على أن يبقى اللبن عليها لمدة عشرين ثانية بدلا من خمس عشرة ثانية لكى يكون فى هذا الوقت الاضافى ضمان لدقة العملية ، وقد وجد أن درجة ١٦٢ فهرنهيت لمدة اثنتى عشرة ثانية لها نفس التأثير .

أما فيما يتعلق بالميكروبات المرضية الأخرى فقد اتضح أن درجات الحرارة المذكورة تؤدى إلى إبادة ميكروبات الدفتيريا والتيفود والحمى القرمزية والزور العفن .

وهذه الطريقة ولو أنها تمتاز على طريقة البسترة البطيئة بسرعتها كما قلنا من قبل إلا أنها تستلزم دقة كبيرة فى الإجراء وعناية فائقة بضبط الحرارة والوقت نظراً إلى ضيق نطاق الأمن الذى لا يتجاوز فى هذه الحالة بضع ثوان فى حين أنه فى حالة الطريقة البطيئة عبارة عن عدة دقائق ، فاذا قلت العناية فانخفضت درجة الحرارة أو ارتفعت وطالت المدة أو قصرت عن اللازم أدى ذلك إما إلى عدم القضاء على الميكروبات المرضية أو إلى الاضرار من جهة أخرى بخواص اللبن وبتكوين الطبقة القشدية على سطحه .

تأثير البسترة فى العدد الكلى للبكتريا :

إذا أجريت عملية البسترة بعناية فإنها تقتل مايقرب من ٩٩ ٪ من العدد الكلى للبكتريا الموجودة باللبن ، ولقد كان المعتقد سابقا أن عملية البسترة تقتل الميكروبات غير المتجرثمة بجميع أنواعها ولا يبقى منها حياً بعد إجرائها إلا الأنواع المتجرثمة ، غير أن الثابت الآن أن هذا غير صحيح وأن هذه الأنواع تلعب دورا هاما فى التغيرات التى تحدث باللبن المبستر .

ومن أهم الميكروبات الغير المتجرثمة التى تقاوم حرارة البسترة البطيئة أنواع خاصة من بكتريا حامض اللكتيك ، فقد دلت التجارب على أن مايبقى من هذه البكتريا بعد البسترة بالطريقة المذكورة يتراوح فى المتوسط بين ١,٢٧ ٪ و ٤,٥٥ ٪ من عددها فى اللبن الخام بحسب رتبه المختلفة .

ومن بين ميكروبات حامض اللكتيك مايقاوم درجات الحرارة العاليه ، ذلك أن اللبن الذى يسخن إلى درجة ١٧٦ فهرنهيت (٨٠ س) يحتوى على بعض هذه الانواع أما التسخين الى درجة ١٨٥ فهرنهيت

(٨٥ س) فيقتلها كلها ، كما أن التسخين الى درجة تتراوح بين ١٧٠,٦ و ١٧٩,٦ فهرنهيت (٧٧ - ٨٢س) لمدة نصف ساعة يقوم بنفس الغرض .

ومن بكتريا حامض اللكتيك التى توجد عادة فى اللبن المبستر النوع المعروف باسم ستربتوكوكس ثرموفيلس (Str. thermophilus) ، وهذا الميكروب يصعب العثور عليه فى اللبن الخام لأن نموه بطىء على درجات الحرارة العادية بالنسبة إلى نمو ستربتوكوكس لاكتس ويستدل من وجود اللاكتوباسلس كازياى (Lactobacillus casei) باستمرار فى الجبن المصنوع من اللبن المبستر على أنه يقاوم حرارة البسترة كذلك ولو أن عددا منه يقتل فى أثناء هذه العملية .

أما طائفة ميكروبات القولون فإن مقاومتها للحرارة ليست كبيرة ، ومع ذلك فإنها قد توجد أحيانا فى اللبن المبستر ، فقد أجرى إيرس وجونسون (Ayers & Johnson) تجربة على ١٧٤ مزرعة عزلت من روث الماشية وبراز الانسان ومن الذباب واللبن والقشدة والجبن ، ثم سخنت لمدة نصف ساعة فقاوم ٥٤,٥ ٪ منها درجة حرارة تبلغ ١٤٠ فهرنهيت فى حين أن ٦,٨٩ ٪ منها قاوم درجة حرارة ١٤٥ فهرنهيت فاستخلصا من هذه النتائج أن ميكروبات حامض اللكتيك المكونة للغازات قد توجد فى اللبن المبستر ، وأن مجرد وجودها فيه لايعتبر دليلا قاطعا على عدم دقة عملية البسترة ولو أن كثرة عددها فى هذا اللبن تدل غالبا على عدم بلوغ درجة الحرارة الى الحد المطلوب فى أثناء التسخين أو عدم انتظام العملية .

وهناك أنواع من الميكروكوكس والسارسينا لاتقتل بسهولة بعملية البسترة ولذا يلاحظ وجودها فى اللبن المبستر .

ويحتوى اللبن المبستر دائما على أنواع مختلفة من الميكروبات المتجرثمة نظرا إلى أنها عظيمة المقاومة للحرارة .

ومن البديهى أنه إذا سخن اللبن إلى درجات أعلى من المستعملة عادة فى البسترة فان ذلك يؤدى إلى زيادة نسبة الميكروبات المتجرثمة إذا قيست بالأنواع الأخرى ، لأن الحرارة العالية تبيد جميع الميكروبات غير المتجرثمة تقريبا فتصبح الأنواع المتجرثمة هى الرئيسية ، وهذه الأنواع لو سمح لها بالنمو تعطى اللبن طعما ورائحة غير مقبولين وتحدث به تغيرات غير مرغوب فيها ، إلا أن مثل هذه التغيرات لاتحدث عند حفظ اللبن على درجة حرارة منخفضة .

وللأنواع المحبة للحرارة المعروفة باسم الأنواع الثرموفيلية (Thermophilic bacteria) أهمية خاصة فى اللبن المبستر لأنها تقاوم تأثير الحرارة المرتفعة كما أنها تنمو بنشاط على درجات الحرارة المستعملة فى البسترة البطيئة كذلك ، وهذه الميكروبات نادرا ما توجد فى اللبن الخام بنسبة كبيرة ولكن عددها يتزايد بسرعة عند إدارة أجهزة البسترة البطيئة لمدد طويلة تزيد على خمس ساعات متواصلة فقد تبلغ فى هذه الأحوال بضعة ملايين فى السنتيمتر المكعب الواحد . وتنتشر الميكروبات الثرموفيلية فى أجهزة البسترة بطرق متعددة منها ادارة الجهاز لمدد طويلة وإعادة تسخين اللبن المبستر فيها وعدم تفريغ صهاريج الحفظ تفريغا تاما نتيجة تجمع الرغوة (foam) فى قاعها وبعض أسباب أخرى .

ووجود هذه البكتريا فى صهاريج الحفظ يسبب تلوث اللبن الذى يمر بها ، ولذلك يعمد عادة فى

الأحوال التى تبستر فيها كميات كبيرة من اللبن إلى وقف الجهاز بين حين وآخر لتنظيف جميع السطوح الداخلية لصهاريج الحفظ والأنابيب وقاية من الأضرار الناجمة عن وجود هذه الميكروبات .

وكثيراً ما يلاحظ عند تحضير أطباق من اللبن المبستر ظهور مجموعات دقيقة (Pin-point colonies) ووجود هذه المجموعات يعزى إما إلى ازدحام المجموعات نتيجة إخفاق فى التخفيف الذى حضرت منه الأطباق أو إلى عدم ملاءمة تركيب البيئة أو تأثيرها لنمو الميكروبات ، وقد يعزى كذلك إلى وجود ميكروبات لا تنمو جيدا على الأجار حتى تحت الظروف المناسبة . ومن الميكروبات التى عزلت من مثل هذه المجموعات نوع أطلق عليه اسم لاكتوباسلس ثرموفيلس (Lacto. thermophilus) كما أنها قد تنسب عن وجود أنواع من الميكروبات السبحية التى تنتج حموضة بطيئة فى اللبن . والعادة أن الميكروبات الثرموفيلية تنمو على الأطباق بهيئة مجموعات دقيقة جدا

وعدد الميكروبات المقاومة للحرارة فى اللبن المبستر يتوقف على عدد وأنواع الميكروبات التى يحويها اللبن الخام قبل البسترة ، ومن ذلك يتضح أن لطرق إنتاج اللبن أهمية كبرى فى هذا الصدد ، وهذه الميكروبات ولو أنها لا تقتل على درجة البسترة غير أنها لا تنمو أو تتكاثر على الحرارة المذكورة كما هو الحال فى الميكروبات الثرموفيلية .

وقد درس أندرسن ومينول (Anderson & Meanwell) الأسباب التى تعزى إليها كثرة وجود الميكروبات المقاومة للحرارة (Thermoduric) فى اللبن فتبين لهما أن عدم تعقيم الأوانى والأدوات تعقيما تاما واستعمال أقراص من السلك فى التصفية دون العناية بتعقيمها ، وكذلك عدم تبريد اللبن بعد إنتاجه مباشرة ، كل ذلك مما يشجع نمو الميكروبات المقاومة للحرارة ويزيد من عددها فى اللبن .

واللبن الجيد البسترة الذى لم يعرض للتلوث عقب التسخين ، واتخذت العناية بحفظه يبقى دون تغير مدة أطول بكثير منها إذا لم يعامل بالحرارة .

ويتوقف نوع الاختمار الذى تحدثه البكتريا فى اللبن المبستر على عدة عوامل منها التلوث الذى يحدث عقب التسخين ، ودرجة البسترة ومدتها ، وأنواع الميكروبات التى وجدت باللبن الخام .

مقارنة تأثير طرق البسترة فى البكتريا :

أجرى المؤلف منذ بضع سنوات عدة تجارب بمعمل البكتريولوجيا بكلية الزراعة بالجيزة كان الغرض منها فحص الألبان التى تعرض للبيع فى القاهرة وبعض مدن القطر الكبرى بإسم اللبان معقمة أو ألبان مبسترة ، للوقوف على مدى نقاوتها ، ولمقارنة تأثير الطرق المتبعة فى بسترتها من الوجهة البكتريولوجية ، فظهر أن أغلب الألبان المباعة بالقاهرة فى ذلك الوقت كانت تحتوى على عدد من البكتريا يتراوح بين ثلاثة ملايين وسبعة ملايين فى السنتيمتر المكعب عند فحصها بطريقة الاطباق ، كما وجدت ميكروبات القولون فى بعض السنتيمتر المكعب مع أن اللوائح الانجليزية والمصرية تحدد النهاية العظمى للعدد الكلى فى السنتيمتر المكعب من اللبن المبستر بماية ألف كما قلنا . فى حين أن النماذج التى حصل عليها من مدينة الاسكندرية وبورسعيد كان عدد البكتريا فيها لا يتجاوز بضعة آلاف . وقد بحثت الأسباب التى أدت إلى رداءة ألبان

القاهرة وشدة تلوثها إلى هذا الحد البعيد فاتضح أن الألبان التى ترد إلى معامل البسترة بالقاهرة على جانب كبير من القذارة إذ كان مظهرها الخارجى سيئ لوجود مواد غريبة طافية على سطحها كالتبن والذباب والشعر وقطع الروث الخ ، مما يدل على الاهمال الكبير فى إنتاجها ، كما اتضح من جهة أخرى أن طريقة البسترة السريعة هى المتبعة عموما علاوة ان اللبن يعرض للتلوث بعد بسترته من مصادر شتى ، أما تفوق البان المدينتين الأخريين فراجع الى انتاج ألبان نظيفة نسبيا واتباع الطريقة البطيئة فى البسترة كما استدل على ذلك من فحص نماذج من الألبان المذكورة قبل بسترتها وبعدها وسنتكلم فيما يلى عن أثر الطرق المختلفة فى البسترة من الوجهة البكتريولوجية ، ونبحث الأسباب التى تؤدى الى ارتفاع عدد البكتريا فى اللبن المبستر .

ويمكننا أن نلخص أوجه الاختلاف فى تأثير طرق البسترة من الوجهة البكتريولوجية فيما يلى :

(أولا) من حيث تأثيرها فى الميكروبات المرضية :

ذكرنا فيما سبق أنه بالنظر إلى قصر المدة التى يتعرض فيها اللبن للحرارة فى البسترة العالية فقد تمر أجزاء منه دون تسخينها إلى الدرجة المطلوبة مما يؤدى إلى عدم إبادة الميكروبات المرضية التى يحويها فينشأ عن ذلك تلوثه جميعه بهذه الميكروبات ، وهذا العيب ينطبق كذلك إلى حد ما على طريقة « البسترة على درجات عالية لمدة قصيرة » لأن مدة الحفظ (holdig) فيها لا تتعدى البضع الثوانى ، فاذا اضطرب سير الجهاز لمدة وجيزة أصبحت العملية غير وافية بالغرض تماما . أما الطريقة البطيئة فانها تضمن إبادة الميكروبات المرضية لأن فيها مدة احتياطية كبيرة نسبياً تعوض أى عجز يحدث مما لا يلاحظ فى التسخين

(ثانيا) من حيث تأثيرها فى العدد الكلى للبكتريا :

إن الطرق جميعها تخفض هذا العدد بنسبة كبيرة ولو أنه ظهر من مقارنة الطريقة البطيئة بطريقة « البسترة على درجات عالية لمدة قصيرة » أن الأولى من هذه الناحية أكبر مفعولا من الثانية غير أن الثانية تمتاز بأنها لا تساعد الميكروبات الثرموفيلية على التكاثر فى أثناء سير العملية .

ومن أهم ما يلاحظ عند مقارنة الطريقة البطيئة بالطريقة السريعة المعروفة باسم البسترة العالية (التى يعرض فيها اللبن لدرجات أعلى من ١٧٦ فهرنهيت) أن الطريقة الأخيرة لو أجريت بدقة فإنها تبيد بكتريا حامض اللكتيك جميعها فى حين أنه فى حالة الطريقة الأولى يبقى جزء من هذه الأنواع باللبن المبستر ، ولما كانت البسترة بكلتا الطريقتين لا تبيد الأنواع المتجرثمة من البكتريا التعفنية التى توجد باللبن فإن وجود بكتريا حامض اللكتيك فى اللبن المبستر بالطريقة البطيئة يحول دون نشاط البكتريا التعفنية ، خصوصا إذا حفظ مثل هذا اللبن على حرارة مرتفعة نوعا فى حين أنه لو تعرض اللبن المعامل بالبسترة العالية لمثل هذه الظروف لنشطت به البكتريا التعفنية دون عائق وأصبح خطراً من الوجهة الصحية وخاصة بالنسبة للأطفال إذ أن تعاطى مثل هذا اللبن يحدث اضطرابات هضمية .

الاحتياطات التى تتخذ فى عملية البسترة :

لكى تفى عملية البسترة بالأغراض المقصودة منها يجب أن يعنى عناية تامة بنظام البناء وانتخاب الجهاز وضبطه وتنظيفه مع مراعاة العناية بانتاج اللبن الخام المعد للبسترة ، فهذه الأمور جميعها ذات علاقة وثيقة بتأثير العملية فى الميكروبات التى يحويها اللبن وبمدى التلوث الذى يتعرض له اللبن قبل البسترة وبعدها وسنتكلم فيما يلى عن أهمية كل منها باختصار : —

(أولا) نظام البناء

يراعى فى البناء المخصص لعملية البسترة أن تتناسب مساحته مع حجم الجهاز وأن يتوافر به الماء والبخار وتكون تهويته وإضاءته جيدتين بحيث يتسنى فحص الجهاز وتنظيفه بسهولة ، وأن يكون خاليا من الروائح الكريهة وأرضه وجدرانه غير قابلة لنفوذ السوائل ، ويفضل أن تغطى الأخيرة إلى السقف بالقيشانى حتى يسهل تنظيفها :

(ثانيا) انتخاب الجهاز عموما

يشترط فى الجهاز الذى يقع عليه الاختيـــار على وجه العموم أن يكون من طراز تتوافر فيه المتانة والدقة وبساطة التركيب وسهولة التنظيف والتعقيم والاقتصاد فى نفقات الادارة

(ثالثا) نوع اللبن الخام

من المسائل ذات الأهمية العظمى التى لها علاقة بالألبان المعدة للبسترة نوع اللبن الخام ومقدار نظافته ، فمن الضرورى أن تراعى النظافة بقدر المستطاع فى إنتاجه ، فلو أن البسترة تقلل من عدد البكتريا الموجودة باللبن إلا أن الباقى به يكون بلاشك أكثر نسبيا مما يتبقى فى حالة اللبن النظيف المحتوى أصلا على عدد قليل من البكتريا وتكون النتيجة فساد اللبن القذر سريعا بعد بسترته أى أن مدة حفظه تكون قصيرة ، ولاتخفى أهمية ذلك من الوجهة التجارية ، ولهذا لم تكتف الهيئات الصحية الأمريكية بتحديد عدد البكتريا فى اللبن المبستر بل نصت على وجوب بلوغ اللبن المعد للبسترة درجة خاصة من النقاوة ، كما أشرنا إلى ذلك من قبل .

هذا واللبن القذر المحتوى على عدد كبير من البكتريا لو أجريت بسترته لما كان لهذه البسترة قيمة تذكر ، ويكون استعماله خطرا لأن بعض المتحصلات السامة (Toxic products) التى تنتج عن تكاثر البكتريا فى اللبن قبل بسترته لاتبيدها عملية البسترة ولاتبطل تأثيرها .

وحفظ اللبن الخام قبل البسترة مدة طويلة على درجة حرارة مرتفعة يؤدى إلى تكون نسبة عالية من الحامض أو الانزيم به فى أثناء تلك المدة مما يسبب ترسب الكازين عند التسخين ، وهذا يقى البكتريا من فعل الحرارة إلى حد ما وبذلك لايكون لعملية البسترة الفائدة المرجوه .

(رابعا) استلام اللبن

ينبغى فى الحوض المخصص لاستلام اللبن (وكذا فى جميع أجزاء الجهاز الأخرى) أن يصنع من معدن سهل التنظيف لايصدأ ولايتأثر باللبن أو بالمواد المنظفة كالألومنيوم أو الصلب غير القابل للصدأ وإذا استعمل النحاس المقصدر وجبت العناية بفحصه بين حين وآخر وإعادة طلائه إذا لوحظ أن أجزاء من

طبقة القصدير قد محيت وانكشف ماتحتها من النحاس ، ويفضل وقاية الصهريج المذكور من التلوث بالغبار أو الأقذار أو الشحم ونحو ذلك وتغطيته جزئيا وإذا جهز بشبكة معدنية لتقلب عليها أوعية اللبن فيلزم أن تكون متحركة سهلة التنظيف ، ويحسن أن يجهز بمصفاة أولية لازالة الشوائب الكبيرة كأجزاء العليق حتى يسهل تصفيته أو تنقيته فى الآلة المخصصة لهذه العملية . وإذا لم يسحب اللبن من هذا الصهريج مباشرة إلى جهاز البسترة واستعمل لحفظ اللبن مدة من الزمن قبل بسترته فينبغى أن يكون محاطا بمادة عازلة حتى لاترتفع حرارته إذا كان باردا ، أو يكون مزدوج الجدران فيمكن تبريده بالماء أو بمحلول ملح التبريد فى أثناء الحفظ . وإذا استعملت مقلبات لحفظ حرارة اللبن متماثلة وتركيبه متجانسا فيلزم أن توجه عناية خاصة لتنظيف هذه المقلبات .

(خامساً) مرور اللبن فى المسخن

يدفع غالبا اللبن من صهريج الاستلام فى المسخن والمصفاة وصهريج الحفظ بواسطة المضخة ، ومرور اللبن فى المضخة قد يسبب تلوثه إذا لم يعتن بغسلها وتعقيمها تماماً ، وقد ينشأ عنه كذلك ترغية اللبن (frothing) إذا كانت المضخة غير مضبوطة ، وتكون الرغوة يؤثر فى دقة عملية البسترة كما سنشير إلى ذلك فيما بعد .

(٢) (سادساً) تسخين اللبن

من أهم مايلاحظ فى هذه العملية وجوب تعرض جميع أجزاء اللبن للحرارة المطلوبة فى أثناء مروره بالمسخن ، ولهذا ينبغى العناية بضبط حرارة الماء أو البخار المستعمل فى التسخين بواسطة منظم ذاتى دقيق وكذا تنظيم سرعة مرور اللبن فى المسخن ، كما توجه عناية خاصة لدقة مسجل الحرارة المركب عند مخرج اللبن من المسخن إذ ينبغى أن يكون حساسا للتغيرات السريعة فى درجات الحرارة ، ولهذا يلزم إختباره بين حين وآخر ومقابلته بمقياس الحرارة اليدوى (Hand thermometer)

وتتوقف الدرجة التى يسخن إليها اللبن على الحرارة التى يفقدها فى أثناء مروره بالأنابيب والمصفاة والمرشح والتى يفقدها عند بقائه بصهريج الحفظ ، ويلزم أن لاتزيد حرارة الماء المستعمل فى التسخين على الحرارة التى يسخن إليها اللبن بأكثر من ٨ أو ١٠ درجات فهرنهيت مع مراعاة كبر مساحة سطح التسخين ، وإستعمال الماء الساخن مفضل دائما على إستعمال البخار فى هذه العملية حتى لاترتفع حرارة اللبن إلى درجة عالية .

ويجب إتخاذ الحيطة لمنع إتصال اللبن المسخن باللبن البارد أو امتزاجه بالماء عند إجراء هذه العملية فى مبادل الحرارة ، كما يشترط فى المسخن أن يكون سهل التنظيف .

(سابعاً) تصفية اللبن

يفضل لاجراء هذه العملية إستعمال آلات التصفية أو الترشيح المقفلة التى سبق وصفها حتى لايعرض اللبن للتلوث فى أثنائها . وتحسن تدفئة الآلة قبل استعمالها حتى لاتنخفض حرارة اللبن عند إبتداء مروره

بها ، إذ أن موضع المرشح المعتاد هو بين المسخن وصهريج الحفظ ، وينبغى تنظيم ضغط اللبن عند مروره بجهاز الترشيح حتى لاتتمزق الخرقة المستعملة ، فاذا استعمل مرشح مزدوج فيجب أن يحول مجرى اللبن من أحد جزئى المرشح إلى الجزء الثانى بين حين وآخر لفتحه وإستبدال خرقة الترشيح ، ويعرف الوقت المناسب للقيام بهذه العملية بمقياس ضغط مركب فى الآلة ، فإذا شوهد أن الضغط إرتفع دل ذلك على أن سرعة مرور اللبن فى المرشح انخفضت بسبب إنسداد فتحات الخرقة جزئيا بما تراكم عليها من الأقذار وعندئذ يحول مجرى اللبن إلى الجزء الآخر من المرشح .

وإستعمال آلات التنقية يؤدى الى تكون الرغوة ، وهذه كما قلنا تؤثر فى دقة البسترة ، كما أنها تبقى فى صهريج الحفظ بعد تفريغه فتكون وسطا ملائما لنمو الميكروبات الثرموفيلية . وعلاوة على ذلك فالمصافى مفضلة على آلات التنقية لأنها لاتؤثر فى خاصية ارتفاع حبيبات الدهن إلى السطح ، كما أنها لاتحتاج إلى استخدام قوة للادارة كالمنق .

والعناية بنظافة المصفاه وابقاؤها نظيفة لحين الحاجة إليها مهم فى منع تلوث اللبن عند مروره بها .

(٢) (تابع) حفظ اللبن على حرارة البسترة

يعتبر صهريج الحفظ أهم جزء من اجزاء الجهاز ، ويلاحظ أن يبقى اللبن به ثلاثين دقيقة تماما وأن يضبط الوقت بمسجل دقيق للحرارة . ومن أهم مايلاحظ فى الصهريج أن تكون أركانه مستديرة لسهولة تنظيفه . وأن تكون صماماته محكمة حتى لاتخرج أجزاء من اللبن قبل انقضاء مدة الحفظ اللازمة لقتل الميكروبات المرضية تماما ، وحتى لايعود اللبن التام البسترة الى الصهريج ثانية فيسخن مدة أكثر من اللازم .

وإحاطة الصهريج بمادة عازلة أفضل من إحاطته بالماء الساخن لحفظ حرارته ثابتة على الدرجة المطلوبة ويراعى فى الحالة الأولى أن يكون الغطاء مبطنا بالمادة العازلة كذلك حتى لا تتأثر حرارة اللبن على السطح فى أثناء الحفظ .

وقد ذكرنا أن وجود الرغوة على سطح اللبن فى أثناء الحفظ يؤدى إلى عدم دقة البسترة وسبب ذلك أن حرارة الرغوة تنخفض بسرعة أكثر من اللبن ، ولما كانت خفيفة الوزن فهى لاتغوص إلى القاع عندما تبرد ولذا فقد تبقى الميكروبات المرضية الموجودة بها حية بعد انقضاء مدة الحفظ لأن البكتريا التى تضمها فقاقيع الهواء لاتؤثر فيها الحرارة بنفس الدرجة التى تؤثر بها فى البكتريا المختلطة باللبن ذاته .

وقد دلت التجارب على أن حرارة الرغوة قد تقل عن حرارة اللبن الذى تحتها بنحو عشر درجات مئوية ، كما أنه عند مقابلة محتويات الرغوة من البكتريا بمحتويات اللبن الذى تحتها لوحظ أن الأولى تحتوى دائما على عدد أكبر من الثانية . وتكون الرغوة ينشأ عن إستعمال آلات التنقية أو عن إستعمال مضخات غير دقيقة ، ويمكن منع تكون الرغوة فى صهريج الحفظ بتعبئته من أسفل كما هو متبع فى طريقة تفريغ الهواء .

واستعمال مقلبات لمزج اللبن فى أثناء الحفظ يؤدى كذلك إلى زيادة ترغية اللبن ، وإذا كان من الضرورى تقليب اللبن فى أثناء الحفظ ليكون توزيع الحرارة منتظما فيجب أن يراعى اعتدال سرعة المقلب حتى لايحرك

اللبن بشدة فلا تتكون الرغوة وحتى لا تؤثر سرعة التقليب فى خاصية إرتفاع حبيبات الدهن إلى السطح عند تعبئة اللبن فى الزجاجات ، على أنه تلزم العناية التامة بتنظيف هذه المقلبات عند انتهاء العملية .

والعناية بإقفال صهريج الحفظ إقفالا محكما وكذا تقليب اللبن يساعدان على عدم تكون الغشاوة على سطح اللبن فى أثناء الحفظ وقد سبق أن أشرنا إلى الضرر الناشىء عن تكون الغشاوة على السطح فهو من الأسباب المؤدية إلى مقاومة الميكروبات المرضية لعملية البسترة .

(٩) (تاسعا) مرور اللبن إلى المبرد

يلزم اتخاذ غاية الحذر لمنع امتزاج اللبن المبستر باللبن الخام بعد خروجه من صهريج الحفظ ، ولهذا فالمضخة التى تدفع اللبن من صهريج الاستلام إلى المسخن يجب أن لا تستعمل فى سحب اللبن من صهريج الحفظ إلى المبرد ، وكذلك يجب أن تكون الأنابيب التى يمر بها اللبن الخام خلاف الأنابيب التى يمر بها اللبن المبستر ، ويفضل عدم استعمال مضخات بعد البسترة أو فى أثناء التبريد لأن تحريك اللبن الساخن بشدة يؤثر فى خاصية تكون الطبقة القشدية . أما نقل اللبن بطريقة تفريغ الهواء فيمتاز بأن اللبن ينقل من صهريج الحفظ إلى المبرد دون استعمال مضخات ولذا فتلك الطريقة مفضلة من هذه الوجهة .

ويلاحظ على وجه العموم فى الانابيب (المواسير) التى ينقل فيها اللبن من أجزاء الجهاز الى أجزائه الاخرى أن تكون قصيرة بقدر الإمكان ، سهلة الفك والتركيب وليس بها زوايا أو منحنيات كثيرة تعترض سهولة تنظيفها وإلا أصبحت مصدرا لتلوث اللبن .

(١٠) (عاشرا) تبريد اللبن

ولو أن البسترة المحكمة تبيد نسبة عظيمة من الميكروبات التى توجد باللبن إلا أن منع نمو الميكروبات الباقية به أو التى تصل اليه عقب البسترة لا يتم إلا بتبريد اللبن بعد بسترته وكلما أجريت هذه العملية بسرعة كانت نتائجها أفضل من الوجهة البكتريولوجية ، وعلى ذلك فإن عدم تبريد اللبن المبستر يؤدى إلى سرعة تغيره وفساده لتكاثر مايبقى به من الميكروبات بسرعة فقد يصل عددها إلى ما كانت عليه قبل البسترة وبذلك تصبح عملية البسترة عديمة الجدوى .

ولقد كان المعتقد فى وقت من الاوقات أن تبريد اللبن فجأة بعد بسترته إلى درجة منخفضة يؤدى إلى قتل البكتريا الباقية به ، إلا أن تجارب إيرس وجونسون (Ayers & Johnson) أظهرت خطأ هذا الإعتقاد ، فقد قاما ببسترة اللبن فى قنينات معقمة ثم ابرداه بسرعة بإمراره فى أنبوبة حلزونية (coil) معقمة محاطة بمحلول التبريد وأحصيا عدد البكتريا فى السنتيمتر المكعب وبذلك أثبتا أن التبريد السريع الذى يعقب البسترة لا يسبب نقصا فى عدد البكتريا كما يتضح من الجدول الآتى :

رقم التجربة	حرارة البسترة ومدتها	عدد البكتريا بالسنتيمتر المكعب	
		فى اللبن الخام	فى اللبن قبل التبريد	فى اللبن بعد التبريد
١	١٤٥ فهرنهيت لمدة ثلاثين دقيقة	١٨٦٠٠٠	٨٦٠٠	٨٥٠٠
٢	» » » » »	٢٣٣٠٠٠	١٤٧٠	٢١٦٠
٣	١٦٠ » » » »	٤٠٠٠٠٠	١٨٨٠	١٩٥٠
٤	» » » » »	١٣٥٠٠٠٠	١٧٥٠	١٧٠٠

والواجب وقاية اللبن من التلوث فى أثناء تبريده ولهذا يفضل استعمال مبردات مقفلة كالسابق شرحها مع العناية بتنظيف المبردات وتعقيمها ، وينبغى أن لا يستعمل مبرد واحد فى تبريد اللبن الخام واللبن المبستر بحال من الأحوال

ويلاحظ فى عملية التبريد أن تكون سريعة بقدر الإمكان ، أما التبريد البطىء فى صهاريج الحفظ فغير مرغوب فيه لأنه يسمح بتكاثر البكتريا فى أثناء هذه العملية كما يضر بتكون الطبقة القشدية .

(٦) (حادى عشر) تعبئة اللبن وتوزيعه

أشرنا فيما سبق إلى وجوب مراعاة جانب النظافة فى إنتاج اللبن المعد للبسترة وتداوله ، كذلك تجدر العناية باللبن بعد البسترة واتخاذ الحيطة الكافية لمنع تلوثه بالميكروبات ، ذلك لأنه لو حدث التلوث بعد البسترة لكانت العملية عديمة الفائدة خصوصا وأن التلوث الثانوى الذى يحدث عقب البسترة قد ينقل إلى اللبن ميكروبات أكثر ضررا وأشد خطرا من الميكروبات التى كانت به قبل البسترة ، ولهذا تراعى نظافة العمال المكلفين بتداول اللبن المبستر وسلامتهم من الأمراض ، كما يراعى فى آلة التعبئة وفى أوانى نقل وتوزيع اللبن المبستر الشروط التى فصلناها فى الكلام عن هذه الأدوات فى الأبواب السابقة . وعندما بحث المؤلف الأسباب التى أدت إلى ارتفاع عدد البكتريا فى اللبن المبستر الذى تنتجه بعض معامل القاهرة لفت نظره أنها تستعمل زجاجات ضيقة الفوهة لتعبئة اللبن وتوزيعه وهذه بلا شك من العوامل التى تسبب تلوث اللبن لأن ضيق فوهاتها يجعلها عسرة التنظيف .

وغنى عن القول أن جميع الأوانى المستعملة فى تعبئة اللبن المبستر يجب أن تعقم بالبخار بعد غسلها بدقة ، فهذا الاجراء يقى اللبن المبستر من خطر التلوث بالميكروبات المرضية التى قد ينقلها الماء الملوث إذا استعمل فى غسل هذه الأوانى ، ولا تخفى هنا أهمية التعقيم بالبخار ذلك لأن مثل هذا اللبن يشرب دون على اعتمادا على خلوه من الميكروبات المرضية .

هذا ولما كانت القوانين الخاصة باللبن المبستر تنص كما قلنا على ضرورة احتوائه على أقل من ١٠٠٠٠٠ بكتريا فى السنتيمتر المكعب الواحد عند تسليمه للمستهلك ، لذا يتحتم أن يحتوى اللبن بعد تمام بسترته

مباشره على عدد يقل كثيرا عن هذا العدد والا فان محتوياته من البكتريا تتجاوز الحد القانونى إذا حفظ مده طويلة ، أو اذا لم يعتن به فى أثناء التوزيع .

(ثانى عشر) تنظيف جهاز البسترة (٧)

تنظيف جهاز البسترة من أهم العمليات التى تتوقف عليها نقاوة اللبن المبستر وهذه العملية تختلف باختلاف الجهاز إلا أن النقط التى تراعى عموما هى الآتية :

يغسل الجهاز غسلا أوليا بإمرار ماء — أو ماء مضاف اليه منظف — فى جميع أجزائه بالكيفية التى يمر بها اللبن وذلك بعد انتهاء عملية البسترة مباشرة ، ويراعى أن يكون الماء المار بالجهاز كافيا لغسل مابقى به من اللبن السائل ثم تغسل صهاريج الاستلام والحفظ بالماء الساخن مع حكها بالفرشاة ، وقد تشطف أولا — مع الحك أيضا بالفرشاه بمحلول منظف أو بالماء والصابون قبل غسلها بالماء الساخن ، أما الانابيب ومبادل الحراره والصمامات والمضخات فتفك وتحك أجزاؤها بفرشاه مع استعمال محلول صودا قوته على الأقل ١ ٪ وحرارته ١٣٠ فهرنهيت ثم مع استعمال الماء الساخن النظيف على درجة ١٦٠ فهرنهيت .

وتوضع الأنابيب وأجزاء المضخات الخ فى المعقم البخارى بعد تنظيفها ، وتعقم لمده عشر دقائق ، ثم تحفظ فى مكان نظيف لحين إعاده تركيبها ، وفى بعض الاحيان تفضل إعاده تركيب الأنابيب بعد غسلها ويمرر البخار فى جميع مشتملات الجهاز لمدة نصف ساعة ، وقد وجد أن هذه الطريقة لاتقل فى نتائجها عن تعقيم الأنابيب فى المعقم البخارى .

وينصح البعض بمعاملة مبادل الحرارة بطريقة مخالفة نوعا للطريقة السابقة ، فيستعاض عن فكه بعد الغسل بالماء الساخن مباشرة بإمرار ماء بارد ثم ملئه بمحلول منظف خفيف ساخن وتركه على هذا الحال حتى الصباح ثم يكمل تنظيفه كالمعتاد .

ولما كان تعقيم مبادل الحراة يستدعى رفع حرارته إلى درجة غليان الماء أو مايزيد ، وأن ذلك يحدث عنه تمدده ، ولذا فقد وضع فى نهاية اليد المحركة صندوق يحتوى على أربعة زمبلكات لتلافى ضرر هذا التمدد .

وقد لوحظ أن الأجزاء التى يعامل فيها اللبن بحرارة عالية كالمسخن تتكون عليها بمرور الوقت طبقة من رواسب صلبة ، وهذه تصبح بيئة صالحة لنمو الميكروبات ، لذلك تزال هذه الطبقة بإمرار حامض فوسفوريك بالجهاز مرة أسبوعيا قبل فكه ودعكه بالفرشاة .

ومن المهم بعد تنظيف الجهاز وقايته من التلوث الخارجى ، وذلك بإقفاله حتى يحين وقت إستعماله .

ويستحسن إمرار ماء ساخن بالجهاز قبل إبتداء إدارته فى اليوم التالى ، وهذا لايغسل الجهاز فحسب بل يرفع حرارته كذلك فيكون معداً للعمل بعد تصفية الماء منه .

ولسنا فى حاجة إلى القول بأن جميع الفرش المستعملة فى تنظيف الجهاز يجب أن تغسل جيدا وتعقم وتبقى نظيفة على الدوام ، كما يعنى بنظافة خرق الترشيح ، والأفضل أن تستبدل بأخرى فى كل مرة .

أثر البسترة فى خواص اللبن وفى قيمته الغذائية

اختلفت آراء الباحثين منذ زمن طويل فى تأثير عملية البسترة فى مشتملات اللبن وفى خواصه الغذائية . وقد ذهب بعضهم فى وقت من الأوقات إلى حد اعتبار اللبن المبستر غذاءا ناقصا لا يصح الاعتماد عليه فى تنشئة الأطفال تنشئة صحية وفى إمدادهم بجميع العناصر اللازمة لبناء الجسم ونشاطه ، وقد أدى تضارب الآراء حول هذا الموضوع إلى القيام بأبحاث دقيقة فى السنوات الأخيرة للوقوف على ما للطريقة البسترة البطيئة من الأثر فى قيمة اللبن الغذائية . ونرى إتماما للفائدة أن نأتى هنا على ملخص نتائج هذه الأبحاث ، على أنه تحسن الاشارة أولا بإيجاز إلى ما يحدثه التسخين من أثر فى خواص اللبن وتركيبه بوجه عام حتى تتبين أفضلية الطريقة البطيئة على الطرق الأخرى من هذه الوجة .

(أولا) إن طعم اللبن المعامل بالطريقة البطيئة وكذا رائحته لا يختلفان اختلافا محسوسا عن اللبن الخام الذى لم يعامل بالتسخين بيد أن هاتين الصفتين يتغيران تغيرا ملحوظا فى اللبن المسخن لدرجات عالية كاللبن المغلى أو المعقم وحتى اللبن المعامل بطريقة البسترة السريعة .

(ثانيا) ليس ثمة دليل على أن اللاكتوز والدهن يتأثران بالبسترة البطيئة ولكن نوحظ من جهة أخرى أن خاصية ارتفاع حبيبات الدهن الى سطح اللبن — أى تكون الطبقة القشدية — تضعف كثيرا بالحرارة العالية فى حين أنها لا تتأثر إطلاقا أو أنها تضعف بدرجة ضئيلة جدا بمعاملة اللبن بالطريقة البطيئة أو البسترة على درجة عالية لمدة قصيرة (أى درجة ١٦٠ ف لمدة عشرين ثانية)

(ثالثا) لاحظ رب (Rupp) وبعض الباحثين أن الألبيومين لا يتأثر بالتسخين لمدة نصف ساعة على درجة ١٤٥ فهرنهيت ولكن نسبة ضئيلة منه (٠,٧٥ ٪) تتجمد على درجة ١٥٠ فهرنهيت لمدة مماثلة ، ويزداد هذا التأثير بارتفاع الحرارة ، واستنتج البعض الآخر أن نحو ٥ ٪ من الألبيومين يتجمد عند معاملة اللبن بالطريقة البطيئة على أن هذا المقدار ضئيل جدا بالنسبة لبقية المواد البروتينية التى يحويها اللبن

(رابعا) إن اللبن المعامل بالطريقة البطيئة لا يتجبن بالمنفحة بنفس السرعة التى يتجبن بها اللبن الغير المسخن ، ولكن مدة التجبن تزداد كثيرا بارتفاع الحرارة ، وقد لا يتجبن اللبن بتاتا بالمنفحة إذا طالت مدة التسخين كأن عرض لدرجة ١٦٥ فهرنهيت أو أكثر مدة نصف ساعة

وعدم تجبن اللبن بالمنفحة يعود إلى ترسب بعض أملاح الكلسيوم مما ينتج عنه اختلال فى توازن الكلسيوم والكازين (Calcium - Casein balance) وإلى تغير فى طبيعة الكازين (Denaturing of Casein) ولهذا يلاحظ أن إضافة الجير إلى اللبن المسخن تسرع عملية التجبن ،

(خامسا) دلت بعض الابحاث على أن الفوسفات الذائبة لا تتأثر بالبسترة البطيئة فى حين دلت أبحاث أخرى على أن نسبتها تنخفض نوعا ما بهذه المعاملة وأن الانخفاض يزداد بارتفاع الحرارة ، كما ظهر أن جزءا مما يحويه اللبن من اليود يفقد بالتطاير (Volatilisation) فى أثناء البسترة .

(سادسا) اعطيت أهمية خاصة لدراسة تأثير البسترة البطيئة فى ما يحويه اللبن من فيتامينات ، وتدل أحدث الأبحاث على أن فيتامين ا (Vitamin A) (الضرورى لنمو الجسم والمضاد لمرض الرمد الجاف)

وكذا فيتامين د (Vitamanin D) (المضاد للكساح) لا يتأثران إطلاقا بهذه المعاملة ، وأن مجموعة فيتامين ب (Vitamin B complex) لا يتأثر منها إلا النوع المميز باسم ب$_1$ (B_1) (المضاد لمرض البرى برى) ولكن نسبة ما يفقد منه ضئيلة اذا قورنت بالفقد الناتج من التعقيم الكامل الذى يبلغ نحو ٤٥ ٪ فى حين أن النوع المعروف باسم ب$_2$ (B_2) (وهو المضاد لمرض البلاجرا) لا يتأثر بهذه المعاملة .

أما فيتامين ح(Vitamin C) (المضاد لمرض الأسقربوط) فيفقد منه نحو ٣٠ ٪ بالبسترة البطيئة وهذا الفقد أقل مما كان يعتقد سابقا . وقد عزى هذا الفقد إلى تأثير الحرارة فى وجود الهواء والعوامل المعدنية المساعدة، ولهذا اقترح لتقليل فقد هذا الفيتامين إجراء التسخين بعيدا عن الهواء ، على أنه اتضح أخيرا أن الفقد المذكور لا يرجع إلى عملية البسترة ذاتها بل هو راجع الى تعرض اللبن للضوء قبل معاملته بالحرارة ، فهذا الفيتامين يوجد فى اللبن وقت الحلب على حالة حامض اسكوربيك (ascorbic acid) وإذا وجد جميعه بهذه الصورة عند البسترة فإن التسخين لا يؤثر فيه ، ولكن لما كان اللبن المعد للبسترة يعرض دائما للضوء فإن الأشعة القصيرة تسبب اتحاد جزء من هذا الحامض بالأكسجين الذائب فى اللبن وينتج عن ذلك حامض الاسكوربيك الثنائى الأيدروكسيل (dehydro - ascorbic acid) والحامض الأخير يتأثر بسهولة بالحرارة ومن هنا عزى التأثير السيء لعملية البسترة فى الفيتامين المذكور .

وقد وجد أن تأكسد حامض الاسكوربيك ينشأ كذلك عن وجود آثار من النحاس حتى ولو لم يعرض اللبن للضوء ، ويستنتج من ذلك أن البسترة فى أجهزة خالية من النحاس — كالمصنوعة من الألومنيوم مثلا — ليس لها تأثير فى فيتامين ح بشرط عدم تعرض اللبن للضوء قبل البسترة ، ونسبة ما يفقد من هذا الفيتامين بعملية التعقيم الكامل للبن تفوق كثيرا ما يفقد منه بالبسترة إذ تبلغ فى الحالة الأولى نحو ٥٠ ٪ .

* * *

والآن نشير إلى نتائج التجارب التى أجريت أخيرا فى معهدى رودنج بانجلترا ورويت باسكتلندا على القيمة الغذائية للبن المبستر ، فقد قسمت هذه التجارب إلى ثلاثة أقسام أجرى أحدها بالمعمل وأجرى الثانى على تغذية العجول أما الثالث فخاص بتغذية تلاميذ المدارس .

فى القسم الأول من هذه التجارب وهو الذى أجرى بالمعمل واستعملت فيه الفئران ظهر أن البسترة التجارية بالطريقة البطيئة لم تؤثر فى القيمة الغذائية للبن الذى غذيت به هذه الحيوانات فى الجزء الأكبر من طور النمو ، وأن هذه العملية ليس لها تأثير سيء فى البروتين أو الكلسيوم أو الفوسفور الذى يحويه اللبن سواء من جهة صلاحيتها لافادة الجسم (Availability) أو من وجهة قيمتها الغذائية عموما ، بيد أنها تفقد اللبن نحو ٢٠ ٪ مما يحويه من فيتامين ح ونسبة ضئيلة من فيتامين ب فى حين أنها لا تؤثر فى فيتامين ا ولا ينتظر أن يكون لها تأثير سيء فى فيتامين ى .

أما فى القسم الثانى من هذه التجارب وهو خاص بتغذية العجول فلم يشاهد فرق واضح بين العجول التى غذيت باللبن الخام وبين التى غذيت باللبن المبستر خلال مدة تبلغ ستة أشهر سواء فى سرعة النمو أو فى تركيب الدم . . الخ وقد اختيرت العجول فى هذه التجارب لأن اللبن هو غذاؤها الطبيعى فاذا انخفضت قيمته الغذائية بالبسترة كان أثر هذا الانخفاض جليا فى نموها وتكوينها، وهذه التجارب تثبت أن ليس ثمة أهمية غذائية

كبيرة للتأثير الطفيف الذى تحدثه البسترة فى مايحويه من أملاح الكلسيوم والفوسفور الدائبة وفى اليود ..الخ، فحامض الكلوردريك مثلا الذى يوجد بالعصارة المعدية (gastric juice) للعجل كاف لاذابة الكلسيوم والفوسفور الذى تحول بالبسترة إلى حالة غير ذائبة .

على أنه ظهر من التجربة السابقة أن مجموعة العجول التى غذيت باللبن المبستر تمتاز على المجموعة الأخرى من حيث مقاومتها للعدوى بميكروب السل .

وفى القسم الثالث وهو الخاص بتغذية تلاميذ المدارس قسم عدد كبير من تلاميذ المدارس الذين تتراوح أعمارهم بين خمسة أعوام وأربعة عشر عاما إلى أربع مجموعات أعطى لأفراد الأولى منها بسكويت وللثانية ½ بينت (١) من اللبن المبستر وللثالثة ½ بينت من اللبن المبستر وللرابعة ½ بينت من اللبن الخام علاوة على غذائهم العادى ، واستمرت التجربة عدة شهور وقد فحص التلاميذ طبيا وقدرت أوزانهم .. الخ فى بداية التجربة وعند انتهائها ومرتين فى أثناء إجرائها . وقد أظهر أفراد المجموعات الثلاث التى غذيت باللبن تفوقا على أفراد المجموعة الأولى من حيث الوزن والطول ومحيط الصدر (chest circumference) فى حين لم تلاحظ فروق واضحة فى المميزات المذكورة بين أفراد المجموعتين الثالثة والرابعة أى نتيجة التغذية بمقدارين متساويين من اللبن المبستر واللبن الخام ، وكان التحسن فى قدرة التلاميذ على متابعة الدروس وفى مظهرهم وصحتهم العامة وقواهم العضلية بادياً بوضوح تام فى جميع أفراد المجموعات الثلاث التى غذيت باللبن ولكن نسبة التحسن كانت أكبر فى المجموعتين الأخيرتين اللتين أعطيتا كمية أكبر من اللبن الخام واللبن المبستر .

وقام جورج أويستر (Geo. Oyster) منذ بضع سنوات بعمل تجربة أخرى فى وشنطن بأمريكا لمعرفة أثر البسترة فى قيمة اللبن الغذائية للأطفال وقد استمرت هذه التجربة ١٨ شهرا ، وغذى فيها عددا من الأطفال باللبن الخام وآخرين باللبن المبستر ، وقدر أوزانهم ، ولاحظ نموهم وحالتهم الصحية فظهر له أن ليس للبسترة تأثير فى قيمة اللبن الغذائية .

كما أن بارك وهولت (Park & Holt) قد استنتجا أن اللبن المبستر لايقل فى قيمته الغذائية عن اللبن الخام وذلك بأن أجريا تجربة أخرى فى نيويورك فغذيا بعض الأطفال بلبن مبستر والبعض الآخر بلبن خام لمدة سنتين فلم تكن أوزان كلا الفريقين متساوية فحسب بل أن الفريق الذى غذى باللبن المبستر زاد وزنه نوعا ما عن الفريق الآخر وكان أقل تعرضا للاصابة بالأمراض .

أهمية البسترة من الوجهة الصحية العامة

يمكن القول على ضوء الأبحاث السالفة الذكر أن التغيرات الطفيفة التى تحدث فى خواص اللبن وتركيبه فى أثناء عملية البسترة البطيئة لاتؤثر تأثيرا ضارا فى القيمة الغذائية للبن المبستر ، وبقى علينا أن نشير إلى علاقة اللبن المبستر بالصحة العامة وأن نفند الاعتراضات التى لاتزال توجه بين حين وآخر إلى عملية البسترة والتى لاتصدر غالبا عن الجمهور المستهلك أو عن الأطباء وإنما تصدر عن بعض الأفراد الذين يتجرون بانواع خاصة من مستحضرات أغذية الأطفال أو بعض تجار اللبن الخام الذين يرون أن فى اتباع نظام

---

(١) البيت (Pint) مكيال انجليزى يزيد قليلا على نصف لتر .

البسترة الاجبارى لألبان المدن إضرارا بتجارتهم لما يتكبدونه من نفقات فى إبتياع أجهزة البسترة وتركيبها وإدارتها وسنكتفى بإيراد أهم الاعتراضات الموجهة إلى عملية البسترة فيما يلى :—

(١) أن تغذية الأطفال باللبن المبستر لاتسمح بنموهم نموا صحيحاً : ولكن التجارب دلت على بطلان هذا الزعم ، إذ أن الاطفال الذين يتغذون بلبن مبستر بدقة بالطريقة البطيئة لاينمون نموا طبيعيا فحسب بل أنهم أقل تعرضا للاصابة بالاسهال الصيفى وبقية الأمراض التى تنتقل بواسطة اللبن .

(٢) أن عملية البسترة لاتبيد المتحصلات السامة التى تنتجها البكتريا فى اللبن : وهذا الاعتراض لايعتبر دليلا على عدم أهمية البسترة أو على ضررها ، لأن المتحصلات المذكورة لاتتكون نتيجة لعملية البسترة بل أنها تنتج فى اللبن قبل بسترته وإستعمال مثل هذا اللبن فى التغذية سواء كان خاما أو مبسترا ضار بالصحة، وعلاوه على ذلك فإن اللبن الذى يحوى هذه المتحصلات لابد وأن يكون محتويا على عدد كبير من الميكروبات نتيجه لسوء الطرق المتبعه فى إنتاجه وتداوله فهو لذلك لايصلح للبسترة ولا للاستهلاك المباشر على وجه العموم .

(٣) أن البسترة تستعمل وسيلة لإخفاء عيوب اللبن القذر عن المستهلك : وهذا الاعتراض قليل الأهمية كذلك ، فمع أن هذه العملية تستخدم أحيانا لاطالة مدة حفظ الألبان غير النظيفة إلا أن جودة اللبن المبستر تتوقف على مقدار العناية فى انتاجه وتداوله قبل البسترة ، فالملاحظ دائما أن اللبن النظيف المبستر أصلح للاستعمال وأكثر قابلية للحفظ من اللبن القذر المبستر .

(٤) تأثير العملية فى أنزيمات اللبن : ولو أن البسترة تتلف جزئيا أو كليا بعض الانزيمات الموجودة طبيعيا فى اللبن إلا أنه لايوجد من الأدلة مايثبت أن لهذه الأنزيمات أهمية فى عملية الهضم .

(٥) تأثير العملية فى الفيتامينات : قلنا أن البسترة البطيئة ليس لها تأثير يذكر فى فيتامينات اللبن سوى مايحدث من نقص فى فيتامين ح ، وهذا النقص يمكن تعويضه بأخذ قليل من عصير الفاكهة كالبرتقال أو الطماطم ، على أن لبن المواشى لايعتبر على وجه العموم مصدرا جيدا لهذا الفيتامين لذا فالأطفال الذين تقتصر تغذيتهم على اللبن — سواء كان خاما أو مبسترا — يحسن اعطاؤهم كمية من عصير الفاكهة يوميا وذلك زيادة فى الاحتياط من الأضرار التى تنشأ عن قلة هذا الفيتامين .

ومما تقدم يرى أنه لا يوجد اعتراض هام يمكن أن يوجه الى عملية البسترة فى الوقت الحاضر إذا أجريت بدقة على لبن نظيف .

أما قيمة هذه العملية من حيث علاقتها بالصحة العامة فقد نوهنا بها فيما سبق ، ونضيف هنا أن كبار الأطباء فى مختلف الدول قد أصبحوا فى الوقت الحاضر مقتنعين بأهمية البسترة باعتبارها وسيلة لمنع انتشار الأمراض التى تنتقل بواسطة اللبن ولتخفيض نسبة وفيات الأطفال ، فقد نشأ مثلا عن استخدام البسترة فى معاملة اللبن التجارى بايرلندا هبوط نسبة وفيات الأطفال من ١٤ ٪ الى ٤ ٪ ، كما لوحظ بأمريكا أن الأوبئة التى تنتشر بواسطة اللبن قد أخذت فى الاختفاء تدريجا فى الجهات التى يبستر فيها اللبن اجباريا .

وقد صرح نخبة من أعلام الطب الانجليز فى مناسبات مختلفة بأن البسترة هى الطريقة العملية الوحيدة التى تضمن زيادة استهلاك اللبن وتقليل العدوى الناشئة عن اللبن الملوث بالميكروبات المرضية وأنه يجب

بسترة اللبن التجارى إجباريا ماعدا الرتبة المعروفة باسم اللبن المضمون وهو الناتج من ماشية خالية من ميكروب السل بطرق صحية تقرها وتتفق بها الهيئات الصحية تماما .

ومع ذلك فيشير البعض ببسترة اللبن الناتج من ماشية مختبرة بالتيوبركلين ويصرحون بأن الوثوق من خلو الماشية من مرض السل لايعنى خلوها أو سلامة حلابيها من الأمراض الأخرى ، ولذا يعتبرون البسترة الدقيقة أكبر أهمية من الفحص الطبي الذى يجرى على الماشية وأنسب طريقة لضمان خلو اللبن من ميكروبات الأمراض .

وقبل أن نختم هذا الكلام تحسن الاشارة الى أن من أهم المسائل الوثيقة الارتباط بالصحة العامة وضع رقابة مشددة على معامل البسترة التى يملكها الأفراد وعدم الترخيص بادارتها وباستمرار مزاولة العمل بها وبيع ألبانها باسم ألبان مبسترة إلا إذا استوثقت الهيئات الصحية بواسطة التفتيش والاختبارات البكتريولوجية المتكررة من صلاحية الجهاز والطريقة المتبعة فى البسترة والتبريد والتعبئة والحفظ والتوزيع . . الخ ومراعاة النظافة وكل الشروط التى تكفل جودة نوع اللبن حرصا على الصحة العامة .

ونظراً الى سوء طرق إنتاج اللبن وتأخر الحالة الصحية فى مصر على وجه العموم فيلزم أن توجه العناية الكافية إلى بسترة ألبان المدن الكبرى ، ويحسن أن يوكل هذا العمل إلى هيئات مسؤولة ، وأن يجرى ذلك فى محطات رئيسية حتى يتيسر إجراء العملية تحت إشراف الهيئات الفنية والصحية وتحت مراقبة مباشرة منها لأن بيع اللبن المبستر دون رقابة مشددة ينتج عنه كما أشرنا من قبل أضرار خطيرة إذ أن المستهلك يشرب مثل هذا اللبن دون غلى اعتمادا على ضمان خلوه من الميكروبات المرضية .

رابعا : التعقيم الجزئى بطريقة استاسانو

استنبط هذه الطريقة الدكتور هنرى استاسانو (ولذا تسمى باسم Stassanisation) منذ عدة سنوات ، وأجرى معظم أبحاثه عليها بمعهد باستور بباريس وبمدينة ستراسبورج ، وماهى فى الحقيقة إلا أحد التحويرات التى أدخلت على طريقة البسترة السريعة ، وفيها يسخن اللبن ثم يبرد وهو على هيئة طبقة رقيقة جدا ، فتتم العمليتان المذكورتان بسرعة ولا تتعرض خواص اللبن فى الوقت ذاته لتغيرات كثيرة .

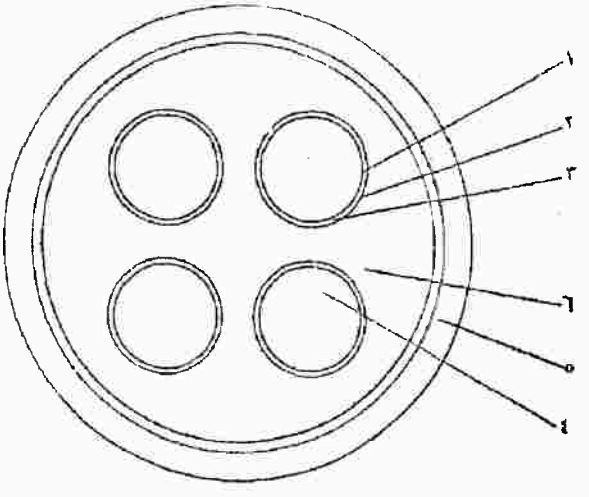
ويتركب الجهاز المستعمل فى هذه الطريقة من أنابيب مزدوجة تمر إحداهما فى داخل الأخرى على أن تترك بينهما مسافة تختلف من ملليمتر إلى ١ ½ ملليمتر وفيها يدفع اللبن بواسطة مضخة وفى أثناء مروره فى هذا الحيز الضيق يسخن أو يبرد من كلا الجانبين بماء يجرى داخل الانبوبة الداخلية وخارج الأنبوبة الخارجية ، والجهاز مقسم الى ثلاثة أقسام أولها مخصص لتبادل حرارتى اللبن الساخن واللبن الخام ويبلغ طول الأنابيب فيه ٣,٥ متر ، وثانيها للتسخين بالماء الساخن وطول أنابيبه ٢,٥ متر ، أما القسم الثالث فللتبريد بالماء البارد ومحلول ملح التبريد وطول أنابيبه ٣,٥ متر ، وتتصل نهايات كل مجموعة من أنابيب الأقسام الثلاثة بعضها ببعض بوصلات ملتوية يسهل فكها وتركيبها .

ويسخن اللبن فى هذا الجهاز الى درجة ١٦٧ فهرنهيت (٧٥ س) ولا تستغرق هذه العملية سوى خمس عشرة ثانية ، ويستغرق مرور كل جزء من أجزاء اللبن بالجهاز نحو دقيقتين فيسخن فى أثناء ذلك إلى الدرجة

المذكورة ثم يبرد الى درجة ٥٨ فهرنهيت .

وقد أدخلت عدة تعديلات على هذا الجهاز منذ اختراعه لضمان حسن سير العملية ودقتها ، ومن هذه التعديلات استعمال جهاز ذى ألواح (Volta Plate Apparatus) فى عمليتى تبادل الحرارة والتبريد واقتصار استعمال جهاز استاسانو (Stassaniser) على التسخين .

والجهاز ذو الألواح المستعمل فى هذه الطريقة يشبه مبادل الحرارة الذى أسلفنا ذكره فى الكلام عن البسترة بل أن نظرية الجهازين واحدة ولكن القنوات أو الأخاديد التى توجد على سطح الألواح فى الجهاز المتقدم ليست عمودية بل حلزونية . أما جهاز استاسانو الحديث فيتركب من اسطوانة تحتوى على أربع أنابيب مزدوجة متصلة الأطراف يمر فى داخلها ماء ساخن كما يمر الماء الساخن فى الاسطوانة كلها محيطا بالأنابيب جميعها (انظر شكل ٢٥) وتجرى العملية بدرجاتها المختلفة على الوجه الآتى :



(شكل ٢٥) قطاع لجهاز استاسانو

(١) سطح التسخين الداخلى
(٢) سطح التسخين الخارجى
(٣) الحيز المخصص لمرور اللبن
(٤) الحيز المخصص لمرور ماء التسخين الداخلى
(٥) جدار الاسطوانه
(٦) الحيز المخصص لمرور ماء التسخين الخارجى

يصب اللبن فى صهريج خاص حيث يوزن أوتوماتيكيا ثم يمر إلى صهريج آخر ومنه الى مرشح ، ويسحب من الأخير بواسطة مضخة حيث يدفع فى الجهاز ذى الألواح ثم فى جهاز استاسانو ويعود ثانية إلى الجهاز ذى الألواح . وترفع حرارة اللبن الخام الى درجة ١٢٢ فهرنهيت عند مروره فى الجهاز ذى الألواح بواسطة اللبن الساخن ، ويكمل تسخين اللبن إلى درجة ١٦٧ فهرنهيت فى أثناء مروره بجهاز استاسانو ثم يبرد بعد عودته الى الجهاز ذى الالواح بواسطه اللبن الخام إلى درجة ٨٥ فهرنهيت ويكمل تبريده بواسطة الماء البارد ومحلول ملح التبريد إلى حوالى درجة ٥٥ فهرنهيت .

ويسخن الماء قبل دخوله جهاز استاسانو بواسطة البخار فى مسخن خاص الى حرارة لاتزيد على الحرارة

التى يرفع اليها اللبن بأكثر من ١٠٨ درجة فهرنهيت (درجة واحدة سنتجراد) ويدخل الماء الجهاز المذكور من فتحة فى طرفه ، فيمر أولا فى الجزء الداخلى من الانابيب ثم فى الاسطوانة المحيطة بالانابيب . ويعود بعدئذ الى المسخن حيث ترفع حرارته ثانية الى الدرجه المطلوبة قبل ان يمر فى الجهاز مرة أخرى وهكذا ، وتجرى هذه العملية بواسطة مضخة رحوية ، وتنظم حرارة الماء بواسطة ضابط خاص ، كما تسجل حرارة اللبن عند خروجه من جهاز استاسانو بواسطة مسجل للحرارة .

ويمر اللبن بعد تبريده فى الجهاز ذى الالواح إلى صهريج خزن محاط بمادة عازلة أو إلى آلة التعبئة مباشرة.

والطريقة المفضلة لتنظيف الجهاز بين فترات الاستعمال هى امرار ماء بارد أولا بكمية كبيرة فى الحيز الذى يمر به اللبن حتى يلاحظ أن الماء الخارج من الجهاز أصبح رائقا تماما ، ثم اعادة الغسل جملة مرات بمحلول الصودا المخفف ، ثم بماء مغلى ، وبعدئذ يمرر البخار فى الجهاز لتعقيمه . على أنه ينصح بفتح غطاءى الاسطوانة الجانبيين فى كل يومين أو ثلاثة أيام . وسحب الانابيب وغسلها مع استعمال الفرشاة .

ومن أهم مميزات هذه الطريقة ما يأتى : —

(١) أن حرارة اللبن ترفع وتخفض بسرعة كبيرة لانه يسخن ويبرد من كلا الجانبين وهو على هيئة طبقة رقيقة .

(٢) أن التسخين يجرى فى حيز محصور بعيداً عن الهواء .

(٣) أن سطح التسخين كبير نسبيا لان المادة المستعملة فى التسخين هى الماء لا البخار ، فلا يكون هناك خطر من ارتفاع الحرارة أكثر من اللازم .

وقد أجريت عدة أبحاث على هذه الطريقة فى معهد أبحاث الالبان الدنمركى نورد هنا أهم النتائج التى استخلصت منها : —

(١) أن الحرارة والزمن المستعملين فى هذه الطريقة يضمنان قتل ميكروبات السل والاجهاض والقولون ، فقد اتبعت تلك الطريقة فى معاملة لبن ملوث بالميكروبين الأولين — وهما أكثر الميكروبات المرضية مقاومة لتأثير الحرارة — ثم حقنت الأرانب الهندية بهذا اللبن فثبت خلوه منهما .

ومعنى هذا أن الطريقة المذكورة كفيلة بابادة جميع الميكروبات المرضية الأخرى كميكروبات التيفود والدفتيريا الخ .

(٢) أنها تقتل حوالى ٩٩ ٪ من العدد الكلى للبكتريا التى توجد فى اللبن بشرط العناية التامة بتنظيف جميع أجزاء الجهاز .

(٣) أنه لا يحصل فقد نتيجة التبخر لأن العمليه تجرى كما قلنا فى غير وجود الهواء .

(٤) أن مدة حفظ اللبن المعامل بهذه الطريقة تفوق مدة حفظ اللبن الخام أو المعامل بطريقة باستور السريعة المعروفة بالبسترة العالية .

(٥) أن تكون الطبقة القشدية على سطح اللبن المعامل بهذه الطريقة أفضل منه فى حالة اللبن المعامل بالبسترة العالية ولكنه أقل نوعا منه فى حالة اللبن الخام .

(٦) أن طعم اللبن ورائحته ومظهره لا تتأثر بهذه المعاملة .

(٧) أن هذه الطريقة لاتضر بمحتويات اللبن من الكلسيوم أو الفوسفات أوفيتامين (ا) أو (ب) ، ولاتحول إلا نحو ٨ ٪ من الألبيومين الذائب إلى حالة غير ذائبة .

(٨) أن اللبن المعامل بطريقة استاسانو مدة تجبنه بالمنفحة لاتتأثر إلا بنسبة بسيطة ليست ذات أهمية من الوجهة العملية فى صناعة الجبن .

(٩) أن هذه الطريقة تفضل الطرق الأخرى من حيث استهلاك البخار والقوة والماء .

(١٠) أن الجهاز المستعمل فيها يحتاج إلى عناية خاصة فى التنظيف .

ومن أهم عيوب هذه الطريقة صعوبة تنظيف الجهاز باتقان ولايخفى ماهذا العيب من أهمية فى نتيجة عملية التعقيم الجزئى . وقد استعمل جهاز من هذا النوع بأحد معامل القاهرة ولكن استغنى عنه بعد مدة غير طويلة نظرا إلى المشقة التى صادفها أصحابه فى فك أجزاء الجهاز وتركيبها وضبطها مما يؤدى إلى عدم دقة عملية التنظيف ورداءة اللبن الناتج .

أما العيب الثانى فهو احتمال مرور أجزاء من اللبن دون تسخينها إلى الدرجة المطلوبة نظرا إلى عدم تأثير الحرارة فى الميكروبات المرضية التى قد تمر بهذه الأجزاء فتسبب تلوث اللبن جميعه وهذا العيب هو من أهم عيوب الطرق السريعة عموما .

اختبارات اللبن المسخن

Tests for Heated Milk

لما كان من الصعب أحيانا التحقق من دقة عمل الأجهزة المستعملة فى تسخين اللبن سواء بفحصها أو بعمل الاختبارات البكتريولوجية فى اللبن الذى عومل فيها فقد استنبطت عدة طرق لتفريق اللبن المسخن عن اللبن الخام أو عن اللبن الذى لم تبلغ حرارته درجة معينة فى أثناء التسخين ، وقد بنيت هذه الاختبارات جميعها على تفاعلات تنتج عن عمل الانزيمات الطبيعية التى يحويها اللبن وسنورد هنا أهم هذه الاختبارات :

أولا : اختبار البيروكسيداز

يعرف هذا الاختبار عادة باسم اختبار ستورش (Storch Test) وهو من أقدم الاختبارات وأبسطها ، ويستعمل للتحقق من أن اللبن قد سخن إلى درجة ١٧٦ فهرنهيت (٨٠ سنتيجراد) وهى الدرجه المعترف بها فى البستره السريعه فى بعض البلدان ، والتى يفرض القانون فى الدنمرك تسخين اللبن الفرز اليها قبل استعماله فى تغذيه العقول لوقايتها من مرض السل .

ونظريه هذا الاختبار تنحصر فى أنه يوجد باللبن انزيم البيروكسيداز (Peroxidase) الذى يبطل مفعوله إذا سخن إلى الدرجه المذكورة أو إلى درجه ١٦١,٦ فهرنهيت (٧٢ س) لمده ثلاثين دقيقه ، فاذا لم يتحلل فوق أكسيد الايدروجين عند إضافته إلى اللبن دل ذلك على أن اللبن قد سخن إلى درجات تزيد على الدرجه المذكوره أى أن بسترته كانت تامه .

ويجرى الاختبار كما يلى : —

توضع ٥ سنتيمترات مكعبة من اللبن المراد اختباره فى أنبوبة اختبار نظيفة وتضاف اليها نقطتان من محلول فوق اكسيد الايدروجين قوته ١ ٪. ونقطتان من محلول مائى للبارافينيلين الثنائى الأمين (Paraphenylenediamine) قوته ٢ ٪. ويرج المزيج فان ظهر سريعا لون أزرق أو بنفسجى داكن دل ذلك على أن اللبن خام ، وان لم يظهر اللون الا بعد انقضاء بضع دقائق دل ذلك على أن اللبن قد سخن الى حرارة تقرب من درجة البسترة ، أما اللون الذى يظهر بعد انقضاء وقت طويل فليس له أهمية

ولا يغرب عن البال أن هذا الاختبار لايصلح لفحص اللبن المعامل بطريقة البسترة البطيئة أو بطريقة استاسانو .

* * *

وقد أدخل روثنفوسر (Rothenfusser) بعض تحويرات على الطريقة السابقة وعرفت بعدئذ باسم الاختبار الجديد لروثنفوسر (The New Rothenfusser Test) وهو يجرى كالآتى :

تؤخذ ١٠ سنتيمترات مكعبة من اللبن المراد اختباره وتضاف إليها ٤ نقط من محلول فوق أكسيد الأيدروجين قوته ٣ ٪ و ١٠ نقط من كاشف (reagent) روثنفوسر فيتلون اللبن باللون الأزرق أو البنفسجى إذا كان خاما أو لم تبلغ حرارته فى أثناء التسخين درجة ١٧٦ فهرنهيت ، أما إذا جرى تسخينه إلى درجة أعلى من ذلك فيبقى لونه طبيعيا ، وإضافة قليل من اللبن الخام إلى اللبن المسخن إلى درجة أعلى من ١٧٦ فهرنهيت تفسد نتيجة هذا الاختبار .

وقد يجرى الاختبار فى مصل اللبن (milk serum) أى الشرش الذى يحضر كالآتى :

تضاف ٦ سنتيمترات مكعبة من محلول خلات الرصاص القاعدية إلى ١٠٠ سنتيمتر مكعب من اللبن ثم يرج المزيج ويدار فى آلة الطرد المركزى ، والمصل الرائق للبن الخام يحتوى على أنزيمى البيروكسيداز والديستاز .

ويفشأ تلون اللبن الخام عند تأكسد مادة البارافينيلين الثنائى الأمين وتحولها إلى مركب أزرق بتأثير الأكسجين المتولد (nascent) من تحلل فوق أكسيد الأيدروجين بفعل الإنزيم الموجود طبيعيا فى اللبن

ملاحظة : يتركب كاشف روثنفوسر مما يأتى :

ا — بارافينيلين ثنائى الأمين — جرام واحد .

ماء مقطر — ١٢ سنتيمترا مكعبا .

ب — جوايا كول متبلور (Crystalline guaiacol) — ٤ جرامات .

كحول قوة ٩٦ ٪ — ٤ جرامات .

حـ — محلول بى كبريتيت الصوديوم (Sod. bisulphite)

ولتحضير هذا الكاشف يمزج المحلولان ا ب ويخفف المزيج الى ١٥٠ سنتيمترا مكعبا بكحول قوته ٦٩ ٪ ثم يضاف ١,٤٥ سنتيمتر مكعب من محلول الكبريتيت الى ١٠٠ سنتيمتر مكعب من المزيج الآنف الذكر .

ثانيا : اختبار الاميلاز

Amylase Test

استنبط أيضا روثنفوسر هذا الاختبار وحوره جولد (Gould) وهو مبنى على أن باللبن إنزيم الدياستاز أو الأميلاز ، وهو يحلل النشاء تحليلا مائيا إلى مولتوز (Maltose) ، وينتج فى أثناء التحلل جملة متحصلات وسطية يعطى كل منها لونا مخالفا للآخر عند معاملتها باليود ، وتتدرج هذه الألوان من البنفسجى الأحمر إلى الأصفر .

ويضعف فعل هذا الانزيم إذا عرض لحرارة تبلغ حوالى ١٤٥,٥ فهرنهيت (٦٣ س) وينعدم تماما إذا زادت الحرارة على تلك الدرجة .

ويجرى الاختبار كالآتى :—

توضع ٣٠ سنتيمترا مكعبا من اللبن المراد اختباره فى إحدى أنابيب آلة الطرد المركزى ويضاف اليها ١,٨ سنتيمترات مكعبة من المحلول المشبع لخلات الرصاص القاعدية ، ويمزجان جيداً ، ثم يضاف إلى المخلوط سنتيمتران مكعبان من الكلوروفورم الخالى تماما من حامض الكلوروديك ، ثم يعاد المزج ، وتدار الأنبوبة فى آلة الطرد المركزى بسرعة ٣٠٠٠ دورة فى الدقيقة لمدة تختلف بين خمس عشرة وعشرين دقيقة ، وتمزج ١٠ سنتيمترات مكعبة من المصل الناتج مع نصف سنتيمتر مكعب من محلول النشاء القياسى ويوضع المزيج فى حمام مائى على درجة ٣٧ س لمدة أربع ساعات ، وبعد انقضاء هذه المدة يصب ١,٥ سنتيمتر مكعب من المزيج فى أنبوبة صغيرة ، ويضاف اليه ١,٥ سنتيمتر مكعب من محلول اليود ببطء أساسى ويلاحظ اللون الناتج

فاذا كان اللون أزرق دل ذلك على أن اللبن قد سخن إلى درجة أعلى من ١٤٠ فهرنهيت (٦٠س) لمدة ثلاثين دقيقة ، وإذا كان أحمر أو برتقالى دل ذلك على أن حرارة التسخين لم تبلغ الدرجة المذكورة ، أو أن مدة التسخين (أى الحفظ على الدرجة المذكورة) لم تكن كافية ، أو أن اللبن المبستر قد امتزج به قليل من اللبن الخام ، أما إذا كان اللون أصفر فمعنى ذلك أن اللبن لم يسخن إطلاقا أو سخن إلى درجة أقل من ١٢٢ فهرنهيت (٥٠ س)

ومن أهم الاحتياطات التى تتخذ فى هذا الاختبار ضرورة خلو الأدوات التى يلامسها اللبن من الأحماض خلوا تاماً ، وسرعة فحص لون المحلول عقب إضافة اليود ، وإختبار اللبن المبستر قبل إنقضاء أربع وعشرين ساعة من وقت التسخين .

ومما يلاحظ فى هذا الاختبار أنه غير ملائم تماما لمعرفة أثر البسترة الدقيقة إذ أنها تجرى كما قلنا على درجة تختلف بين ١٤٥ و ١٥٠ فهرنهيت لمدة ثلاثين دقيقة .

ملاحظة : يحضر محلول النشاء بطحن ١٠ جرامات من النشاء مع ١٠ سنتمترات مكعبة من الماء ، ثم إضافة ٥٠٠ سنتيمترا مكعبا من الماء المغلى اليها ، ويغلى الجميع لمدة ١٠ دقائق ، ثم تضاف ١٥٠ سنتيمترا مكعبا من الجليسرين النقى ، ويستمر الغلى لمدة ١٠ دقائق أخرى ، وتضاف بعدئذ ٥٠ سنتيمترا مكعبا من محلول كلورور الصوديوم (قوته ١٢ ٪) مع التقليب ثم ٥ سنتيمترات مكعبة من محلول أيدروكسيد الصوديوم

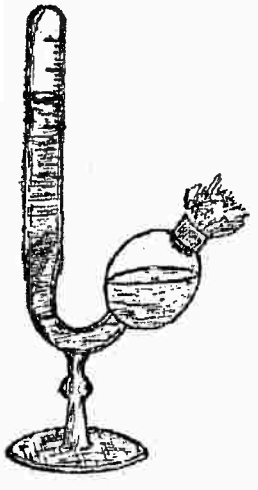
$\frac{1}{4}$ أساسى ، ويرشح المزيج الساخن ثم تضاف اليه ٢٥٠ سنتيمتر مكعبا من كحول قوته ٩٥ ٪ على دفعات كل دفعة ٥٠ سنتيمترا مكعبا ويكمل المزيج الى لتر بالماء المغلى ثم يترك لمدة يومين ويسحب السائل الرائق ويسخن فى حمام مائى على درجة ١٤٩ فهرنهيت (٦٥س) لمدة ثلاثين دقيقة

أما محلول اليود المستعمل فيتركب من ١٢,٧ جرامات من اليود النقى (Resublimed iodine) و ١٨ جراما من يودور البوتاسيوم النقى و ١٠٠٠ سنتيمتر مكعب من الماء المقطر ويضاف كل سنتيمتر مكعب واحد من هذا المحلول الى ٩٩ سنتيمتراً مكعبا من الماء

(ثالثا) اختبار الكاتالاز

الكاتالاز هو كما قلنا من قبل انزيم يوجد طبيعيا فى اللبن كما تفتجه الخلايا الحيوانية ، وكثير من البكتريا ما عدا ستربتوكوكس لاكتس والميكروبات غير الهوائية ، وسنشرح فى الجزء الثالث كيفية استعماله فى اختبار اللبن عموما ، أما استعماله فى اختبار اللبن المسخن فمبنى على أن هذا الانزيم يتلف فى اللبن اذا سخن الى درجة ١٥٠,٨ فهرنهيت (٦٦س) لمدة ثلاثين دقيقة أو إلى درجة ١٥٤,٤ فهرنهيت (٦٨س) لمدة دقيقة واحدة . واختبار الكاتالاز يجرى عادة فى هذه الحالة كالآتى : —

توضع ١٥ سنتيمترا مكعبا من اللبن المراد اختباره فى أنبوبة سميث الاختمارية (Smith fermentation tube) كالمبينة بشكل ٢٦) ويضاف اليها ٥ سنتيمترات مكعبة من محلول فوق أكسيد الأيدروجين الذى قوته ١ ٪ ثم توضع الأنبوبة على درجة ٩٨,٦ فهرنهيت (٣٧س) لمدة ساعتين ويلاحظ تجمع غاز الأكسجين فى نهاية الذراع العلوية .



(شكل ٢٦)
أنبوبة سميث الاختمارية

واللبن الذى سخن إلى درجة ١٤٣,٦ فهرنهيت (٦٢ س) لمدة قصيرة لا تنطلق منه غير كمية قليلة من الغاز ، فى حين أن اللبن الذى سخن إلى درجة أعلى من ذلك أو إلى درجة ١٤٣,٦ فهرنهيت لمدة ساعة لا ينتج غازا على الاطلاق

وامتزاج كمية صغيرة من اللبن الخام باللبن المسخن أو احتواء اللبن المسخن على عدد كبير من البكتريا يؤدى إلى إنتاج غاز الأكسجين مما يفسد نتيجة هذا الاختبار .

واللبأ والقشدة وكذا اللبن الناتج من ماشية مصابة بالتهاب الضرع تحتوى كلها على كمية كبيرة من أنزيم الكاتالاز النسبة إلى كثرة ما تحويه من خلايا حيوانية ، أما اللبن الطبيعى الذى يحتوى على عدد كبير من ستربتوكوكس لاكتس فلا يحتوى إلا على كمية صغيرة من الكاتالاز .

وإنتاج ١,٥ سنتيمتر مكعب من الأكسجين أو أكثر فى هذا الاختبار من لبن حديث الحلب يعتبر دليلا على أن اللبن غير عادى .

(رابعا) اختبار شاردنجر

Schardinger's Test

عرف أن باللبن أنزيم (يطلق عليه أحيانا اسم أنزيم شاردنجر) فى قدرته تكوين أيدروجين فعال (active) من الألدهيدات كالفورمالدهيد مثلا ، وهذا الأنزيم يضعف كثيرا إذا سخن اللبن إلى درجة ١٤٥,٤ فهرنهيت (٦٣ س) لمدة خمس وثلاثين دقيقة ويبطل عمله إذا سخن إلى درجة ١٦٧ فهرنهيت (٧٥ س) ولإجراء هذا الاختبار يتبع الآتى :

يضاف سنتيمتر مكعب واحد من كاشف شاردنجر إلى ١٠ سنتيمترا مكعبا من اللبن المراد اختباره فى أنبوبة اختبار ، وهذه تسخن فى حمام مائى إلى درجة ٩٨,٦ فهرنهيت (٣٧ س) ، ثم تحفظ الأنبوبة فى محضن على الدرجة المذكورة حتى تزول زرقه الكاشف .

وكاشف شاردنجر يحتوى على أزرق الميثيلين وفورمالدهيد . والأساس الذى بنى عليه هذا الاختبار هو أن الأيدروجين الناتج من الفورمالدهيد بفعل الأنزيم يختزل أزرق الميثيلين فيصبح عديم اللون .

ويزول اللون الأزرق من اللبن الخام ومن اللبن المسخن إلى درجة ١٤٥,٤ فهرنهيت (٦٣ س) لمدة ثلاثين دقيقة فى حوالى خمس وعشرين دقيقة ، أما اللبن المسخن إلى درجات تتراوح بين ١٥٠,٨ و ١٥٨ فهرنهيت (٦٦ — ٧٠ س) لمدة ثلاثين دقيقة فيزول لونه فى حوالى خمسين دقيقة ، وإذا سخن إلى درجة ١٦٧ فهرنهيت (٧٥ س) فيبقى اللون على حالته الطبيعية . ولا تتأثر مدة الاختزال كثيرا إذا أضيفت إلى اللبن المسخن كميات من اللبن الخام تقل عن ٢ ٪ ، أما اضافة كميات أكبر من ذلك فتفسد النتيجة .

ملاحظة : يتركب كاشف شاردنجر كما يأتى :

محلول كحولى مشبع لأزرق الميثيلين	٥ سنتيمترات مكعبة
فورمالين تجارى	٥ » »
ماء مقطر	١٩٠ سنتيمترا مكعبا

(خامسا) اختبار الفوسفتاز

Phosphatase Test

استنبط هذا الاختبار كاى وجراهام (Kay & Graham) فى سنة ١٩٣٣ ثم أدخلت عليه منذ ذاك الوقت عدة تعديلات حتى أصبح وافيا بالغرض المقصود منه على الوجه الأكمل . وهو ملائم تماما — بخلاف الاختبارات السالفة الذكر جميعها — لاختبار اللبن المبستر بالطريقة البطيئة وهو فوق ذلك سهل سريع الاجراء وخاصة إذا قيس ببعض الاختبارات البكتريولوجية الدقيقة كتقدير العدد الكلى بطريقة الأطباق أو تلقيح الأرانب الهندية للكشف عن ميكروب السل ، علاوة على أنه حساس لأى خطأ يقع فى عملية البسترة مهما كان بسيطا سواء من وجهة درجة الحرارة التى يعرض لها اللبن أو مدة التسخين أو من وجهة امتزاج اللبن المبستر بلبن غير مسخن .

وقد وجد منذ عدة سنوات أن جميع اللبن الخام يحتوى طبيعيا على إنزيم يعرف باسم الفوسفتاز ، وأنه يمكن الاستدلال على وجوده من قدرته على تحليل إسترات حامض الفوسفوريك (Phosphoric esters) تحليلا مائيا تحت ظروف مناسبة ، وقد ظهر بعدئذ أن هذا الأنزيم يتلف كلية بعملية البسترة البطيئة (أى التسخين إلى درجة ١٤٥ فهرنهيت على الأقل لمدة نصف ساعة كما نص القانون) . وعلى ذلك يمكن أن يتخذ وجود الأنزيم المذكور باللبن أو غيابه منه دليلا على مدى دقة عملية البسترة .

وهذا الاختبار مبنى على أنه إذا أضيف إلى اللبن ملح فوسفات الفينيل الثنائى الصوديوم (Disodium phenyl phosphate) (وهو أحد إسترات حامض الفوسفوريك) ثم حفظ هذا اللبن على حرارة الدم فانه يتحلل تحليلا مائيا بسهولة ، وذلك بفعل إنزيم الفوسفتاز ، فينتج فينول منفرد وهو مادة لا توجد طبيعيا فى اللبن كما تنتج فوسفات غير متحدة ، وعند ما يتفاعل الفينول الناتج من كاشف فولن لاختبار الفينول (Folin's phenol reagent) المضاف كذلك الى اللبن فانه ينتج مركب أزرق اللون يمكن تقدير كميته بالمقارنة بألوان قياسية (Colorimetrically) .

ويلاحظ أن قياس كمية الفينول وهى المادة التى لا توجد أصلا فى اللبن أفضل من قياس الزيادة الطفيفة فى كمية الفوسفات التى توجد عادة فى اللبن .

الأدوات اللازمة للاختبار

(١) يستعمل فى قياس اللون جهاز بسيط المقارنة [١] (Comparator) وقرص خاص به يحتوى على ثلاث زجاجات ذات ألوان قياسية يميز كل منها برقم معين (١,٥ و ٢,٣ و ٦) .

(٢) أوراق ترشيح (واتمان (قطرها ٩ سنتيمترات رقم ٣٠ أو ٤٢ .

(٣) حمام مائى حرارته ١١٦,٦ فهرنهيت (٤٧ سنتيجراد) .

(٤) محضن حرارته ٩٨,٦ — ١٠٠,٤ فهرنهيت (٣٧ — ٣٨ سنتيجراد) .

(٥) ماصات سعة كل منها ٥, سنتيمتر مكعب (يستعمل لكل عينة ماصة خاصة) .

(٦) بضع سحاحات لقياس المحاليل اللازمة للاختبار ، وبضع أنابيب اختبار سميكة قطرها $\frac{5}{8}$ بوصة عليها علامة تبين سعة قدرها ١٠ سنتيمترات مكعبة ، علاوة على سدادات من المطاط وأقماع زجاجية مناسبة لأوراق الترشيح السالفة الذكر .

المحاليل اللازمة للاختبار :

(١) محلول منظم (Buffer-Substrate Solution) يحتوى على ملح فوسفات الفينيل الثنائى الصوديوم منظم بواسطة باربيتون الصوديوم (Sodium barbitone) ، وينبغى أن يكون هذا المحلول مشبعا بالكلوروفورم ، ويمكن استعماله فى مدى ١٤ يوما إذا حفظ بالمثلجة ، على أن الأنسب تحضير محلول

(١) يصنع ويباع بواسطة شركة Tintometer Ltd, Salisbury

جديد قبل الاستعمال ، ولذا فقد جهزت أقراص [١] خاصة لهذا الغرض ، يذاب كل منها فى ٥٠ سنتيمترا مكعبا من الماء المقطر عند الحاجة ،

(٢) كاشف فولن وسيوكالتو [١] (Folin& Ciocalteu's phenol reagent) وهذا المحلول يخفف بضعف حجمه من الماء المقطر قبل الاستعمال ، وينبغى وقايته من الغبار والمعادن والمواد المختزلة .

(٣) محلول من كربونات صوديوم نقى غير مائى تركيزه ١٤ ٪

كيفية إجراء الاختبار :

يجرى الاختبار بطريقتين تعرفان بطريقة « ا » وطريقة « ب » ، وأولاهما تمتاز بسرعتها إذ لا تستغرق غير نصف ساعة تقريبا ، وتستعمل لمعرفة ما إذا كان اللبن قد بستر أم لم يبستر ، ولكنها لا تفيد فى تعيين الأخطاء البسيطة فى عملية البسترة ، أما الثانية فبطيئة نسبيا حيث لا يمكن الوصول إلى نتيجتها قبل إنقضاء ٢٤ ساعة ، ولكنها تمتاز بدقتها وقدرتها على إظهار الأخطاء الصغيرة فى العملية وهى أكثر إستعمالا من الطريقة الأولى .

طريقة (أ) :

(١) يضاف ٥ , سنتيمتر مكعب من اللبن بعد رجه جيدا إلى ١٠ سنتيمترات مكعبة من المحلول المنظم فى أنبوبة إختبار سعتها ٢٥ سنتيمترا مكعبا ثم ترج الأنبوبة لمزج اللبن بالمحلول وتحفظ فى الحمام المائى على درجة ١١٦,٦ — ١١٨,٤ فهرنهيت (٤٧ — ٤٨ س) لمدة عشر دقائق ،

(٢) تبرد الأنبوبة بغمسها فى الماء البارد إلى درجة تتراوح بين ٥٩ و٦٨ فهرنهيت (١٥ و٢٠ س)

(٣) يضاف إلى المزيج السالف الذكر ٤,٥ سنتيمترات مكعبة من كاشف فولن وسيوكالتو ويترك لمدة ثلاث دقائق ثم يرشح .

(٤) يضاف سنتيمتران مكعبان من محلول كربونات الصودا إلى ١٠ سنتيمترات مكعبة من السائل المرشح عقب الترشيح مباشرة ويمزجان جيدا ثم يوضع المزيج فى ماء مغلى ، ويستمر غليه لمدة خمس دقائق ، ويعاد ترشيحه ويعبأ فى الأنبوبة الخاصة بالجهاز لغاية علامة ٢,٥ سنتيمتر .

(٥) يقابل بين لون السائل المرشح بواسطة جهاز المقارنة والألوان القياسية الخاصة به .

وينبغى أن يجرى هذا الاختبار فى نماذج مزدوجة وفى نفس الوقت يجرى على أنبوبتين للمقابلة (Control) يحضران بالكيفية الآتية : —

(١) تمزج ١٠ سنتيمترات مكعبة من المحلول المنظم و٤,٥ سنتيمترات مكعبة من كاشف فولن وسيوكالتو و٥,٠ سنتيمتر مكعب من اللبن ، ثم يترك المزيج لمدة ثلاث دقائق ويرشح .

(٢) تضاف ١٠ سنتيمترات مكعبة من السائل المرشح إلى سنتيمترين مكعبين من محلول كربونات الصودا ويمزجان جيدا وتوضع الأنبوبة المحتوية على المزيج فى ماء مغلى لمدة خمس دقائق ثم يرشح المزيج فى الأنبوبة الخاصة بالجهاز .

---

(١) يمكن الحصول عليها من شركة British Drug Houses , London.

(٣) يقابل بين لون السائل المرشح والألوان القياسية .

تفسير النتائج المتحصل عليها من طريقة «ا»

إذا ظهر لون أزرق باهت فى كل من الأنابيب الأربع دل ذلك على أن اللبن قد سخن ، وإذا ظهر أن زرقة أنبوبتى المقابلة كثيرة نوعا فإن ذلك يدل على جواز وجود ميكروبات منتجة للفينول فى اللبن ، وهذا لايحدث فى اللبن المبستر الذى حفظ على درجة منخفضة عقب البسترة . فإذا كان اللبن المستعمل طازجا وأجريت بسترته بدقة ثم برد الى درجة ٥٥ فهرنهيت ، وحفظ بعدئذ على درجة لاتزيد على ٦٥ فهرنهيت لمدة لاتتجاوز ثمانى عشرة ساعة فإن أنبوبتى المقابلة لاتظهران غير زرقة بسيطة .

وإذا وجد أن زرقة أنبوبتى المقابلة باهة فى حين أن زرقة أنبوبتى الاختبار الأصليتين واضحة (أى تزيد زرقتهما على اللون القياسى رقم ٢,٣) فيمكن الجزم بعدم إجراء البسترة على الوجه الأكمل ، وإذا كانت زرقة الأنبوبتين شديدة (أى تزيد على الزرقة القياسية رقم ٦) فمن المحتمل عندئذ أن اللبن لم يسخن إطلاقا

وقد يمكن الاستغناء عن تحضير أنابيب المقابلة بعد التمرن الكافى على إجراء الاختبار والتعود على ملاحظة نتائجه بدقة .

ومع أن شدة زرقة الأنابيب (أى زيادة اللون على الرقم ٢,٣) يدل على أن اللبن لم يبستر جيدا أو أضيف اليه بعض اللبن الخام ، إلا أن العكس ليس صحيحا على الدوام ، فاذا بستر اللبن مثلا على درجة ١٤٠ فهرنهيت بدلا من ١٤٥ فهرنهيت فإن لون الأنابيب لايتعدى الزرقة الباهتة (أى يقل عن رقم ٢,٣) فلو أريد الحصول إذاً على معلومات أوفى من السابقة فتتبع الطريقة ب.

طريقة (ب)

(١) يضاف ٥,٠ سنتيمتر مكعب من اللبن بعد رجه جيداً إلى ١٠ سنتيمترات مكعبة من المحلول المنظم فى أنبوبة اختبار سعتها ٢٥ سنتيمترا مكعبا .

(٢) تضاف ٣ نقط من الكلورفورم الى الأنبوبة وتحفظ على درجة ٩٨,٦ أو ١٠٠,٤ فهرنهيت (٣٧ أو ٣٨ س) لمدة ٢٤ ساعة .

(٣) يكمل الاختبار كما هو مذكور تحت طريقة (ا)

تفسير نتائج طريقة ب :

إذا كانت زرقة أنبوبتى الاختبار واضحة (أى تزيد على اللون القياسى رقم ٢,٣) دل ذلك على أن البسترة لم تجر بعناية بمعنى أن حرارتها أو مدتها كانت أقل من اللازم ، أو أن اللبن المبستر قد امتزج بكمية من اللبن الخام ، أما إذا كانت الزرقة باهتة (أى أقل من الرقم ٢,٣) فإن اللبن يكون جيد البسترة بالتحقيق وكلما زادت زرقة اللون فى الأنابيب كان الخطأ فى العملية أكبر .

ويمكن بهذا الاختبار — كما ذكرنا من قبل — الوقوف على الأخطاء البسيطة فى عملية البسترة ، ومن أمثلة ذلك :

(١) تسخين اللبن الى درجة ١٤٥ فهرنهيت ، إلا أنه لم يحفظ على هذه الدرجة المدة المقررة وهى ثلاثون دقيقة ، وانما حفظ عليها عشرين دقيقة أو أقل .

(٢) تسخين اللبن إلى درجة ١٤٣,٥ فهرنهيت — أو أقل — بدلا من ١٤٥ فهرنهيت وحفظه على الدرجة المذكورة لمدة ثلاثين دقيقة .

(٣) امتزاج ٠,٢ ٪ — أو أكثر — من اللبن الخام باللبن الجيد البسترة .

ومن المهم أن نذكر هنا أن الابحاث التى أجريت على هذا الاختبار قد دلت على امكان استعماله بنجاح فى فحص الالبان المبسترة بالطريقة السريعة المعروفة باسم « البسترة على حرارة عالية لمدة قصيرة » .

كما وجد أن الحرارة ومـــدة التسخين اللازمتين لقتل ميكرب السل - وهو يعتبر أكثر الميكروبات المرضية مقاومة للحرارة — هما أقل فى جميع الأحوال مما يلزم لوقف عمل هـذا الانزيم ، فقد اتضح من تجربة اختبر فيها ١٥٠ نموذجا من اللبن المبستر التجارى (أعطت كلها نتائج سلبية فى اختبار الفوسفتاز ، بالحقن فى الأرانب الهندية فلم تعط واحدة منها نتيجة إيجابية فى الاختبار الأخير .

على أن هذا لا يعنى أن النتائج السلبية لهذا الاختبار تضمن خلو اللبن المبستر من الميكروبات المرضية التى قد يتلوث بها بعد البسترة من مصدر آدمى ،

ونظراً إلى ما عرف من مزايا هـذا الاختبار ، فقد اعتمدته الهيئات الصحية الانجليزية فى فحص اللبن المبستر وفى مراقبة دقة عمل الأجهزة الخاصة بهذه العملية .

الباب التاسع

الطرق المتبعة فى حفظ اللبن

تكثيف اللبن وتجفيفه ومعاملته بالكهرباء وبعض الطرق الاخرى

تستعمل طرق متنوعة غير التى شرحت فى الباب السابق — يقصد منها إطالة مدة حفظ اللبن بقتل نسبة كبيرة من البكتريا التى يحويها أو بإعاقة تكاثرها أو بجعل الظروف غير ملائمة لنموها ومعيشتها ، وأهم هذه الطرق هى :

(أولا) التكثيف — (ثانيا) التجفيف — (ثالثا) المعاملة بالكهرباء — (رابعا) المعاملة بالأشعة فوق البنفسجية — (خامسا) اضافة المواد الحافظة

وسنتكلم فيما يلى عن هذه الطرق الخمس وأثر كل منها من الوجهة البكتريولوجية -

اولا — تكثيف اللبن

تكثيف اللبن (Condensation) أو تركيزه (Concentration) عملية ترمى الى ازالة الجزء الأكبر من مائه بالتبخير ، واللبن المكثف الجيد الصنع الناتج عن هذه العملية له ميزات وفوائد عدة ، فهو يبقى مدداً طويلة دون أن يتطرق اليه الفساد ، أى أن مدة حفظه أطول بكثير من مدة حفظ اللبن السائل كما أنه أوفق وأقل كلفة منه فى الخزن والنقل من مكان الى آخر نظراً الى أنه يشغل حيزاً صغيراً نسبياً ، وعلاوة على ذلك فعملية التكثيف تمكن من حفظ الكميات الزائدة عن الحاجة فى أشهر السنة التى يكثر فيها اللبن وينخفض ثمنه كما تمكن من خزن هذه الكميات لتستهلك فى الأوقات التى يقل فيها اللبن ويرتفع سعره ، أو لتصدر الى الجهات التى تفتقر الى الالبان الطازجة ، أو التى لا يوافق جوها أو موقعها الجغرافى تربية مواشى الحليب أى أن هذه الطريقة تساعد على حفظ التوازن بين العرض والطلب

وتصنع جملة أنواع من اللبن المكثف أهمها نوعان هما :

(١) اللبن المكثف المحلى (Sweetened Condensed Milk)

(٢) « « غير المحلى أو اللبن المتبخر (Evaporated Milk)

ويختلف النوعان رئيسيا فى ان الأول تضاف إليه نسبة عالية من السكر فى أثناء صنعه ، وسنذكر فيما يلى باختصار الخطوات المتبعة فى صناعة الألبان المكثفة ، ثم نشرح أثر طرق الصناعة المختلفة فى محتويات اللبن من البكتريا .

(١) اللبن المكثف المحلى

يصفى اللبن الخام المعد لصنع اللبن المكثف المحلى ثم يبرد ويمرر إلى صهريج للحفظ ، وتختبر منه عينات لتقدير النسبة المئوية للدهن والمواد الصلبة غير الدهنية ، وتضاف إليه كمية من القشدة أو لبن الفرز إذا لزم الحال لتعديل نسبة مشتملاته ، وذلك لضمان إنتاج لبن مكثف يحتوى على نسبة مئوية معينة من الدهن والمواد الصلبة غير الدهنية ، ثم يدفع هذا اللبن بمضخة من الصهريج الذى عدل فيه تركيبه إلى صهريج آخر ، ومنه يمرر إلى مسخن ترفع فيه حرارة اللبن إلى مايقرب من درجة الغليان (حوالى ١٩٠ فهرنهيت) أو يبستر أحيانا بالطريقة البطيئة ، وهذه العملية تعرف باسم التسخين الأولى ، ويستخدم فيها عادة أحد أجهزة التسخين المستمرة السالف ذكرها . ثم يمرر اللبن الساخن إلى حوض يمزج فيه بالنسبة الملائمة من سكر القصب وهى تتراوح عادة بين ١٦ و ٢٠ رطلا لكل مائة رطل من اللبن ، وهذه الكمية إما أن تذاب فى اللبن كله بالتقليب أو تذاب فى جزء منه ثم يضاف هذا الجزء إلى اللبن جميعه ويمزج به ، ويدفع اللبن المحلى بعدئذ إلى جهاز التكثيف حيث يخفض حجم كل ٢,٢ أو ٢,٧ أجزاء من اللبن السائل إلى جزء واحد من اللبن المكثف ، وعملية التكثيف هذه ترفع النسبة المئوية للسكر فى المحصول النهائى إلى حوالى ٤٠ أو ٤٥ ٪ .

وجهاز التكثيف المذكور مفرغ جزئياً من الهواء ، ولذا يغلى فيه اللبن ويبخر ماؤه على درجة منخفضة تحت ضغط مخفف ، وميزة هذا التسخين أنه لايؤثر فى صفات اللبن وخواصه . والجهاز أسطوانى الشكل ، يجرى فيه التسخين ببخار يحيط بالجزء السفلى منه (وهو مزدوج الجدران) ويمر فى أنابيب حلزونية بالجزء الوسطى ، ويخرج البخار الناتج من اللبن إلى مكثف بالجزء العلوى .

ويتراوح ضغط البخار المستعمل فى تسخين اللبن بين ٥ و١٥ رطلا للبوصة المربعة حسب الظروف ، ويغلى اللبن فى جهاز التكثيف على درجة من ١٣٠ إلى ١٤٥ فهرنهيت وهى تعادل بالتقريب فراغاً قدره من ٢٧ بوصة إلى ٢٤ بوصة على التوالى .

وعندما تكمل عملية التكثيف يسحب اللبن من أسفل الجهاز ويبرد فى حوض محاط بماء بارد تدور فيه مقلبات أو يمرر اللبن أحيانا فى أنابيب ملتوية محاطة بالماء البارد ، وقد تستعمل فى تبريده بعض الطرق الأخرى ، وفى جميع هذه الطرق تخفض حرارة اللبن تدريجاً إلى حوالى درجة ٦٣ فهرنهيت ، وأخيراً يعبأ فى أوعية معقمة تقفل بعدئذ بإحكام .

(٢) اللبن المكثف غير المحلى

تماثل طريقة صنع هذا اللبن الطريقة السابق شرحها ، وهو يصنع إما من لبن كامل الدهن أو من لبن الفرز ، فيعدل نسبة مشتملاته يسخن أولياً ، ثم يكثف إلى ثلث حجمه تقريباً فى فراغ جزئى ، وإذا كان مصنوعا من لبن كامل الدهن فيمرر فى جهاز التجنيس لمنع انفصال الدهن ولبقائه موزعاً فى اللبن جميعه بانتظام ، ثم يبرد بسرعة فى أحد أحواض التبريد أو بواسطة مبرد سطحى ، ويعبأ فى أوعية معقمة يحكم سدها وتعقم ببخار تحت الضغط فى معقم خاص أو فى أوتوكلاف على درجة تختلف من ٢٤٠ إلى ٢٤٥ فهرنهيت

(١١٥,٦ — ١١٨,٣ س) لمدة ربع ساعة أو أكثر ، وتبرد الأوعية بالماء البارد إما فى المعقم أو خارجه ، وأخيراً ترج الأوعية فى آلة خاصة لمدة قصيرة لتكسير الخثرة المتكونة فى أثناء التسخين حتى يصير القوام متجانساً ، وتحفظ الأوعية بعد تعقيمها على درجة تختلف من ٨٦ إلى ١٠٤ فهرنهيت (٣٠ إلى ٤٠ سنتجراد) لمدة بضعة أيام للوثوق من دقة عملية التعقيم .

ويستعمل اللبن المكثف بنوعيه بعد مزجه بالقدر المناسب من الماء للاستهلاك فى الأغراض التى يستعمل فيها اللبن السائل أو يستخدم فى صنع المثلجات والحلوى والخبز .

أثر عملية التكثيف فى محتويات اللبن من البكتريا

يلاحظ من الوصف السابق أن تكثيف اللبن يجرى على درجة منخفضة لا ينتظر أن تؤثر تأثيراً يذكر فيما يحويه اللبن من بكتريا ، ولهذا تضمن نقاوة اللبن المكثف وخلوه من الميكروبات الضارة بالعناية بإنتاج اللبن الخام الذى يصنع منه وبتسخينه تسخيناً أولياً ثم بالتعقيم النهائى فى حالة اللبن المكثف غير المحلى أو بالتركيز العالى (نتيجة إضافة السكر) فى حالة اللبن المحلى .

فجودة اللبن الخام هى أحد العوامل التى يتوقف عليها نجاح هذه الصناعة ولذلك تشترط أغلب مصانع اللبن المكثف نسبة خاصة لنظافة الألبان التى تستوردها ، كما تعنى بحفظ اللبن قبل تكثيفه وتعمل على وقايته من عوامل التلوث ، فترشحه أو تنقيه حال وصوله لإزالة الشوائب الغريبة منه ، وإذا لم يجر تسخينه مباشرة فيبرد ويحفظ على درجة منخفضة لحين الحاجة اليه حتى لا ترتفع حموضته أو يزيد عدد البكتريا فيه كثيراً .

وللتسخين الأولى عدة مزايا أهمها قتل البكتريا واتلاف الأنزيمات التى قد تسبب تفاعلات بطيئة وتسهل إذابة السكر فى اللبن المحلى وتمنع احتراق اللبن عند ملامسته للسطوح الساخنة فى المكثف وهو الذى يكسبه طعم المواد المطبوخة أحيانا .

ومن أهم مايلاحظ فى هذه العملية أن تجرى على درجة تكفل إبادة الغالبية العظمى من الميكروبات التى يحويها اللبن بحيث لايبقى به بعدها إلا نسبة ضئيلة من العدد الأصلى ، مع القضاء على الميكروبات المرضية التى قد توجد باللبن الخام .

وكما تجب العناية بنظافة اللبن الخام المستعمل يجدر الاهتمام كذلك بمنع التلوث الذى قد يعرض له اللبن فى أدوار الصناعة المختلفة ، ويتوقف مدى هذا التلوث على الدقة التى تتخذ فى نظافة الأجهزة والمواد المستعملة ، ولذا ينبغى العناية بتنظيف جهاز التكثيف وتعقيمه وكذا الأحواض والمضخات عقب الفراغ من استعمالها ، كما تعقم الأوعية التى يعبأ فيها اللبن المكثف ويحكم سدها مباشرة للاحتياط من تلوث محتوياتها بالغبار والذباب وكذلك لمنع تأثر اللبن المكثف بفعل الهواء والضوء ، كما تلزم مراعاة نقاوة السكر المستعمل .

ووجود السكر بالنسبة العالية التى ذكرت فى الكلام عن اللبن المكثف المحلى يقيه من فعل البكتريا ، ولذا فان هذا اللبن لايعقم بعد صنعه رغم عدم خلوه من البكتريا الحية خلوا تاما ، إذ يعتبر السكر فى هذه

الحالة كمادة حافظة ويرجع عدم نشاط البكتريا فى هذا اللبن إلى بلزمتها نظراً إلى إرتفاع الضغط الأسموزى للمحلول السكرى المركز تركيزا عالياً إذا قيس بالضغط الأسموزى للخلية البكتيرية ، فاذا خفف هذا اللبن بالماء أمكن للبكتيريا أن تنشط وتتكاثر وتحدث به تغيرات سريعة ، لذلك ينبغى دائما عدم تخفيف اللبن المكثف المحلى إلا وقت الحاجة . واللبن المكثف المحلى يبقى دون تغير مددا طويلة جدا حتى ولو لم تكن أوعيته محكمة الإقفال ومحفوظة على حرارة تساعد على نمو البكتريا .

أما اللبن المكثف غير المحلى فإن خاصية حفظه تتوقف كلية على إبادة مايحويه من بكتريا بالحرارة التى يعرض لها فى عملية التعقيم الأخيرة ، لأن الماء والمواد الغذائية الموجودة بهذا اللبن تجعله وسطا صالحا لنمو الكثير من أنواع البكتريا ، حيث أنه لايضاف إلى هذا اللبن مواد تمنع نمو الميكروبات أو تعوقه لذلك فاللبن معرض للتغير والفساد إذا كان تعقيمه النهائى غير تام .

ولكى تكون عملية التعقيم وافية بالغرض ينبغى أن تستخدم فيها حرارة تكفى لابادة البكتريا وجراثيمها ، وأن تدار الأوعية فى المعقم لضمان توزيع الحرارة بانتظام ، وتختلف عادة درجة الحرارة والمدة اللازمتان للتعقيم باختلاف نوع اللبن وحجم الأوعية التى يعبأ فيها .

واللبن المكثف غير المحلى الجيد التعقيم يبقى دون تغير مادامت آنيته محكمة الاقفال ، ولكنه بعد فتح الآنية يتطرق اليه التلف إذا لم يستعمل فى مدة قصيرة ، ومن المهم وقاية هذا اللبن من التلوث وحفظه على حرارة منخفضة حتى يستهلك جميعه .

والأصلح دائما أن تحفظ الأوعية عقب تعقيمها فى المصنع لمدة بضعة أيام على درجة ملائمة لنمو البكتريا كى يمكن مراقبتها فيعدم التالف منها الذى ينتفخ أو ينفجر نتيجة تكون غازات بداخله ، ومثل هذا العيب يحدث بفعل بعض أنواع البكتريا ، ويدل على عدم كفاية التعقيم أو على تلوث الأوعية عقب العملية المذكورة إذا كانت غير محكمة الاقفال .

وقد تحدث باللبن المكثف بنوعيه تغيرات تنشأ عن فعل بعض أنواع البكتريا مثل تكون الغازات والتجبن ومرارة الطعم . . . الخ ، وسنعود إلى شرح هذه التغيرات وأسبابها فى مكان آخر

(ثانيا) تجفيف اللبن

تجفيف اللبن (Drying) عملية يقصد منها إزالة كل مايحويه من ماء تقريبا بالتبخير ، وتحويله الى مسحوق يشتمل على العناصر الغذائية الصلبة الموجودة فى اللبن أصلا بحالتها الطبيعية بقدر الامكان ، بحيث يمكن حفظها لمدة أطول بكثير من مدة حفظ اللبن السائل وجعلها فى المتناول خلال جميع أوقات السنة فى مختلف الأنحاء . وهذا اللبن يطلق عليه اسم اللبن المجفف أو مسحوق اللبن وهو يشبه فى ميزاته وفوائده الألبان المكثفة السالفة الذكر ويصنع بجملة طرق نلخص أهمها فيما يلى :

١ ـ طريقة الأسطوانات

تعتبر طريقة الاسطوانات (Drum or Roller method) أبسط طرق تجفيف اللبن وأقلها نفقة ، ويتركب جهازها من اسطوانتين من الزهر أو الفولاذ وهما مجوفتان وأفقيتا الوضع ، وكلتاهما مسدودة

الطرفين بغطاء لمنع تسرب البخار ، ويسخنان من الداخل ببخار تحت ضغط يتراوح بين ٤٠ ، ٧٠ رطلا للبوصة المربعة (فى المتوسط ٥٠ رطلا) يمر من أنبوبتين (ماسورتين) تنفذ كل واحدة منهما من وسط المحور المركبة عليه الاسطوانة ، وهما متفرعتان من أنبوبة تحمل البخار من القزان .

والاسطوانتان موضوعتان بحيث تدوران معاً فى اتجاهين متعاكسين ، أى أن كلا منهما تدور إلى الداخل وبينهما مسافة بسيطة جداً لاتتجاوز عادة ٠,٠٢ من البوصة .

وعند ابتداء تشغيل الجهاز تدار الأسطوانتان بسرعة تتراوح بين ١٢ ، ١٦ دورة فى الدقيقة ، ثم تسخنان بامرار البخار فيهما وهو تحت الضغط المطلوب ويصب اللبن المراد تجفيفه من أنبوبة فى الفجوة المحصورة بين سطحى الأسطوانتين فيتبخر مايحويه من ماء بالحرارة المنبعثة من البخار الموجود بداخل الأسطوانتين ، ويتم جفاف اللبن بعد بقائه على الأسطوانتين حوالى ثلثى دوره ، فتكشط المواد الصلبة التى على الأسطوانتين بواسطة سكين تعمل على سطح كل منهما ، وأخيراً يجمع اللبن الجاف الناتج الذى يكون على هيئة أوراق رقيقة فى وعاء موضوع أمام كل من الأسطوانتين ثم يسحق ويغربل .

وهذه العملية إما أن تجرى فى وجود الهواء أو يدور الجهاز (الذى يحتوى غالبا فى هذه الحالة على أسطوانة واحدة) بداخل غطاء محكم مفرغ من الهواء . وفى الحالة الأخيرة لايسخن غشاء اللبن إلى درجة ٢١٢ فهرنهيت كما هو الحال فى طريقة الاسطوانات المكشوفة بل يتبخر ماؤه على حرارة أقل من ذلك تبعا لدرجة التفريغ فى داخل الغطاء ، وقد ظهر أن المسحوق الذى يصنع بهذه الطريقة أكثر قابلية للاذابة فى الماء البارد بالنسبة إلى الحرارة المنخفضة نسبياً التى تستعمل فى تجفيفه كما أنه أقل عرضه للتلوث بالبكتريا .

(٢) طريقة الرشاش

وهذه الطريقة عبارة عن تجفيف اللبن وهو بحالة رذاذ دقيق جدا عند مقابلته لتيار من الهواء الساخن ، ونظريتها وإن كانت بسيطة غير أنها تشتمل فى مجموعها على جملة عمليات تحتاج إلى دقة فائقة فى أجزائها لكى تأتى بنتائج مرضية .

وتتلخص هذه الطريقة فى أن اللبن بعد استلامه واختباره يسخن مبدئيا إلى حوالى درجة ١٤٠ فهرنهيت أو يبستر بالطريقة البطيئة ، وأما أن يمر بعد ذلك إلى الرشاش (Atomiser) مباشرة أو إلى مكثف ، وبعد تركيزه بنسبة « ٢½ : ١ » فى حالة اللبن الكامل الدهن أو « ٤½ : ١ » فى حالة لبن الفرز يرش على هيئة رذاذ فى المجفف (Drying Chamber) ، والهواء الذى يستخدم فى التجفيف يمر فى مرشح ثم فى مسخن ترفع فيه حرارته إلى درجة تتراوح بين ٢٠٠ ، ٣٠٠ فهرنهيت ، ثم يدفع بواسطة مروحة إلى المجفف فيختلط برذاذ اللبن ويتبخر الماء سريعا ويسقط الرذاذ على هيئة ذرات جافة إلى قاع المجفف ، وتمر بعض الذرات مع تيار الهواء فتحجز فى أكياس مرشحه . ويتسبب عن اختلاط الهواء الساخن برذاذ اللبن انخفاض درجة حرارة الهواء إلى حوالى ١٧٠ أو ١٨٠ فهرنهيت .

ويستعمل اللبن المجفف الناتج بكلتا الطريقتين فى أغراض عديده ، فالمسحوق الكامل الدهن عند مزجه بالقدر المناسب من الماء يصير قريب الشبه جدا باللبن الطازج فى تركيبه وخواصه ويستعمل عوضا عنه فى

الشرب ، وتصنع كذلك من هذا المسحوق أغذية لبنية صالحة لتغذية الاطفال وكثيرا مايستعمل اللبن المجفف الكامل الدهن أو الفرز فى إعداد أصناف كثيرة من الاطعمة المنزلية كما تستخدمه المخابز ومحال الحلوى فى صنع الشكولاته والمثلجات الخ .

أثر عملية التجفيف فى محتويات اللبن من البكتريا

لما كانت جودة مسحوق اللبن تتوقف إلى حد كبير على نوع اللبن السائل المصنوع منه ومقدار تعرضه للتلوث بالبكتريا ، فإن مصانع اللبن المجفف والاغذية اللبنية تعنى عناية خاصة بفحص الالبان التى ترد اليها من مختلف المنتجين فحصا بكتريولوجيا للوقوف على مبلغ العناية التى اتخذت فى جميع أدور إنتاجها . كذلك تهتم بفحص المسحوق عقب صنعه مباشرة وبعد تعبئته ، وفى فترات منتظمة فى أثناء خزنه بقصد الاطمئنان إلى دقة الطرق المتبعة والوقوف على مقدار التلوث الذى تعرض له المسحوق فى أثناء العمليات التى تعقب تجفيفه .

ومما لاشك فيه أن الحرارة التى يعرض لها اللبن إبان تجفيفه ينتج عنها انخفاض كبير فى عدد البكتريا الموجودة أصلا باللبن ، فاذا عنى بانتاج اللبن الخام وكان من نوع جيد أمكن ان يصنع منه مسحوق لايحتوى إلا على عدد ضئيل من البكتريا بشرط اتخاذ الحيطة لمنع التلوث الذى قد يحدث عقب عملية التجفيف . كما أن اللبن المجفف إذا روعيت العناية التامة فى إنتاجه وحفظه فلا يكون عرضة للتلف بفعل البكتريا لأن نسبة الرطوبة تكون فيه أقل بكثير مما يسمح بنشاط البكتريا ، ولهذا فقد ظهر فى كثير من التجارب أن عدد البكتريا فى مسحوق اللبن لا يزداد على ماكان عليه عند الانتهاء من تعبئته ، بل أنه يتناقص بمضى الزمن بصرف النظر عن الطريقة التى صنع بها المسحوق وهو من هذه الوجهة يختلف عن اللبن السائل ، إذ من المعلوم أن البكتريا التى توجد بالأخير تتزايد كلما طال الوقت .

هذا وقد قام كثير من الباحثين بعمل التجارب لتقدير عدد البكتريا فى اللبن المجفف المحضر بمختلف الطرق ، وقارنوا بين مايحويه من البكتريا فى كل من هذه الطرق ، فوجد أن المسحوق المصنوع بطريقة الاسطوانات يحتوى عادة على عدد من البكتريا أقل مما يحويه المسحوق المصنوع بطريقة الرشاش ، وذلك راجع إلى أن ملامسة اللبن وهو على هيئة طبقة رقيقة لسطوح الاسطوانات المعدنية المسخنة بالبخار يعرضه لحرارة أعلى مما يعرض لها فى الطريقة الثانية .

وارتفاع عدد البكتريا فى اللبن المجفف يأتى على الأغلب من التلوث فى أثناء العمليات التى تجرى عقب التجفيف كالطحن أو الغربلة أو التعبئة . . الخ ، فقد أمكن الحصول على نماذج من المسحوق أخذت عقب التجفيف مباشرة لا تحتوى إلا على ١٠٠ بكتريا فى الجرام الواحد ، مع أن اللبن الأصلى كان يحتوى على بضعة ملايين من البكتريا فى السنتيمتر المكعب .

وقد ظهر بجلاء من تجارب دقيقة أجريت على المسحوق المحضر بطريقة الأسطوانات أن عدد البكتريا يزداد تدريجاً من جراء التلوث فى أثناء العمليات الآنفة الذكر ، وفيما يلى نتائج تحليل بعض المساحيق التى فحصت فى هذه التجربة :

الرقم	عدد البكتريا فى الجرام الواحد		
	عقب التجفيف مباشرة	بعد الغربلة	بعد التعبئة
١	٤٠٠	١٤٠٠	٢٣٠٠
٢	٩٦٠	١٤٠٠	٢٣٠٠
٣	١١٠٠	٣٠٠٠	٤٣٠٠
٤	٦٠٠	٢٢٠٠	٥٢٠٠
٥	٢٩٠	١٥٠٠	٤١٠٠

وقد بحث هذا الموضوع كذلك من حيث علاقته بالمسحوق المصنوع بطريقة الرشاش فوجد أن لبنا كان يحتوى على ١٤١٢٠٠٠٠ بكتريا فى السنتيمتر المكعب ، وعند ما جفف بطريقة الرشاش انخفض العدد إلى ١٠١٠٠ فى الجرام الواحد من المسحوق عند جمعه من المجفف ، ولكن عدد البكتريا عاد فارتفع إلى ١٥٤٠٠٠ فى الجرام عند ما فحص بعد تمام تعبئته فى الصناديق التى عرض فيها للبيع .

ومما سبق يتضح أن نسبة مئوية كبيرة من التلوث تحدث فى أثناء العمليات التى تعقب التجفيف ولذا يعتبر ارتفاع عدد البكتريا فى المسحوق مقياساً لمقدار التلوث الذى عرض له المسحوق فى العمليات المذكورة .

وقد قلنا أن مسحوق اللبن يحتوى على أنواع متباينة من البكتريا ولو أن عددها يختلف كثيرا فى المساحيق المتنوعة . ووجود البكتريا فى المساحيق راجع كما ذكرنا سابقا إلى قدرة بعضها على احتمال الحرارة التى يعرض لها اللبن عند التجفيف ثم إلى التلوث فى أثناء إعداده النهائى ، وقد ظهر من بحث أنواع البكتريا التى توجد بالمساحيق أن طريقة التجفيف بالأسطوانات الساخنة تفيد على الأغلب جميع الأنواع غير المتجرثمة مهما كبر عددها ، وهذه تشمل الكثير من الأنواع الضارة كميكروبات القولون والميكروبات المرضية الخطرة ، ولكنها لاتهلك الأنواع المتجرثمة كلها رغم أنها تخفض من عددها بنسبة كبيرة ، ولذلك يتخذ أحيانا من عدد الميكروبات المتجرثمة فى المسحوق دليلا على مقدار نقاوة اللبن الخام الذى استعمل فى عملية التجفيف . والميكروبات المتجرثمة التى يكثر وجودها هى من النوعين باسلس ميزنتريكس (B.mesentericus) وباسلس سنلس (B. subtilis) ، كما وجد بهذا المسحوق كذلك أنواع من البكتريا الكروية والخائر والفطر انتقلت اليه نتيجة التلوث فى العمليات التى أعقبت التجفيف .

اما المسحوق المصنوع بطريقة الرشاش — وهو الذى لم يعرض لحرارة عالية — فيحتوى على نسبه كبيرة من البكتريا المكونة للحامض علاوة على الأنواع التى توجد فى حالة اتباع طريقة الأسطوانات .

وقد أعطيت أهمية خاصة لدراسة تأثير عملية التجفيف فى ميكروب السل وغيره من الميكروبات المرضية فأجريت تجارب كثيرة حول هذا الموضوع نلخص هنا بعض الهام منها .

فى إحدى هذه التجارب مزج جزء من اللبن بمزرعة نشطة من ميكروب السل بنسبة خاصة ، ثم جفف اللبن بعدئذ على اسطوانات بلغت حراره سطحها ١١٠ سنتجراد ، وتدور بسرعة سبع دورات فى الدقيقة ، وبذا تتعرض طبقة اللبن للحرارة حوالى خمس ثوان . ولما لقحت الأرانب الهندية بالمسحوق لم يظهر عليها المرض فاستنتج من هذا أن عملية التجفيف هذه تبيد ميكروب السل .

وفى تجربة أخرى أخذت مزرعتان لميكروب السل ، احداهما من النوع الذى يصيب الإنسان والأخرى من النوع الذى يصيب الأبقار وربيتا على سيرم الدم ولقحت كميتان من اللبن كل بأحد الميكروبين ثم حقن أرنبان هنديان بالراسب المتحصل من خمسين سنتيمتراً مكعبا من كل من كميتى اللبن قبل تجفيفهما ، كما حقن أرنبان آخران بكمية مماثلة من اللبن بعد تجفيفه فظهر المرض على الحيوانات الملقحة باللبن قبل تجفيفه ، بيد أن المرض لم يظهر على الحيوانات الملقحة بنفس اللبن بعد التجفيف ، ولما كانت نتيجة هذه التجربة تخالف نتيجة تجربة أخرى مماثلة لها ظهر منها أن ميكروب السل لايعدم تماما بعملية التجفيف ، فقد عزا الباحثون هذا التضارب إلى إحتمال الاختلاف فى ضغط البخار وسرعة دوران الاسطوانات فى التجربتين .

أما من حيث الأنواع الأخرى من الميكروبات المرضية فقد أجريت تجارب لقح فيها اللبن بميكروبات التيفود والدفتريا ثم جفف بطريقة الأسطوانات . ولما أجرى فحصه بعدئذ لم يوجد به أثر لهذه الميكروبات ، وكذلك الحال فى باسلس القولون ، ومن هذا استنتج أن طريقة الأسطوانات تبيد هذه الانواع .

أما المسحوق المصنوع بطريقة الرشاش فانه لو صنع من لبن عومل بطريقة باستور فلا ينتظر احتواؤه على بكتريا من الأنواع المرضية .

ولقد ذكرنا فيما سبق أن انخفاض نسبة الرطوبة فى المسحوق الجيد الصنع لاتسمح لما يوجد به من بكتريا بالتكاثر فى أثناء مدة الخزن ، وفضلا عن ذلك فإن عددها يتناقص بمضى الزمن ، وفيما يلى بيان نتيجة إحدى التجارب التى أجريت حول هذا الموضوع .

النسبة المئوية للرطوبة فى المسحوق	عدد البكتريا فى الجرام الواحد من المسحوق					
	بعد الصنع مباشرة	بعد شهران	بعد ٤ أشهر	بعد ٦ أشهر	بعد ٨ أشهر	بعد ١٠ أشهر	بعد سنة
٤,٩١	٢١٥٠٨	٧٨١٨	٢٤٨٧	٦٥٥	٤١٢	٣٥٤	٢٦١
٢,٦٥	٨٠٢٢	٤١٧٢	٢٦١٦	٦٢٢	٣٨٣	٢٧٧	٢٦٢
٧,٠٤	٣٤٥٣٣	١٢٢١٦	١٨٥٠	٦٧٧	٣٦٦	٢٦١	٢٥٦

وهذه النتائج تدل على أنه رغم احتواء المساحيق ذات الرطوبة المرتفعة على عدد من البكتريا أكبر مما تحويه المساحيق المنخفضة الرطوبة عندما تكون حديثة الصنع فإن إنخفاض عدد البكتريا يحدث فيها جميعا باستمرار بتقدم الوقت ، إلا أنه بعد مضى حوالى ستة أشهر يكون العدد فيها كلها متشابها بغض النظر عن نسبة الرطوبة .

وقد عرف أيضا بالتجارب أن لطريقة التعبئة أثرا فى نسبة الانخفاض التى تحدث فى عدد البكتريا فى أثناء حفظ اللبن المجفف ، وفى هذه التجارب عبىء مسحوق اللبن المجفف بست طرق مختلفة لدراسة تأثير كل من هذه الطرق ، فعبئت زجاجتان مفرغتان من الهواء إحداهما عديمة اللون والأخرى ذات لون بنى ، كما عبئت أربع علب من الصفيح إحداها تحتوى على غاز الايدروجين ، والثانية على هواء خال من الأكسجين ، والثالثة على ثانى أكسيد الكربون ، والأخيرة على هواء عادى ، وأحصى عدد البكتريا الموجودة بالمسحوق فى اليوم التالى ليوم صنعه ، ثم حفظ على درجة ٩٨,٦ فهرنهيت (٣٧ سنتجراد) وأحصيت البكتريا الموجودة به بعد مضى ثلاثة أسابيع وبعد ستة أسابيع وبعد تسعة أسابيع ، وقد لوحظ من هذه التجارب على وجه العموم أن انخفاضا سريعا فى عدد البكتريا قد حدث على درجة ٩٨,٦ فهرنهيت فى جميع الحالات وأن الانخفاض كان كبيراً جداً فى المسحوق الذى عبىء فى أوعية خالية من الأكسجين ، وأنه كان أكبر مايكون فى حالة الزجاجة العديمة اللون المفرغة من الهواء .

وتظهر باللبن المجفف أحيانا بعض العيوب مثل الزناخة والتشحم وفساد الطعم وتغير اللون ، وهذه ينشأ أغلبها من عوامل كيماوية ليست لها علاقة بالبكتريا ، وسنعود إلى بحث التغيرات البكتريولوجية فى مكان آخر .

(ثالثا) معاملة اللبن بالكهرباء

أجريت عدة أبحاث منذ سنة ١٩١١ على إمكان إبادة البكتريا الموجودة باللبن بواسطة إمرار التيار الكهربائى فيه ، وقد نتج عن هذه الابحاث استنباط عدة طرق لمعاملة اللبن بالكهرباء وأفضلها ما استعمل فيه التيار المتبادل السريع ، وفى هذه الطريقة يصب اللبن فى صهريج كبير يمر منه تدريجاً فى أنبوبة طويلة خاصة تسمى الانبوبة القاتلة (Lethal tube) وهى متصلة بالتيار الكهربائى ـ وتحتوى على ثلاثة الكترودات (Electrodes) — ثم يعبأ فى الزجاجات بعد التبريد .

وقد اتضح من التجارب التى قام بها بيتى (Beatte) بليفربول فى سنة ١٩١٤ لمعرفة تأثير هذه الطريقة أنها تخفض عدد البكتريا الكلى فى اللبن بنسبة ٩٩,٩٣ ٪ ، وتبيد ميكروب السل ، فى حين أنها لاتؤثر فى طعم اللبن أو تركيبه الكيماوى ، وأن اللبن المعامل بهذه الطريقة يبقى دون تغير مدة ثلاثة أو أربعة أيام على الأقل .

وبما أن معاملة اللبن بالكهرباء لاترفع حرارته إلا إلى درجة من ١٤٠ إلى ١٤٧,٢ فهرنهيت (٦٠ — ٦٤ س) ، وأنه لايبقى على هذه الدرجة إلا لمدة بضع ثوان ، فالمعتقد أن التسخين فى هذه الطريقة ليس هو العامل الرئيسى فى تخفيض عدد البكتريا الموجودة باللبن بل أن التيار الكهربائى هو أحد العوامل المهمة التى يعزى اليها هذا التأثير ، ذلك لأن البكتريا المختلفة تقتل بهذه المعاملة على درجة حرارة أقل بكثير من درجة الحرارة القاتلة الخاصة بكل منها .

وقد جربت عدة طرق أخرى لمعاملة اللبن بالكهرباء فأتت بنتائج مرضية ومن أفضلها طريقة استنبطت بأمريكا ، وفيها يسخن اللبن إلى درجة ١١٨ فهرنهيت (٤٧,٨ س) ثم يعرض للتيار المتبادل ، وفى أثناء

ذلك ترتفع حرارته إلى درجة تتراوح بين ١٥٨ و ١٦٠ فهرنهيت (٧٠ — ٧١,١ س) ثم يبرد إلى درجة منخفضة ، وهذه الطريقة لاتضر بطعمه ولاتؤثر فى خاصية ارتفاع حبيبات الدهن الى سطحه ، فى حين أنها تطيل مدة حفظه كثيرا وتبيد من ٩٠ إلى ٩٨,٥ ٪ من عدد البكتريا التى توجد باللبن ، كما لوحظ أن ميكروبات القولون لاتوجد فى اللبن المعامل بهذه الطريقة وأنها لو أجريت بدقة لأبادت ميكروب السل .

على أن استعمال الكهرباء فى معاملة اللبن لم يصادف بوجه عام نجاحا نظراً إلى النفقات الباهظة التى يقتضيها والتى تفوق كثيرا نفقات أغلب الطرق الأخرى .

(رابعا) معاملة اللبن بالأشعة فوق البنفسجية

الغرض الرئيسى من معاملة اللبن بالأشعة فوق البنفسية (Ultra Violet rays) هو زيادة محتوياته من فيتامين « د » ، وقد استخدمت هذه الطريقة فى معاملة الالبان التجارية بأمريكا وانجلترا منذ عدة سنوات وصنعت أجهزة متنوعة لهذا الغرض . وقد دلت الابحاث الكثيرة على أن إعطاء الاطفال اللبن المعامل بهذه الطريقة يقيهم من الكساح (Rickets)

وقد وجه بعض العلماء عنايتهم منذ زمن قريب إلى بحث تأثير هذه المعاملة فى محتويات اللبن من البكتريا ، فلوحظ أنها تحدث انخفاضا كبيرا فى العدد الكلى ، غير أنه وجد من جهة أخرى أن هناك عوامل متعددة تحول دون الاعتماد على هذه الطريقة اعتماداً كافياً فى تطهير اللبن مما يحويه من ميكروبات . فمن المعروف مثلا أن قدرة الاشعة فوق البنفسجية على النفاذ فى الاجسام غير الشفافة محدودة ، ولذا يتعذر استخدامها فى تعقيم مقادير كبيرة من اللبن نظرا إلى ضرورة تعرض اللبن للأشعة المذكورة فى طبقات رقيقة جدا ، وهذا يحدد الكمية التى تعامل بنجاح فى زمن معين . ومما تجدر الاشارة اليه هنا أن هذه المعاملة قد صادفت نجاحاً كبيرا فى تعقيم الماء لانه سائل شفاف ولانه لايحتوى على ميكروبات متجرثمة كبيرة المقاومة بقدر مايوجد فى اللبن عموما

ومن أهم الاسباب التى تعترض نجاح طريقة المعاملة بالاشعة فوق البنفسجية فى تعقيم اللبن ماهو معروف كذلك من أن هذه الاشعة تؤدى إلى أكسدة دهن اللبن فى وجود الهواء ، وحدوث هذا التغير يكسب اللبن نكهة غير مرغوب فيها ، ولهذا فينبغى ان لاتكون مدة تعرض اللبن للأشعة طويلة وأن تجرى العملية بعيدة عن الهواء ، وقد أمكن التغلب على هذه الصعوبة بإجراء العملية فى جو يحتوى على ثانى أكسيد الكربون .

وقد أجريت سلسلة من التجارب فى رنج عن أثر هذه المعاملة من الناحية البكتريولوجية ، واستخدم فيها جهاز خاص يذر فيه اللبن ويتخذ حركة دورية فينتشر فى طبقة رقيقة جدا متوسط سمكها ١٣٤,٠ ملليمتر ويعرض وهو بهذه الحالة مدة وجيزة لا تتجاوز بضع ثوان للأشعة فوق البنفسجية المنبعثة من مصباح خاص مركب على بعد ست بوصات من غشاء اللبن . وفى أثناء تعرضه للأشعة يوجه اليه تيار قوى من الهواء يخرج من مروحة سريعة الحركة وهذا التيار يبرد اللبن ويزيل الأوزون المتكون قبل أن يؤثر فى دهن

اللبن ، وقد لوحظ أن ارتفاع درجة الحرارة عقب هذه المعاملة كان ضئيلا ، إذ لم يتجاوز من ٤ الى ٧ درجات فهرنهيت.

وقد عوملت بهذا الجهاز كميات من اللبن التجارى واللبن النظيف ، وفحصت جميعها بكتريولوجيا قبل المعاملة وبعدها ، وكانت كميات اللبن المعاملة تتراوح بين ٩,٥ ، ١٥,٢ لترات فى الساعة ، واتخذت جميع الاحتياطات اللازمة لتنظيف الجهاز وتعقيمه قبل الاستعمال ، وعلاوة على ذلك عرض الجزء الرئيسى منه للأشعة فوق البنفسجية لمدة خمس عشرة دقيقة عقب تعقيمه بالبخار . وقد أدت المعاملة الأخيرة إلى إبادة جميع الميكروبات التى توجد على السطوح المعدنية ، واستنتج من ذلك إمكان استعمال هذه الأشعة بنجاح فى تعقيم الأدوات التى يصعب الوصول إلى بعض أجزائها كالمبردات السطحية الثابتة على أن يجرى التعقيم بعد إزالة بقايا اللبن عن سطوحها بالطبع .

وكان أهم مالوحظ من نتائج هذه التجارب أن معاملة اللبن بالأشعة فوق البنفسجية قد خفضت العدد الكلى للبكتريا فيه الى درجة كبيرة ، ولو أنها لم تؤد الى تعقيم اللبن تعقيما كاملا ، كما اتضح أن نسبة التخفيض فى العدد لم تكن واحدة فى جميع الأحوال ، ومعنى ذلك أن مدى تأثير هذه المعاملة فى إبادة أنواع الميكروبات المختلفة التى يحويها اللبن تختلف كثيرا . ومما استلفت النظر كذلك أن الأشعة المذكورة قد سببت إبادة ميكروبات القولون فى أغلب الألبان المختبرة ، وفيما يلى بعض النتائج التى حصل عليها من هذه التجارب مع ملاحظة أن تقدير العدد الكلى للبكتريا قد أجرى بطريقة الأطباق .

رقم الاختبار	كمية اللبن التى تعامل مقدرة باللتر فى الساعة	عدد البكتريا فى السنتيمتر المكعب		النسبة المئوية للتخفيض فى العدد	وجود ميكروبات القولون أو عدم وجودها	
		قبل المعاملة	بعد المعاملة		قبل المعاملة	بعد المعاملة
١	١١,١	٧٠٠	٨٥	٨٧,٩٦	غير موجودة فى ١ سم ٣	غير موجودة فى ١ سم ٣
٢	١١,-	١٤٤٥٠	١٣٠٠	٩٠,٩٩	» » » »	» » » »
٣	١١,٧	٣٨٠٠	٤٧٥	٨٧,٤٨	» » » »	» » » »
٤	١١,٥	١٤١٠	١٩٥	٨٦,٣٠	» » » »	» » » »
٥	١٥,٣	٢١٧٥	٤٣٠	٨٠,٢١	» » » »	» » » »
٦	٩,٥	٥٨٠٠	٧٣٠	٩١,٧٧	موجودة فى $\frac{1}{100}$ سم ٣	» » » »
٧	١١,٦	١٤٦٠٠٠٠	٢٧٥٠٠٠	٨١,١٧	» » ١ سم ٣	» » » »
٨	١١,١	٧١٥٠٠٠	٢١٥٠٠	٩٦,٩٩	غير موجودة فى ١ سم ٣	موجودة فى ١ سم ٣
٩	١٠,١	٤٠٠٠٠٠٠	١٣٩٥٠٠	٩٦,٤٩	» » » »	غير موجودة فى ١ سم ٣
١٠	١٠,٥	٢٩١٠	٣٠٥	٨٩,٥٢	» » » »	» » » »

وقد أجريت تجارب أخرى فى أمريكا على أثر هذه المعاملة من الوجهة البكتريولوجية ، عرض فيها اللبن وهو بحالة غشاء رقيق على سطح أسطوانتين دائرتين يبعدان عن أنبوبة الضوء بنحو أربعة بوصات ، فلوحظ أن هذه المعاملة قد سببت كذلك انخفاضا كبيرا فى عدد البكتريا ، وأنه لم يكن للحرارة دخل فى هذا التأثير ، لأن حرارة اللبن الذى عرض للأشعة لم تتجاوز درجة ٨٦ فهرنهيت (٣٠ س) ، على ذلك فالعاملان المهمان فى مدى تأثير هذه المعاملة هما سمك طبقة اللبن ومدة عرضها للأشعة ، إذ اتضح أن نسبة التخفيض فى عدد البكتريا الموجودة بالقشدة كانت أقل منها فى اللبن نظرا إلى زيادة سمك طبقة القشدة التى عرضت للأشعة على سطح الاسطوانتين نسبيا . وقد لوحظ من هذه التجارب كذلك أن المعاملة المذكورة ليس لها تأثير خاص فى أنواع معينة من البكتريا ولو أنه قد ظهر أن قتل الخلايا الخضرية أكثر سهولة من قتل الجراثيم .

وقد أمكن استخدام المبردات السطحية العادية فى هذه المعاملة ، على أنه من المهم فى هذه الحالة ملاحظة مرور اللبن على سطحها وهو بحالة طبقة رقيقة جدا ، وأن تكون المسافة بين المصباح واللبن مناسبة ، وأن تغطى جوانب المصباح حتى يركز الضوء على اللبن ، وأن تنظم سرعة مرور اللبن أمام المصباح حتى لا تكون فترة تعرضه للضوء طويلة فيتأكسد الدهن كما قلنا من قبل .

(خامسا) إضافة المواد الحافظة

انتشر منذ وقت طويل استعمال المواد الكيماوية كأزوتات البوتاسيوم (ملح البارود) وكلورور الصوديوم (ملح الطعام) وبعض الأملاح الأخرى فى حفظ المأكولات من التعفن والتخمرات ، وتضاف أحيانا إلى اللبن مواد متنوعة يقصد بها إبادة البكتريا الموجودة فيه أو إبطاء عملها ، وبذلك يمكن حفظه بحالة جيدة لمدة طويلة نسبيا ، على أن القانون يحظر استعمال مثل هذه المواد فى معظم الممالك الراقية ويعاقب عليه لأن أغلبها سام ، فقد ثبت أن أكثر المواد الكيماوية التى تبيد البكتريا أو تمنع تكاثرها تؤثر تأثيرا سيئا فى الهضم ، وعلى ذلك فإن استمرار التغذى بلبن يحتوى عليها ضار بصحة الانسان وخاصة الاطفال وكبار السن الذين يتركب معظم غذائهم من اللبن .

ورغما عن ضرر هذه المواد بالصحة فإن إباحة استعمالها يشجع المنتج على عدم مراعاة النظافة فى إنتاج اللبن وعدم العناية بحفظه ، مع أن أفضل الوسائل لاطالة مدة حفظ اللبن بحالة جيدة هى الاحتياط من تلوثه فى أثناء الانتاج والتداول وحفظه على درجة حرارة منخفضة .

ويختلف تأثير المواد الكيماوية فى أنواع الميكروبات التى توجد باللبن ، فبعضها سريع التأثر بيد أن البعض الآخر كبير المقاومة لفعل هذه المواد ، وقد ثبت بوجه عام أن تأثير المواد الحافظة فى ميكروبات اللبن يختلف باختلاف الكميات المستعملة ، فإضافة مقادير ضئيلة قد ينشأ عنها بطء البكتريا أو منع تكاثرها فى حين أن الكميات الكبيرة قد تبيدها ، ويمكن القول إجمالا أن تأثير المواد الحافظة فى وقاية اللبن من التغيرات غير المرغوب فيها يتوقف على عدة عوامل أهمها : أنواع الميكروبات التى توجد باللبن ، ودرجة

الحرارة التى يحفظ عليها ، ونسبة مايضاف إليه من المادة الحافظة . وسنتكلم بإيجاز فيما يلى عن تأثير بعض المواد الحافظة الشائعة الاستعمال :

(١) الفورمالين : وهو قوى المفعول فى وقف نمو الميكروبات التى توجد باللبن والقشدة ، فقد أثبت تشستر وبراون (Chester & Brown) أن إضافته إلى اللبن بنسبة جزء واحد من الفورمالين إلى ٨٠٠ أو ٢٠٠٠ جزء من اللبن يسبب إنخفاض عدد البكتريا فى اللبن بسرعة خلال الاربع والعشرين ساعة الأولى ، ثم يبطؤ التناقص فى العدد حتى يصير اللبن بعد إنقضاء خمسة أيام خالياً من البكتريا تقريباً أو محتويا فقط على بعض الجراثيم الكبيرة المقاومة ، وإذا أضيف الفورمالين بنسبة ١ الى ٥٠٠٠ فان عدد البكتريا ينقص بسرعة فى الأربع الساعات الأولى أو الست ، ثم تقل سرعة النقص وتعود البكتريا إلى التكاثر ثانية ، أما إضافته بنسبة أقل من ذلك فلا تسبب غير نقص طفيف فى عدد البكتريا لمدة قصيرة ثم يبدأ تكاثرها مرة أخرى ، على أن اللبن الذى أضيفت اليه هذه الكميات الضئيلة (مثل ١ إلى ٤٠٠٠٠) يمكن حفظه مدة أطول بكثير من اللبن الذى لم يضف إليه فورمالين مطلقا .

وقد وجد بعضهم أن استعمال الفورمالين بنسبة ١ إلى ٢٠٠٠٠ يقتل ميكروب السل فى اللبن .

(٢) حامض البوريك والبورق وحامض البنزويك وحامض الساليسليك : وهذه المواد جميعها توقف نمو البكتريا فى اللبن والقشدة .

(٣) كربونات الصوديوم وبى كربونات الصوديوم : واستعمالهما يؤدى الى تأخير حموضة اللبن ، ولكنهما لا يمنعان دائما تجبنه لأن الميكروبات المنتجة للرينت تنمو بنشاط فى وجودهما ،

(٤) فوق أكسيد الايدروجين : جربت عدة طرق لاستعمال هذه المادة فى حفظ اللبن ، وهى عندما تضاف اليه تتحلل بفعل انزيم الكتالاز الموجود طبيعيا فى اللبن فينتج عن تحللها ماء وأكسجين ، والاكسجين الناشىء « nascent » له فعل مطهر .

وقد استنبط المهندس الدنمركى بود « Budde » طريقة لمعاملة اللبن بفوق أكسيد الايدروجين والحرارة واشتق اسم هذه الطريقة من اسمه « Buddisation of Milk » إذ وجد هذا المهندس أن تحلل هذه المادة يحدث بسرعة على درجة من ١١٣ إلى ١٢٢ فهرنهيت (٤٥ إلى ٥٠ سنتجراد) . ولما كانت أنواع كثيرة من البكتريا تقتل بتعرضها مدة من الزمن لهذه الدرجات فقد بنيت طريقة بود على تسخين اللبن إلى درجة ١٢٢ فهرنهيت (٥٠ سنتجراد) مع إضافة نسبة معينة من فوق أكسيد الأيدروجين إليه ، وبذلك تتعرض البكتريا لفعل المطهر والحرارة معاً ، وهى تتلخص فيما يلى :—

يسخن اللبن أولا الى درجة ١٢٢ فهرنهيت (٥٠ سنتجراد) ويضاف اليه فوق أكسيد الايدروجين النقى بنسبة ٠,٠٣٥ ٪ ويقلب لمدة من ١٥ الى ٣٠ دقيقة ، ثم يعبأ فى زجاجات يحكم سدها وتوضع فى حمام مائى على درجة ١٢٢ فهرنهيت لمدة من ساعتين الى ثلاث ساعات ثم تبرد ، على أنه ظهر أن الميكروبات المرضية قد لا تقتل بهذه المعاملة .

ومما يجدر ذكره فى صدد الكلام عن استعمال فوق أكسيد الايدروجين أن اضافته بكميات زائدة تحدث انخفاضا كبيراً فى عدد البكتريا ، إلا أنها تضر بطعم اللبن ، أما اضافة الكميات القليلة فينتظر أن

تؤثر فى بكتريا حامض اللاكتيك ولاتؤثر فى الأنواع التى تحلل البرونين ، وهذه الانواع الأخيرة عند ما تعمل فى اللبن دون عائق تسبب تعفنه على نحو ماذكرنا من قبل .

ولا يغيب عن البال أنه لا يمكن استعمال فوق أكسيد الأيدروجين التجارى (٣ ٪) فى هذا الغرض نظراً الى احتوائه غالبا على شوائب سامة كآثار من حامض الكلوردريك والزرنيخ ومركبات الباريوم .

واذا كان الغرض حفظ اللبن أو القشدة للتحليل كيماويا فيمكن استعمال مواد حافظة خاصة ذات ألوان مميزة مثل كبريتات النحاس وديكرومات البوتاسيوم وكلورور الزئبق (السلمانى) . ويباع الأخير على هيئة أقراص مضاف اليها مواد ملونة حتى يمكن تمييز اللبن الذى يحويه بسهولة بالعين المجردة وبذلك لا يحصل خطأ فى استعماله . وغنى عن القول أن اضافة مثل هذه المواد الى اللبن يجعله غير صالح بتاتاً للاستهلاك الآدمى أو لتغذية الحيوان

الباب العاشر

الامراض التى تنتقل بواسطة اللبن ومنتجاته

ذكرنا فى عدة مناسبات سابقة أن اللبن قد يكون من أشد العوامل خطراً فى نشر الامراض نظراً الى تعرضه فى أثناء الانتاج والتداول للتلوث من مصادر شتى سواء من الحيوان المنتج أو من الاشخاص الذين يقومون بحلبه أو بمعاملة اللبن أو توزيعه أو من بعض العوامل الخارجية التى فصلناها فيما سبق ، وسنبسط فى هذا الباب أهم الامراض التى يمكن انتقالها بواسطة اللبن ومنتجاته الى الانسان ونبحث كيفية عدوى اللبن بميكروباتها وطرق الوقاية منها ، اذ لا يخفى ماهذه الناحية من علاقة وثيقة بالصحة العامة ، ولذلك تعتبر من أهم ماتتناوله دراسة بكتريولوجيا الالبان .

اهتم علماء الصحة منذ زمن طويل ببحث الدور الذى يلعبه اللبن فى نشر بعض الأوبئة الفتاكة ، وقد يرجع ذلك الى وقت لم تكن فيه طبيعة الميكروبات معروفة تماما ولم تكن البكتريولوجيا قد أخذت نصيبا وافراً من العناية ، فقد عزا تيلور (Taylor) فى سنة ١٨٥٧ انتشار حمى التيفود بين عدة عائلات تحصل على ألبانها من مصدر واحد إلى هذا اللبن اذ كانت تقوم بعملية الحلب وتوزيع اللبن سيدة تعنى بتمريض ثلاث فتيات مصابات بالمرض المذكور على أن هذا الدليل لم يثر اهتماما كبيراً حينذاك ، ثم توالت الادلة النظرية والعملية بعدئذ من مختلف أنحاء العالم على صحة هذا الرأى وعزز بعضها بنتائج الابحاث الدقيقة حتى أصبح من الحقائق المسلم بها فى وقتنا هذا أن اللبن ومنتجاته من الوسائل التى تنتشر بواسطتها الامراض . ولسنا نغالى إذا قلنا أن أغلب الأوبئة التى تنتشر فى مصر بين الاطفال وخاصة فى زمن الصيف تعود الى سوء حال الالبان وقلة العناية بها .

ولقد انصرفت جهود رجال الصحة فى جميع الامم الى درء هذا الخطر ولجأوا فى ذلك إلى نشر التعاليم التى تضمن وقاية اللبن من ميكروبات الامراض ، وتجدر الاشارة هنا الى أن مجرد مراعاة النظافة فى انتاج اللبن واحتوائه على عدد قليل من البكتريا لايعنى خلوه من الميكروبات المرضية ، بل أن هذا الامر الاخير يستلزم احتياطات معينة سنفصلها فيما بعد .

ولا يغيب عن البال أن خطر انتقال الامراض بواسطة اللبن لايقف عند حد الآلام التى يعانيها المستهلكون والخسارة فى الارواح التى تنتج من جراء الاصابة بهذه الامراض ، بل أن خطرها يتعدى ذلك الى مايسببه من خسائر اقتصادية فادحة ناجمة عن نقص فى انتاج الحيوانات وعن موت بعضها .

ولكى نبين مدى خطورة اللبن فى نقل الامراض ونشرها يكفى أن نشير هنا الى ملخص ماقرره بعض الباحثين بشأن الاوبئة التى انتشرت بواسطة اللبن فى الولايات المتحدة الامريكية بين سنة ١٩٠٨ وسنة

١٩٢٦ ، فقد كان عددها ٦١٢ وباء وهي منفصلة كما يأتي ولو أن عدد الاصابات وعدد الوفيات التي نتجت عنها غير كاملة الحصر .

نوع المرض	عدد الاربطة	عدد الاصابات	عدد الوفيات
حمى التيفود	٤٧٩	١٤٩٦٨	٢١٩
« الباراتيفود	٧	٤٣٤	١٥
الاسهال والدوسنتاريا	٦	٩٢	٥
الزور العفن	٤٢	٢١٠٤٥	١٣٩
الحمى القرمزية	٤٠	٢٩٣٩	٢٠
الدفتريا	٣٦	٩٧١	٧
أمراض متنوعة	١٣	٨٧٨	٥
الجملة	٦١٢	٤٢٣٠٧	٤١٠

طرق وصول الميكروبات المرضية الى اللبن :

يحسن بنا قبل أن نشرح الامراض التي تنتقل بواسطة اللبن أن نعدد أولا باختصار مصادر تلوث اللبن بالميكروبات المرضية وهي :

أولا — الحيوان المنتج :

(١) الضرع : قد تنشأ عدوى اللبن بالميكروب المرضي نتيجة إصابة ضرع الحيوان بمرض معين .

(٢) قرح على الضرع أو الحلمات : قد تأوي القرح التي توجد على ضرع الحيوان أو حلماته ميكروبات مرضية انتقلت إليها من يدي الحلاب وهذه تنتقل إلى اللبن فيما بعد في أثناء عملية الحلب .

(٣) البول أو الروث أو الجلد : قد تصل إلى اللبن عند الحلب ذرات من الروث أو رشاش من البول الملوث بميكروب مرضي أو قد تنتقل هذه المواد الى جلد الحيوان ومن ثم الى اللبن فتلوثه .

ثانياً — الأشخاص الذين يتداولون اللبن :

(١) قد تحصل عدوى اللبن بطرق مباشرة في أثناء الحلب أو التداول من أشخاص مرضى أو من حاملي المرض . وقد تحصل العدوى من أيدي الحلاب أو ثيابه .

(٢) وقد تحدث العدوى من الادوات أو من المعدات التي تلوثت عند غسلها أو نقلها بواسطة المرضى .

ثالثا — الماء الملوث :

(١) قد يكون الماء المستعمل في تبريد اللبن مصدرا للعدوى إذا رشح من المبرد وامتزج باللبن في أثناء هذه العملية .

(٢) تحصل العدوى كذلك إذا استعمل الماء الملوث فى غسل الأوانى والمعدات .

رابعا — هواء الحظيرة أو معمل الألبان :

وقد يتلوث اللبن من هواء حظيرة الماشية أو معمل الألبان إذا كان محتويا على ميكروبات مرضية ، وتصل هذه الميكروبات إلى الهواء من تناثر إفرازات الفم والأنف التى تخرج من الحيوانات أو الأشخاص المرضى عند سعالهم .

خامسا — الذباب :

قد تصل إلى اللبن بواسطة الذباب ميكروبات مرضية متنوعة ينقلها اليه مما يتغذى به من مواد عضوية ملوثة أو من روث أو إفرازات حيوانات أو أشخاص مرضى .

سادسا — وسائل شتى لعدوى اللبن بالمنزل :

قد يتلوث اللبن بطرق متعددة بعد وصوله إلى المنزل ، فاذا شرب مريض مثلا من وعاء يحتوى على لبن كابريق أو زجاجة فقد يلوث المحتويات ، وهذا التلوث ربما كان من الأسباب المهيئة لنقل العدوى إلى الأصحاء .

مميزات الأوبئة التى تنشأ عن اللبن :

دلت الابحاث على أن للأوبئة الناشئة عن اللبن مميزات خاصة من أهمها :

(١) أن الاصابات تظهر فى المعتاد فجأة ، فتحدث عدة اصابات بالمرض فى وقت واحد وربما كان من بينها أكثر من اصابة واحدة تظهر فى عائلة واحدة فى يوم واحد .

(٢) يتضح بالبحث أن عددا كبيرا من العائلات التى حدثت بها الاصابات تحصل على ألبانها من نفس المنتج أو الموزع . ويعزى عدم إصابة جميع مستهلكى اللبن الملوث الى عدة عوامل منها مناعة بعض الاشخاص دون الآخرين ، أو معاملة اللبن جيدا بالحرارة فى بعض المنازل قبل استعماله ، أو احتواء أجزاء من اللبن على الميكروبات المعدية دون الأجزاء الأخرى .

(٣) يلاحظ أن نسبة الاصابات فى العائلات الموسرة أكبر منها فى العائلات الفقيرة إذ أن الاولى تستهلك اللبن بكميات أكثر من الثانية نظراً الى ظروفها المالية .

(٤) أن أغلب الاصابات تحدث بين من يكثرون من شرب اللبن كالأطفال وخاصة من يتغذون منهم باللبن الخام .

(٥) أن الاصابات تحدث عادة فى المناطق التى لا يعنى فيها بمعاملة اللبن أو توزيعه ، فى حين يقل انتشارها فى المدن الكبيرة وعلى الأخص التى يبستر فيها اللبن اجباريا .

(٦) أن الاصابات تختفى حالما يوقف بيع اللبن الملوث أو تجرى بسترته .

والأمراض التى تنتقل بواسطة اللبن تقسم عادة الى قسمين رئيسيين :

أولا : أمراض تنتقل من الحيوان الى اللبن ومنه إلى الانسان أو الحيوان .

ثانيا : أمراض تنتقل من الانسان الى اللبن ومنه الى انسان آخر .

وقد تحدث العدوى فى كلا القسمين بواسطة انتقال الميكروب من الحيوان أو الانسان المريض الى

اللبن مباشرة أو بواسطة مواد تلوثت من هذين المصدرين ثم انتقلت الى اللبن كالروث أو الماء الخ . وسنتكلم فيما يلى عن أهم الامراض التى تنتمى الى كل من هذين القسمين :

(أولا) الامراض التى تنتقل منه الحيوان الى الانسان أو الحيوان

١ ـ السل البقرى

وهو أخطر الامراض التى تنتقل بواسطة اللبن ويعتبر من أهم وسائل انتشار السل بين الانسان .

ومنذ أن اكتشف كوخ (Koch) ميكروب السل فى سنة ١٨٨٢ أجريت أبحاث كثيرة لدراسة خواصه ومميزاته وطرق معيشته ووسائل مكافحته ، فتبين أن هذا الميكروب على عدة أنواع أهمها اثنان هما النوع الآدمى (human) وهو الذى يسبب سل الانسان ، والنوع البقرى « bovine » وهو المسبب للسل البقرى ، وقد تضاربت آراء العلماء فى علاقة هذين النوعين ، فصرح كوخ فى سنة ١٩٠١ بأنهما منفصلان وبأن النوع البقرى نادرا مايصيب الانسان ، على أن الابحاث الدقيقة مالبثت أن أظهرت عكس هذا الرأى ، إذ اتضح فيما بعد أنه علاوة على تشابه الميكروبين من الوجهة المورفولوجية ومن وجهة نموهما على البيئات المختلفة فهما متماثلان فى خواصهما المعدية ، فقد ثبت أن الانسان عرضة للعدوى بكلا النوعين على حد سواء وأن نسبة كبيرة من إصابات السل فى الاطفال تعود الى العدوى الناشئة عن شرب لبن ملوث بميكروب السل البقرى .

أهم الاصابات الناشئة عن السل البقرى فى الانسان :

عملت تجارب كثيرة فى مختلف البلدان لتقدير مدى عدوى الانسان بميكروب السل البقرى ونسبة الوفيات الناشئة عنه ، على أنه قد تبين أن الوصول الى تقدير صحيح هو من الصعوبة بمكان لأسباب كثيرة ، ولقد كان المعتقد أن النوع البقرى عند مايعيش طويلا فى جسم الانسان يتحور تدريجا حتى تصبح خواصه مماثلة تماما للنوع الادمى فيتعذر تمييزهما ، إلا أن معظم كبار الباحثين يرون فى الوقت الحاضر أن التحور التدريجى للباسلس البقرى تحت الظروف المذكورة مستبعد كثيرا وليس ذا أهمية عملية ، ولهذا فان تعيين نوع الميكروب الذى يوجد بجسم المصاب ومعرفة ما إذا كان بقريا أو آدميا يعطينا فكرة صحيحة بقدر الامكان عن منشأ العدوى .

ويعتبر التقدير الذى أعده الدكتور جريفث (Griffith) فى بريطانيا أخيراً من أدق التقديرات فى تحديد نسبة الاصابة بالسل البقرى فى الانسان ، فقد فحص البحاثة المذكور عدداً كبيراً من مرضى السل كما قام بتشريح جثث عدد آخر من الذين توفوا بالمرض المذكور ، فتبين له أن نسبة الاصابة بالنوع البقرى تختلف باختلاف موضع المرض فى الجسم فهى مرتفعة مثلا فى حالة تدرن الغدد العنقية (Cervical glands) إذ تبلغ فى الاطفال الذين لم يتجاوزوا سن الخامسة ٨٤ ٪ وفى الاشخاص الذين تتراوح أعمارهم بين الخامسة والخامسة عشرة ٥١,٥ ٪ ؛ فى حين أنها تنخفض كثيراً مثلا فى حالة سل العظام . وقد ظهر للدكتور جريفث كذلك من فحص ١٠٦٨ مريضا بالسل الادمى أن ٢٠,٧ ٪ من مجموع هذه الحالات يعود أصلها

الى العدوى بالسل البقرى ، كما اتضح من أبحاثه أن نسبة الاصابة بالنوع البقرى فى الاطفال الذين هم دون الخامسة هى ٣٧,٥٥ ٪ فى حين أنها تقل تدريجا بتقدم السن الى أن تبلغ ٦,٢٥ ٪ من سن السادسة عشرة فما فوق ، وظهر كذلك من هذه الابحاث أنه لا يوجد دليل قاطع على أن النوع البقرى ينتج سلا رئويا فى الأطفال .

وقد دلت الاحصاءات الاخيرة على أن أكثر من ٢٥٠٠ طفل يموتون سنويا فى انجلترا نتيجة لاصابتهم بالسل البقرى .

مدى انتشار المرض بين مواشى الحليب :

استرعى هذا الموضوع اهتمام الباحثين فى مختلف الدول ، وقد توصلوا للوصول الى غرضهم بعدة طرق نلخصها فيما يلى : —

(١) اختبار التيوبركلين : يفحص الحيوان بحقنه بمادة التيوبركلين تحت الجلد فإذا كان الحيوان مسلولا نتج عن الحقن ارتفاع فى درجة الحرارة ، أما اذا كان سليما فإن الحرارة لا تتغير تغيراً محسوسا ، وفى بعض الاحيان يفضل حقن التيوبركلين فى الجلد بمكان خال من الشعر ، فاذا كان الحيوان مريضا ظهر ورم صلب محتقن فى موضع الحقن ، أما اذا كان سليما فلا يظهر ذلك الورم .

واختبار التيوبركلين لا يعطى على العموم فكرة تامة عن تقدم المرض إذ أن أقل اصابة تعطى نتيجة إيجابية ، ولكن يكتفى بهذه النتيجة الايجابية لاعتبار الحيوان مصابا بالمرض .

ولا يمكن الأخذ بنتائج اختبار التيوبركلين فى تقدير عدد المواشى المصابة بالسل فى بلد ما حتى يعم الاختبار جميع جهاته ويتفق على طريقة أساسية لتعميمها .

(٢) الكشف على لحوم الحيوانات التى تذبح فى المجازر : وتقدر نسبة الاصابة كذلك بالكشف على لحوم الحيوانات بعد ذبحها فى المجازر بواسطة الأطباء البيطريين ويلاحظ ما اذا كانت الأعضاء الداخلية مصابة بالمرض أم غير مصابة ، وتعرف الاصابة بوجود درنات السل بالرئتين وغدد الجسم وأجزائه الأخرى .

(٣) فحص المواشى طبيا : فحص المواشى طبيا بواسطة أطباء بيطريين على فترات منتظمة — وخاصة اذا كان هذا الفحص مقترنا باختبار ألبانها بكزولوجيا — يعطى معلومات قيمة عن نسبة إصابتها بمرض السل ، على أنه لا يغيب عن البال أن الفحص المذكور لا يرشد الا الى الحالات التى يبلغ فيها المرض دورا متقدما ، وتظهر أعراض المرض فى هذه الحالة من هزال الحيوان وتضخم غدده اللمفاوية أو سعالة ويستدل على سل الامعاء بالاسهال المدمم ، وعلى تدرن الضرع بتضخمه أو تحجر جزء أو أكثر من أجزائه الأربعة ويكون اللبن عندئذ ملوثا بالميكروب . وفى مثل هذا الدور يسهل تشخيص المرض بخلاف الحال عندما يكون المرض فى بدايته

وقد دلت الابحاث التى أجريت لتقدير نسبة وجود ميكروب السل فى المواشى بالاستعانة بالطرق السالف ذكرها على أنه عظيم الانتشار بين مواشى الحليب ، فثبت مثلا أن حوالى ٤٠ أو ٥٠ ٪ من أبقار الحليب فى البلاد الانجليزية مصابة بهذا المرض ، على أن ذلك لا يعنى أن هذه المواشى كلها تدر لبنا ملوثا

بميكروب السل ، ولكن لما كان المرض يتقدم فيها بالتدريج فانها قد تعتبر مصدرا للعدوى اذا عاشت زمنا كافيا .

أما فى مصر فلم تجر الى الآن أبحاث كافية يستدل منها على نسبة وجود المرض بين المواشى المصرية ، ولكن الاختبارات الأولية تدل على أنه ليس منتشراً بينها بنسبة انتشاره بين المواشى الانجليزية .

نسبة الألبان الملوثة بميكروب السل :

ذكرنا أنه قد أصبح من الحقائق الثابتة ان اللبن الحام عامل مهم فى نقل عدوى السل الى الانسان وخاصة الأطفال لاعتمادهم على اللبن من جهة ولقلة مقاومتهم للمرض من جهة أخرى . وقد رأينا مما تقدم كيف أن نسبة الاصابة بالسل مرتفعة بين مواشى الحليب ، ونظراً الى علاقة هذا الأمر بالصحة العامة فقد عملت محاولات كثيرة لتقدير نسبة الألبان الملوثة بميكروب السل مع الاستعانة على الوصول إلى هذا التقدير باحصاء المواشى التى تدر لبنا ملوثا بالميكروب المذكور أى المواشى المصابة بتدرن الضرع ، على أن هذا الأمر ليس هينا ، لأن اصابة الضرع قد لا تظهر من مجرد الفحص الطبى عند بدء الاصابة ففى مثل هذه الحالة قد يحتوى اللبن على الميكروب فى حين أن الضرع يظهر عاديا . وقد وجد بصفة عامة من المعلومات التى حصل عليها فى مختلف البلدان من الفحص الطبى للمواشى ومن الكشف على لحوم الحيوانات التى تذبح بالمجازر أن نسبة المواشى المصابة بتدرن الضرع صغيرة ، ففى انجلترا مثلا تدل أحدث التقديرات على أن هذه النسبة تتراوح بين ٠,٣ و ٠,٢ ٪ وبمعنى آخر أن ماشية واحدة فقط مصابة بهذا النوع من التدرن فى كل عدد يختلف من ٣٥٠ الى ٥٠٠ ماشية كما وجد أن نسبة المواشى المصابة بالسل المفتوح أى التى تتصل فيه الاجزاء المصابة بالخارج (كما فى حالة الجهاز الهضمى الخ) تتراوح بين ١ و ٢ ٪ ، ومعلوم أن وجود ماشية واحدة من النوع الأخير فى قطيع تعرض البانه للتلوث بميكروب السل كما سنشير الى ذلك فيما بعد .

وتدل الاحصاءات التى جمعها سافيج (Savage) من مختلف جهات انجلترا على أن نسبة الالبان الملوثة بميكروب السل التى ترد إلى مختلف المدن الهامة فى تلك البلاد وتعرض فيها للبيع تتراوح بين ٥ و ٦,٧ ٪ . وأنها تبلغ فى بعض الجهات ٩,٨ ٪ ، وأن نسبة التلوث فى جهة ما تزيد إلى حد كبير بجمع اللبن من مصادر مختلفة ومزجة قبل توزيعه ، ومعنى ذلك أن لبنا ملوثا ناتجا من أحد المصادر يؤدى إلى تلوث ألبان المصادر الأخرى عند مزجها معاً .

طرق وصول ميكروب السل الى اللبن :

يتلوث اللبن بميكروب السل بعدة طرق أهمها الآتية :

(١) يفرز اللبن من الماشية المصابة بتدرن الضرع ملوثا بميكروبات السل وقد يبلغ عددها فى السنتيمتر المكعب منه أحيانا المليون أو يزيد . على أنه لوحظ أن اللبن عند الحلب قد يحتوى على الميكروب المذكور حتى ولو كان الضرع خاليا من المرض ، وينسب وصول الميكروب إلى اللبن فى مثل هذه الأحوال إلى وجوده فى الدم ، وهذا يحدث غالبا عندما تفتح عقدة درنية فى أحد الأوعية الدموية .

(٢) إذا وجدت الاصابة فى رئتى الحيوان فإن الميكروبات تخرج من جسم الحيوان عند السعال مختلطة باللعاب ويتطاير رذاذه فى الهواء فينتقل إلى اللبن مباشرة أو يتناثر على المداود وأجزاء الحظيرة الأخرى ، وعند ما يجف يحمله الهواء إلى اللبن (أو يستنشقه الحيوان السليم فيصاب بالمرض وربما انتقل كذلك بهذه الوسيلة إلى غذاء المواشى أو ماء الشرب فسبب إصابتها بالمرض) وإذا ابتلع الحيوان لعابه الملوث خرجت الميكروبات مع الروث وهذا الاخير لو وصلت ذراته إلى اللبن فانها تسبب تلوثه .

(٣) إذا كان الحيوان مصابا بالتدرن فى قناته الهضمية أو فى أعضائه البولية والتناسلية فان الميكروب يمر كذلك مع الإفرازات والروث ، فاذا علقت أجزاء من الروث الملوث بجسم الحيوان وسقطت ذرات منها فى اللبن فى أثناء الحلب سببت تلوثه بالميكروب على نحو ما قلنا من قبل .

نمو ميكروب السل فى اللبن ومنتجاته

لا يقتصر خطر العدوى بميكروب السل على شرب الألبان الملوثة بهذا الميكروب ، بل أن منتجات الألبان كالزبد والجبن والمثلجات المصنوعة من لبن ملوث بالميكروب المذكور جميعها خطرة على الصحة كذلك . وقد ثبت أن ميكروب السل لا يتكاثر فى اللبن المحفوظ على حرارة منخفضة ، إلا أنه يبقى حيا فى مثل هذا اللبن مدة طويلة ، كما اتضح أنه يظل محافظا على حيويته فى الزبد المصنوع من لبن ملوث مدداً تتراوح بين ثلاثة أشهر وتسعة اشهر رغم حفظ الزبد على درجات حرارة تقل عن الصفر وكذلك الحال فى الجبن والمثلجات المصنوعة من ألبان ناتجة من مواش مصابة بتدرن الضرع أو ملحقة بميكروب السل ، فقد وجد بها الميكروب فى أحيان كثيرة حيا بعد انقضاء مدة قد تصل إلى بضعة شهور . ويستنتج من ذلك أن الأدوار التى يمر بها اللبن عند صنع هذه المنتجات وكذلك مدة الحفظ لاتقضى على الميكروب المذكور إلا أن الامر يختلف عن ذلك فى حالة السمن إذ أن الحرارة التى يعرض لها الزبد كفيلة بإبادة ميكروب السل والميكروبات المرضية الاخرى .

طرق الوقاية من السل البقرى :

لا تنحصر أهمية الوقاية من هذا المرض فى منع الاضرار الصحية التى تلحق بشاربى اللبن الملوث بميكروب السل أو المتغذين بمنتجات هذا اللبن ، بل تشمل كذلك تلافى الاضرار الاقتصادية الناشئة عن تفشى المرض بين الحيوانات . فالحيوان المريض مصدر عدوى لبقية الحيوانات المخالطة له وكذلك مصدر عدوى للحيوانات التى تتغذى بلبنه . وعلاوة على ذلك فان تفشى هذا المرض بين الحيوانات يؤدى الى اعتلال صحتها ونقص كمية اللبن التى ينتجها عدا موت بعضها ، وقد قدرت الخسائر المالية التى تنتج عن مرض السل البقرى سنويا فى انجلترا مثلا بنحو مليونين من الجنيهات ، ولهذه الأسباب اهتمت دول الغرب بمكافحة هذا المرض وبذلت الجهود الجبارة لاستئصاله ووسيلتها إلى ذلك سن القوانين الصارمة وبذل الأموال الطائلة فى هذا السبيل ، وبديهى أن الوقاية لا تكون ذات أثر فعال إلا إذا ضمنت وقف انتشار المرض بين مواشى الحليب إلى جانب المحافظة على صحة الانسان من أخطار هذا المرض .

ويمكننا تلخيص الطرق التى استنبطت لمكافحة السل البقرى واستئصاله ومنع انتقال عدواه إلى الحيوانات السليمة وإلى مستهلكى اللبن فيما يلى : —

أولا — إعدام الحيوانات المصابة .

لا شك فى أن أفضل الوسائل لمكافحة مرض من الأمراض يكون بالعمل على استئصاله تماما ، وكلما روعيت السرعة فى هذا العمل كانت النتائج أتم وأوفى ، وقد اتبعت هذه الوسيلة فى مقاومة مرض السل ببعض البلدان كجزيرة جيرنسى وبعض ولايات أمريكا بنجاح لا بأس به ، وهى تتلخص فى إختبار جميع المواشى بالتيوبركلين وإعدام جميع الحيوانات التى تعطى نتيجة إيجابية مهما كان موضع المرض فيها ، على أن تطبيق هذه الطريقة بالجهات التى ترتفع فيها نسبة الاصابة كانجلترا مثلا يؤدى إلى نفقات باهظة جداً لأنه يتطلب إعدام ما يقرب من نصف المواشى الحلوب بها وتعويض أصحابها ماليا علاوة على أن هذا الاجراء من شأنه تخفيض كمية اللبن الناتجة لمدة سنين طويلة وارتفاع سعر اللبن تبعاً لذلك .

ومن المعلومات التى تحول دون تنفيذ هذه الطريقة بدقة إمكان إنتقال العدوى إلى المواشى السليمة بعد إنقضاء فترة قصيرة من بعض المصادر الخارجية كالخنازير المريضة مثلا .

ثانياً — تكوين قطعان خالية من الاصابه :

وهى طريقة أقل كلفة من السابقة وترمى إلى استئصال المرض تدريجا بعزل قطعان من المواشى الحلوب الخالية منه ومنع اختلاطها بحيوانات مريضة تفاديا من انتقال العدوى إليها وإعدام الماشية المريضة متى اشتد بها المرض ، وقد أشار باتباع هذه الطريقة العالم الدنمركى بانج (Bang) وعمم استعمالها فى الدنمرك وبعض دول شمال أوربا . ومما ساعد على استنباط هذه الطريقة ما أظهرته التجارب من أن العجول عند ولادتها تكون سليمة من المرض حتى ولو كانت أمهاتها مريضة لأن مرض السل ليس من الأمراض التى تنتقل بالوراثة بل أن عداوه تنتقل بالملامسة عقب الولادة ، وعلى ذلك فى الامكان الانتفاع بالماشية الايجابية التفاعل لاختبار التيوبركلين فى إنتاج العجول لمدة بضع سنين قبل إعدامها كما يمكن الاستفادة بألبانها لأنها لا تدر غالبا لبنا ملوثا بالميكروب فى بداية المرض ما دامت الاصابة لم تنتقل إلى الضرع ، فاذا ظهرت أعراض المرض عليها بوضوح وجب إعدامها ، على أن طريقة بانج هذه تتطلب عناية ودقة فى التنفيذ لأن الوقوع فى خطأ ولو كان بسيطا يؤدى إلى ضياع جهود عدة سنين ، والطريقة المذكورة تتلخص فيما يلى : —

(١) تفحص مبدئيا جميع أفراد القطيع فحصا طبيا وتعدم الماشية المصابة بالسل إصابة واضحة .

(٢) يعاد إختبار بقية المواشى بالحقن بالتيوبركلين .

(٣) تعزل المواشى الايجابية التفاعل (أى المريضة) عن السلبية التفاعل ويبقى كل منهما فى بناء مستقل ، وإذا لم يتيسر ذلك فتقسم الحظيرة إلى جزئين لكل منهما باب مستقل .

(٤) ينظف البناء المخصص للمواشى الخالية من الأمراض ويطهر جيدا قبل أن تنقل منه الحيوانات المذكورة ونراعى فيه جودة التهوية والاضاءة الخ .

(٥) تبقى العجول الناتجة من المواشى السليمة من المرض مع أمهاتها . أما العجول الناتجة من المواشى

المريضة فتفصل عن أمهاتها بعد ٢٤ ساعة من ولادتها ، وتعزل فى مكان مستقل وتغذى بألبان المواشى السليمة أو باللبن المبستر أو المغلى وتضم فيما بعد إلى المواشى السليمة .

(٦) يخصص لخدمة كل من جزءى القطيع عمال مستقلون .

(٧) تعدم كل من الحيوانات الإيجابية التفاعل حالما تظهر عليها علامات المرض بوضوح .

(٨) تفحص أفراد القسم السلبى التفاعل باختبار التيوبركلين مرة كل سنة على الأقل . وتعزل الماشية التى تعطى نتيجة إيجابية وتضم إلى القسم الايجابى التفاعل .

(٩) تختبر المواشى المشتراة حديثا بالتيوبركلين ولا تضم إلى القسم السلبى التفاعل حتى يثبت خلوها من المرض .

(ثالثا) إعدام الحيوانات المصابه بالسل إصابه واضحه

يكتفى فى مكافحة المرض ببعض الممالك بفحص المواشى طبيا دون اختبارها بالتيوبركلين وإعدام الحيوانات المصابة بالسل المفتوح (Open tuberculosis) وهى التى تتصل فيها الأجزاء المصابة بالخارج ، وهذه الطريقة لاتساعد على استئصال المرض بل على منع انتقال العدوى إلى الحيوانات السليمة وعلى عدم تلوث اللبن بميكروب السل . وقد صدر بانجلترا فى سنة ١٩٢٥ قانون خاص بالسل (Tuderculosis Order 1925) ينص على وجوب التبليغ عن الحيوانات التى تظهر عليها علامات المرض بوضوح أى التى يرجح أن يكون لبنها ملوثا بميكروب السل ، ومثل هذه الماشية تعدم ويدفع لاصحابها التعويض المالى المناسب .

ومن أهم الانتقادات التى توجه إلى هذا القانون احتمال تأخر التبليغ عن الماشية المريضة زمنا طويلا . وقد اقترح لملافاة الأضرار الناشئة عن ذلك وضع نظام يقضى بفحص المواشى جميعها إجباريا فى فترات منتظمة بواسطة أطباء بيطريين .

وتحسن الإشارة هنا إلى أن وزارة الزراعة المصرية قد أعدت مشروع قانون يحتم على أصحاب المواشى الحلوب حقنها بالتيوبركلين سنوياً حتى يتيسر التخلص من الحيوانات المريضة على أن تنفيذ هذا القانون يستلزم أموال طائلة كما قلنا من قبل .

(رابعاً) التحصن ضد المرض باستعمال الفاكسينات

تضاربت الآراء فى السنين الأخيرة حول إمكان تحصين الماشية بواسطة لقاح محضر من ميكروبات فقدت القدرة على إحداث المرض .

وقد عزل كالمت (Calmette) فى سنة ١٩٠٨ ميكروبا للسل البقرى وعند تنميته على بيئة صناعية خاصة مدة طويلة فقد قدرته على إحداث المرض ، وحضر منه لقاحا استعمله فى تجاربه على الحيوانات والأطفال ، وصرح على إثر هذه التجارب بأنه يمكن بواسطة هذا اللقاح تحصين العجول والأطفال ضد مرض السل إذا لقحوا به فى الأدوار الأولى من حياتهم ، على أن علماء آخرين عارضوا هذه النتائج ومنهم من ذهب إلى الاعتقاد بضرر هذا اللقاح ، ولم تظهر حتى الآن أدلة حاسمة على صحة تجارب كالمت .

وقد أجريت عدة تجارب أخرى على تحصين المواشى ضد هذا المرض باستعمال لقاحات من ميكروبات السل العادية الميتة ولكن هذه التجارب لم تسفر كذلك عن نتائج حاسمة .

(خامسا) العناية بإيواء المواشي وتربيتها

ولو أن مراعاة الشروط الصحية فى حظائر المواشي لا تكفى فى ذاتها للوقاية من مرض السل . إلا أنها دون ريب تعوق انتشاره بين الحيوانات وتقلل تلوث اللبن بميكروبه لأن إفرازات المواشى المريضة وروثها تحتوى كما قلنا على الميكروب فاذا انتقلت أجزاء منها إلى مياه الشرب أو علبق الحيوانات أو انتشرت فى جو الحظيرة مع الغبار عند جفافها لسببت عدوى المواشى السليمة وأتاحت للميكروب سبيل الوصول إلى اللبن ، ولهذا فان إيواء المواشى فى حظائر صحية تتوافر فيها الضوء والتهوية الجيدة مع العناية بتنظيم موافقها بحيث لا تكون رؤوسها متقابلة وبتنظيف هذه الحظائر وتطهيرها على الدوام وملاحظة نظافة المواشى عند حلبها كل ذلك يؤدى إلى منع انتشار المرض وقلة تلوث اللبن بميكروبه .

(سادساً) فحص اللبن المعروض للبيع بكتريولوجيا

يعتبر الفحص البكتريولوجى للألبان التى تعرض للبيع ضمن طرق الوقاية من مرض السل وخاصة إذا كان هذا الفحص مقرونا بالكشف الطبى على الماشية المنتجة ، ويبدهى أنه لا يكون ذا قيمة حقيقية إذا أخذت كمية اللبن المراد فحصها من محل الإنتاج أو قريبا منه .

وينقسم هذا الفحص إلى قسمين هما — الاختبار الميكروسكوبى والحقن فى الأرانب الهندية ، وقد سبق أن فصلنا طريقة إجراء كل منهما ومميزاتهما وعيوبهما ، على أنه تجدر الاشارة هنا إلى أنه لا يشترط فحص اللبن الناتج من كل ماشية على حدة بل يكتفى مبدئيا بفحص الكمية الناتجة من القطيع كله بعد مزجها ، فان ظهر تلوث اللبن بميكروب السل فتفحص كمية من لبن كل ماشية حتى يهتدى إلى الحيوان المريض .

(سابعاً) بسترة اللبن

إن معاملة اللبن بالحرارة باحدى الطرق الدقيقة كالتعقيم أو الغلى الجيد أو البسترة تكفل تطهيره من الميكروبات المرضية على وجه العموم وتعتبر العملية الأخيرة فى جميع أنحاء العالم الآن الوسيلة العملية الناجحة لوقاية المستهلكين من خطر الألبان الملوثة بميكروب السل وبقية الميكروبات المرضية وقد فصلنا فيما سبق أثر هذه العملية فى منع انتشار الأمراض وتقليل وفيات الأطفال وعلاوة على ذلك تحتم بعض الممالك كالدنمرك بسترة متخلفات مصانع الزبد والجبن كلبن الفرز والشرش قبل إعادتها إلى المزارعين لاستعمالها فى تغذية العجول وقاية لها من مرض السل .

وقبل أن نختم هذا الموضوع تحسن الإشارة إلى أنه قد لوحظ نقص فى الوفيات الناشئة عن السل البقرى فى الأطفال بانجلترا فى الخمس السنوات الماضية وقد عزى ذلك إلى عدة عوامل من أهمها ما يأتى :

(١) زيادة الاهتمام بانتاج اللبن النظيف .

(٢) انتشار الفحص الطبى للمواشى وإعدام المصاب منها بالمرض إصابة واضحة .

(٣) زيادة العناية بفحص الألبان .

(٤) زيادة نسبة الألبان المبسترة والمعقمة .

(٥) نشاط مراكز رعاية الطفل وعنايتها بنظافة الألبان ومعاملتها .

(٢) الحمى المالطية

مرض الحمى المالطية أو حمى مالطة (Malta fever) معروف فى جميع جهات العالم تقريبا منذ زمن طويل وخاصة فى جزيرة مالطة والهند والصين وجنوب أفريقا ، على أن الميكروب الخاص به المسمى بروسلا ملينسس (Brucella melitensis) لم يكتشف إلا فى سنة ١٨٨٧ ووجد فيما بعد أنه ذو علاقة وثيقة بميكروب الاجهاض المعدى الذى يصيب البقر .

وقد أثبتت أبحاث العلماء أن لبن المعز عامل على أكبر جانب من الأهمية فى نشر الحمى المالطية إذ اتضح أن المعز سريع العدوى به وأن المصاب منه يفرز ميكروب المرض فى لبنه وبوله ، فإذا ماشرب الانسان لبن حيوان مريض دون تسخين أو غذى المعز بعلف ملوث ببول هذا الحيوان المريض انتقلت اليهما العدوى بهاتين الوسيلتين .

وقد لوحظ أن معاملة اللبن الذى يعطى للجنود الانجليز فى جزيرة مالطة بطريقة باستور قد سببت انخفاض نسبة الاصابة بينهم إلى نحو ٩٠ ٪ . كما أظهرت الأبحاث أن المرض لا يوجد له أثر بين السجناء فى تلك البلاد وذلك لأنهم لا يتغذون باللبن اطلاقا فكان ذلك من أهم الأدلة على ان اللبن هو العامل الرئيسى فى نقل ونشر الحمى المالطية .

(٣) الاجهاض المعدى

مرض الاجهاض المعدى (Contagious abortion) من الأمراض المنتشرة بين مواشى الحليب وميكروبه المسمى بروسلا أبورتس (Brucella abortus) قد اكتشف فى سنة ١٨٩٧ إلا أن احتواء البان الماشية المريضة على هذا الميكروب لم يعرف إلا منذ نحو ثلاثين سنة .

وقد أجريت أبحاث كثيرة عن علاقة هذا المرض باللبن ، واستدل من أحدثها على أن من ٢٠ الى ٣٠ ٪ من الألبان الخام التى تعرض للبيع فى انجلترا تحتوى على ميكروب الاجهاض كما ثبت أن تغذى الانسان بلبن ملوث بالميكروب المذكور يتسبب عنه حمى متقطعة تشبه فى اعراضها حمى مالطة ، وقد سبق أن نوهنا بتشابه ميكروبى هذين المرضين .

وعلى الرغم من كثرة المواشى المصابة بالاجهاض المعدى وارتفاع نسبة الألبان الملوثة بميكروبه فإن الاصابات التى تحدث فى الانسان نتيجة التغذى بهذه الألبان ومنتجاتها قليلة ، وقد يعزى ذلك إلى عظم مقاومة معظم الأشخاص للعدوى بميكروب هذا المرض ، ولذا تنحصر أغلب الاصابات فى الأشخاص الضعيفى المقاومة ويندر كثيرا أن ينتهى بالوفاة .

وانتقال الميكروب إلى اللبن اما أن يحدث من الضرع مباشرة أو يكون نتيجة تلوثه بإفرازات حيوانات مريضة .

(٤) الحمى القلاعية

تصيب الحمى القلاعية أو مرض القدم والفم (Foot & Mouth disease) كثيرا من الحيوانات المتوحشة والمستأنسة وبالأخص ماشية الحليب وقد تنتقل الى الانسان بواسطة ألبانها وهى تنشأ عن فيروس (virus) يمر خلال المرشحات البكتريولوجية ولا يرى بالمجهر .

ويحدث تلوث اللبن من اختلاطه بمحتويات البثرات التى تظهر على أجزاء مختلفة من جسم الحيوان إبان المرض ، ويزداد تعرض اللبن للتلوث فى أثناء الحلب إذا وجدت البثرات على الضرع والحلمات ، وقد يوجد الفيروس باللبن عند الحلب إذا كان الاول منتشرا بالدم أو كانت الاصابة بأجزاء الضرع الداخلية ، واصابة الحيوان بهذا المرض تسبب انخفاض كمية اللبن التى ينتجها وكذلك تغير طعم اللبن .

وتغذى الانسان بلبن أو قشدة أو زبد ملوث يسبب انتقال العدوى اليه وسرعان ما تظهر عليه أعراض المرض التى من أهمها ارتفاع حرارته واحتقان شفتيه وظهور طفح عليهما وعلى اللسان واللثة ، وقد وجد أن الأطفال أقل مقاومة لهذا المرض وأكثر تعرضا للاصابة به من الكبار .

(٥) الحمى الفحمية

مرض الحمى الفحمية أو الجمرة الخبيثة (Anthrax) من أخطر الأمراض التى تصيب الحيوان والانسان ، وقد أظهرت الابحاث أن ميكروب هذا المرض المسمى باسلس انثراسيز (Bacillus anthracis) قد يوجد فى لبن الماشية المصابة به ، واتضح أن بعض اصابات هذه الحمى منشأها استعمال لبن ملوث ناتج من حيوانات مريضة . على أنه اتضح من جهة أخرى أن ميكروب الحمى الفحمية لا يظهر فى اللبن عند الحلب إلا فى الدرجات الأخيرة من المرض قبل موت الحيوان بزمن وجيز ، وحينئذ تكون أعراض المرض واضحة تماماً وحالة الحيوان غير طبيعية ، ولهذا تعتبر عدوى الانسان بالمرض المذكور عن هذا الطريق مستبعده .

(٦) التهاب الضرع

ينشأ هذا المرض عن عدة أنواع من الميكروبات أهمها استربتوكوكس ماستيتيدس (Str. mastitidis) وهذا الميكروب ولو أنه يحدث التهاباً شديدا أحيانا بجزء أو أكثر من أجزاء الضرع ويسبب تغير صفات اللبن وتركيبه إلا أن الابحاث دلت على أنه لا يعدى الانسان ، ولكن لما كان من المحتمل وجود أنواع أخرى من الميكروبات التى تصيب الانسان الى جانب الميكروب المذكور فى الضروع الملتهبة فإنه يحسن دائما عدم استعمال اللبن الناتج من ماشية مصابة بالتهاب الضرع فى تغذية الانسان .

* * *

وأهم طرق الوقاية من الامراض السالفة الذكر تنحصر فى الكشف على الحيوانات المنتجة بين حين وآخر للتأكد من خلوها من المرض وفى بسترة اللبن أو غليه جيدا للقضاء على الميكروبات المرضية .

(ثانيا) الامراض التي تنتقل عن طريق اللبن من انسان الى انسان آخر

(١) السل الادمي

قد ينتقل ميكروب السل من إنسان إلى آخر بطريق اللبن أو منتجاته ، فاذا كان الحلاب أو أحد الأشخاص المكلفين بتصفية اللبن أو تبريده أو توزيعه مصابا بالسل الرئوى مثلا انتقل الميكروب منه إلى اللبن فى أثناء السعال أو العطاس وربما كان شرب هذا اللبن أو التغذى بمنتجاته سببا فى انتقال العدوى إلى آخرين ، ولهذا فينبغى عدم استخدام الأشخاص المشتبه فى إصابتهم بهذا المرض فى حظائر المواشى أو معامل الألبان .

(٢) حمى التيفود

توافرت الأدلة منذ وقت طويل على إمكان انتقال حمى التيفود (Typhoid fever) بواسطة اللبن ومنتجاته ، وبالفعل أن كثيراً من أوبئة التيفود التى حدثت فى مختلف البلدان يعود السبب فيها إلى شرب لبن ملوث بمكروب هذا المرض . وقد دلت الأبحاث على أن ميكروب التيفود (B. typhosus) لا يصيب المواشى وإنما ينتقل إلى اللبن بعد الحلب من عدة مصادر أهمها المرضى وحاملو المرض (Carriers of disease) وهؤلاء الأخيرون خطرهم عظيم فى نشر المرض لأنهم أصحاء فى الظاهر ولا تظهر عليهم أعراض المرض فى حين أن الميكروب يخرج فى إفرازاتهم وهو حافظ لخواصه المعدية حتى بعد شفائهم بمدد طويلة تصل أحيانا إلى بضع السنين . وقد يتلوث اللبن كذلك من الأشخاص الذين يقومون بخدمة مرضى التيفود فهؤلاء يحملون ميكروبات المرض على أيديهم وملابسهم فيلوثون اللبن فى أثناء الحلب والتداول

هذا ويلعب الذباب دوراً هاما فى نقل هذا المرض ، فبتغذيته على إفرازات مرضى التيفود — كالبراز مثلا — ينقل أجزاء منها عالقة بجسمه وأرجله إلى اللبن فيسبب نشر العدوى ، كما أن هذه الافرازات قد تتطاير فى الهواء بعد جفافها فتلوث اللبن وأوانيه إذا تركت معرضة لها .

وعلاوة على ما تقدم فقد ينشأ التلوث من الماء المحتوى على الميكروب إذا ما استعمل فى غسل الأوانى ، ففى بعض الأحيان يتلوث المورد المائى الذى يستمد منه المعمل حاجته ببعض إفرازات أشخاص مصابين بالتيفود فينتقل اليه ميكروب المرض ومن ثم تلوث الأوانى ، كما أن استعمال مثل هذا الماء الموبوء فى غسل الماشية أو السماح لها بالخوض فيه يؤدى الى وصول الميكروب الى جلدها وسقوطه فى اللبن أثناء الحلب

وميكروب التيفود ينمو سريعاً فى اللبن وخاصة المحفوظ منه على درجة حرارة مرتفعة نوعا كحرارة الدم مثلا ، على أن تكاثر بكتريا حامض اللكتيك وعملها فى اللبن تحت الظروف العادية يؤثر فى نمو ميكروب التيفود ويقلل من خطورة العدوى به ، فقد أظهرت الأبحاث أنه إذا بلغت درجة حموضة اللبن ٠,٤ أو ٠,٥ ٪ سببت قتل الميكروب فى أربع وعشرين ساعة .

والألبان المبسترة أو المغلية تعتبر بيئة مناسبة لنمو ميكروب التيفود إذا تلوثت به عقب التسخين نظراً إلى خلوها تقريباً من بكتريا حامض اللكتيك ، لذلك فهو يتكاثر فيها دون عائق ويبقى حافظاً لخواصه المعدية زمناً طويلا .

وهذا الميكروب ولو أنه لا يتكاثر فى اللبن المحفوظ على درجات منخفضة إلا أنه يبقى حياً فى مثل هذا اللبن مدة غير قصيرة ، فقد وجد أن ميكروب التيفود لم يتأثر عندما حفظ اللبن الملوث به على حوالى درجة التجمد مدة عشرين يوما . ويستنتج من ذلك أن تبريد اللبن لا يمنع خطر العدوى كما اتضح كما أن هذا الميكروب يعيش فى منتجات اللبن المحفوظه على درجات منخفضة مددا طويلة كذلك إلا أنه لا يعيش فى القشدة ذات الحموضة المرتفعة غير زمن وجيز .

ولا شك فى أن مزج كمية من اللبن الملوث بكميات أخرى من الألبان النقية يساعد على توزيع الميكروب فيها كلها مما يؤدى إلى نشر العدوى فى دائرة واسعة خصوصا إذا حفظ اللبن الممزوج على درجات حرارة مرتفعة تساعد الميكروب على النمو والتكاثر .

وكما يمكن نقل حمى التيفود بواسطة اللبن ومنتجاته يمكن كذلك نقل حمى الباراتيفود (Paratyphoid fever) بهذه الوسيلة ، والمصدر الرئيسى لتلوث اللبن فى حالة المرض الأخير هو براز المرضى وحاملى المرض وبولهم ، أما طرق وصول الميكروب إلى اللبن من هذه الافرازات فهى ذاتها التى ذكرت فى حالة حمى التيفود ، على أنه يمكن القول بأن أوبئة الباراتيفود التى تحدث بواسطة اللبن ليست من الكثرة بنسبة ما ينقله اللبن من أوبئة التيفود .

(٣) الدفتريا

اتضح فى حالات كثيرة أن انتشار الدفتريا (Diphtheria) يرجع الأصل فيه إلى التغذى بلبن ملوث بميكروب هذا المرض أو بأحد المنتجات المصنوعة منه ، وقد ظهر دليل قاطع فى معظم هذه الحالات على أن ميكروب الدفتريا (B . diphtheriae) قد انتقل مباشرة الى اللبن من شخص مريض أو حامل للمرض وأنه لم ينتقل من ماشية الحليب اذ أنها لا تصاب به . على أنه اتضح من الابحاث الحديثة أن ميكروب الدفتريا قد ينتقل الى اللبن من قروح توجد أحيانا على ضروع أو حلمات مواشى اللبن بو المعتقد أن الميكروب المذكور انتقل إلى هذه القروح نتيجة عدوى من مصدر آدمى

وقد تكون الافرازات التى تخرج من فم أو أنف أو زور مريض أو حامل المرض هى واسطة العدوى إذا عهد اليه ببعض الأعمال المتعلقة باللبن فسعال المصابين أو عطاسهم قد يسبب وصول الميكروب إلى اللبن مباشرة ، أو قد يلوث هواء الحجرة التى يوضع فيها اللبن ، فاذا حفظ بها اللبن غير مغطى تعرض للعدوى بالميكروب ، كما أن يدى المصاب قد تسبيان التلوث فى أثناء الحلب أو عند نقل الأوانى او غسلها .

وميكروب الدفتريا ولو أنه قادر على النمو فى اللبن إلا أن سرعة نموه فيه ليست بقدر سرعة نمو بعض الميكروبات المرضية الاخرى كميكروب التيفود مثلا ، وهو قادر على المعيشة فى اللبن ومنتجاته والاحتفاظ

بخواصه المعدية مدة غير قصيرة ، فقد وجد أنه يعيش فى اللبن أكثر من ثلاثين يوما ، وأنه يبقى حيا فى الزبد بعد مضى شهر من صنعها

ولا يعتبر اللبن على وجه العموم من وسائل العدوى الهامة بمرض الدفتريا بخلاف الحال فى حمى التيفود

(٤) الحمى القرمزية

ولو أن عدوى الحمى القرمزية (Scarlet fever) تحدث أصلا بالملامسة أو الاحتكاك المباشر غير أنه قد تبين أن الميكروب المسبب للمرض المعروف باسم ستربتوكوكس سكارلاتينا (Strep . scarlatina) قد يصل إلى اللبن ومنتجاته من المرضى اوالحاملين للمرض الذين يتداولون اللبن سواء بمعمل الالبان أو بحظيرة الحلب الخ ، كما ظهر أن التلوث قد ينشأ أحيانا من استعمال أوانى غير نظيفة مرتجعة من أماكن يقطنها أشخاص مصابون بهذا المرض ، وتغذى الانسان بلبن يحتوى على هذا الميكروب أو بالمنتجات المصنوعة من مثل هذا اللبن تنقل اليه عدوى المرض

وفى حالات قليلة اتضح أن تلوث اللبن ناشىء عن قروح على ضرع ماشية الحليب أو حلماتها يعيش فيها ميكروب المرض ومنها ينقل إلى اللبن فى أثناء الحلب .

وميكروب هذه الحمى لا يعيش فى اللبن أو منتجاته غير زمن قصير نسبيا اذا قيس بمدة معيشة أغلب الميكروبات المرضية الاخرى فى هذه المواد .

(٥) مرض الزور العفن

ينشأ مرض الزور العفن (Septic Sore Throat) كذلك إما عن عدوى مباشرة من المرضى إلى الأصحاء أو ينتقل إلى الأصحاء بواسطة اللبن الملوث أو منتجاته ، والحالات الأخيرة أكثر شيوعا وانتشارا من الأولى .

ويحدث تلوث اللبن من يد حلاب مريض فى أثناء عملية الحلب ؛ أو ينتج عن اصابة فى ضرع الحيوان ناشئة عن عدوى انتقلت من حلق مريض الى يده ثم إلى داخل الضرع عن طريق فتحات الحلمات ، فقد ظهر أن ميكروب المرض الذى يوجد فى حلق المصاب يمكن أن ينتقل إلى ضرع الحيوان وينمو بسرعة فيه دون أن يحدث أعراضا مرضية ، ولكنه غالبا ما يسبب التهابات ، ولذلك فان التلوث الناتج عن ضرع مصاب يعتبر أشد خطراً من التلوث الذى يحدث من الانسان مباشرة لان الميكروب ينتقل إلى اللبن فى الحالة الاولى بكميات أكبر منها فى الثانية .

وقد وجد ان الميكروب السبحى المسبب لهذا المرض يشبه فى كثير من خواصه ميكروب التهاب الضرع العادى أى ستربتوكوكس مستيتيدس ، غير ان هذا الاخير لا يعدى الانسان كما اشرنا إلى ذلك من قبل

(٦) اسهال الأطفال

يعتبر مرض اسهال الاطفال (Infantile diarrhea) أو الاسهال الصيفى (Summer diarrhea) من أخطر الامراض التى تصيب الاطفال وتسبب وفاة الكثيرين منهم خصوصا من لم تتجاوز أعمارهم العام الواحد . ويكثر انتشار المرض فى زمن الصيف وتساعد على ذلك عدة عوامل أهمها كثرة الذباب والغبار وارتفاع عدد البكتريا فى اللبن وقلة مناعة الاطفال للامراض بسبب اشتداد حرارة الجو ... الخ .

وقد دلت الابحاث على أن الاصابة بهذا المرض لاترجع الى ميكروب خاص بل تعزى الى عدة أنواع من الميكروبات تختلف باختلاف الاحوال فينسب المرض أحيانا الى ميكروبات القولون أو الى باسلس ولشياى أو الى بعض الميكروبات السبحية أو الى غيرها من الميكروبات . وتجدر الاشارة بهذه المناسبة إلى أنه من المحتمل كثيرا أن يكون التغذى بلبن محتو على نسبة عالية من باسلس القولون هو سبب الكثير من الاضطرابات المعوية التى تحدث للاطفال .

وينسب اسهال الاطفال فى بعض الاحايين إلى المتحصلات السامة التى تنتجها فى اللبن الميكروبات المنتقلة اليه بكثرة من الاوساخ ، وهذه المتحصلات اما أن تنتج فى اللبن قبل شربه أو بعد دخوله فى القناة الهضمية وربما كان السر فى عدم الوصول الى السبب الحقيقى لهذا المرض هو عدم امكان استعمال الاطفال فى التجارب الخاصة بذلك ، وصعوبة الحصول على نتائج حاسمة من التجارب التى أجريت على الحيوانات حول هذا الموضوع ، ولكن الابحاث قد دلت بوجه عام على أن العدوى تنشأ على الاخص من لبن الماشية الملوث إذ اتضح أن المرض المذكور نادرا مايصيب الاطفال الذين يغذون بلبن أمهاتهم أو بلبن نظيف أو مبستر . والمعتقد أن من الخطر إعطاء الاطفال لبنا يحتوى على أكثر من مليون بكتريا فى السنتيمتر المكعب .

وقد لوحظ أن مرض اسهال الاطفال أكثر انتشارا فى المدن منه فى الجهات الريفية لان اللبن يستهلك فى الاولى بعد انقضاء وقت طويل من الحلب ، كما لوحظ أن المرض ينتشر فى الجهات التى تسوء فيها الاحوال الصحية .

* * *

وهناك بعض أمراض أخرى — كالدوسنتاريا والكوليرا — قد تنتقل بواسطة اللبن تحت ظروف خاصة ولكنها أقل أهمية من الامراض السابقة .

طرق الوقاية من الامراض التى تنتقل من الانسان بواسطة اللبن :

يتبغى للوقاية من الامراض التى تنتقل من الانسان بواسطة اللبن أن تراعى الشروط الصحية الاساسية التى سبق تفصيلها فى الابواب السابقة ، وزيادة فى الفائدة نجمل أهمها فيما يلى : —

(١) الوثوق من سلامة العمال من الامراض المعدية ، وفحصهم طبياً قبل استخدامهم فى أى عمل يتصل باللبن ، وعدم السماح للمرضى أو حاملى المرض أو من يقومون بخدمة مريض بمزاولة أعمالهم

(٢) العناية التامة بنظافة وتعقيم جميع أدوات المعمل والاوانى المستعملة فى الحلب وفى نقل وحفظ وتوزيع اللبن ووقايتها من التلوث عقب التعقيم .

(٣) الاهتمام بنظافة ماشية الحليب وأيدى الحلابين وملابسهم .

(٤) وقاية اللبن فى أثناء الحلب أوالنقل أوالحفظ أو التوزيع من التلوث بالروث أوالغبار أوالذباب أو غير ذلك من الاوساخ .

(٥) تبريد اللبن وحفظه على حرارة منخفضة من وقت الحلب حتى تسليمه للمستهلك .

(٦) فحص الماء المستعمل فى شرب المواشى وغسلها وفى غسل الاوانى فحصا بكتريولوجيا بين حين وآخر والتأكد من خلوه من الميكروبات المرضية .

(٧) إبادة ماقد يكون قد وصل الى اللبن من ميكروبات مرضية ببسترته أوتعقيمه أو غليه جيدا .

التسمم الناشىء عن اللبن ومنتجاته

موضوع التسمم الغذائى من الموضوعات الوثيقة الارتباط بالامراض ، ولعله من المفيد أن نأتى فى هذا الباب بفبذة مختصرة عن التسمم الناشىء عن اللبن ومنتجاته وكيفية إتقاء أخطاره .

لوحظ من وقت إلى آخر ظهور حوادث تسمم غامضة عزى السبب فيها أحيانا إلى التغذى بلبن أوجبن أو مثلجات متسممة ، ولقد عملت أبحاث كثيرة للوقوف على كنه المواد التى ينشأ عنها التسمم ، ولكن هذه الابحاث لم تأت فى أغلب الأحيان بنتائج حاسمة ، على أنه يمكن تقسيم العوامل الأساسية التى ينسب اليها التسمم باللبن ومنتجاته الى قسمين : أولهما يتصل بالحيوان المنتج وثانيهما يتعلق باللبن عقب الانتاج .

ومن أهم أمثلة القسم الاول مايأتى : —

(١) ينسب التسمم فى بعض الاحوال إلى التغذى بلبن مسمم ناتج من حيوان مصاب باضطرابات معوية مسببة عن باسلس انتريتيدس جارتنر (B.enteritidis of Gaertner) ، وهذا الميكروب من الانواع التعفنية التى تفرز مواد سامة ، وقد يتلوث به اللبن من روث الحيوان المصاب .

(٢) وقد يكون السبب فى التسمم راجعا الى تغذى الماشية ببعض نباتات سامة ، ففى مثل هذه الاحوال تفرز المادة السامة التى تحويها هذه النباتات فى اللبن .

(٣) ويعزى التسمم أحيانا إلى مواد تعالج بها الحيوانات وتفرز مع اللبن ومثل هذه المواد مركبات الزرنيخ واليود . الخ .

أما القسم الثانى فمن أمثلته مايلى : —

(١) احتواء اللبن على عدد كبير من الميكروبات نتيجة تلوثه فى أثناء الحلب والتداول وحفظه على حرارة مرتفعة تساعد على تكاثر البكتريا ونشاطها مما يؤدى إلى انتاج متحصلات سامة فى اللبن كما أشرنا إلى ذلك فى مناسبات سابقة ، ومثل هذه المواد لاتؤثر فيها عمليات التسخين .

(٢) وقد يحدث التسمم من إضافة بعض المواد الحافظة الى اللبن بكميات زائدة ، وقد ذكرنا سابقا أن معظم هذه المواد سام ، ولهذا ربما ينشأ التسمم عن شرب اللبن الذى يحويها او التغذى بالمنتجات المصنوعة منه .

(٣) قد وجد فى بعض الاحوال أن التسمم أصاب حيوانات تغذت بلبن حفظ فى أوعية مصنوعة من الحديد المجلفن ويعزى السبب إلى تأثير الزنك الذى أذيب من سطوح الوعاء بفعل الحمض المتكون فى اللبن .

وتتميز أعراض التسمم بالآلام المعوية والإسهال والقىء الخ . ولكن حدتها وسرعة ظهورها تختلف باختلاف الظروف تبعا لنوع المادة السامة وكميتها ، ويمكن أن يقال بوجه عام أن أخطر أنواع التسمم التى تنشأ عن اللبن ومنتجاته هى التى يكون سببها المواد السامة أو التوكسينات التى تنتجها البكتريا وتأثيرها أكثر وضوحا فى حالة الجبن والمثلجات منه فى بقية منتجات اللبن .

أما طرق الوقاية من التسمم الناشىء عن اللبن ومنتجاته فتنحصر فى تجنب استعمال ألبان المواشى المصابة باضطرابات معوية والتى تعالج بمواد كيماوية سامة وكذا بمراعاة النظافة فى إنتاج اللبن وتبريده والتأكد من نقاوة اللبن الذى يستعمل فى صنع الجبن وغيره من منتجات الالبان .

الجزء الثانى

التغيرات التى تحدثها البكتريا باللبن ومنتجاته

الباب الحادى عشر

انواع الميكروبات التى توجد باللبن

والعوامل التى تؤثر فى نموها ونشاطها

بسطنا فى الأبواب السابقة مصادر تلوث اللبن بالبكتريا ، وشرحنا أهمية كل مصدر منها ، وقد أشرنا فى صدد الكلام عن بعض هذه المصادر إلى أنواع الميكروبات الهامة التى يمكن أن تنتقل منها إلى اللبن ، وسنعود فى هذا الباب إلى ذكر الميكروبات التى يكثر وجودها فى مختلف عينات اللبن مع بحث أهم العوامل المؤثرة فى نموها ونشاطها .

أنواع البكتريا التى توجد باللبن

سبق أن ذكرنا أن اللبن الناتج من حيوان خال من الأمراض لا يحتوى غالبا إلا على عدد يسير من البكتريا التى تنتقل اليه من الضرع ، على أنه يلاحظ دائما أن عدد البكتريا يتزايد فى اللبن تدريجا بعد خروجه من الضرع أى فى أثناء الحلب والعمليات التى تعقبه ، وكلما ازداد تداول اللبن ونقله من وعاء لآخر كلما ارتفع عدد البكتريا فيه وخاصة إذا كانت الظروف ملائمة لنموها وتكاثرها .

ونظراً لتعدد مصادر التلوث التى يتعرض لها اللبن فى أثناء الانتاج فإنه يحتوى فى أغلب الأحوال على أنواع متباينة من الميكروبات ، منها ماهى شائعة الوجود يصادفها الفاحص فى جميع عينات اللبن تقريبا ، ومنها ماهى عرضية لا توجد إلا تحت ظروف خاصة كأن يتعرض اللبن للتلوث من مصادر معينة .

ويمكن تقسيم الميكروبات إما تبعا للمصادر التى تنتقل منها ، أو بالنسبة لأهميتها الصحية والاقتصادية أو بالنسبة لطبيعة التغيرات التى تحدثها باللبن ومنتجاته . فمن الوجهة الأولى تقسم إلى أنواع منتقلة من مصادر التلوث العادية كالضرع السليم والهواء والأوانى ، وإلى أنواع تنتقل من الأوساخ والروث والماء والذباب والحلاب ... الخ ، وبعض الأنواع الأولى تخمر اللاكتوز أو تفرز انزيمات بينما كثير منها ليس له تأثير يذكر فى اللبن ، فى حين أن جل أفراد القسم الثانى من الأنواع التى تؤثر تاثيرا سيئا فى تركيب اللبن أو تضر بالصحة ويكثر وجودها فى اللبن غير المعتنى به مثل باسلس القولون وبكتريوم إيروجنيس (B. aerogenes) وبروتيس فلجارس (Proteus vulgaris) وبكتريوم فلورسنس (B. fluorescens) وباسلس سبتلس (Bac. subtilis) الخ ، وبعض الفطر والخمائر وأحيانا بكتريا حامض البيوتريك وبعض

الميكروبات الممرضة . على أن التقسيم السالف الذكر تقسيم عام غير دقيق ولذا فغالبا يتبع نظام آخر روعيت فيه البساطة ويضم إلى جانب الأهمية الصحية والاقتصادية التغيرات الهامة التى تحدثها البكتريا فى اللبن ، وهو يشتمل على قسمين رئيسيين هما الأنواع الطفيلية أو الممرضة وقد سبق تقسيمها وشرحها فى الباب السابق ، والأنواع الرمية وهى التى تحدث تغيرات فى طعم اللبن أو رائحته أو لونه أو قوامه سواء أكانت هذه التغيرات مرغوبا فيها أم ضارة وسواء أدت إلى رفع أو خفض قيمة اللبن التجارية ، وسنعود إلى وصف هذه التغيرات وكذا الميكروبات التى تحدثها بالتفصيل فى الأبواب التالية .

وعادة تقسم الأنواع الرمية إلى أربع مجموعات مميزة كالاتى :

أولا : أنواع منتجة للحامض : وهى تضم الميكروبات المحللة للاكتوز كبكتريا حامض اللكتيك (Lactic acid bacteria) من قسمى ستربتوكوكس ولاكتوباسلس ، وميكروبات القولون وبكتريا حامض البيوتريك (Butyric acid bacteria) .

ثانيا : أنواع هاضمة : وتشمل الميكروبات المفرزة للأنزيمات كالأنواع التى تجبن اللبن والتى تحل الكازين وكذا البكتريا التى تسبب تغيرات غير عادية فى لون اللبن .

ثالثا : أنواع محللة للدهن : وهى تحوى الميكروبات التى تحدث الزناخة والمرارة الخ .

رابعا : أنواع ضعيفة التأثير : وهى التى تنمو فى اللبن ببطء ولا تكون غير نسبة ضئيلة من الحامض أو لا تغير البروتين إلا بدرجة ضئيلة ، وهذه ليس لها تأثير يذكر فى اللبن من وجهة تركيبه أو مدة حفظه ولو أنها توجد فيه بعدد كبير فى أكثر الأحيان .

وتختلف أشكال وخواص الميكروبات التى تشملها الأقسام السالفة الذكر كثيرا ، فمنها العصوى والكروى والمتجرثم وغير المتجرثم والهوائى وغير الهوائى .

ومما يجدر الاشارة إليه هنا أنه وإن كان وجود الميكروبات فى اللبن المعد للاستهلاك المباشر غير مرغوب فيه على وجه العموم ، وخاصة إذا وجدت بعدد كبير لما قد تحدثه من تغيرات ضارة تقلل من قيمته التجارية أو تؤثر تأثيرا سيئا فى صحة متناوليه ، إلا أن بعض الأنواع المعتاد وجودها فى اللبن لها أهمية خاصة فى صنع منتجاته ولهذا فانها تضاف إليه فى حالة صنع الألبان المختمرة أو بعض أنواع الجبن مثلا على هيئة مستحضرات أو مزارع تحوى عدداً كبيراً منها ويشجع نموها فيه بوسائل خاصة ، وتنتمى هذه الميكروبات إلى بكتريا حامض اللكتيك . وتعزى إليها الفائدة الصحية التى تمتاز بها الألبان المختمرة لكثرة ما تحويه منها .

العوامل التى تؤثر فى نمو البكتريا باللبن

يتوقف عدد وأنواع الميكروبات التى توجد باللبن عقب الانتاج مباشرة على مدى وطبيعة التلوث الذى يتعرض له وتتوقف زيادة العدد وسرعة نمو الميكروبات فى اللبن ونسبة الأنواع التى يحويها بعضها إلى بعض كلما طالت مدة حفظه على عدة عوامل طبيعية من أهمها ما يأتى :

أولا : تأثير بعض الأنواع فى نمو البعض الآخر .
ثانيا : خاصية اللبن المطهرة .
ثالثا : درجة الحرارة التى يحفظ عليها اللبن .
ويتأثر العاملان الأولان إلى حد بعيد بالعامل الثالث الذى يعتبر أهمها كما يتضح من الشرح التالى :

أولا : تأثير بعض الأنواع فى نمو البعض الآخر :

يعتبر اللبن بيئة مناسبة لنمو الغالبية العظمى من الميكروبات إلا فى الحالات التى يتعارض فيها نمو نوع مع نوع آخر ، كأن تنتج بعض الأنواع فى اللبن تحت ظروف خاصة مواد تجعله غير صالح لنمو أنواع أخرى فمثلا إذا حفظ اللبن على درجة حرارة ملائمة لنمو بكتريا حامض اللكتيك فانها تتكاثر بسرعة كبيرة فتؤثر على اللاكتوز وتنتج حامض اللكتيك الذى يجعل تأثير البيئة غير مناسب لنمو البكتريا التعفنية وبعض ميكروبات الامراض الخطرة ، ونظراً لخلو اللبن المسخن من بكتريا حامض اللكتيك فانه يكون أنسب لنمو الأنواع الأخيرة من اللبن الخام العادى ولذا يلاحظ أن من أهم مزايا إضافة بكتريا حامض اللكتيك إلى اللبن المعد لصنع الجبن هو وقاية الأخير من عمليات التعفن وذلك بتأثير ما تنتجه البكتريا المذكورة من الحامض .

وكما أن بعض الانواع تعيق نمو البعض الآخر أو تضعفه فان بعضها يشجع نمو البعض ، فمثلا إذا بلغ تركيز حامض اللكتيك فى اللبن درجة خاصة فان ذلك يساعد على نشاط أنواع الفطر التى يحويها اللبن لملاءمة الشروط الحمضية لنموها ، وهذه تعمل على أكسدة الحامض ومعادلة التأثير مما يسمح لانواع البكتريا الاخرى بالنمو والتكاثر ثانيا .

ومن هذه الامثلة يشاهد بوضوح التأثير الضار أو النافع الذى لبعض الميكروبات على البعض الآخر مما يتسبب عنه فى بعض الاحيان وقف تكاثر البعض وانخفاض عدده النسبى وفى أحيان أخرى زيادة نشاط البعض وسرعة نموه .

ثانيا : خاصية اللبن المطهرة

دلت الابحاث التى أجريت على عد البكتريا بطريقة الاطباق فى اللبن الحديث الحلب على أن عددها يأخذ فى الانخفاض فترة من الزمن تطول أو تقصر حسب درجة الحرارة التى تحفظ عليها العينة ، وقد عزى هذا النقص إلى ما للبن من تأثير مطهر (germicidal action) ونسب هذا التأثير إلى عدة عوامل نذكر فيما يلى أهمها :

١) عدم ملاءمة البيئة لمعيشة بعض الأنواع :

بعض الميكروبات التى تنتقل إلى اللبن من الضرع وبعض المصادر الأخرى تجد اللبن بيئة غير ملائمة لمعيشتها ونموها أو تجد الشروط غير موافقة لحياتها فتموت ويستدل على صحة هذا الاستنتاج بأن بكتريا حامض اللكتيك لاينخفض عددها فى اللبن بخلاف الحال فى بعض الميكروبات الأخرى .

٢) تأثير المواد الملبدة :

وجد أن اللبن يحتوى عند حلبه على مواد ملبدة تعرف باسم الأجلوتينات (Agglutinins) تنتقل اليه من دم الحيوان المنتج ، وهذه تسبب تجمع (agglutination) والتصاق بعض الميكروبات التى وصلت إلى اللبن ، فعند تقدير العدد بطريقة الأطباق تنتج كل كتلة مؤلفة من عدة بكتريا ملتصقة بعضها ببعض مجموعة واحدة بدلا من عدة مجموعات ، وهذا يؤدى إلى إحتساب عدد الميكروبات القابلة للزرع على الأطباق أقل من الموجودة فعلا بالعينة ولذلك يعتبر النقص المذكور نقصا ظاهريا وليس حقيقيا . ومما يعزز هذا الرأى أن الهبوط فى العدد لا يكون ملحوظا إذا أجرى تفكيك الكتل الملتصقة قبل إجراء العملية .

٣) تأثير المواد القاتلة :

يعزى بعض الباحثين انخفاض عدد البكتريا فى اللبن خلال الساعات الأولى بعد الحلب إلى احتوائه على مواد قاتلة للبكتريا أهمها خلايا الدم البيضاء (leucocytes) والأجسام المضادة (anti - bodies) فالأولى وهى التى تعرف أحيانا باسم الفاجوسيت أو الخلايا الآكلة قد يحتفظ بعضها بقدرته على التهام البكتريا وهضمها إلى مابعد حلب اللبن ، إذ يشاهد عند فحص رواسب بعض العينات ميكروسكوبيا أنها تحتوى على عدد كبير من هذه الخلايا منها مايحتوى على بكتريا ، غير أنه لايوجد دليل قاطع على أن التهام الخلايا للبكتريا يتم بعد خروج اللبن من الضرع ، أما الأجسام المضادة وهى من أنواع مختلفة فالمعتقد أنها تعمل كذلك على قتل البكتريا بعد خروج اللبن من الضرع وبذلك تشترك فى التأثير المطهر .

* * *

ولقد أجريت أبحاث كثيرة على خاصية اللبن المطهرة وخصوصا من حيث علاقتها بدرجة الحرارة التى يحفظ عليها اللبن وتأثير التسخين فيها ، فوجد أنه لاتتأثر أنواع الميكروبات المختلفة بهذه الخاصية بدرجة واحدة فبينما يقف بعضها عن النموكلية أو يتناقص عدده لايتأثر البعض الآخر اطلاقا ، كما وجد أن التأثير المطهر تطول مدته بانخفاض حرارة الحفظ وتقصر بارتفاعها ، فعلى درجة ٣٢ ف (صفر س) مثلا قد يستمر الانخفاض فى العدد لمدة أسبوع أو أكثر ، وعلى درجة ٥٠ ف (١٠ س) وقد لاتتجاوز مدته الأربع والعشرين ساعة فى حين أنها تقصر إلى ساعات قلائل إذا حفظ اللبن على درجة ٩٨,٦ ف (٣٧ س) ثم تبدأ البكتريا فى التكاثر بسرعة .

وقد وجد أن التسخين إلى درجة تتراوح بين ١٥٨ و ١٧٦ ف (٧٠ — ٨٠ س) يفقد اللبن قوته المطهرة . كما أظهرت الأبحاث أن الخاصية المطهرة لاتفقد تأثيرها فى ميكروب التيفود إذا سخن اللبن الى درجة ١٤٠ ف (٦٠ س) لمدة عشرين دقيقة ، ولكن تأثيرها يضعف بالنسبة للميكروب المذكور فى حالة تسخين اللبن إلى درجة ١٥٨ ف لمدة ٣٠ دقيقة . ووجدت حالات مشابهة فيما يتعلق باختلاف التأثر فى بعض الميكروبات الأخرى بهذه الخاصية .

وقد اتضح من بعض التجارب أن اللبن المبستر بالطريقة البطيئة يحتفظ بقوته المطهرة بينما يفقدها اللبن

المعامل بالبسترة العالية أو المغلى ، كما لوحظ أن ألبان المواشى المختلفة تختلف فى قوتها المطهرة وشوهد أن هذه الخاصية أقوى فى زمن الصيف منها فى بقية أوقات السنة . وعلى وجه العموم فلا تعتبر خاصية اللبن المطهرة ذات أهمية عملية فى حفظ اللبن فهى لاتؤدى إلى تعقيمه أو إبادة ما يصل اليه من ميكروبات ضارة أو ممرضة بل انها تساعد فقط على بقاء العدد منخفضا متى كانت الظروف مناسبة لاستمرار فعلها .

ثالثا : درجة الحرارة التى يحفظ عليها اللبن :

لدرجة الحرارة التى يحفظ عليها اللبن تأثير كبير فى مدى تكاثر الميكروبات التى توجد بالعينة وكذلك فى نسبة الأنواع التى تحويها بعضها لبعض ، وإذا حفظ اللبن على درجة حرارة معينة فإنه تقريبا يتغير دائما بشكل خاص ، إذ أن لكل نوع من أنواع الاختمار درجة حرارة خاصة يحصل عندها عادة ، وهذه الدرجة إما أن تناسب نشاط الميكروب المسبب لهذا الاختمار أو أنها لا تلائم نمو الميكروبات الأخرى التى يمكن أن يؤدى نشاطها إلى وقف عمل الميكروب الاول أو إضعافه وسنتكلم فيما يلى عن أهم التغيرات التى تحدث باللبن عند حفظه على درجات الحرارة المختلفة .

(١) الحفظ على حوالى درجة التجمد :

لا تتكاثر البكتريا فى اللبن المحفوظ على درجة تقل عن درجة التجمد [1] (freezing point) بل عادة يميل عددها إلى الانخفاض ، ويتوقف مدى هذا الانخفاض على مقدار مقاومة الانواع التى تحويها العينة للظروف غير الملائمة . ولا يحتمل أن يؤدى استعمال اللبن أو القشدة ألتى تجمدت بالتبريد وحفظت متجمدة مدة طويلة إلى أضرار صحية ، لانه لاينتظر أن تنتج بها متحصلات سامة (toxic products) ما دام نمو البكتريا متوقفا ، إلا أنه قد يلاحظ أحيانا ظهور نكهة غير عادية بها ، أما إذا كان الحفظ على درجة أعلى قليلا من درجة التجمد فان عدد البكتريا ينخفض عادة انخفاضا يسيرا ثم تبدأ فى التكاثر بعد مضى أسبوع أو أكثر وتستمر هكذا حتى يبلغ عددها بضع ملايين فى السنتيمتر المكعب ، ويصحب هذا التكاثر بطول مدة الحفظ تغيرات فى الكازين والحموضة والرائحة ، فمثلا حفظت عينة من اللبن على درجة ٣٢ ف (صفر سنتجراد) وكانت تحتوى بعد الحلب على ١٣٠٠٠٠ بكتريا فى السنتيمتر المكعب فانخفض هذا العدد إلى ٧٢٥٠٠ بعد ستة أيام ثم بدأ فى الارتفاع حتى بلغ ٣٤ مليونا فى السنتيمتر المكعب بعد ٢٦ يوما ، وشوهد حينئذ أن الكازين قد ترسب وظهرت نكهة غريبة بالعينة ، بينما زادت الحموضة من ٠,١٦ ٪ حتى بلغت ٠,٦٥ ٪ بعد انقضاء ١٠٦ أيام وتكونت بالعينة غازات وأخذ الكازين فى الانحلال وأصبحت رائحتها غير مقبولة .

ويشاهد عند فحص مثل هذه العينات أنها تحتوى على ميكروبات هاضمة وأخرى مكونة للحامض ، ويكون عدد الأولى أكبر مما يوجد فى العينات المحفوظة على درجات أعلى من الدرجة المذكورة وبالعكس تكون الثانية أقل عددا .

ومن أهم ما ينبغى ملاحظته فى العينات التى تحفظ على مثل هذه الدرجات المنخفضة أن عدد البكتريا

---

(١) درجة تجمد اللبن تختلف باختلاف تركيب العينات إلا انها على وجه التقريب حوالى ٣١ ف (— ٥٦ ر٠ س)

قد يبلغ فيها درجة كبيرة دون أن تظهر بها تغيرات ملحوظة فى الطعم والرائحة يستدل منها على وجود هذا العدد ، ولما كان تحلل بروتين اللبن قد يؤدى إلى تكون متحصلات سامة فان حفظ اللبن أو القشدة لمدة طويلة على درجات تزيد قليلا عن درجة التجمد قد يسبب أضرارا صحية جسيمة ، ومن المحتمل أن تكون بعض حوادث التسمم المسببة عن أكل المثلجات ناشئة عن خزن القشدة المستعملة فى صنعها على حوالى درجة ٣٢ ف لمدة طويلة ، على أن الحفظ على درجات أعلى من ذلك ولو أنه يؤدى إلى تكاثر سريع نسبيا إلا أن التغير الذى ينشأ حينئذ لايتسبب عنه عادة متحصلات ضارة لأنه يحدث رئيسيا بانحلال الكربوايدرات بدلا من انحلال البروتين ، لهذا كان من الضرورى ألا يحفظ اللبن أو القشدة مدة طويلة تزيد عن عشرة أيام على درجة ٣٢ ف منعا لاحتمال تكون المتحصلات السامة بها .

٢) الحفظ على درجة بين ٤٠ و ٥٠ ف (٤,٤ — ١٠ س) :

إذا حفظ اللبن على حوالى درجة ٤٠ ف فإن التغيرات التى تحدث به تشبه على وجه العموم تلك التى تحدث على درجة ٣٢ ف ولو أن تكاثر البكتريا يبدأ فيه سريعا نوعا ، ومعنى ذلك إمكان تكون المتحصلات السامة فى مثل هذا اللبن بطول مدة الحفظ أما اذا أجرى الحفظ على درجة ٥٠ ف فلا تكون التغيرات التى تحدث متشابهة على الدوام فى مختلف العينات لأن هذه الدرجة تناسب نمو عدة أنواع من الميكروبات ، ففى بعض الاحوال يظهر اختمار حامضى فى البداية وفى أحوال أخرى يتغير اللبن تغيرات غير عادية أولا ، فالميكروبات المسببة للزوجة والمرارة يجود نموهما على هذه الدرجة ، لذلك فان هذين التغيرين كثيرا مايحدثان تحت الظروف المذكورة خصوصا وأن نمو ستربتوكوكس لاكتس على هذه الدرجة محدود ، ولهذا فهى لاتؤثر فى نمو الميكروبات السالفة الذكر بمثل تأثيرها فيها على درجات الحرارة المرتفعة ، ويمكن أن يقال على وجه العموم أن تكاثر البكتريا فى اللبن على درجة ٥٠ ف أنشط كثيرا منه على درجة ٤٠ ف .

٣) الحفظ على درجة ٧٠ ف (٢١,١ س) :

لما كانت هذه الدرجة توافق نمو ستربتوكوكس لاكتس تماما فان اللبن عند حفظه عليها يحمض بسرعة نتيجة تكون حامض اللكتيك ، ويصحب هذا التغير أو يليه إنتاج الغازات المسببة عن ميكروبات القولون أو الخمائر كما تظهر رائحة وطعم غير مرغوب فيهما بفعل أنواع مختلفة من الميكروبات .

ومما يجدر ذكره أن نسبة ستربتوكوكس لاكتس تأخذ فى الاطراد بالحفظ على الدرجة المذكورة حتى تبلغ بعد انقضاء وقت غير طويل ٩٠ ٪ من جملة الميكروبات الموجودة باللبن ، ويؤدى سرعة نموها إلى وقف عمل الميكروبات الأخرى التى لاتتحمل الحموضة العالية .

٤) الحفظ على درجة ٩٨,٦ ف (٣٧ س) :

عادة ينتج الحامض بسرعة كبيرة على درجة ٩٨,٦ ف بفعل ستربتوكوكس لاكتس كما تنتج غازات كثيرة لأن هذه الدرجة على الأخص تلائم نمو الميكروبات المكونة للغازات ، علاوة على أنها تناسب نمو بعض أنواع اللاكتوباسلس التى يؤدى نشاطها إلى تكون كميات كبيرة من حامض اللكتيك كذلك .

أما فى اللبن المحفوظ على درجات أعلى من ٩٨,٦ ف (مثل ١٠٤ — ١١٣ ف أى ٤٠ — ٤٥ س) فيغلب فيه وجود اللاكتوباسلس وبعض الخمائر المحللة للاكتوز ، كما أن من أنواع ستربتوكوكس (مثل

ستربتوكوكس ثرموفيلس Str. thermophilus) ماتلائمه مثل هذه الدرجات العالية .

هذا وقد دلت التجارب كما ذكرنا من قبل على وجود أنواع من الميكروبات تعرف بالأنواع الثرموفيلية يمكنها التكاثر بنشاط على درجات الحرارة المستعملة فى البسترة البطيئة (١٤٥ — ١٥٠ ف) وينسب الى هذه الأنواع ارتفاع عدد البكتريا فى بعض الألبان المبسترة وعلى الأخص فى الأحوال التى تستمر فيها إدارة الجهاز مدة طويلة دون توقف .

هذا ومما لاشك فيه أن لجودة اللبن من الوجهة البكتريولوجية أى لمدى العناية التى تتخذ فى انتاجه أثر ملحوظ فى سرعة تكاثر البكتريا به ، فقد اتضح أن النسبة المئوية لزيادة العدد فى اللبن النظيف أقل منها فى اللبن القذر حتى ولو حفظ الاول على درجة حرارة مناسبة للنمو مادام العدد الاصلى الموجود به قليلا كما يتضح من نتيجة التجربة الآتية التى أجراها ماتيك (Mattick) وقدر عدد البكتريا فيها بطريقة الاطباق .

عدد البكتريا فى عينة من اللبن روعيت النظافة فى إنتاجها .

عمر العينة بالساعات عند الاختبار	درجة حرارة الحفظ ٥٠ ف	٦٠ ف	٧٠ ف
٢٤	١٠٠٠	١٠٠٠	٢٠٠٠
٢٧	١٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠
٣٠	١٠٠٠	٢٠٠٠	٥٠٠٠
٣٣	٢٠٠٠	٥٠٠٠	٦٠٠٠
٣٦	٣٠٠٠	٥٠٠٠	٨٠٠٠

عدد البكتريا فى عينة أخرى أنتجت تحت الظروف العادية .

عمر العينة بالساعات عند الاختبار	درجة حرارة الحفظ ٥٠ ف	٦٠ ف	٧٠ ف
٢٤	١٤٠٠٠٠	١٢٠٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠٠٠
٢٧	١٩٠٠٠٠	١٦٠٠٠٠٠	غير قابلة للعد
٣٠	٢٨٠٠٠٠	٣٠٠٠٠٠٠	»
٣٣	٥٢٠٠٠٠	٥٠٠٠٠٠٠	»
٣٦	٨٠٠٠٠٠	٧٠٠٠٠٠٠	»

ويعود السبب فى ذلك الى احتواء اللبن فى الحالة الاولى على نسبة كبيرة من الميكروبات المنتقلة اليه من داخل الضرع ، وهى بطيئة النمو فى اللبن كما قلنا من قبل بخلاف الحال فى اللبن الثانى فإن الميكروبات التى تأتى من مصادر خارجية تكون عادة سريعة النمو فى اللبن ، كما قد تعزى سرعة إزدياد العدد فى اللبن غير النظيف المحتوى على عدد كبير من الميكروبات الى وصول أجزاء من الروث إليه فى أثناء الانتاج وهذه يعتقد أنها تحتوى على مواد مشجعة للنمو (growth promoting)

أدوار نشاط البكتريا فى اللبن

يمكننا أن نميز أربعة أدوار رئيسية لنشاط البكتريا فى اللبن إذا ترك دون معاملة خاصة وحفظ على درجات تتراوح بين ٥٠ و ٦٨ ف (١٠ — ٢٠ س) وهذه الأدوار هى كما يأتى :

الدور الأول : ويعرف بالدور القاتل (germicidal phase) وهو الذى يقل فيه عدد البكتريا فى اللبن فى غضون الساعات الأولى بعد الحلب مباشرة وينسب إلى العوامل التى أسلفنا ذكرها .

الدور الثانى : ويعرف بدور التكاثر (multiplication phase) وفيه تنمو البكتريا دون عائق وتتوقف سرعة النمو والتكاثر وكذا الأنواع التى يغلب وجودها فى العينة وكيفية تغيرها على درجة الحرارة التى تحفظ عليها كما فصلنا ذلك فيما سبق ، وينتهى هذا الدور عموما بتجبن اللبن ، وأنشط الميكروبات التى تعمل فى هذه الحالة هى ستربتوكوكس لاكتس . فاذا حفظ اللبن على حوالى درجة ٦٨ ف تجبن عادة بهذا الميكروب فى حوالى ٤ ساعة . على أنه تنبغى الاشارة هنا إلى أن النقطة التى يتجبن عندها اللبن لاتتوقف على عدد ما به من ميكروبات بل على درجة حموضته ، فقد لايوجد بالسنتيمتر المكعب من اللبن الذى يحفظ على درجة ٩٨,٦ ف عند تجبنه غير ثمانية ملايين بكتريا فى حين يشاهد أن اللبن المحفوظ على درجة أكثر انخفاضا يحتوى على بضع مئات الملايين فى السنتيمتر المكعب دون أن يتجبن .

ومتى وصلت الحموضة حداً معيناً يقف نمو البكتريا وينتهى هذا الدور .

الدور الثالث : ويعرف بدور نمو الفطر (fungi development phase) وفيه يتشجع الفطر على التكاثر بتأثير حموضة اللبن العالية ، إذ المعروف أن الفطر ينشط فى وسط حامضى ومن أهم الأنواع التى تنمو فى هذه الحالة النوع المعروف باسم أويديم لاكتس (Oidium lactis) وهو يكون غشاء أبيض على سطح اللبن . وفى هذا الدور يؤكسد الفطر الحامض ويعادله بما ينتجه من نشادر ومواد قلوية أخرى ناشئة عن التحلل المائى للبروتين ، وهذا التعادل يساعد على استمرار تحلل اللاكتوز الباقى بواسطة البكتريا الخاسة ثانية فتنتج الأحماض العضوية فى اللبن حتى إذا ما استهلك اللاكتوز كله بدأ التأثير فى التحول إلى القلوية نهائيا .

الدور الرابع : ويعرف باسم دور التعفن (putrifactive phase) وهو لايلاحظ إلا إذا حفظ اللبن لمدة طويلة ، فعند ما يتعادل التأثير نهائيا فى الدور السابق تتهيأ الفرصة لتكاثر الأنواع التعفنية من البكتريا التى تبقى كامنة فى اللبن طوال المدة السابقة ، وهى لاتنشط إلا فى بيئة قلوية أو متعادلة التأثير وهذه تعمل على هضم الكازين ، وينتهى هذا الدور بانحلال اللبن وتحوله إلى سائل متعفن يحتوى رئيسيا على مواد معدنية .

الباب الثانى عشر

إختمار حامض اللاكتيك

يطلق فى المعتاد على أية عملية ينشأ عنها تغير فى اللبن نتيجة نشاط نوع أو أكثر من الميكروبات اسم اختمار (fermentation) . واختمارات اللبن على أنواع كثيرة منها ماهو عادى — أى ما يحدث تحت الظروف العادية — كاختمار حامض اللكتيك (Lactic acid fermentation) الذى يتسبب عنه ترسب الكازين وتجبن اللبن ، ومنها ماهو غير عادى كالاختمارات التى تنشأ عنها تغيرات فى لون اللبن أو طعمه أو رائحته أو قوامه . . الخ .

وقد يتغير اللبن نتيجة حدوث عدة اختمارات مختلفة به فى وقت واحد ، فمثلا يصحب إنتاج حامض اللكتيك أحيانا ظهور غازات أو تغيرات فى اللون ، ومع أن مثل هذه الاختمارات المختلطة كثيرا ما تتسبب عن عدة أنواع من الميكروبات ، إلا أن من البكتريا ما تحدث أكثر من اختمار واحد ، ومثال ذلك باسلس القولون الذى يجبن اللبن بتأثير الحامض كما يكون به فى ذات الوقت غازات .

هذا ومن الاختمارات مالا يحدث بفعل نوع واحد من الميكروبات بل يتم باشتراك نوعين أو أكثر فى العمل ، وفى مثل هذه الأحوال يعزى التغير أحيانا إلى ما لمتحصلات (products) أحد الميكروبين المشتركين فى المعيشة من أثر فى نمو الميكروب الآخر أو فى متحصلاته .

ولما كان اختمار حامض اللكتيك هو أهم التغيرات التى تحدث باللبن على وجه العموم فاننا سنخصص هذا الباب لشرحه ووصف الميكروبات التى تقوم به .

يعرف هذا الاختمار أحيانا باسم الاختمار اللكتيكى أو باسم الاختمار اللبنى وفيه يتحول سكر اللبن أى اللاكتوز إلى حامض لكتيك بتأثير أنواع خاصة من الميكروبات تعرف ببكتريا حامض اللكتيك (Lactic acid bacteria) ولم تعرف بعد كيفية حدوث هذا التحول على وجه التحقيق . والمفروض أنه ينشأ عن عمل أنزيم داخلى يعرف باسم اللاكتاسيداز (lactacidase) وهذه العملية غير هوائية فهى لا تحتاج لاتمامها إلى وجود الأكسجين المطلق ومن المحتمل أنها تحدث على عدة درجات وإذا صرف النظر عن بعض الحاصيل الناتجة فى الدرجات الوسطية أمكن توضيح التفاعل بالمعادلتين الآتيتين :

$$\text{ك}_{12}\text{يد}_{22}\text{ا}_{11} + \text{يد}_2\text{ا} = 2\,\text{ك}_6\text{يد}_{12}\text{ا}_6$$

لاكتوز + ماء = سكر أحادى

$$\text{ك}_6\text{يد}_{12}\text{ا}_6 = 2\,\text{ك}_3\text{يد}_6\text{ا}_3$$

سكر أحادى = حامض لكتيك

على أنه لايتحول جميع سكر اللبن الموجود إلى حامض لكتيك طبقا للتفاعل السابق إذ تستعمل بعض البكتريا جانبا منه فى حاجتها من الغذاء والمجهود فى التنفس فيتكون فى أثناء ذلك مركبات عديدة مثل حامض الخليك وحامض الفورميك وأحيانا بعض الغازات كثانى أوكسيد الكربون والايدروجين الخ ، وتتوقف كمية حامض اللكتيك المتكون فى اللبن ونوع وكمية المتحصلات الثانوية السالفة الذكر على عدة عوامل أهمها نوع البكتريا الموجودة بالعينة ودرجة الحرارة التى تحفظ عليها ونسبة وجود الهواء

ولا يتكون حامض اللكتيك فى اللبن فحسب بل ينشأ كذلك عن انحلال المواد الكربوايدراتية فى عدة مواد أخرى كالمخللات والسيلاج وغيرها ويعمل هذه الحالة كمادة حافظة .

وقد دلت الابحاث التى أجريت على تاثير هذا الحامض على الضوء المستقطب (polarised light) على وجود ثلاثة أنواع منه أحدها يمينى الدورة (dextro) أى يحول الضوء المستقطب إلى جهة اليمين — والثانى يسارى الدورة (laevo) — والثالث عديم التاثير (inactive) ويتكون الأخير من جزئين متساويين من الأول والثانى ، ويتوقف نوع الحامض الناتج باللبن رئيسياً على نوع الميكروب الذى ينتجه على أن لدرجة الحرارة التى يحفظ عليها اللبن أهمية كذلك من هذه الوجهة فإذا حفظت عينة من اللبن العادى — أى الذى تلوث طبيعيا — على درجة حرارة الحجرة مثلا كانت فى المعتاد نسبة الحامض اليمنى الدورة المتكون أكبر من نسبة الحامض اليسارى الدورة ، أما إذا حفظت العينة على درجة ٩٨,٦ ف (٣٧ س) فإن نسبة الحامض الاخير تفوق عادة نسبة الحامض الاول ، ويرجع الاختلاف فى نسبة الحامض الغالب إلى نوع الميكروب الذى ينشط ويغلب وجوده فى اللبن عند حفظه على كل من درجتى الحرارة المذكورتين ، وسنعود إلى ذكر نوع الحامض الذى تكونه كل من أصناف بكتريا حامض اللكتيك المختلفة من حيث تاثيره على الضوء المستقطب عند وصف تلك الأصناف ، ولهذه الخاصية أهمية فى تمييز الأصناف المتشابهة من البكتريا المذكورة .

وقد أوضحت التجارب أن معظم عينات اللبن عند اختبارها عقب الحلب مباشرة تظهر حامضية التاثير قليلا ، ووجد أن هذه الحموضة لاترجع إلى حامض اللكتيك بل إلى مايوجد باللبن من فوسفات حامضية وكازين وثانى أوكسيد الكربون وربما بعض المركبات الأخرى ، على أنه إذا ترك اللبن فى مكان دافىء فان حموضته تزداد تدريجيا نتيجة لنشاط مابه من ميكروبات وهذه الحموضة ناشئة عن انتاج حامض اللكتيك كما أسلفنا القول حتى إذا بلغت نسبة معينة تخثر اللبن ، والنقطة التى يتخثر عندها اللبن تختلف باختلاف العينات وتقع عادة بين ٠,٥ ٪ و ٠,٦٥ ٪ (نسبة مئوية لحامض اللكتيك) ولكنه فى حالة غليه يتخثر عادة عندما تتراوح الحموضة بين ٠,٣ ٪ و ٠,٤٥ ٪

ويفسر فان سليك وهارت (Van Slyke & Hart) التفاعلات الكيماوية التى تحدث باللبن وتنتهى بتخثره بان حامض اللكتيك الناتج يتحد بقواعد بعض الأملاح المعدنية ثم بالكلسيوم المتحد مع الكازين (ويعرف المركب الأخير عادة باسم كازينوجينات الكالسيوم Calcium caseinogenate) فيؤدى ذلك الى أنفراد الكازين وترسبه ، والزيادة التى تنتج من حامض اللكتيك بعدئذ تتحد بالكازين المنفرد مكونة ملح كازينى للحامض المذكور تتالف منه الخثرة المشاهدة فى اللبن الحامض المتجبن .

ولا يقف تكون الحامض فى تخثر اللبن فقد وجد فى حالة أنواع كثيرة من بكتريا حامض اللكتيك أنها تستمر فى إنتاجه بعد تجبن الكازين حتى تصير نسبة الحموضة غير ملائمة لنمو تلك الأنواع فتقف إذ ذاك عن العمل . ويختلف مقدار الحامض المتكون باللبن باختلاف الأنواع التى تنتجه بل وباختلاف مزارع النوع الواحد كما سنشير إلى ذلك فيما بعد .

وليست مشتملات اللبن من اللاكتوز هى العامل المحدد فى الغالب لكمية الحامض التى تنتج به ، فقد وجد تحت الظروف العادية أن اللبن لايزال يحتوى على نسبة كبيرة من اللاكتوز عندما يقف إنتاج الحامض وغنى عن القول أنه إذا عودل الحامض كلما تكون بإضافة مواد قلوية مثل كربونات الكلسيوم فإن نشاط البكتريا يستمر حتى يتحلل اللاكتوز جميعه بشرط توافر الظروف الأخرى المناسبة لمعيشتها

ولانتاج حامض اللكتيك فى صناعة معظم منتجات اللبن أهمية كبرى سنعود إلى شرحها فى مكان آخر ويكفى أن نذكر هنا أن إنتاجه فى اللبن يؤدى إلى وقف نمو أنواع كثيرة من البكتريا وخاصة الأنواع التعفنية لأنها لاتقوى على مقاومة تاثير الحموضة ولذا فهو يعتبر من هذه الوجهة كمادة حافظة على أن حفظ اللبن الحامض مدة من الزمن تحت الظروف العادية يسمح كما أوضحنا من قبل للفطر والخائر بالنمو فتستهلك جانبا من الحامض وتعادل جانبا آخر بواسطة نواتج خاصة لعمليات التحول الغذائى التى تقوم بها وبذا تتهيأ الفرصة لنمو البكتريا التعفنية السالفة الذكر فتعمل حينئذ على تحلل اللبن

بكتريا حامض اللكتيك

فى أوائل القرن الثامن عشر لوحظ وجود ميكروبات حية فى اللبن الحامض ومع ذلك لم يظن أن لهذه الميكروبات علاقة بحموضة اللبن إلا فى سنة ١٨٣٧ ، وفى سنة ١٨٥٧ تمكن باستور من إثبات وجود ميكروبات مكونة لحامض اللكتيك ، وبعد حوالى عشرين سنة من هذا التاريخ نجح استر فى عزل أحد هذه الميكروبات فدعم أبحاث باستور بادلة قاطعة ، ومع ذلك ظل كثير من الناس بعد هذا التاريخ ينكرون علاقة الأحياء الدقيقة بعمليات الاختمار ويفسرونها إلى تفاعلات كيماوية صرفة فلما تقدم البحث العلمى واستنبطت طرق دقيقة لدراسة خواص البكتريا وما تقوم به من تغيرات تمكن علماء كثيرون فيما بعد أن يدرسوا بعناية عملية الاختمار اللكتيكى فى اللبن ومن الوقوف على خواص الميكروبات المتعددة التى تقوم بها وتقسيمها وتمييزها الخ

وميكروبات حامض اللكتيك كثيرة الأنواع والأصناف ، وبعضها ذات صفات متقاربة فلا تختلف بعضها عن بعض إلا من أوجه قليلة ، غير أنه فى بعض الأحوال يعرف النوع الواحد منها بأسماء مختلفة نظراً لتعدد الأبحاث التى أجريت عليه ، فالميكروب الذى يقوم بالدور الرئيسى فى تحميض اللبن مثلا سماه استر فى سنة ١٨٧٨ باسم بكتريوم لاكتس (B. lactis) ووصفه بأنه دبلوكوكس بيضاوى ثم أطلق عليه لايخمان (Leichmann) فى سنة ١٨٩٤ اسم ميكروب اللبن الحامض أى بكتريوم لاكتس أسيدى (B. lactis acidi) وعاد كروز (Kruse) فى سنة ١٩٠٣ فسماه باسم ستربتوكوكس لاكتيكس

(Str. lacticus) وقد نشأ الاختلاف فى تسمية هذا الميكروب على الأغلب بسبب تضارب آراء العلماء بشأن تحديد شكله ففى حين اعتبره البعض عصويا قصيرا إذ وصفه آخرون بأنه كروى مستطيل أو منبعج . وتقسم الأنواع الهامة من البكتريا المكونة لحامض اللكتيك فى اللبن إلى ثلاثة مجموعات أو طوائف مميزة كالآتى :

أولا : طائفة ستربتوكوكس لاكتيكس .

ثانيا : طائفة لاكتوباسلس .

ثالثا : طائفة كولاى — ايروجنيس .

وتعرف الطائفتان الأولتان عادة باسم بكتريا حامض اللكتيك الحقيقية (True lactic acid bacteria) لأنها تنتج الحامض المذكور نقيا تقريبا ، على حين تعرف الطائفة الأخيرة باسم بكتريا حامض اللكتيك غير الحقيقية (Pseudo lactic acid bacteria) لأنها تكون من اللاكتوز مقادير كبيرة من غازات ومركبات أخرى مختلفة علاوة على حامض اللكتيك . وجميع الأنواع المنتمية للطوائف الثلاث المذكورة غير متجرثمة ولذا فهى تقتل بالحرارة بسهولة نسبيا .

طائفة ستربتوكوكس لاكتيكس

تعرف هذه الطائفة الآن غالبا باسم ستربتوكوكس لاكتس (Str. lactis) وقد روعى فى ذلك أن تضم هذه التسمية اسم الجنس الذى وضعه كروز واسم النوع الذى وضعه لستر ، وتشتمل الطائفة على عدة أصناف يختلف بعضها عن بعض من حيث الطعم والرائحة التى تنتجها باللبن عند نموها فيه ، ومن حيث سرعة إنتاج الحامض ودرجة الحرارة الملائمة لنموها ونظام تجمع خلاياها الخ ، وهذه الاختلافات ثابتة تقريبا ولو أنها تتأثر بعوامل مختلفة ولها أهمية كبيرة فى صناعة منتجات الألبان . ومن الأصناف الهامة التى تشملها الطائفة المذكورة علاوة على ستربتوكوكس لاكتس المثالى أو النموذجى (typical) صنف ينتج باللبن طعما ورائحة تشبه المولت (يعرف باسم maltigenes) وآخر يحدث به لزوجة (يسمى hollandicus) وثالث يجبنه ببطء (يطلق عليه tardus) .

وستربتوكوكس لاكتس هو كما قدمنا العامل الرئيسى فى تحميض اللبن والقشدة تحت الظروف العادية ، ولهذا فقد ينشأ عن نموه بها خسائر اقتصادية كبيرة لأنه لا ينسى دائما استعمال اللبن الحامض أو القشدة الحامضة فى جميع الأغراض التى تستعمل فيها هذه المواد وهى طازجة ، هذا علاوة على أن بعض أصناف هذه الطائفة تنتج باللبن والقشدة طعما ورائحة غير مقبولين ، على أن ستربتوكوكس لاكتس من جهة أخرى ضرورى لصنع بعض المنتجات اللبنية كالزبد والألبان المختمرة وأنواع خاصة من الجبن ومن ذلك يرى أن هذا الميكروب فى بعض الأحوال نافع وفى أحوال أخرى ضار .

الصفات المميزة : يعتبر هذا الميكروب على وجه العموم كروى الشكل وقد يظهر مستطيلا قليلا وخاصة قبل الانقسام ، ويختلف حجم الخلايا كثيرا بالنسبة لعمر المزرعة وللبيئة ودرجة الحرارة النامى

عليها الميكروب الخ ، ويتراوح طوله فى المعتاد بين ٠,٦ ، ١ ميكرون وعرضه بين ٠,٥ ، ٠,٧ ميكرون ، وهو يوجد إما منفرداً أو فى أزواج أو سلاسل قصيرة أو طويلة وهذا الميكروب غير متحرك غير متجرثم هوائى اختياراً حرارته المثلى حوالى ٨٦ ف (٣٠ س) إيجابى لصبغة جرام وسلبى لاختبار الكاتالاز (catalase) وسهل التلوين بالأصباغ العادية ، وقد ترى خلاياه مغلفة (capsulated) أحيانا .

ويجود نمو الميكروب فى اللبن ومنتجاته ولكنه ينمو نموا ضعيفا جدا على الآجار العادى وجيداً نوعا فى بيئات الشرش (whey media) ولا ينمو على سطح آجار الجلوكوز العميق (glucose agar stab) بل ينمو جيدا فى الداخل على طول خط التلقيح ، أما المجموعات التى يكونها على الآجار أو الجيلاتين فدقيقة الحجم ومستديرة أو بيضاوية الشكل مرتفعة قليلا ذات حافة كاملة وتظهر غالبا تحت سطح البيئة فتكون حينئذ بشكل العدسة المحدبة الوجهين ، ولا ينمو الميكروب على البطاطس كما أنه لايذيب الجيلاتين ونموه ضئيل فى البويون إلا إذا أضيفت اليه إحدى المواد التى يمكن للميكروب أن يخمرها .

ويخمر ستربتوكوكس لاكتس عدة أنواع من السكر تشمل عادة الجلوكوز والجالاكتوز والفركتوز واللاكتوز والمولتوز وبعض المزارع تخمر علاوة على ذلك السكروز ، وهو يكون فى اللبن بانتظام حامض اللكتيك نتيجة لتخمر اللاكتوز كما ينتج كميات صغيرة من أحماض أخرى وخاصة حامض الخليك وحامض البروبيونيك ، وتتراوح النهاية العظمى للحموضة التى ينتجها باللبن بين ٠,٧ ٪ و ١ ٪ وقد تبلغ أحيانا ١,٢٥ ٪ وحامض اللكتيك الذى ينتجه يمينى الدورة دائما .

ويجبن الميكروب اللبن بسرعة على درجة الحرارة الملائمة لنموه ويبدأ التجبن أولا فى أسفل الأنبوبة ، والخثرة التى يكونها جامدة جيلاتينية ملساء ولا تنكمش أو يخرج منها شرش أو تظهر بها فقاعات غازية وذات طعم ورائحة مقبولين ، وعند نموه باللبن اللتمسى (litmus milk) (أى المضاف اليه دليل عباد الشمس) يلاحظ اختفاء اللون قبل حدوث التجبن وتترك منطقة وردية اللون ضيقة على سطح اللبن ثم ينتشر اللون المذكور عقب التجبن فى الأنبوبة جميعها .

طريقة العزل : من المتعذر عزل الميكروب من اللبن الطازج ، والطريقة المتبعة عادة فى العزل هى ترك عينة من اللبن على درجة ٧١,٦ ف (٢٢ س) حتى يحمض ثم تحضر منها أطباق آجار الشرش أو آجار الجلوكوز المحتوى على دليل (كدليل اندرادى مثلا) (تحضر الاطباق بنقل نقطة أو نقطتين من اللبن بإبرة التطعيم ذات العقدة إلى أنبوبة الآجار المذكور بعد تسييحة وتبريدة الى درجة ٥٠ س ثم تمزج محتويات الأنبوبة جيدا وينقل منها نقطتان إلى أنبوبة ثانية بنفس الطريقة وتصب محتويات كل من الأنبوبتين فى طبق بترى معقم وتترك حتى يتجمد الآجار) وإذا كان اللبن المستعمل متجبنا فتنقل منه قطعة صغيرة أولا إلى أنبوبة ماء معقم وتمزج جيدا بالماء وتحضر الأطباق السالفة الذكر من المزيج وتحفظ الأطباق على درجة ٨٦ ف (٣٠ س) لمدة يومين أو ثلاثة (ويفضل حفظها تحت شروط غير هوائية) ، ثم ينقى الميكروب بانتخاب إحدى المجموعات الصغيرة المستديرة ذات الحواف الكاملة المكونة للحامض ويعاد تحضير أطباق

منها كالآنفة الذكر وأخيرا تنقل إحدى المجموعات المنعزلة التى تظهر على الأطباق الأخيرة إلى أنبوبة آجار الشرش المائل وتحفظ على درجة ٨٦ ف لمدة ٢٤ ساعة ويفحص النوميكروسكوبيا بعد صبغه بطريقة جرام وتدرس خواصه المورفولوجية ، ويحسن إختبار المجموعة كذلك بتلقيحها فى اللبن اللتمسى وملاحظة اختزال الميكروب للون بالكيفية السالفة الذكر .

ولما كان الميكروب لا يعيش طويلا على آجار الشرش فينبغى أن ينقل إلى أنبوبة جديدة من البيئة المذكورة كل ١ إلى ١٠ أيام مرة على أن تحفظ الأنبوبة بعد التلقيح فى كل مرة على درجة ٨٦ ف لمدة ٢٤ ساعة ثم توضع بعدئذ على الدرجة العادية ، ويمكن حفظ الميكروب مدداً أطول فى اللبن المعقم أو فى التربة المعقمة .

وتجدر الأشارة هنا إلى أن نسبة ستربتوكوكس لاكتس فى اللبن الذى حمض حديثا تبلغ فى المعتاد ٩٠ ٪ أو ٩٩ ٪ من عدد الميكروبات التى يحويها ولذا فإن معظم المجموعات التى تظهر على الأطباق عند استعمال عينة من هذا اللبن فى عملية العزل هى للميكروب المذكور .

ملحوظة : تحضر بيئة آجار الشرش السالفة الذكر كما يأتى :

يسخن لتران من اللبن الفرز إلى درجة ٩٨,٦ ف (٣٧ س) ويضاف إليهما ٣ سم٣ من المنفحة ويحفظ اللبن على الدرجة المذكورة لمدة ١٥ دقيقة أو إلى أن يكمل التجبن ثم تقطع الخثرة وتسخن فى حمام مائى إلى درجة ١٥٨ ف (٨٠ س) لمدة ١٥ دقيقة وهذا يؤدى إلى انكماشها وخروج الشرش منها فيصفى الشرش بعدئذ ويكمل بالماء المقطر إلى ١٠٠٠ سم٣ ثم يضاف إليه ١٠ جم ببتون و٥ جم ملح الطعام وتسخن بالبخار لمدة ٣٠ دقيقة ويبرد إلى درجة ١٤٠ ف (٦٠ س) ويضبط تفاعله إلى رقم ٧,٢ p H ثم يعاد التسخين لمدة نصف ساعة أخرى ويرشح السائل .

توضع ١٥ جم آجار مسحوق فى هاون ويضاف إليها ١٥٠ سم٣ من المرق السالف الذكر وتمزج به جيدا ثم يضاف إليه بقية المرق ويسخن بالبخار لمدة ٣٠ دقيقة ويرشح ثم يضاف إليه ١٠ سم٣ من دليل أندرادى ويعبأ فى أنابيب بنسبة ٦ سم٣ فى كل أنبوبة وتعقم الأنابيب بالطريقة المتقطعة .

مصادر انتقال الميكروب الى اللبن: لا يوجد الميكروب فى اللبن عند حلبه إذ ليس فى مقدوره المعيشة فى داخل الضرع ، على انه يوجد بعدد قليل فى اللبن بعد تمام حلبه ، وتعتبر الأوانى من أهم المصادر التى ينتقل منها هذا الميكروب إلى اللبن تحت الظروف العملية السائدة ، كما أنه يوجد على جلد الماشية المنتجة وفى غبار الجو وبعض مواد العلف كالحبوب والسيلاج وكثيرا ما يحتوى عليه روث الماشية ، ويعزى وجوده على جلد الماشية إلى انتقاله من فمها أو تلوثه بالروث وهو لا يوجد بالماء .

طائفة لاكتوباسلس

عزل كرن (Kern) فى سنة ١٨٨١ أول ميكروب من هذه الطائفة من اللبن المختمر المعروف فى القوقاز باسم الكفير (Kefir)، وجميع اصنافها عصوية الشكل ولكن تظهر بعضها أحيانا متعددة الاشكال

(Pleomorphic) فتبدو حلزونية أو خيطية أو محببة أو غير منتظمة الخ ، ومن أهم مميزات هذه الطائفة أنها تنمو ببطء فى اللبن ومنتجاته ولكنها تتحمل درجة من الحموضة أعلى نسبيا مما تحتمله أفراد الطائفة السابقة . ولذا فانها لاتلعب دورا هاما فى الدرجات الأولى من تحميض اللبن حيث تنمو ستربتوكوكس لاكتس بنشاط وتكون الحامض بسرعة ولكنها قد تنشط فيما بعد عندما يتوقف عمل الميكروب المذكور لارتفاع نسبة الحموضة لأقصى درجة يمكنه تحملها ، وقد تبلغ نسبة الحموضة التى تكونها فى اللبن ٤ ٪ وبالنظر لقدرتها على تحمل الحموضة العالية فهى تنمو حيث لايمكن لكثير من الميكروبات الاخرى النمو .

وغالبا توجد اللاكتوباسلس على الدوام فى منتجات الألبان من زبد وجبن وألبان مختمرة كما توجد فى بعض الاغذية الأخرى الحامضة ، ولهذه الطائفة أهمية خاصة فى صناعة الجبن حيث تساهم فى نضج انواع خاصة منه ، كما انها ذات أهمية عظيمة فى صنع الالبان المختمرة ، على انها من جهة أخرى لاتستعمل فى تخمر القشدة المعدة لصنع الزبد لأن إنتاج الحموضة العالية فى مثل هـــذه الحالة غير مرغوب فيه إذ انه يؤثر فى طعم الزبد الناتج .

الصفات المميزة لاصناف اللاكتوباسلس

تشتمل هذه الطائفه على عدة أصناف أهمها أربعة هى :

(١)	لاكتوباسلس كازى	(Lactobacillus casei)
(٢)	« اسيدوفيلس	(L. acidophilus)
(٣)	« بلجاريكس	(L. bulgaricus)
(٤)	« ثرموفيلس	(L. thermophilus)

وسنصف كلا من هذه الاصناف أولا ثم نشرح طريقه عزلها ، ولابد ان نشير هنا إلى أن التفرقة بين الاصناف المذكورة من الصعوبة بمكان .

(١) لاكتوباسلس كازى : وهو أكثر الاصناف وجودا باللبن ، وقد عزله فريدنريخ وتونى (Freudenreich & Thoni) من الجبن أولا فى سنة ١٩٠٣ ، شكله عصوى رفيع ويتراوح طوله بين ٢ و ٤ ميكرونات وعرضه حوالى ٠,٨ ميكرون ، ويوجد فرديا اوفى سلاسل وهو غير متحرك وغير متجرثم وهوائى اختياريا وحرارته المثلى ١٠٤ ف (٤٠ س) وإيجابى لصبغة جرام وسلبى لاختبار الكاتالاز ،

وتنمو هذه البكتريا نموا ضعيفا جدا على الاجار العادى وفى البويون ولاتنمو كلية على البطاطس أو الجيلاتين ، ولكنها تنمو نموا معتدلا على آجار الشرش وعلى طول خط التلقيح فى آجار الجلوكوز العميق. اما المجموعات التى تكونها على البيئات الصلبة المناسبة فصغيرة الوجه ذات لون رمادى وحافة كاملة أو ليفية (filamentous)

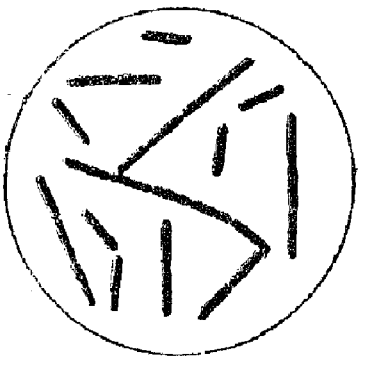
وهى تخمر الجلوكوز واللاكتوز مع إنتاج حامض ولكنها لاتنتج غازات وتخمر بعض أفرادها السكروز ، ويعتبر اللبن بيئة مناسبة جدا لنموها وعندما تجبنه تتكون خثرة تطابق فى مظهرها وقوامها الخثرة

التى تكونها ستربتوكوكس لاكتس كما أن تأثيرها فى اللبن اللتمسى يشبه تأثير الميكروب المذكور غير أنها أقدر منه على تحمل الحموضة العالية . وهى لاتنتج إلى جانب حامض اللكتيك سوى نسبة ضئيلة جدا من الأحماض الأخرى قد لاتتجاوز ٢ ٪ ويختلف نوع حامض اللكتيك الذى تكونه من حيث تأثيره على الضوء المستقطب باختلاف السلالات والظروف .

وهذا الصنف ذو أهمية خاصة فى انضاج الجبن الجاف إذ يعتبر أحد العوامل الهامة فى إحداث التغيرات التى تحصل بالبروتين .

٢) **لاكتوباسلس أسيدوفيلس** : عزله مورو (Moro) فى سنة ١٩٠٠ من براز الأطفال الرضع وهو قريب الشبه من الصنف السابق وينحصر وجه الاختلاف الهام بينهما فى أن موطن هذا الصنف فى المعتاد هو الأمعاء حيث يمكنه النمو والمعيشة باستمرار بخلاف الحال فى الصنف السابق ، ويعزى ذلك على الأرجح إلى أن اللاكتوباسلس أسيدوفيلس يتحمل درجة من التوتر السطحى (Surface tension) أكثر انخفاضا مما يحتمله اللاكتوباسلس كازيى ، ويميل هذا الصنف على العموم كما يستنتج من الأبحاث إلى إنتاج حامض لكتيك يمينى الدورة . وهو يستعمل بكثرة فى الوقت الحاضر فى علاج بعض الاضطرابات المعوية كالامساك وتكون الغازات الخ

(٣) **لاكتوباسلس بلجاريكس** : عزله جريجوروف (Grigoroff) فى سنة ١٩٠٥ من اليوغورت أى اللبن المختمر ، وهو يتفق من عدة وجوه كذلك مع اللاكتوباسلس كازيى (أنظر شكل ٢٧) ولو أنه عادة أكبر منه فى الحجم قليلا ، ويعيش باللبن واللبن المختمر ، ويميل إلى إنتاج حامض لكتيك عديم التأثير على الضوء المستقطب ويختلف عن لاكتوباسلس أسيدوفيلس فى عدم قدرته على النمو فى الأمعاء .



(شكل ٢٧) لاكتوباسلس بلجاريكس

وقد اقترح شيرمان وستارك (Sherman & Stark) استعمال درجات الحرارة المناسبة للنمو فى تمييز الأصناف الثلاثة السالفة الذكر إذ وجد أن لاكتوباسلس أسيدوفيلس ولاكتوباسلس بلجاريكس ينموان على درجة ١١٣ ف (٤٥ س) بينما لايقدر لاكتوباسلس كازيى على النمو ، كما وجد أن الميكروب الأخير ينمو على درجات تبلغ من الانخفاض ٥٩ ف (١٥ س) على حين أن الميكروبين الأولين لاينموان على الدرجة المذكورة .

(٥) **لاكتوباسلس ثرموفيلس** : يتراوح طول هذا الميكروب بين ١,٥ و ٤,٥ ميكرون ومتوسط طوله ٣ ميكرونات وعرضه ٠,٥ ميكرون وهو غير منتظم الصبغ وترى به أحيانا أجسام ملونة بلون أغمق من لون الخلية ، وينمو على درجة حرارة تتراوح بين ٨٦ و ١٤٩ ف (٣٠ و ٦٥ س) وحرارته المثلى

بين ١٢٢ ، ١٤٥ ف (٥٠ ، ٦٢,٨ س) ولذا فإنه ينمو بسرعة على درجة حرارة البسترة ، وينتج حموضة قليلة فى اللبن اللتمسى إذا حفظ على درجة ١٢٢ ف (٥٠ س) لمدة يوم أو يومين ولا ينتج الحموضة باللبن إذا حفظ على درجة ٩٨,٦ ف (٣٧ س) إلا بعد انقضاء بضعة أيام ، ويمكن إبادة هذا الميكروب بالتسخين إلى درجة ١٨٠ ف (٨٢,٢ س) .

طريقة عزل اللاكتوباسلس : يوجد اللاكتوباسلس بعدد قليل فى اللبن الطازج ، ولكن إذا حفظت عينة اللبن تحت شروط غير هوائية (كأن تملأ بها زجاجة ملأ تاما وتسد بإحكام حتى يمنع نمو الفطر) على درجة ٨٦ ف فان الميكروب يتكاثر ببطء تدريجا حتى يصبح الغالب من حيث العدد ، وعادة تحفظ العينة فى مثل هذه الحالة على الدرجة المذكورة لمدة ١٠ أيام أو على درجة ١١٣ ف (٤٥ س) لمدة ٤٨ إلى ٧٢ ساعة . وينبغى أن تختبر المزرعة ميكروسكوبيا من حين لآخر حتى إذا ماصارت الميكروبات العصوية الايجابية لصبغة جرام هى الغالبة فتعزل ويكرر العزل مرة أخرى فى نهاية مدة الحضانة المذكورة ، ويحسن أحيانا أن ينقل جزء من اللبن الذى تخمر بالطريقة السابقة إلى زجاجة تحتوى على لبن معقم ثم يترك ليحمض كما شرحنا من قبل .

تلقح بعدئذ أنابيب مرق الشرش أو البيتون المضاف اليه خلاصة الخميرة المعقمة (yeast extract) بجزء صغير من عينة اللبن السالفة الذكر (حوالى ٠,٥ سم٣ لكل أنبوبة) على أن تؤخذ الكميات التى يجرى بها التلقيح من قاع الوعاء ، ثم تحفظ الأنابيب الملقحة على درجة ٨٦ ف لمدة ٤٨ ساعة .

تفحص نقطة معلقة من قاع إحدى الأنابيب حتى إذا ظهر بها ميكروبات عصوية طويلة رفيعة فى سلاسل فتكرر العملية فى أنابيب أخرى ثلاث أو أربع مرات وتحفظ الانابيب فى كل مرة لمدة ٤٨ ساعة على درجة ٨٦ ف ، ثم يصب ٢ سم٣ من خلاصة الخميرة فى كل من طبق بترى ويضاف لكل منهما ١٠ سم٣ من آجار الشرش بعد تسييحه وتخلط محتويات الطبقين وتترك لتتجمد ، ثم تنقل نقطة بواسطة إبرة معقمة ذات عقدة من إحدى أنابيب المزارع السالفة الذكر إلى سطح أحد طبق الآجار وتنشر عليه بواسطة قضيب زجاجى ملتو معقم ويمرر القضيب الزجاجى على سطح الطبق الثانى دون أن يعقم ، وتحفظ الأطباق بعدئذ تحت شروط غير هوائية على درجة ٨٦ ف لمدة ٣ أيام وإذا لزم الحال تعاد عملية العزل من مجموعة منعزلة ، وفى النهاية تنقل مجموعة إلى آجار مائل بالتركيب السابق ويعاد تلقيح أنبوبة جديدة منها كل أسبوع مرة بعد حفظها على درجة ٩٨,٦ ف (٣٧ س) حتى يظهر النمو . ويمكن حفظ المزرعة النقية لهذا الميكروب على بيئة اللبن أو التربة المعقمة .

وينبغى ملاحظة ضبط تأثير بيئة مرق الشرش والبيتون وكذلك بيئة آجار الشرش المستعملة هنا (وهما اللذين سبق بيان تحضيرهما فى الكلام على ستربتوكوكس لاكتس) إلى رقم pH ٣,٥ ، أما خلاصة الخميرة فتحضر كالآتى :

تؤخذ عشرة جرامات من الخميرة المضغوطة الطازجة (fresh pressed yeast) وتفتت وتترك فى

الهواء لمدة ٤٨ ساعة لكى تجف ثم يضاف اليها ١٠٠٠ سم٣ من الماء وتسخن بالبخار لمدة ساعة ثم ترشح وتعبأ فى الأنابيب وتعقم الأنابيب بالطريقة المتقطعة .

وعند هزل لاكتوباسلس ثرموفيلس تحفظ عينة اللبن على درجة ١٣١ ف (٥٥ س) لمدة ١٧ ساعة وينقل سنتيمتر مكعب واحد إلى أنبوبة لبن لتمى وهذه تحفظ على الدرجة السالفة الذكر لمدة ٢٤ ساعة ثم يجرى عزلها على بيئة الآجار .

مصادر انتقال الميكروب الى اللبن : لايوجد اللاكتوباسلس فى الضرع ولكنه يصل إلى اللبن عادة من روث الماشية وغذائها ولعابها ، وهو يوجد على الدوام فى أمعاء صغار العجول ووجد أنه النوع الغالب فى المعدة الرابعة .

طائفة كولاى — ايروجنيس

تعرف هذه الطائفة كذلك باسم طائفة القولون أو باسم اشريشيا ـ ايروبكتر (Escherichia—aerobacter) وهى تشتمل على عدد من الأصناف يشبه بعضها البعض من عدة وجوه وكلها عصوية قصيرة غير متجرثمة ، وتختلف عن بكتريا حامض اللكتيك الحقيقية فى أنها سلبية لصبغة جرام وتنمو جيدا على البيئات الصناعية العادية وتخمر اللاكتوز مع إنتاج حامض وغاز .

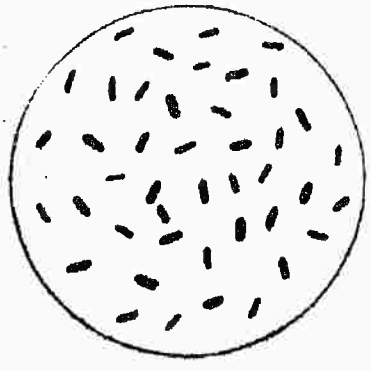
وليس من المرغوب فيه وجود هذه الأصناف باللبن لأنها ضارة فنشاطها يؤدى إلى جعله غير صالح لاستخدامه فى تغذية الانسان إذ أنه عندما تحمضه تكسبه رائحة كريهة وطعما غير مقبول ، كما أنها من أشد الميكروبات خطراً فى صناعة الزبد والجبن ولذا توجه عناية خاصة إلى منع وصولها إلى اللبن فى أثناء الانتاج والتداول . ويقاوم بعض أفرادها تأثير الحرارة إلى حد ما ولذا فقد لاتقتل جميعها بالبسترة إذا كان اللبن شديد التلوث بها .

وتختلف أفراد هذه الطائفة فى سرعة إنتاج الحامض فبعض المزارع تجبن اللبن بسرعة فى حين أن أخرى قد لاتجبنه بعد انقضاء وقت طويل ، ومع أن كمية الحامض الذى تكونه باللبن قد لاتختلف كثيرا عما تنتجه بكتريا حامض اللكتيك الحقيقية غير أن نسبة حامض اللكتيك فى هذه الحالة لا تتجاوز عادة ٣٠ ٪ من مجموع الحامض الناتج ، أما بقية الكمية فتتألف من بعض الأحماض الطيارة كحامض الخليك وحامض الفورميك .

وأهم الأصناف المنتمية لهذه الطائفة هى بكتريوم أو باسلس أو اشريشيا كولاى (Bacterium or Bacillus or Escherichia coli) وبكتريوم أو ايروبكتر ايروجنيس (Bacterium or Aerobacter aerogenes) وتعرف الأولى عادة باسم باسلس القولون المثالى والثانية باسم باسلس القولون غير المثالى ، كما توجد أنواع وسطية تشترك فى بعض خواصها مع الصنف الأول وفى بعض خواص أخرى مع الصنف الثانى ، وسنشرح فيما يلى أولا خواص كل من الصنفين المتقدمين وطريقة عزلها ثم نتكلم باختصار عن بعض الميكروبات الأخرى التى تضمها هذه الطائفة .

بكتريوم كولاى : ويعرف كثيرا باسم باسلس كولاى كوميونس (B. coli communis)وقد عزله اسشريش (Escherich) أولا فى سنة ١٨٨٤ ، وهو يوجد طبيعيا فى أمعاء الحيوانات على اختلاف أنواعها ويخرج من الأمعاء مع الروث فيمر إلى التربة والماء ولذا فان ظهوره بكثرة فى الماء واللبن يعتبر كما ذكرنا من قبل دليلا على تلوثهما بالمواد البرازية .

وهذا الميكروب عصوى قصير (أنظر شكل ٢٨) يتراوح طوله بين ١ ، ٢ ميكرون وعرضه بين ٠,٥ ، ٠,٦ ميكرون ، ويوجد منفرداً أو فى سلاسل قصيرة وهو غير متجرثم ، متحرك سلبى لصبغة جرام ، غير مغلف وغير هوائى إختيارا وحرارته المثلى ٣٧ س وينمو جيدا على الآجار العادى ، ومجموعاته كبيرة نوعا مسطحة ومنتشرة قليلا لونها أبيض أو مصفر ثم يتحول إلى لون بنى متسخ ، ولا يذيب الجيلاتين ولكنه ينمو فيه نموا جيدا سواء على السطح أو فى الداخل ، أما فى البويون فانه يحدث تعكيرا منتظما ويكون راسبا رمادى اللون ، ونموه على البطاطس جيد ذو لون مائل الى الرمادى أو بنى مصفر وأملس ومنتشر .



(شكل ٢٨) بكتريوم كولاى

وبكتريوم كولاى يخمر عددا كبيرا من الكربوايدرات منها الجلوكوز واللاكتوز والمولتوز والجالاكتوز والأرابنوز مع إنتاج حامض وغازات تتألف رئيسيا من ثانى أوكسيد الكربون والأيدروجين كما أنه يكون الأندول وهو ايجابى لاختبار أحمر الميثيل وسلبى لاختبار فوج بروسكاور ولاختبار كوسر

ويجبن هذا الميكروب اللبن بسرعة بتأثير ما ينتجه من حامض اللكتيك والأحماض الأخرى ، وحامض اللكتيك الذى يكونه يسارى الدورة ، والخثرة الناتجة صلبة وتنكمش فيخرج منها كمية من الشرش الرائق وتظهر بها فقاعات غازية ، ويختزل اللبن اللتمسى ولا يذيب الكازين .

ولسهولة عزل هذا الميكروب تستعمل البيئات المحتوية على ملح الصفراء وعند إجراء العزل تلقح ثلاث أنابيب من مرق ماكونكى كل منها بسنتيمترين مكعبين من اللبن وتحفظ على درجة ٣٧ س لمدة ٢٤ — ٤٨ ساعة ثم تتم عملية العزل من إحدى الأنابيب التى ظهر بها حامض وغاز بالطريقة التى شرحناها فى الكلام عن كيفية التحقق من وجود ميكروبات القولون باللبن .

بكتريوم ايروجينيس : يتفق هذا الميكروب فى الشكل والحجم مع الميكروب السابق ويوجد منفردا أو زوجيا وأحيانا فى سلاسل قصيرة ، كما أنه غير متجرثم وسلبى لصبغة جرام إلا أنه غير متحرك ومغلف وهو هوائى اختيارا وحرارته المثلى ٣٧ س .

وينمو الميكروب نموا جيدا على الآجار العادى ، ومجموعاته كبيرة مرتفعة كاملة رطبة شمعية لامعة ويظهر على الآجار المائل على هيئة طبقة سميكة بيضاء أو رمادية اللون لامعة مع نمو جيد فى ماء التكشيف ، ويشبه

الميكروب السابق من حيث تأثيره فى الجيلاتين ونموه فى البويون إلا أن نموه على البطاطس سميك ذو لون مصفر ولامع ومنتشر .

ويخمر بكتريوم إيروجنيس الجلوكوز واللاكتوز والسكروز وبعض الكربوايدرات الأخرى مع إنتاج حامض وغاز كذلك ، وتأثيره فى اللبن مطابق لتأثير بكتريوم كولاى ، وهولا يكون الأندول وسلبى لاختبار أحمر الميثيل وإيجابى لاختبار فوج بروسكاور واختبار كوسر .

وهذا الميكروب أكثر احتمالا لتأثير الحرارة من بكتريوم كولاى كما يمكنه النمو على درجات حرارة أكثر انخفاضا مما ينمو عليها الميكروب المذكور واليه يعزى إنتاج الغازات بكثرة فى الجبن وانتفاخ صفائح اللبن المكشف واللزوجة التى تنشأ أحيانا باللبن والقشدة .

وتستعمل فى عزل هذا الميكروب نفس الطريقة المستعملة فى عزل الميكروب السابق ويميز الميكروبان بمظهر المجموعات التى يكونانها ، ويمكن التفرقة بين الميكروبين باتمائهما فى ماء البيتون المحتوى على الأخضر البانع (brilliant green) أو حامض التلليوريك (telluric acid) حيث ينمو بكتريوم إيروجنيس فى وجود الاخضر البانع ولا ينمو فى وجود حامض التلليوريك بينما يشاهد عكس ذلك فى حالة بكتريوم كولاى .

مصدر انتقال هذين الميكروبين الى اللبن : توجد أفراد هذه الطائفة باللبن دائما على وجه العموم بعد نقله من مكان الحلب حتى مع استعمال الطرق الدقيقة فى الانتاج ، وعند حفظ اللبن على درجة حرارة مرتفعة تتكاثر بسرعة فيصبح عددها عظيما ، وعادة تنتقل هذه الميكروبات الى اللبن كما ذكرنا من قبل من روث الماشية والتربة والغبار والماء ومواد العلف على اختلاف أنواعها وقد تنتقل اليه عن طريق الاوانى غير التامة التعقيم . وتجدر الاشارة هنا الى أن بكتريوم كولاى ينتقل رئيسيا من الروث على حين أن بكتريوم إيروجنيس الذى يوجد بقلة فى الامعاء ينتقل من التربة والماء وغذاء الحيوانات .

بعض الأصناف الأخرى المتميزة لهذه الطائفة : يوجد عدد من الميكروبات لايختلف إلا قليلا عن بكتريوم كولاى وأهمها باسلس كولاى كومينيور (B. coli communior) وباسلس سمبيوتيكا (B. symbiotica) والأخيرة عند نموها باللبن بالاشتراك مع سلالات خاصة من ستربتوكوكس لاكتس على درجة حرارة منخفضة تسبب لزوجته ، وباسلس أسيدى لاكتيسى (B. acidi lactici) ، كما يوجد ميكروب آخر يشبه من بعض الوجوه بكتريوم ايروجنيس ويعرف باسم كلويكى (B. cloacae) ومن أهم ميزاته أنه يذيب الجيلاتين ببطء ويحمض اللبن ببطء كذلك ، وتماما للفائدة سنجمل فى الجدول الآتى أهم الفروق التى تميز أصناف هذه الطائفة .

اسم الميكروب	سيترات	مكونات	سالسيتين	مانيتول	راسينوز	أندول	فوج بروسكاور	كوسر	أحمر الميثيل
بكتريوم كولاى	ح غ	—	ح غ	—	ح غ	+	—	—	+
باسلس أسيدى لاكتيسى	ح غ	—	—	ح غ	ح غ	+	—	—	+
باسلس كولاى كومينيورد	ح غ	ح غ	ح غ	—	ح غ	+	—	—	+
باسلس سمبيوتيكا	ح غ	ح غ	ح غ	—	ح غ	—	—	—	+
بكتريوم ايروجنيس	ح غ	ح غ		ح غ	—	—	+	+	—
باسلس كلويكى	ح غ	ح غ	—	—	—	±	+		—

ح انتاج الحامض
غ انتاج الغاز
+ تفاعل إيجابى

— تفاعل سلبى
± أحيانا إيجابى وأحيانا سلبى حسب السلالة وظروف النمو

كيفية اجراء الاختبارات السابقة :

(١) اختبار اختمار الكربوايدرات : تلقح أنبوبة من ماء البيتون تحتوى على ٥,٠ ٪ من صنف الكربوايدرات المراد اختباره ودليل كالبروم كريسول الأرجوانى أودليل أندرادى وأنبوبة درهام الاختمارية وتحفظ الأنبوبة لمدة ٢٤ أو ٤٨ ساعة على درجة ٣٧ س فإذا نتج الحامض تغير اللون الارجوانى الى الأصفر فى حالة وجود البروم كريسول وظهر بالبيئة لون أحمر فى حالة وجود دليل أندرادى وفى حالة انتاج غازات يظهر ذلك بوضوح فى أنبوبة درهام .

(٢) إختبار إنتاج الاندول (Indol Production test) : ينمى الميكروب فى ماء البيتون مع حفظه على الدرجة المثلى لمدة ٤٨ ساعة ثم تؤخذ ١٠ سم٣ من المزرعة فى قنينة وتضاف إليها ٥ سم٣ من كاشف أرلخ (يتركب هذا الكاشف من ٤٠ جم من بارا ديميثيل أميد و بنزالديهيد + ٣٨٠ سم٣ من الكحول النقى + ٨٠ سم٣ من حامض الكلوردريك النقى) و ٥ سم٣ من برسلفات البوتاسيوم المشبع ، فإذا ظهر لون أحمر دل ذلك على وجود الأندول وإذا لم يظهر اللون بعد مضى خمس دقائق فيكون التفاعل سلبيا .

(٣) تفاعل فوج بروسكاور (Voges Proskauer test) : يجرى تحضير مزرعة من الميكروب المراد إختباره فى بيئة ماء البيتون المضاف إليه ٢ ٪ جلوكوز وتحفظ لمدة ثلاثة أيام على الدرجة المثلى ثم تضاف إليها ٥ سم٣ من محلول ٤ ٪ إيدرات الصودا مع خلطها جيدا وتحفظ لمدة ٢٤ ساعة فإذا ظهر لون وردى كان الميكروب إيجابيا لهذا التفاعل . ويتسبب اللون المذكور عن وجود أسيتيل ميثيل كربيتول (acetyl methyl carbinol)

(٤) تفاعل كوسر (Koser's test) : ينمى الميكروب فى بيئة خاصة تعرف كذلك ببيئة كوسر وتحفظ لمدة خمسة أيام على درجة ٣٧ س فاذا حدث تعكير بالبيئة المذكورة مما يدل على نمو الميكروب بها كان التفاعل إيجابيا . وتتركب هذه البيئة كالآتى :

٥ جم ملح طعام + ٠,٢ جم كبريتات المغنسيوم + ١ جم فوسفات النشادر (ز بد٤ بد٢ فو ٤) + ١ جم فوسفات ثنائى البوتاسيوم + ٢,٧٧ جم سترات الصوديوم + ١٠٠٠ سم٣ ماء مقطر . ويضبط التفاعل إلى رقم ٦,٨ p H .

وهذا الاختبار مبنى على أساس أن لبعض ميكروبات هذه الطائفة القدرة على استعمال السترات كمصدر للكربون

(٥) اختبار أحمر الميثيل (Methyl Red test) : تلقح بيئة ماء البيتون المحتوية على الجلوكوز والفوسفات بالميكروب المراد اختباره وتحفظ على درجة ٢٧ س لمدة خمسة أيام ثم يضاف لكل أنبوبة ٠,١ سم٣ من محلول أحمر الميثيل فان ظهر اللون الأحمر كان التفاعل إيجابيا ، أما اللون الأصفر فيدل على أن التفاعل سلبي والبيئة المستعملة فى هذا الاختبار تتركب من ٥ جم ببتون + ٥ جم فوسفات ثنائى البوتاسيوم + ٥ جم جلوكوز + ١٠٠٠ سم٣ ماء مقطر ويضبط التفاعل الى رقم ٦,٨ pH ، ويمكن استعمال هذه البيئة كذلك فى اختبار فوج بروسكاور ، أما دليل أحمر الميثيل فيتركب من ٠,١ جم أحمر الميثيل + ٣٠ سم٣ كحول نقى + ٢٠ سم٣ ماء مقطر .

بعض ملاحظات على اضمحلال حامض اللاكتيك : تتوقف نسبة وجود طوائف ميكروبات حامض اللاكتيك الثلاث السالفة الذكر باللبن كما شاهدنا على عدة عوامل ، وهذه العوامل هى التى تساعد على زيادة سرعة نمو إحداها وارتفاع عددها عن الطوائف الأخرى وأهم تلك العوامل هى درجة الحرارة التى يحفظ عليها اللبن فاذا حفظ على درجة ٢٠ س مثلا نشطت ستربتوكوكس وزادت نسبتها بسرعة اما اذا حفظ على درجات تتراوح بين ٣٠ ؟ ٤٠ س فان ذلك يوافق نمو معظم الأنواع المعوية على حين أنه على درجات تتراوح بين ٤٥ ؟ ٥٠ س لا ينمو شيء تقريبا خلاف اللاكتوباسلس ، وهذا التقسيم بالطبع عام ولا يخلو من شواذ ولكن يمكن أن يقال على وجه العموم أنه تتكون أكبر كمية من حامض اللكتيك النقى بأسرع ما يمكن على حوالى درجتى ٢٠ س ؟ ٤٥ س .

ومن العوامل التى تساعد على زيادة نسبة احدى الطوائف على الاخرى طريقة تلوث اللبن فقد ذكرنا أن طائفة القولون مثلا تنتقل رئيسيا من الروث والماء غير النقى والاوانى غير النظيفة بينما تنتقل طائفة ستربتوكوكس على الاغلب من الاوانى كذلك وأحيانا من جلد الماشية أو روثها أما اللاكتوباسلس فتأتى غالبا من الاغذية واللعاب وكذلك من الروث والتربة .

الباب الثالث عشر

التغيرات غير العادية التى تحدث باللبن

يحدث فى اللبن ومنتجاته بين حين وآخر تحت ظروف خاصة اختمارات غير مرغوب فيها تغير طعمه أو رائحته أو لونه أو قوامه الخ مما قد يتسبب عنه فى بعض الأحوال خسائر اقتصادية كبيرة للمنتج أو المستهلك ومن بين هذه الاختمارات ماهو كثير الحدوث ومنها النادر ، كما أن منها مايسهل معرفة أسبابه وتلافيه ومنها مايتعذر الوقوف على طبيعته ومنعه .

وتقسم التغيرات غير العادية التى تحدث باللبن رئيسياً إلى قسمين أحدهما ينشأ عن عمل الميكروبات والثانى ينسب الى عوامل أخرى منها تغذى الماشية على أغذية خاصة وتعرض اللبن لضوء الشمس أو امتصاصه لرائحة بعض المواد المحيطة به الخ ، وللتغيرات المتنمية للقسم الاول صفات تميزها من تغيرات القسم الثانى ، وسنتكلم أولا فيما يلى عن أهم التغيرات البكتريولوجية ونصف الميكروبات المسببة لها وطرق الوقاية منها ثم نشرح العوامل التى تنشأ عنها التغيرات الاخرى وأخيرا نذكر مميزات التغيرات البكتريولوجية وكيفية الوقوف عن منشأها .

أولا التغيرات التى تحدثها الميكروبات

(١) لزوجة اللبن

اللزوجة (Sliminess) من التغيرات الشائعة الحدوث باللبن والقشدة وهى إما أن تظهر باللبن قبل أن يغادر مكان الانتاج أو تظهر فى أثناء حفظه لدى المستهلك ، ويتميز اللبن اللزج بانه إذا صب من وعاء لآخر أو وضع الاصبع فيه ورفع فانه ينسحب فى شكل خيوط يتراوح طولها بين بضعة ملليمترات ومتر أو أكثر .

وتنشأ اللزوجة أو كما تعرف أحيانا بالتحبل (ropiness) اما عن ميكروبات خاصة أو نتيجة حالة غير طبيعية فى ضرع الماشية كالاصابة بالتهاب الضرع وفى الحالة الاخيرة لا يكون اللبن صالحا للتغذية .

ولا تظهر اللزوجة الناشئة عن عمل الميكروبات باللبن إلا بعد انقضاء نحو ست ساعات من حلبه ، وقد وجد أن هذا التغير اظهر ما يكون عند حفظ اللبن على درجات حرارة منخفضة نسبيا أى حوالى ٤٠ و٤٦ف (١٨ س) وذلك لأن ميكروبات حامض اللكتيك توقف عمل ميكروبات اللزوجة على درجات حرارة أكثر ارتفاعا علاوة على أن الميكروبات الأخيرة تكون أكبر كمية من المواد المخاطية على الدرجات المذكورة .

وتتسبب اللزوجة على وجه العموم من أن الميكروبات تكوّن حول خلاياها أغلفة مخاطية تتركب فى الغالب من مواد صمغية ، ومع أن اللزوجة المسببة عن الميكروبات تجعل اللبن غير طبيعى إلا أنها لا تعتبر ضارة بالمستهلك إذ أن الميكروبات التى تسببها غير ممرضة .

ومن أهم ميكروبات اللزوجة النوع المعروف باسم بكتريوم لاكتس فزكوزم « B. lactis viscosum » وقد عزله أدامتز (Adametz) أولا من الماء ثم من اللبن اللزج ، وهو ينمو على الوجه الأكمل متى كانت التهوية جيدة ولذا تظهر اللزوجة المسببة عنه فى طبقة القشدة على سطح اللبن قبل أن يلاحظ أى تغير فى اللبن الموجود تحتها .

وعند فحص هذا الميكروب فى المزارع الحديثة يرى محاطا بغلاف كبير على أن الأغلفة لا تلبث أن تتحد معا وتتألف منها خيوط طويلة فيما بعد وحينئذ ترى الخلايا منفردة أو مطمورة فى الخيوط المذكورة بدلا من أن يكون لكل خلية غلاف ممز .

وبكتريوم لاكتس فزكوزم ميكروب عصوى قصير يختلف طوله بين ٠,٥ ميكرون وميكرونين ويبلغ عرضه ٠,٧ ميكرون ، ويوجد إما فرديا أو فى أزواج ، وهو غير متجر ثم وغير متحرك وسلبى التلوين لصبغة جرام ، ولا يذيب الجيلاتين وينمو جيدا على الآجار المائل والبطاطس ولا يحدث بالبويون غير تعكير قليل ولكنه يكون به راسبا لزجا ، أما مجموعاته على الآجار العادى فصغيرة ومسطحة أو مرتفعة قليلا ، ومن خواصه أنه لا يخمر السكريات ولا يختزل عباد الشمس ولا ينتج الأندول ولا يجبن اللبن ولكنه يسبب لزوجته ويحول تأثيره الى القلوية الخفيفة .

ولعزل هذا الميكروب ينقل جزء صغير من اللبن اللزج الى أنبوبة لبن لتمسى وتحفظ على درجة ٥٠ ف (١٠ س) لمدة ٤٨ الى ٧٢ ساعة ويفحص الجزء العلوى من اللبن بين حين وآخر ، ومتى ظهرت اللزوجة به تحضر أطباق آجار الشرش من نقطة منه وتحفظ الأطباق على درجة ٧١,٦ ف (٢٢ س) لمدة يومين ثم تفحص المجموعات الناتجة وتدرس خواص الميكروب وتقارن بالوصف السابق وتختبر لانتاج اللزوجة باللبن ، وتكمل التنقية كالمعتاد وتحفظ المزرعة النقية على آجار مغذى مائل .

***

وكثيراً ما تنشأ اللزوجة باللبن عن أصناف من طائفة ميكروبات القولون ، فقد وجد أن بعض سلالات بكتريوم ايروجنيس لها قدرة على تكوين أغلفة مخاطية حول خلاياها وإحداث لزوجة باللبن .

ومن الميكروبات المنتجة للحموضة ما يحدث اللزوجة كذلك فقد لوحظ فى بعض الأحيان لزوجة القشدة الحامضة مثلا ، وهذا التأثير ينشأ عن عمل مزارع خاصة من بكتريا حامض اللكتيك الحقيقية مثل لاكتوباسلس كازى ولاكتوباسلس بلجاريكس وستربتوكوكس لاكتس ، ويعرف أحيانا الصنف المكون للزوجة من الميكروب الأخير كما ذكرنا من قبل باسم « هولانديكس » وتعزى اللزوجة أحيانا فى مثل هذه الأحوال إلى السلاسل الطويلة التى تكونها هذه الميكروبات كما تعزى فى أحيان أخرى إلى الأغلفة المخاطية التى تكونها .

وقد تحدث اللزوجة نتيجة إشتراك ميكروبين فى المعيشة والعمل فقد وجد بيوكانن وهامر

(Buchanan & Hammer) أنه حدثت لزوجة بالقشدة بسبب اشتراك ستربتوكوكس لاكتس مع ميكروب آخر عرض باسم بكتريوم فسكوسيمبيوتيكم (B. visco - symbioticum) وأستدل على صحة هذا الرأى بان الميكروب الأخير عند نموه بمفرده باللبن لا ينتج اللزوجة على حين أن نمو مزارع خاصة من ستربتوكوكس لاكتس معه تؤدى إلى ظهور التغير المذكور .

مصادر انتقال ميكروبات اللزوجة الى اللبن وطرق وقايته منها

لاتستطيع هذه الميكروبات المعيشة فى الضرع ولذا فانها تصل إلى اللبن من مصادر خارجية ، وهى توجد على العموم بكثرة فى المياه السطحية وتنتقل منها إلى أجسام الماشية المنتجة عند خوضها فيها أو تنظيف ضروعها بها كما تنتقل إلى أوانى اللبن عند استعمالها فى غسلها ومن ثم تصل إلى اللبن فى أثناء الحلب أو بعده سواء من الحيوان أو الأوانى المستعملة فى حلب اللبن أو نقله أو معاملته ، وقد يكون القش أو الدريس العفن ونحو ذلك من مصادر انتقالها إلى اللبن .

وقد أتيح للمؤلف أن يدرس حالة ظهور لزوجة بأحد مراكز الانتاج باسكتلندا فوجد أن السبب يعود الى استعمال ماء ملوث بالميكروب بكتريوم لاكتس فزكوزم فى غسل أوانى اللبن وعدم تمام تعقيم الأخيرة .

وليس من السهل دائما القضاء على ميكروبات اللزوجة أو مكافحة هذا التغير بدقة نظرا لأن الأغلفة التى تكونها غالبيه هذه الميكروبات تمكنها من مقاومة تأثير الحرارة والمطهرات إلى حد ما ، ولهذا يلاحظ حدوث هذا العيب أحيانا فى الألبان التى لم تجر بسترتها بدقة .

وقد وجد أن من أنجع الوسائل لمكافحة اللزوجة العناية بنقاوة الماء المستعمل سواء فى حظيرة الماشية أو فى معمل الألبان ، وغسل ضروع الماشية وأجزائها الخلفية بعناية وتطهيرها مع مراعاة الدقة فى تنظيف وتعقيم الأوانى والأدوات التى يلامسها اللبن ، وقد يكون من المفيد أحيانا تطهير الحظائر بعد تنظيفها جيدا إذ ثبت انتقال هذه الميكروبات فى بعض الأحوال من جو الحظيرة .

وتعتبر البسترة من بين وسائل المكافحة الناجعة ، على أنه من المهم العناية بنظافة وتعقيم آلات التعبئة إذ ربما تؤدى الى تلوث اللبن بعد بسترته .

٢) تلون اللبن

قد ينشأ تلون اللبن (Pigmentation) كذلك عن حالة غير طبيعية بالحيوان المنتج أو عن عمل بعض أنواع الميكروبات فيه ، وفى الحالة الأولى يرى اللبن وقت حلبه مباشرة مختلطا بنقط حمراء مثلا نتيجة تصدع بعض الأوعية الدموية الشعرية بالضرع لسبب من الأسباب كاصابة الماشية بضربات شديدة ونحو ذلك ، أما فى الحالة الثانية فلا يتغير لون اللبن إلا بعد انقضاء بضع ساعات من الحلب ويزداد التغير وضوحا بمرور الوقت على حين ان اللون فى الحالة الاولى يختفى عادة نتيجة لترسب كرات الدم الحمراء فى قاع الاناء .

وليس تلون اللبن من التغيرات الشائعة الحدوث ، فهو لا يلاحظ فى المعتاد بكثرة إلا حيث يتحصل على القشدة بترك اللبن فى الأوانى مدة من الزمن لكى تطفو حبيبات الدهن على سطحه ، ففى مثل هذه الأحوال

يترك اللبن مكشوفا ويحفظ عادة مدة غير قصيرة فى أمكنة منخفضة الحرارة مظلمة رديئة التهوية مما يساعد على تلوثه بالميكروبات المسببة للون ونموها فيه ، ولذا فان استعمال آلات الفرز قد ساعد على تقليل حدوث تغيرات اللون الى حد كبير .

وتغيرات اللون متعددة الأنواع ، وقد عرف لكثير من الميكروبات القدرة على تلوين اللبن بألوان حمراء أو زرقاء أو صفراء أو خضراء أو بنية أو سوداء ، ومع أنه قد أمكن عزل بعض الميكروبات المنتجة للون من ضروع الماشية إلا أنه وجد أنها ليست قادرة على تلوين اللبن تحت هذه الظروف .

وليست كل الميكروبات التى تنتج مجموعات ملونة على الآجار أو الجيلاتين تسبب تلون اللبن عند نموها به ، ففى حين أن بعضها لايغير لونه إطلاقا إذ البعض الآخر لاينتج سوى راسبا ملونا أو حلقة ملونة على السطح تنشأ عن تجمع الميكروبات بعدد كبير . على أنه فى تغييرات اللون الهامة ينتشر اللون فى اللبن جميعه أو فى جزء كبير منه . وسنتكلم فيما يلى عن أهم تغيرات اللون .

اللون الأحمر : تنسبب حمرة اللبن عن عدة ميكروبات من أهمها ميكروكوكس روزيس (M. roseus) وهو يكون راسبا أحمر ، وبكتريوم أو باسلس ارثروجينس (B. erythrogenes) وهذا يسبب تلون الجزء العلوى من اللبن بلون أحمر كالدم ويغير تأثيره إلى القلوية الخفيفة ، وبكتريوم أو باسلس بروديجيوزم (B. prodigiosum) وهو ينتج بقعا حمراء تشبه نقط الدم على سطح اللبن عند حفظه ويرسب الكازين ببطء ثم يحل الخثرة ، وكلا الميكروبين الأخيرين عصوى قصير ، غير متجرثم ، مذيب للجيلاتين ، ومن أنواع الخائر الكاذبة أى التوريولا مايسبب إنتاج بقع حمراء على القشدة واللبن الحامض وأهمها توريولا جلوتينس (T. glutinis) .

اللون الأزرق : تنشأ زرقة اللبن غالبا من عمل بكتريوم أو باسلس سيانوجينس (B. cyanogenes) ومن خواص هذا الميكروب أنه لاينتج اللون الأزرق إذا نمى فيه بحالة نقية ولكنه يسبب الزرقة متى نمى بالاشتراك مع ستربتوكوكس لاكتس أى عندما يصير تأثير اللبن حامضيا ويظهر اللون فى البداية على هيئة رقعة زرقاء على سطح اللبن ثم ينتشر تدريجا إلى أسفل ، وإذا حفظ اللبن وقتا طويلا تغير لونه إلى الرمادى المتسخ أو البنى كما يتحول تأثيره إلى القلوية .

وهذا الميكروب عصوى قصير ، غير متجرثم ومتحرك وغير مذيب للجيلاتين وينمو بجودة على البيئات العادية .

وقد تنشأ الزرقة كذلك عن الميكروب بكتريوم أو باسلس بيوسيانيس « B. pyocyaneus » .

ومن الأسباب التى تؤدى إلى ظهور اللون الأزرق أحيانا باللبن انخفاض نسبة المواد الصلبة أو إصابة الماشية بسل الثدى أو تغذى الماشية بأغذية خاصة .

اللون الأصفر : أهم الميكروبات المسببة لأصفرار اللبن بكتريوم أو باسلس سنزانثس « B. synxanthus » . ويظهر اللون فى هذه الحالة واضحا فى طبقة القشدة ، إلا أنه ينتج ببطء .

وهذا الميكروب يجبن اللبن ويهضم الخثرة وقد يلون المواد المهضومة بلون أصفر باهت كما أنه يحول تأثير اللبن إلى القلوية ويكسبه طعما ورائحة غير مقبولين ، وهو عصوى قصير ، غير متجرثم ، متحرك ويذيب الجيلاتين ويفتج الأندول .

وقد ينشأ اللون الأصفر باللبن عن عوامل غير ميكروبية مثل تغذى الماشية على بعض النباتات أو اصابة الضرع بأمراض خاصة ، هذا فضلا عن أن بعض أصناف الماشية تنتج لبنا أصفر اللون بطبيعته كأبقار الجرسى مثلا .

اللون الأخضر : تنسب خضرة اللبن إلى عمل بعض الميكروبات التى من أهمها بكتريوم أو باسلس فلورسنس (B. fluoréscens) ويعرف هذا الميكروب بقدرته على تحليل الدهن تحليلا مائيا وهو يولد لونا أخضر وامضا (green fluorescence) فى معظم البيئات العادية .

* * *

وقد تنشأ باللبن ألوان أخرى ليس للبكتريا دخل فى انتاجها فمثلا إذا وضع اللبن فى أوان صدئه وارتفعت حموضته فان الحامض يذيب الصدأ فيتلون اللبن بلون رمادى مزرق .

مصادر انتقال الميكروبات المسببة لتغيرات اللون الى اللبن : تنتقل الميكروبات المسببة لتغيرات اللون إلى اللبن رئيسيا من الهواء والغبار والماء والأوانى الملوثة ، وتنحصر طرق الوقاية منها فى اتخاذ الاحتياطات الكفيلة بنظافة إنتاج اللبن والتأكد من نقاوة الماء المستعمل فى غسل الأوانى وتمام تعقيمها .

٣) انتاج الغازات باللبن

عرف لعدد من الميكروبات القدرة على انتاج الغازات باللبن أو مستخرجاته تحت ظروف خاصة غير أن المهم من هذه الميكروبات من الوجهة العملية قليل .

وليس لانتاج الغازات باللبن السائل أهمية كبيرة إلا أنه قد يؤدى إلى أضرار اقتصادية بالغة عند حدوثه ببعض منتجات الألبان ، فمثلا إذا حفظت القشدة وقتا طويلا وعلى الأخص فى أشهر الصيف الحارة فانه أحيانا قد تتكون رغوة (frothing) نتيجة لما يتكون من غازات وهذه تسبب رفع أغطية الأوعية المحفوظة بها القشدة مما يؤدى إلى فقد جزء منها ، هذا فضلا عن انخفاض قيمة مثل هذه القشدة فى صنع الزبد ، كما قد ينشأ تمزق الجبن وتشقق اللبن المختمر بما ينتج بها من غازات فتنحط قيمته التجارية

ويعزى إنتاج الغازات باللبن ومنتجاته رئيسيا إلى قسمين من الميكروبات أولهما طائفة ميكروبات القولون أوكولاى - ايروجنيس التى أسلفنا وصفها وثانيهما بعض أنواع الخمائر الكاذبة أو التوريلا

ويتكون الغاز فى حالة الطائفة الأولى نتيجة لتخمر اللاكتوز وهو عبارة عن مخلوط من ثانى أوكسيد الكربون والايدروجين ، وتنتج المزارع النقية منها أكبر كمية من الغاز قبل أن تكون كمية كبيره من الحامض . ويخرج الغاز الناتج بسهولة من اللبن السائل أى غير المتجبن ولكنه يحبس فى الخثرة على هيئة فقاقيع واضحة متى تجبن اللبن ، وأهم ميكروبات هذه الطائفة المكونة للغاز هى بكتريوم أو ايروبكتر ايروجنيس

أما الخمائر الكاذبة المهمة فى انتاج الغاز وخاصة فى القشدة فانها تكونه كذلك نتيجة لتخمر اللاكتوز ، والغاز المتكون فى هذه الحالة هو ثانى أوكسيد الكربون،ويشمل الاختمار إلى جانب تكون الغاز المذكور إنتاج مقدار قليل من الكحول الأثيلى ، ونظرا لقدرة هذه الخمائر على تحمل الحموضة العالية فانها قادرة على المعيشة حيث لا يمكن لكثير من الميكروبات الأخرى النمو كما هو الحال فى القشدة الحامضة مثلا أى التى تمت فيها بكتريا حامض اللكتيك بنشاط .

والنوعان المهمان من الخمائر المذكورة هما توريولا كريموريس (T. cremoris) وتوريولا سفيريكا (T. sphaerica) وأولهما أهليجى الشكل ويجود نموه على درجة ٩٨,٦ف (٣٧ س) على حين أن الثانى كروى ويفضل النمو على درجة الحرارة المنخفضة ، وكلاهما إذا لقح فى اللبن اللتمسى ينتج الغاز بشدة ويكسبه رائحة الخميرة (yeasty odour) كما وأنهما ينموان بجودة على الآجار العادى وهما يوجدان عادة فى القشدة سواء منها الطازجة أو الحامضة ، غير أن عملهما لا يظهر بوضوح إلا فى حالة ارتفاع حرارة الطقس عندما يحدث التجبن فاذ ذاك يحبس الغاز فيزداد حجم القشدة وتظهر الرغاوى ، وبديهى أن هذا لا يتم إلا إذا وجدت بالقشدة إلى جانب هذه الخمائر ميكروبات منتجة للحامض .

وهناك قسم ثالث من الميكروبات قد ينتج الغاز باللبن تحت ظروف خاصة ، وأفراد هذا القسم غير هوائية ومتجرثمة ، ومنها أنواع تعفنية وأخرى غير تعفنية ومن الأخيرة ميكروبات حامض البيوتريك التى سيأتى ذكرها فيما بعد ، ولا يظهر أثر هذه الميكروبات إلا فى الألبان التى عوملت بالحرارة نظرا لابادة الميكروبات غير المتجرثمة بها ، على أنه ليس لهذه الميكروبات على وجه العموم ما لأفراد القسمين الأولين من أهمية فى إنتاج الغازات .

مصادر انتقال الميكروبات المنتجة للغازات الى اللبن : يعتبر الروث والسماد والماء مصادر انتقال هذه الميكروبات إلى اللبن ، ولذا فان مراعاة النظافة فى الانتاج يقلل إلى حد كبير من خطر انتقالها إليه كما أن حفظ اللبن والقشدة على حرارة منخفضة يعتبر من أنجع الوسائل لوقف عمل الميكروبات المذكورة ، على أنه إذا كان ولا بد من حفظ القشدة على حرارة مرتفعة فينبغى أن تبستر أولا .

٤) تجبن اللبن

ولو أن تجبن اللبن يحدث غالبا نتيجة للتخمر اللكتيكى السالف الذكر إلا أن هناك أنواعا من الميكروبات وجدت لها القدرة على إنتاج أنزيم شبيه بالرنين (rennin) يجبن اللبن ، ويعرف هذا النوع من التجبن باسم التجبن الحلو (Sweet curdling) أو التجبن الأنزيمى ، وبعض الميكروبات التى تحدثه تكون مقدارا ضئيلا من الحامض أو لا تكون حامضا كلية على حين ان البعض الآخر يكون كمية كبيرة من الحامض بعد أن يتم التجبن .

وهذا النوع من التغير غير شائع الحدوث فى اللبن الخام أى غير المعامل بالحرارة ولكنه يحدث أحيانا فى اللبن المبستر أو اللبن المغلى عند حفظه على درجة حرارة مرتفعة نسبيا أو عند عدم الاعتناء بتبريده فى أشهر الصيف الحارة .

ومع أن اللبن يحتوى باستمرار تقريبا على ميكروبات من التى تسبب التغير الآنف الذكر إلا أن نشاط ميكروبات حامض اللكتيك يثبط عادة نموها ولذلك فهى لا تحدث التجبن إلا تحت ظروف ملائمة لها تماما وفى وجود عدد قليل من أنواع الميكروبات الأخرى .

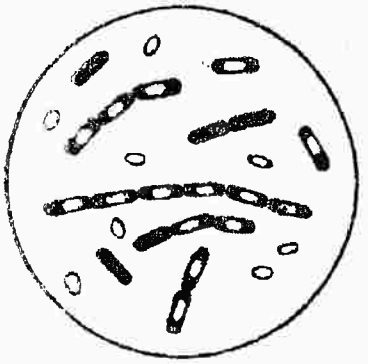
وتجدر الاشارة هنا إلى أنه ليس للبرق أو الرعد تأثير مباشر فى سرعة تجبن اللبن كما يظن خطأ ، ولكن تعزى سرعة التجبن إلى نشاط البكتريا التى يحويها اللبن غير المبرد بتأثير ارتفاع حرارة الجو التى تسبق عادة حدوث العاصفة الرعدية .

وتختلف الخثرة الناتجة من فعل الأنزيم عن الخثرة الحامضية بأن الأولى تكون فى الغالب لينة وتنكمش تدريجا وينتج منها شرش كثير ذو لون مصفر على حين ان الأخيرة تكون كما ذكرنا فى المعتاد صلبة ملساء لا ينفصل عنها من الشرش إلا القليل الرائق .

وأنواع الميكروبات التى تحدث التجبن الأنزيمى كثيرة وتقسم عادة إلى أنواع عصوية متجرثمة هوائية وأنواع عصوية غير متجرثمة وإلى أنواع كروية كما تسبب بعض أنواع الفطر الشعاعى هذا التغير أحيانا ، وسنصف أهم الميكروبات المنتمية إلى الأقسام المذكورة .

(١) **الأنواع العصوية المتجرثمة الهوائية** : يشتمل هذا القسم على عدد من الميكروبات الهامة التى يكثر انتشارها فى الطبيعة ، وتوجد هذه الميكروبات باستمرار فى اللبن وتنتقل إليه من التربة والسماد الجاف وغبار الدريس ومواد العلف الجافة الأخرى إذ أن جراثيمها تمكنها من تحمل الجفاف والمعيشة مدداً طويلة فى مثل هذه المواد ، وهى لا تحدث التجبن تحت الظروف العادية إلا أن عملها قد يظهر كما قدمنا القول فى اللبن المبستر أو اللبن المغلى ، وأهم هذه الأنواع باسلس الدريس (hay bacillus) أو باسلس ستلس (B. subtilis) وباسلس البطاطس (potato bacillus) أو باسلس ميزنتريكس (B. mesentericus)

وكلا الميكروبين المذكورين يوجد إما فرديا أو زوجيا أو فى سلاسل طويلة (راجع شكل ٢٩) ومتحرك وإيجابى لصبغه جرام وهوائى حتما ويكون غشاء سميكا على سطح المزارع السائلة ، وذو جراثيم بيضاوية الشكل تقع فى وسط الخلية أو بالقرب من طرفها دون أن تحدث انتفاخا فى موضع تكوينها ، وكبيرة المقاومة لتأثير الحرارة والعوامل الأخرى الضارة ، وهذان الميكروبان يحللان البروتين ويذيبان الجيلاتين وحرارتهما الملائمة تتراوح بين ٨٦° و ٩٥° ف (٣٠° و ٣٥° س) ويحولان تأثير اللبن اللتمسى إلى القلوية .



شكل (٢٩) باسلس ميزانتريكس

ويميز النوعان السالف ذكرهما بتلقيحهما فى بيئة البطاطس حيث ينمو أولهما على هيئة طبقة ملساء بينما يظهر نمو الثانى مجعدا أو شبكيا .

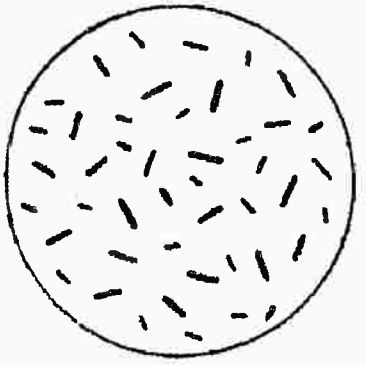
وتشتمل هذه الطائفة كذلك على بضعة أنواع أخرى هامة منها باسلس ميكويدس (B. mycoides) وهو يوجد بكثرة فى اللبن غير التام التعقيم ويميز من النوعين السابقين بأنه ينمو على الجيلاتين بشكل خيوط

متشابكة (tangled) أشبه بنمو الفطر وكذلك بأنه عند تلقيحه بطريقة الوخز فى آجار الجلوكوز العميق تمتد من خط التلقيح بروز تشبه الشعر .

وتعزل أفراد هذه الطائفة من اللبن بتسخينه لدرجة ١٨٦ ف (٨٠ س) لمدة ٢٠ دقيقة لكى تقتل الميكروبات غير المتجرثمة ثم يبرد وتحفظ العينة تحت شروط هوائية على درجه ٧٧ إلى ٨٦ ف (٢٥ الى ٣٠ س) حتى تتجبن وتحضر منها بعدئذ أطباق آجار اللحم أو الجيلاتين ثم تنتخب المجموعات المذيبة للجيلاتين وتختبر ميكروسكوبيا فاذا وجدت محتوية على ميكروبات متجرثمة إيجابية لصبغة جرام أعيد تنقيتها على أطباق جيلاتين وأخيرا تحفظ المزرعة النقية على الآجار المغذى .

وتنتقل هذه الأنواع عادة من التربة إلى مواد الغذاء الجافة ومن الأخيرة إلى اللبن .

(٢) **الأنواع العصوية غير المتجرثمة** : تنتمى هذه الأنواع إلى عدة طوائف من أهمها طائفة بروتيس (Proteus group) وطائفة فلورسنس (Fluorescens group) وتظهر أنواع الطائفة الأولى بأشكال وأحجام مختلفة فتكون أحيانا عصوية قصيرة وتبدو فى أحيان أخرى بشكل خيوط طويلة مكونة شبكة ، وهى عادة متحركة حركة نشطة وتكون أحيانا إيجابية لصبغة جرام وأحيانا سلبية للصبغة المذكورة حسب ظروف النمو ، واهم أنواعها بروتيس فلجارس (Proteus vulgaris) ، أما أنواع الطائفة الثانية فكلها عصوية قصيرة (راجع شكل ٣٠) ومتحركة ، سلبية لصبغة جرام وتنتج كما قلنا من قبل مادة ملونة خضراء فى اللبن والبيئات المتعادلة أو القلويه ، وبعض أنواعها تذيب الجيلاتين والبعض لاتذيبه وتنمو فى المعتاد على درجات حرارة منخفضة وأهم أنواعها بكتريوم فلورسنس (B. fluorescens) .



شكل (٣٠) بكتريوم فلورسنس

وتوجد هذه الأنواع غالبا فى الماء وخاصة الملوث بمواد حيوانية متحللة ومنه ينتقل إلى اللبن .

(٣) **الأنواع الكروية** : بعض أنواع الميكروكوكس التى توجد عادة باللبن فى قدرتها احداث التجبن الأنزيمى ببطء . وقد تكون اهم الأنواع الكروية التى تحدث هذا التغير النوع المعروف باسم ستربتوكوكس لكويفاسيان (Str. liquefaciens) وهو يجبن اللبن بواسطة أنزيم ينتجه ثم يكون مقدارا من الحامض وفيما بعد يحدث حل الكازين ، ويختلف من الوجهة الأخيرة عن ستربتوكوكس لاكتس ولو أنه يشبهه من حيث الخواص الأخرى .

٥) هضم كازين اللبن

تعرف العملية التى يتحلل بواسطتها كازين اللبن غير الذائب إلى مواد ذائبة باسم البروتيوليسس (Proteolysis) أو هضم الكازين لأنها تشبه عملية الهضم فى الحيوانات ، كما تعرف أحيانا باسم البپتنة (Peptonisation) نسبة إلى المواد الناتجة عنها .

وتحدث هذه العملية بواسطة عدد من الميكروبات تختلف فى مدى قدرتها على حل هذه المادة ، فبعضها يحدث انحلالا تاما تقريبا وواضحا والبعض الآخر لايحدث سوى انحلالا بسيطا لايميز إلا بتقدير كمية الأزوت الذائب بالطرق الكيماوية .

أما نواتج انحلال الكازين فمتعددة وهى تشمل البيتون والأحماض الأمينية والنشادر وبعض المواد الأخرى الذائبة ، ومما تجدر الأشارة اليه هنا أن الحاصلات النهائية لانحلال المواد الكربوايدراتية أى اللاكتوز حامضية التأثير على حين أن نواتج انحلال المواد الأزوتية أى الكازين قلوية التأثير

وعملية هضم الكازين ذات ارتباط وثيق بالتجبن الحلو ، فالأولى تتبع الثانية بانتظام وجميع الميكروبات التى أسلفنا وصفها فى الكلام عن التجبن الحلو تحلل عادة الكازين بعد التجبن ، وقد يشاهد أن بعض المزارع تذيب الكازين دون أن تجبن اللبن وفى مثل هذه الأحوال يتحول اللبن تدريجا إلى سائل رائق شفاف ، على أنه وجد أن مثل هذه المزارع تجبن اللبن أحيانا عند انمائها على درجة الحرارة الملائمة .

وكثيرا مايصحب عملية البيتنة ظهور طعم مر باللبن ويعزى هذا الطعم إلى بعض متحصلات إنحلال البروتين كالبيتونات .

٦) تغير طعم اللبن ورائحته

يظهر باللبن والقشدة أحيانا تغيرات غير عادية فى الطعم أو الرائحة كالمرارة والتزنخ مثلا ولهذه التغيرات أسباب متعددة ، فهى اما أن تنشأ عن عمل الميكروبات أو تتسبب عن عوامل غير مكروبية ، ولايقتصر ضررها على خفض قيمة اللبن والقشدة من الوجهة التجارية بل تؤثر كذلك فى نوع المنتجات المصنوعة منهما وخاصة الزبد ، ولهذا يوجه اهتمام خاص الى اختبار مذاق اللبن والقشدة ورائحتهما عند وصولهما الى مصانع الزبد والالبان المجففة والمكثفة الخ ، وسنتناول هنا التغيرات الناشئة عن عمل الميكروبات ونعود الى شرح التغيرات المسببة عن عوامل غير ميكروبية فيما بعد .

والميكروبات المسببة لتغيرات الطعم والرائحة كثيرة متنوعة وتشمل أنواعا من البكتريا والخمائر والفطر ، ويشترك بعضها فى احداث نوع أو أكثر من التغيرات السالفة الذكر ، وتتوقف تغيرات الطعم والرائحة التى تحدث من حيث نوعها وسرعة ظهورها على درجة الحرارة التى يحفظ عليها اللبن وعلى عدد وأصناف الميكروبات الموجودة به وفيما يلى أمثلة لأهم هذه التغيرات .

١ — التزنخ (Rancidity) :

هذا التغير نادر الحدوث فى اللبن الطازج ، وهو يعزى أحيانا الى نشاط بعض أنواع البكتريا وينشأ اذ ذاك عن التحلل المائى للدهن (Hydrolysis) الذى ينتج عنه انفراد أحماض دهنية طيارة من أهمها حامض البيوتريك بتأثير أنزيم الليباز الذى تكونه الأنواع المذكورة ، ومن أهم الميكروبات المنتجة لهذا الانزيم بكتريوم فلورسنس الذى سبقت الاشارة اليه وهو كما قلنا يفضل النمو على درجات حرارة منخفضة نسبيا ، على أنه يمكن القول على وجه العموم أن بكتريا حامض اللكتيك توقف نمو الأنواع المسببة للتزنخ فى اللبن العادى بعد وقت قصير من انتاجه .

وقد يظهر التزنخ أحيانا فى الألبان المبسترة وينسب حينئذ إلى عمل بعض الميكروبات المتجرثمة غير الهوائية .

٢ — المرارة (Bitterness)

تنسب مرارة الطعم إلى عدة ميكروبات منها ستربتوكوكس لكويفاسيان السالف ذكرها وكذلك نوع من التوريولا المخمرة للاكتوز تعرف باسم توريولا أمارى (T. Amari) وأحيانا ترجع إلى ميكروبات أخرى مثل ميكروكوكس كازى أمارى (M. casei amari) وبكتريوم فلورسنس وبكتريوم إيروجنيس وبعض أنواع الفطر الشعاعى .

وتتسبب المرارة من أن بعض الميكروبات المذكورة تحلل البروتين والبعض الآخر تحلل الدهن . ولا يلاحظ هذا العيب كثيرا فى اللبن الخام أى غير المسخن لأن بكتريا حامض اللكتيك وخاصة ستربتوكوكس لاكتس تثبط نمو الميكروبات السالفة الذكر ، كما أن انتاج الحامض يخفى هذا العيب .

ولما كانت الحرارة الملائمة لنمو الميكروبات المسببة للمرارة منخفضة نسبيا إذا قورنت بالحرارة الملائمة لنمو ستربتوكوكس لاكتس فان هذا العيب لا يظهر غالبا إلا فى الألبان المحفوظة على درجات منخفضة .

٣ — طعم السمك (Fishiness)

قد ينشأ هذا الطعم باللبن عن عمل بعض الميكروبات ومنها بكتريوم فلورسنس التى تنتقل إلى اللبن كما قلنا من الماء الملوث عند استعماله فى غسل الأوانى وعدم العناية بتعقيمها ، كما أن باسلس ستلس وبعض الميكروبات المتجرثمة غير الهوائية قد تكون سببا غير مباشر فى ظهور هذا العيب إذ يظهر نتيجة اشتراكها فى العمل مع بعض الميكروبات الأخرى .

٤ — طعم المولت (Malt flavour)

يتسبب هذا العيب عن ميكروب خاص سبقت الاشارة اليه يعرف باسم ستربتوكوكس لاكتس مالتيجينس (Str. lactis var. maltigenes) وهو ينتقل كذلك من الماء الملوث والأوانى غير المعقمة وقد يسكن الضرع أحيانا .

ومع أن البسترة تقتل الميكروب المذكور إلا أنها لا تزيل هذا الطعم إذا كان قد نشأ فعلا باللبن قبل بسترته ، على أن تبريد اللبن الملوث بالميكروب عقب الحلب يؤخر ظهور هذا العيب .

٥ — طعم الفينول (Phenol flavour)

ينتج هذا الطعم باللبن بتأثير ميكروب متجرثم ، ولذا فانه لا يلاحظ إلا فى الألبان المعقمة (sterilised) ومن الصعب بمكان التغلب على هذا التغير لأن جراثيم الميكروب المذكور تقاوم تأثير الحرارة إلى حد كبير ، على أنه قد وجد أن للعناية بتعقيم جميع أدوات اللبن وزجاجه أثرا ظاهرا فى تقليل خطره .

وغالبا ما يلاحظ هذا التغير فى زمن الصيف ولكن لا يلبث أن يختفى متى انخفضت حرارة الطقس .

***

وهناك تغيرات أخرى قد تنشأ فى الطعم نتيجة لعمل ميكروبات مختلفة منها طعم الصابون (soapy flavour) وهو يحدث عن فعل البكتريا المكونة للنشادر وخاصة بكتريوم صابولاكتيكم (B. sapolacticum) ويتمو هذا الميكروب على درجات حرارة منخفضة قد تصل إلى ٤١ ف (٥ س) وطعم الجزر (carrot flavour) الذى ينشأ عن باسلس كاروتى (B. carotae) والرائحة التعفنية الناتجة عن نمو باسلس بيوتريفيكس (B. putrificus) الخ الخ .

ومن أهم الاحتياطات التى تساعد على منع التغيرات التى تحصل فى طعم اللبن ورائحته مراعاة النظافة فى انتاج اللبن عموما وخاصة الوثوق من نقاوة الماء المستعمل فى غسل الأوانى والعناية بتعقيمها كما أن للتبريد السريع والحفظ على درجة حرارة منخفضة أهمية كذلك فى هذا الصدد ولو أنه من المستحسن خصوصا فى حالة انتاج كميات كبيرة بسترة اللبن للقضاء على الميكروبات المسببة لهذه التغيرات قبل أن يحفظ اللبن على حرارة منخفضة .

(٧) انتاج الاحماض الطيارة والكحول باللبن

قد تكون باللبن ومنتجاته عدة أحماض طيارة (volatile acids) كنتيجة لعمل بعض أنواع الميكروبات ومن أهم هذه الأحماض حامض البيوتريك وحامض البروبيونيك وحامض الفورميك وحامض الخليك وحامض السكسنيك ، وتوجد الأحماض الثلاثة الأخيرة غالبا باستمرار فى اللبن الحامض إذ أن أنواع الميكروكوس والبكتريا المعوية تميل إلى انتاجها إلى جانب حامض اللكتيك أو بدلا منه على حين أن أنواع الاستربتوكوكس واللاكتوباسلس قد تشترك فى إنتاج حامض الخليك .

ويظهر حامض البيوتريك أحيانا فى الألبان المبسترة وغير التامة التعقيم وليس من المرغوب فيها انتاجه باللبن والقشدة لأنه يسبب رائحة وطعما كريهين ويظهر على الأخص فى أشهر الصيف الحارة وكثيرا ما يلاحظ فى القشدة التى ترسل إلى مصانع الزبد الواقعة فى أمكنة بعيدة .

وقد وصف باستور أول ميكروب من ميكروبات حامض البيوتريك فى سنة ١٨٦١ وأثبت باكتشافه هذا لأول مرة وجود ميكروبات غير هوائية حتما ، وأهم الميكروبات التى تنتج حامض البيوتريك هى ميكروبات طائفة باسلس أميلوبكتر (B. amylobacter) أو كما تعرف باسم كلوستريديوم بيوتريكم (Clos butyricum) وتوجد هذه الميكروبات بكثرة فى التربة والماء ومواد الغذاء والروث وتصل من هذه المصادر إلى اللبن ، وهى عصوية كبيرة نسبيا ومتجرثمة ، والجراثيم وسطية أو قريبة من الطرف مع حدوث انتفاخ فى موضع تكونها ، وايجابية لصبغة جرام وغير هوائية حتما ، ولكنها تنمو تحت شروط هوائية عند اشتراكها فى المعيشة مع البكتريا الهوائية .

والميكروبات المذكورة تخمر معظم أنواع السكر وتنتج إلى جانب حامض البيوتريك غازات ثانى

أوكسيد الكربون والايدروجين ، وتنمو نموا جيـــدا على درجات حرارة عالية نسبيا ومعظمها يتحمل حموضة كبيرة .

ويمكن عزلها من اللبن بسهولة بأن تملأ منه زجاجة ملئا تاما وتسخن إلى درجة ١٩٤ ف (٩٠ س) لمدة خمس دقائق لقتل الميكروبات غير المتجرثمة ثم تبرد وتقفل الزجاجة بسدادة محكمة وتحفظ على درجة ٩٨,٦ ف (٣٧ س) حتى يتخمر اللبن فتلقح بجزء منه أنبوبة آجار جلوكور عميق.

وقد تنتج بعض ميكروبات حامض البروبيونيك فى مستخرجات اللبن وهو اختمار غير مرغوب فيه فى القشدة إلا أنه ذو أهمية كبيرة فى انضاج الجبن السويسرى المعروف باسم امنتال (Emmental) حيث ينشأ عنه تكون العيون (eyes) التى يميز بها هذا الصنف من الجبن والناتجة عن الغاز الذى تكونه بكتريا حامض البروبيونيك .

اما انتاج الكحول الأثيلى فى اللبن السائل فعادة قليل الأهمية ولكنه مهم فى الألبان المختمرة حيث نسبة ما تنتجه بعض أنواع الخائر فيها نحو ١ ٪ أو ٢ ٪ من هذا الكحول ، والخائر المذكورة منها المتجرثم وغير المتجرثم وبعضها يؤثر فى سكر اللبن مباشرة على حين أن البعض الآخر لايحدث الاختمار الكحولى إلا بعد أن يتحول السكر المذكور إلى سكريات أحادية بفعل البكتريا .

ثانيا : التغيرات الناتجة عن عوامل غير ميكروبية

يمكن تقسيم هذه العوامل اجمالا إلى مايأتى :

١ — حالة الماشية المنتجة :

قد يظهر بألبان المواشى فى أواخر فصل حلبها أى قبل نضوب لبنها بزمن وجيز طعم غير مرغوب فيه يوصف بأنه زنخ أو ملحى أو مر ، وهذا التغير لايلاحظ فى الغالب إلا إذا حفظ اللبن بعض الوقت ، وقد وجد بالمر (Palmer) أن هذا العيب يرجع إلى عمل إنزيم الليباز الذى يحلل الدهن تحليلا مائيا فتنفرد أحماض دهنية يعود الجانب الأكبر من الطعم المذكور اليها وخاصة حامض البيوتريك ، ولايوجد إنزيم الليباز فى اللبن العادى بمقدار كبير ، ولكنه يوجد فى نهاية فصل الحليب بقدر كاف لتحليل الدهن مما يتسبب عنه العيب المذكور ، وهو ينشط على درجات الحرارة المنخفضة نسبيا ولكنه يتعطل عن العمل إذا سخن اللبن إلى درجة ١٦٧ ف (٧٥ س) لمدة بضع دقائق ، كما أن محتويات اللبن من الكلورين ترتفع عادة فى نهاية فصل الحليب ، وربما عزى الطعم غير المرغوب فيه جزئيا لهـــذا السبب إذ أنه يوصف أحيـانا كما قلنا بالطعم الملحى .

وقد يلاحظ التغير السالف الذكر فى ألبان الماشية المصابة بالتهاب الضرع ، وعندئذ يعزى على الأرجح إلى اختلال فى توازن المواد المعدنية التى يحويها اللبن .

ويمكن أن تحدث لزوجة اللبن نتيجة إصابة ضرع الماشية المنتجة بالتهاب وتنسب إذ ذاك غالبا إلى وجود خلايا الدم البيضاء والفبرين (fibrin) فى اللبن ونلاحظ مثل هذه اللزوجة فى اللبن وقت حلبه ،

٣) تغذى الماشية بأغذية خاصة :

قد يتسبب عن تغذى الماشية بأغذية فاسدة كالسيلاج التالف وكذلك بعض أغذية معينة كاللفت مثلا حدوث تغيرات غريبة فى طعم اللبن ورائحته كالمرارة والزناخة وخاصة إذا اعطيت قبل الحلب بزمن قصير كما أن تغذى الماشية بحشائش خاصة يسبب أحيانا مرارة لبنها أو يكسبه طعم البصل كما يأخذ طعم السمك عند تغذيتها بمسحوق السمك .

وتغيرات الطعم والرائحة الناشئة عن الأغذية إما أن يمتصها اللبن من الغذاء مباشرة أو تنتقل إلى الضرع عن طريق الجهاز الهضمى اى أنها تنشأ قبل خروج اللبن من الضرع .

ومن الاحتياطات الهامة التى تساعد على منع حدوث هذه التغيرات تقليل الكميات التى تعطى للماشية من الأغذية المذكورة على أن تعطى لها بعد الحلب مباشرة كما أن التبريد والتهوية يساعدان على ازالة الطعم والرائحة الناشئة من الأغذية على وجه العموم ،

٣ ـ وجود اللبن بالقرب من مواد ذات رائحة شديدة :

يمتص اللبن رائحة بعض المواد بسرعة إذا وجد بالقرب منها مثال ذلك المطهرات الكيماوية وغاز البترول وبعض الأغذية كالكرنب والسمك والبصل الخ . وهذا يحدث سواء أكان اللبن دافئا أم محفوظا على حرارة منخفضة ، ولذا فإنه عند بقائه مدة طويلة بحظيرة الماشية يكتسب طعما ورائحة غريبة حيث الجو مشبع برائحة السماد ومواد الغذاء .

٤ ـ تأثير الضوء والمعادن :

قد يلاحظ عند تعرض اللبن المعبأ فى زجاجات لأشعة الشمس المباشرة مدة من الزمن أنه يكتسب طعما ورائحة شحمية (tallowy) ويظهر هذا التغير بوضوح فى طبقة القشدة المتكونة على السطح نتيجة لأكسدة الدهن وذلك علاوة على أن للضوء تأثير فى لون الدهن إذ يجعله باهتا ، والتغيرات التى تحدث عن الأكسدة السالفة الذكر تتعلق على الأخص بحامض الأوليك (oleic acid) وجلسريداته السهلة الأكسدة .

ومما يستحق الذكر أن الأكسجين الفعال (active) الضرورى للأكسدة المذكورة ينتج عن تنشيط الأكسجين الجزيئى (molecular) الموجود باللبن بتأثير الضوء ، كما ينتج بتأثير بعض المعادن كالنحاس والحديد والزنك أو بتأثير العاملين معا ، ومن أنواع الأشعة التى تنشط الأكسجين وبالتالى تؤثر فى اللبن الأشعة البنفسجية والزرقاء وهذه تنفذ فى الزجاج الرائق غير الملون .

والنحاس أكبر المعادن أثرا فى هذا الخصوص وهو ينتقل الى اللبن من سطوح المواد المصنوعة منها الأوانى والأدوات المستعملة فى تداول اللبن وخاصة النحاس المطلى بالقصدير (tinned copper) ، ويتركز هذا المعدن على الأغلفة البروتينية لحبيبات الدهن ويعمل كعامل مساعد فى تنشيط الأكسجين الموجود باللبن .

ولما كانت البكتريا الموجودة فى اللبن تستعمل الأكسجين الجزيئى الذى يحويه فى التنفس وللحصول

على المجهود فانه كلما عظم عددها كلما زادت الكميات التى تستنفدها منه أى كلما انخفض الأكسجين الصالح (available) للأكسدة الكيماوية ، ومن هذا يستنتج أن العوامل التى تساعد على سرعة نمو البكتريا ونشاطها فى اللبن كالحرارة العالية نسبيا مثلا تقلل من حدوث التشحم ، بينما لاتمنع البسترة ظهور هذا العيب لأنها تبيد معظم الميكروبات الموجودة باللبن فلا تستنفد الميكروبات الباقية به سوى كمية قليلة منه بالنظر لصغر عددها ، وهذا فضلا عن أن اللبن يختلط بالهواء فى أثناء تبريده وعلى ذلك يوجد باللبن المبستر أكسجين بوفرة لعملية الأكسدة الكيماوية .

وتجنيس اللبن (homogenisation) يلائم حدوث التشحم ، ذلك لأن اللبن يتهوى فى أثناء العملية المذكورة كما أن حبيبات الدهن تتجزأ فيكبر السطح المعرض منها للأكسده .

مما تقدم يرى أن الظروف الملائمة لحدوث التشحم هى تعرض اللبن للضوء ووجود العوامل المعدنية المساعدة وارتفاع محتويات اللبن من الأكسجين الجزيئى.

٥ ـ وصول مواد غريبة الى اللبن :

يكتسب اللبن طعم الصابون أو غيره من المواد المستعملة فى غسل الأوانى إذا تركت بقايا منها بالاناء الذى يعبأ به ، كما أن تلوث اللبن بجانب كبير من الروث يكسبه رائحة الروث ذاتها فضلا عن أن الميكروبات التى تنتقل الى اللبن مع الروث تستمر فى تحليل الروث ومركبات اللبن ، ومن أمثال هذه الميكروبات بكتريوم كولاى وبروتيس فلجارس.

مميزات التغيرات التى تحدثها البكتريا باللبن

للتغيرات التى تنتجها الميكروبات باللبن مميزات خاصة يسهل عادة بواسطتها تفريقها من التغيرات الناشئة عن عوامل أخرى ، وأهم هذه المميزات هى الآتية :

(١) أنها لاتوجد عادة باللبن وقت خروجه من الضرع أى عند حلبه مباشرة . فتغيرات اللزوجة وإنتاج اللون المسببة عن عمل البكتريا لاينتظر ظهورها إلا إذا أعطيت الفرصة الكافية للميكروبات المسببة لها لكى تنمو وتنشط بخلاف الحال فى التغيرات الاخرى المشابهة الناشئة عن ظروف الحيوان فانها توجد باللبن وقت الحلب .

(٢) أنها تزداد وضوحا بطول مدة الحفظ ، فزيادة نمو الميكروب ينشأ عنها بالطبع زيادة وضوح التغير فاللزوجة مثلا تظهر بجلاء بمضى الوقت مادامت الظروف ملائمة لنمو الميكروب المسبب لها .

(٣) أنه فى أحوال كثيرة يمكن نقل التغير غير العادى من اللبن الأصلى الى لبن جديد ، فاذا لقح لبن طازج نظيف أو لبن معقم بجزء صغير من اللبن المتغير المحتوى على الميكروب حدث نفس التغير باللبن الملقح على أن المحاولة السالفة الذكر قد لاتأتى بنتائج مرضية لاسباب متعددة منها الآتى :

ا — نمو ميكروبات أخرى باللبن الملقح بخلاف الميكروب الاصلى المسبب للتغير .

ب — عدم ملاءمة درجة الحرارة التى يحفظ عليها اللبن الملقح للميكروب الذى يحدث التغير . ولهذا العامل أهمية خاصة فى تغيرات الطعم والرائحة ، فارتفاع أوانخفاض بسيط فى درجات حرارة الحفظ كثيراً ما يؤدى إلى اختلاف كبير فى الطعم والرائحة الناتجة نظراً لاختلاف درجات الحرارة الموافقة لنمو ونشاط الميكروبات التى تحويها العينة .

ويحسن عند محاولة إعادة إنتاج التغير غير العارى أن تعزل الميكروبات التى يحويها اللبن المتغير ويلقح لبن معقم بمزرعة نقية من كل منها بدلا من تلقيحه بجزء من العينة المتغيرة ، على أنه ظهر أن بعض تغيرات اللون والطعم والرائحة لا يمكن إعادة إنتاجها بواسطة مزارع نقية لأنها تحدث عن عمل ميكروبين أو أكثر يشتركان فى المعيشة ، ولذا فهى لاتحدث إلا إذا لقح اللبن بمخلوط من المزارع النقيه لهذه الميكروبات

وقبل أن نختم الكلام عن مميزات التغيرات البكتريولوجية تجدر الاشارة إلى أن تغيرات خاصة كالتزنخ والمرارة والطعم الملحى التى تلاحظ فى لبن بعض الحيوانات فى نهاية فصل الحليب ، وكذلك الطعم والرائحة الشحمية التى تعود إلى تأثير ضوء الشمس تشذ عن القواعد السابقة لانه يظهر لها بعض الخواص التى تشبه مميزات التغيرات البكتريولوجية ، فهى مثلا تزداد وضوحا بمرور الوقت ولا توجد باللبن عند حلبه ، كما أن السدادات المستعملة فى قفل زجاجات اللبن قد تنقل الى اللبن المعبأ فيها طعما غريبا قد يعزوه البعض أحيانا إلى عمل بكتريولوجى نظراً لمميزاته المشابهة للتغيرات البكتريولوجية .

كيفية اختبار التغيرات البكتريولوجية والوقوف على منشأها

تتبع أحيانا عدة طرق لاختبار منشأ التغيرات التى تحدث بعينة من اللبن والتحقق مما إذا كان التغير راجعاً الى عمل ميكروبى ، والوقوف على مصدر تلوث اللبن بالميكروبات المسببة له ، والطرق الآتية هى الاكثر اتباعا :

أولا : اختبارات أولية لتعيين نوع التغير : تختبر العينة عادة أولا بالنظر لمعرفة ما إذا كان لونها طبيعيا أو متغيرا أو يميز نوع التغير فى اللون ثم توضع بها إبرة تلقيح معقمة أو يصب قليل منها فى وعاء آخر لمعرفة ما إذا كانت لزجة وأخيراً تختبر بالمذاق والشم لتميز تغيرات الطعم والرائحة .

وللاختبار الأخير يصب مقدار من العينة فى كوبة أو كأس نظيف ثم يذاق بإدارته فى الفم بضع مرات ثم يبصق ، ففى بعض الحالات يمكن تميز الطعم الغريب بمجرد وضع العينة فى الفم وفى حالات أخرى لا يميز التغير إلا بعد بصق اللبن . على أن التغير قد يتسبب أحيانا عن وجود مواد طيارة ولهذا لا يميز إلا برفع حرارة العينة ، ولذا تغطى الكأس التى يحويها وتسخن إلى درجة ١٤٠ أو ١٥٨ ف (٦٠ أو ٧٠ س) ثم يرفع الغطاء باحتراس وتشم العينة ثم تذاق .

ولما كانت بعض تغيرات الطعم والرائحة تزداد وضوحا كما قلنا بمرور الوقت فيحسن أن يستكمل هذا

الاختبار بوضع جانب من العينة فى زجاجة غير محكمة السد وحفظها على درجة ٥٩ ف (١٥ س) لمدة ٥ ساعات ثم يعاد اختبارها بالمذاق ، على أنه فى بعض الأحيان يختفى التغير بعد انقضاء الوقت المذكور أو يقل نتيجة لارتفاع حموضة اللبن ، وفى جميع الأحوال يلزم أن يغسل الفم بعد اختبار المذاق .

ثانيا اختبارات لتعيين منشأ التغير : تتبع عادة الطرق الآتية لتعيين ما إذا كان التغير ناشئا عن عمل بكتريا أو عن عوامل أخرى .

(١) تنقل ٥ سم٣ من العينة إلى كل من أربع زجاجات تحتوى كل من اثنتين منها على ٢٠٠ سم٣ من اللبن الطازج وتحتوى كل من الأخرتين على مقدار معادل من اللبن الفرز المعقم وتحفظ زجاجة من كل من القسمين على درجة ٥٠ ف (١٠ س) والأخرى على درجة ٦٨ ف (٢٠ س) وتختبر العينات كل نصف يوم مرة ويلاحظ التغير الذى يحدث بها

(٢) تنقل نقطتان أو ثلاث من العينة بواسطة إبرة معقمة إلى كل من أنبوبتين من اللبن اللتمسى ثم تحفظ إحدى الأنابيب على درجة ٩٨,٦ ف (٣٧ س) والأخرى على درجة ٥٩ ف (١٥ س) ويلاحظ نوع التغير الذى يحدث وتأثير اللبن ونوع الخثرة المتكونة .

(٣) تخفف العينة بالطريقة المعتادة وتحضر منها أطباق جيلاتين وآجار اللبن وتحفظ الأولى على درجة ٧١,٦ ف (٢٢ س) والثانية على درجة ٩٨,٦ ف (٣٧ س) وتختبر المجموعات ويحصل على مزارع نقية للميكروبات التى تحويها .

إذا ظهر التغير باللبن الطازج أو باللبن الفرز أو باللبن اللتمسى فتحضر منها أغشية وتختبر ميكروسكوبيا كما تنقل نقطتان من اللبن المتغير بواسطة إبرة معقمة إلى الجيلاتين وآجار اللبن وتصب فى الأطباق وتحفظ الأخيرة لمدة ٢٤ — ٤٨ ساعة على درجات الحرارة السالفة الذكر وتنقل المجموعات المشتبه فيها التى تظهر إلى آجار اللبن المائل وتنقى الميكروبات

تلقح قنينات محتوية على لبن فرز معقم ولبن طازج نظيف بالمزارع النقية المتحصل عليها ويلاحظ التغير الذى يظهر .

ثالثا : اختبارات لتعيين مصدر التلوث بالميكروب : يعين المصدر الذى ينتقل منه الميكروب المسبب للتغير إلى اللبن بمراقبة العمل فى مكان الانتاج وامتحان الأجهزة التى يعامل فيها اللبن ، ففى الحالة الأولى تفحص المواشى المنتجة لإصابتها بأمراض وخاصة التهاب الضرع وفيما إذا كان بعضها قد قارب نهاية فصل الحليب ، كما تراقب طرق الانتاج عموما وتوجه عناية خاصة إلى فحص مورد الماء المستعمل فى الحظيرة والمعمل واختبار الأوانى للوقوف على مدى دقة تنقيمها وكذلك إختبار أجهزة التعقيم ومراقبة درجة حرارة الأجهزة المذكورة أثناء إدارتها وفحص المبرد للرشح ولانكشاف النحاس .

ويستحسن دائما أن تؤخذ عينة من جملة اللبن المخلوط بعد الحلب مباشرة وأخرى بعد التصفية وثالثة

بعد التبريد ورابعة بعد التعبئة فى الزجاجات ، ويحفظ جانب من كل من هذه العينات على درجة الحرارة العادية وجانب آخر على درجة ٦٨ ف (٢٠ س) ويضاف إلى جانب ثالث قليل من الماء المستعمل فى الحظيرة وإلى جانب رابع جزء صغير من العليقة ثم تراقب العينات جميعها من وقت لآخر يلاحظ حدوث التغير غير العادى بها .

أما فى الأحوال التى يعامل فيها اللبن كالتغيرات التى تظهر بالألبان المبسترة مثلا فان التغير قد ينشأ عن رداءة اللبن الخام المستعمل أو عن سوء استعمال الأجهزة ، ولهذا ينبغى أن يفحص اللبن الخام قبل معاملته بالطرق السالفة الذكر ، كما تؤخذ عينات من مختلف درجات العملية وتختبر بكتريولوجيا وتفحص الانابيب والمضخات وأجهزة التبريد والتعبئة وتسجيل الحرارة إذ أن بعض العيوب قد تنشأ عن زيادة تسخين اللبن أو عدم وصول حرارته إلى الدرجة اللازمة ، وأخيراً يفحص الماء المستعمل فى غسل الزجاجات ومدى دقة تعقيم الزجاجات عند خروجها من الآلات الخاصة بغسلها وتعقيمها

الباب الرابع عشر

بكتريولوجيا القشده والزبد

تشتمل طرق صناعة القشدة والزبد على تفاصيل كثيرة ليس هذا مقام تبيانها وشرحها فينبغى للوقوف عليها الرجوع إلى المؤلفات الخاصة بصناعة الألبان ، على أننا سنعنى فى هذا الباب ببحث العوامل التى تؤدى إلى إنتاج صنف جيد منهما والتى تؤثر فى سرعة تلفهما وفسادهما وبالتالى فى خفض قيمتهما التجارية

اولا — القشده

القشدة هى الجزء من اللبن الذى اجتمع فيه أغلب حبيبات دهنه ويمكن الحصول عليها بطريقتين رئيسيتين هما :

أولا . طريقة الفرز الطبيعى أو طريقة القشط : وفيها يترك اللبن فى إناء مسطح نوعا مدة من الزمن تتراوح بين يوم واحد وأربعة ايام ثم تقشط الطبقة السطحية منه أى القشدة بمغارف خاصة ، أو يسحب لبن الفرز من أسفل وتترك القشدة بالاناء ، ويرجع تكون القشدة بهذه الكيفية إلى أن حبيبات الدهن التى توجد موزعة باللبن ترتفع إلى سطحه نظراً لانخفاض كثافة الدهن عن كثافة مشتملات اللبن الاخرى

ثانيا : طريقة الفرز الآلى : وتستخدم فيها القوة المركزية الطاردة وأساس الفكرة فيها أن الأجسام تدفع عن مركز الدوران لمسافات تتناسب تناسباً طردياً مع كثافتها ، فاذا أدير اللبن دوراناً شديداً فى وعاء بقيت أقل مشتملاته كثافة وهى حبيبات الدهن قريبة من المركز وطردت بقية المواد بعيدة عنه ، ومن ثم يمكن استخلاص القشدة من المنطقة التى تتجمع فيها إلى خارج الوعاء بواسطة أنابيب خاصة ، ويستعمل فى هذه الطريقة جهاز يعرف باسم الفراز .

ويمتاز الفرز الآلى على الفرز الطبيعى بأنه أسرع وأسهل فى الاجراء وأقل كلفة ولا يحتاج إلى مكان متسع ولا إلى استعمال أدوات كثيرة ، كما أن نسبة الدهن فى القشدة الناتجة به تكون أكبر منها فى القشدة المتحصل عليها من الفرز الطبيعى ، علاوة على أن لبن الفرز الناتج من هذه الطريقة أصلح للاستعمال فى التغذية لأنه يكون بحالته الطبيعية لم يعتوره تلف أو فساد .

العوامل التى تؤثر فى نوع القشدة الناتجة فى كلتا الطريقتين :

هناك عدة نقط تنبغى مراعاتها فى كل من الطريقتين المذكورتين لكى تأتى بنتائج مرضية سنلخص أهمها فيما يلى :

العوامل التى تؤثر فى محتويات القشدة من البكتريا

لا تختلف عادة أنواع الميكروبات التى توجد بالقشدة عن تلك التى توجد باللبن المستخرجة منه إلا إذا تلوثت أثناء أو عقب فرزها بميكروبات أخرى ، والملاحظ دائما ان عدد الميكروبات فى القشدة أعلى منه فى اللبن الفرز ، ويرجع هذا إلى أن عدداً من الميكروبات يطفو مع حبيبات الدهن عند حفظ اللبن فى حالة الفرز الطبيعى وإلى أن قوة الطرد المركزى تؤدى إلى التصاق الميكروبات بحبيبات الدهن فى حالة الفرز الآلى .

وإذا قورنت القشدة المتحصل عليها بالفرز الآلى بتلك المتحصل عليها بالفرز الطبيعى نجد أن الأولى تحتوى فى المعتاد على عدد من الميكروبات أقل مما تحتويه الثانية . ذلك لأن طول الوقت اللازم الحصول على الأخرى وكذا ظروف أجرائها تساعد الميكروبات على التكاثر فيتزايد عددها لدرجة قد يصل فى كثير من الاحيان إلى ستة ملايين أو أكثر فى السنتيمتر المكعب منها ، هذا فضلا عن أن الفرز الآلى يزيل من اللبن فى أثناء العملية جزءاً مما يحويه من أوساخ وشوائب غريبة مع مايعلق بها من ميكروبات وهذه تتجمع وتلتصق بجوانب مخروط آلة الفرز وتزال بعد انتهاء العملية عند التنظيف ، ومن ثم فان القشدة ولبن الفرز الناتجين بالطريقة المذكورة يكونان عادة أنقى من اللبن الأصلى

وغنى عن القول أن حفظ القشدة بعد الحصول عليها فى مكان مرتفع الحرارة مدة من الزمن أو نقلها إلى مسافات كبيرة فى جو حار يؤديان إلى إرتفاع محتوياتها البكتيرية مما ينشأ عنه ازدياد حموضتها أو تكون غازات بها أو ظهور تغيرات غريبة فى طعمها ورائحتها تحط من قيمتها التجارية أو تتقلل إلى الزبد الذى يصنع منها فتضر بصفاته ، لذا يلزم أن تبرد القشدة عقب فرزها مباشرة وأن تحاط الأوانى التى تحويها بمادة عازلة للحرارة فى أثناء النقل . كما ينبغى أن تحفظ فى مكان خال من الروائح الغريبة كرائحة البترول أو السمك الخ حتى يحين وقت توزيعها أو نقلها إذ أن الدهن من المواد التى تمتص الروائح بسرعة ومثل هذه الروائح قد تنتقل من القشدة إلى الزبد المصنوع منها فتقلل من قيمته إلى حد كبير .

اعداد القشدة لعمل الزبد

يصنع الزبد إما من اللبن مباشرة أو من القشدة التى أجرى فرزها باحدى الطريقتين السالفتى الذكر وأساس صناعتها هو مخض اللبن أو القشدة أى هزهما فتتجمع ما تحويه من حبيبات الدهن وتتلاصق بعضها ببعض مكونة حبيبات كبيرة مرئية تنفصل عن بقية السائل وهو ما يسمى باللبن المخيض أو لبن المخض ، وصناعة الزبد من اللبن تحتاج إلى وقت أطول وتؤدى إلى فقد جانب لا يستهان به من الدهن فى اللبن المخيض ولذا فاستعمالها قاصر على الجهات الريفية حيث لا تتوافر المعدات الحديثة لهذه الصناعة .

أما فى حالة صنع الزبد من القشدة فأما أن يصنع من قشدة طازجة (أو حلوه Sweet) أى حديثة الفرز أو من قشدة مختمرة (أو ناضجة ripened) وطريقة الصناعة فى كلتا الحالتين متشابهة غير أن الزبد

الناتج من القشدة المختمرة يمتاز بأنه أكثر قابلية للحفظ بحالة جيدة وبأنه جيد الطعم لذيذ النكهة .

اختمار القشدة :

نشأت فكرة اختمار القشدة منذ أمد طويل ولم تعرف قيمتها العملية إلا بطريق الصدفة إذ كان المتبع أن تحفظ القشدة فى المزارع الصغيرة لمدة بضع أيام بسبب قلة المحصول اليومى وعدم كفايته لاجراء عملية المخض يومياً فكان من الضرورى حينئذ خلط محصول عدة أيام ثم مخضة دفعة واحدة ، وكان من نتيجة ذلك بالطبع تخمر القشدة فى هذه الأثناء وازدياد حموضتها . وفى أحوال كثيرة كانت حموضة القشدة تزداد قبل خلطها إلى درجة عالية عند فرزها طبيعيا نتيجة لحفظ أوانى اللبن مدة غير قصيرة فى مكان دافىء ، وقد لوحظ وقتئذ أن هذه القشدة المتخمرة تمخض فى الغالب بسهولة أكبر من القشدة الطازجة وأن محصول الزبد الناتج منها أكبر نسبيا كما أن قابليتها للحفظ أفضل ، على أنه وجد من جهة أخرى أن النتائج المذكورة لا يتحصل عليها دائما بانتظام ولكن لم تلبث أن عرفت بمضى الزمن العوامل المؤدية إلى ذلك وعمل على تلافيها فأصبح الزبد لا يصنع غالبا فى الوقت الحاضر إلا من قشدة مختمرة حتى فى المزارع الكبيرة التى تجرى فيها عملية المخض يوميا .

واختمار القشدة يعود الى عمل أنواع خاصة من البكتريا ، ويقسم الاختمار أو كما يعرف أحيانا بالتحميض (souring) أو التسوية أو الانضاج (ripening) إلى قسمين هما :

أولا — الاختمار الذاتى . وثانيا — الاختمار الناتج عن اضافة مواد خارجية ، وسنشرح فيما يلى طريقة اجراء كل منهما ونبين مزاياهما وعيوبهما .

أولا الاختمار الذاتى : وهو أقدم طرق الاختمار وفيه تترك القشدة عقب فرزها فى أوان من الخزف المطلى أو النحاس المقصدر الخ لمدة ٣٦ — ٤٨ ساعة على حوالى درجة ٦٤,٤ — ٦٨ ف (١٨ — ٢٠ س) وتحرك فى أثناء هذه المدة عدة مرات ، وأحيانا إذا كانت كمية القشدة الناتجة يوميا صغيرة يضاف محصول يومين أو ثلاثة معا وتقلب القشدة عند كل اضافة كما تقلب بضع مرات يوميا ، على أنه يجب ألا يقل الزمن الذى يمضى بين اضافة آخر كمية من القشدة وبين المخض عن ١٢ ساعة .

ومعاملة القشدة على النحو المذكور يؤدى الى نمو ما تحويه من ميكروبات مختلفة الأنواع ، وبعض هذه تنتج تغيرات مرغوبة على حين أن البعض الآخر يؤثر أحيانا تأثيراً ضاراً بطعم القشدة ورائحتها ولذا فان نتائج هذه الطريقة غير منتظمة على الدوام .

ولما كانت أنواع البكتريا التى توجد بالقشدة كما ذكرنا آنفا هى تقريبا نفس الأنواع الموجودة باللبن الذى استخرجت منه وكان نموها فى كلتا الحالتين متشابه لذا فان ما يحدث تحت الظروف المذكورة هو أولا تحول اللاكتوز الموجود الى حامض لكتيك ثم هضم البروتين ، أما الدهن الذى يوجد بنسبة عالية فانه لا يتأثر فى الغالب مباشرة بواسطة البكتريا بل يتأثر بمتخلفات نموها سواء منها النافعة أو الضارة فيكسب القشدة الطعم والرائحة المرغوبة أو غير المرغوبة .

ومما تجدر الاشارة اليه هنا أن نمو البكتريا بالقشدة يسرع فى خلال الثمانى والأربعين ساعة الأولى حتى يبلغ ١٠٠٠ مليون فى السنتيمتر المكعب أو أكثر ثم يتناقص بعدئذ تدريجا كما يتضح من التجربة الآتية التى حفظت فيها القشدة على درجة ٦٨ ف (٢٠ س) :

وقد لوحظ أنه فى مثل هذه الأحوال تبدأ جميع أنواع البكتريا الموجودة بالقشدة فى التكاثر فيتزايد عددها ، ولكن لاتلبث بكتريا حامض اللكتيك أن تصبح الغالبة فتصير نسبتها بعد انقضاء ٤٨ ساعة من ٩٥ — ٩٩ ٪ من جملة العدد الموجود ، وهذه تثبط نمو الأنواع الأخرى تدريجا ، وإذا تركت القشدة حتى تبلغ حموضتها حداً عاليا فان ميكروبات حامض اللكتيك تقف عن النمو وتأخذ فى الاختفاء وتظهر أنواع من الفطر وخاصة الخميرة والاويديوم لاكتس كما هو الحال فى اللبن ، كما تنمو ميكروبات أخرى قد تضر فيما بعد بخاصية حفظ الزبد وتكسبه رائحة غير مرغوبة .

والغرض من تقليب القشده بضع مرات يوميا هو جعل الاختمار فى أجزائها المختلفة منتظما ، كما أن تقليبها عند كل اضافة جديدة يؤدى الى امتزاج القشدة الحديثة بالتى بدأ فيها التخمر امتزاجا تتوزع به ميكروبات التخمر على جميع الاجزاء أما ترك القشدة لمدة ١٢ ساعة بعد إضافة آخر كمية اليها فهو لكى يتم اختمارها كلها قبل أن تبدأ عملية المخض .

ويراعى فى اتباع هذه الطريقة ضبط درجة الحرارة التى يجرى عليها التخمر بقدر الامكان إذ أنه لو أجرى على درجات منخفضة فان بكتريا حامض اللكتيك يصعب نموها بينما تشجع الميكروبات المسببة المرارة والطعم المكروه فى حين ان اجراءه على درجات عالية يشجع نمو الميكروبات المكونة للغازات .

وعادة يستدل فى هذه الطريقة على تمام عملية الاختمار من لون القشدة وقوامها ورائحتها غير أنه من الافضل دائما تقدير نسبة الحموضة بالطرق الكيماوية لمعرفة النقطة التى يوقف عندها التخمر ، وقد وجد من التجارب أن أفضل درجة الحموضة تناسب صناعة الزبد تحت الظروف العادية هى ٠,٤ — ٠,٥ ٪ (مقدره كنسبة مئوية لحامض اللكتيك) ، ومتى بلغت الحموضة الحد المناسب وجب وقف التسوية وذلك بمخض القشدة أو تبريدها إذا لم يتيسر المخض مباشرة حتى تقف البكتريا عن النمو .

ثانيا — الاختمار الناتج عن اضافة مواد خارجية : وجد أن استعمال الطريقة السابقة كثيرا ما يؤدى إلى ظهور عيوب فى الزبد الناتج واكتسابه طعما ورائحة مقبولين علاوة على أن صنفه لا يكون على الدوام متجانساً ، ويرجع ذلك إلى تكاثر بعض الأنواع الضارة بالقشدة فى خلال مدة الاختمار الطويلة الأمد ، ولهذا عمد إلى استعمال روبات أو بادئات (Starters) (سميت كذلك لأنها تبدأ عملية التخمر) لغرض اسراع عملية الانضاج وتقصير المدة التى تتكاثر فيها أنواع البكتريا المختلفة ، وأول ما اتجه إليه التفكير هو تلقيح القشدة بمواد متخمرة ثم استنبط بعدئذ استعمال مزارع نقية من بكتريا خاصة ، وعرفت الأولى باسم الروبات الطبيعية والثانية باسم الروبات الصناعية أو التجارية وسنتصف فيما يلى كلا منهما ونشرح طريقة استعمالها .

الروبات الطبيعية (Natural Starters) : تشتمل هذه الروبات على لبن حامض تم اختماره فى المعمل تحت الظروف العادية أو على لبن مخيض متحصل عليه من معمل ألبان معروف بانتاج زبد جيد ذى طعم ورائحة طيبة والطريقة الأكثر شيوعا فى تحضيرها هى الآتية :

تنتخب ماشية سليمة من الأمراض ويغسل ضرعها وحلماتها بعناية ثم يحلب لبنها مع الاستغناء عن الجزء

الأول منه ويحلب الباقى فى وعاء نظيف معقم ثم يغطى الوعاء بعدة طبقات من الشاش أو الموسلين لوقايته من الغبار والذباب الخ ويترك فى مكان دافىء نوعا تتراوح حرارته بين درجة ٦٥ ؟ ٧٠ ف (نحو ١٨ — ٢٢ س) صيفاً ونحو ٧٥ ف (٢٤ س) شتاء لمدة ٢٤ الى ٤٨ ساعة حتى تتجبن ، على أنه ينبغى أن يراعى عدم تجاوز درجة الحموضة فى مثل هذا اللبن ٦, — ٧, ٪ حتى لا تتأثر بكتريا حامض اللكتيك كما أشرنا الى ذلك من قبل .

تقشط بعدئذ القشدة المتكونة على سطح هذا اللبن ويستعمل الباقى بعد تقليبه فى تلقيح القشدة المراد اختمارها ، واذا لزمت كميات كبيرة من الروبة فيخلط اللبن المحضر بالكيفة السابقة بكمية مناسبة من اللبن الفرز المبستر على درجة ١٨٠ — ١٨٥ ف (٨٢,٢ — ٨٥ س) لمدة ½ ساعة مع تبريده الى درجة ٧٠ — ٧٥ ف قبل التلقيح ويترك ليحمض كما شرحنا آنفا .

وينبغى أن تفحص مثل هذه الروبات قبل الاستعمال وان تختبر بالمذاق والشم وأهم ما يلاحظ فيها أن تكون الخثرة المتكونة صلبة غير محتوية على شرش أو غازات وذات طعم ورائحة مقبولين .

ويفضل الكثيرون عدم استعمال اللبن الذى يحمض من تلقاء ذاته فى التلقيح بل يستحسنون دائما استعمال اللبن الفرز الملقح به أو لبن فرز لقح من الأخير للمرة الثانية أو بمعنى آخر لا يستعملون اللبن الأصلى حتى يتكرر تلقيحه فى لبن فرز مبستر عدة مرات .

والمقدار المستعمل فى مثل هذه الأحوال من اللبن المختمر لتلقيح اللبن المبستر فى كل مرة هو فى المعتاد حوالى ½ رطل لكل عشرة أرطال (أى نحو ٥ ٪) ، أما كمية اللبن المختمر اللازم لتلقيح القشدة المراد انضاجها فتتوقف على كمية القشدة ودرجة الحرارة التى يجرى عليها الاختمار ، على أنه فى المعتاد يستعمل ½ رطل من اللبن المذكور لتلقيح عشرة أرطال من القشدة الحديثة الفرز .

ولا تخلو هذه الطريقة من العيوب فالروبات الطبيعية وليدة الصدف اذ أنها عرضة للتلوث بأنواع من البكتريا غير المرغوب فيها التى قد تضر بطعم القشدة ورائحتها وتخفض صنف الزبد المصنوع منها ولذا لا يمكن الاعتماد عليها فى انتاج زبد متجانس على الدوام كما هو الحال فى طريقة الاختمار الذاتى .

الروبات الصناعية أو التجارية (Commercial Starters) : كان لاكتشاف البكتريا ومعرفة

الدور الذى تلعبه فى الطبيعة أثراً هاما فى تقدم صناعة الزبد ، فقد عرف من دراسة ميكروبات اللبن والقشدة أن البعض ضار والبعض الآخر نافع وأمكن تحضير مزارع من بعض الأنواع النافعة على هيئة مستحضرات لتخلط بالقشدة المراد اختمارها لانضاجها مع منع حدوث التغيرات غير المرغوب فيها .

ويعود الفضل فى استنباط طريقة استعمال المزارع النقية الى عبقرية العالم الدنمركى ستورش (Storch) ونتيجة لأبحاثه ، فقد درس هذا الباحث عدة ميكروبات من مصادر مختلفة كاللبن الخيض والقشدة الناضجة والزبد ووجد اختلافا كبيراً فى الطعم والرائحة التى تنتجها الميكروبات المكونة للحامض وفى سنة ١٨٨٩ بدأ كون (Conn) الأمريكى تجاربه كذلك عن الميكروبات المتعلقة بانضاج القشدة وتأثير هذ الميكروبات على نوع الزبد الناتج ، كما اشتغل ويجمان (Weigman) الالمانى فى نفس الوقت على الموضوع ذاته ، وقد

وضع هؤلاء العلماء الأسس التى بنى عليها استعمال الروبات التجارية وذاع استعمالها منذ سنة ١٨٩٠ فى جميع الممالك التى تعنى بصنع الزبد .

تقوم عدة معاهد وشركات موثوق بها فى الوقت الحاضر باعداد الروبات التجارية أما بحالة سائلة أو بحالة جافة ، وتحضر الاولى عادة بانماء ميكروبات خاصة فى لبن أو شرش أو بويون أما الثانية فتجهز كالاولى ثم تضاف المزرعة السائلة الى كمية من مادة متعادلة معقمة كاللاكتوز أو النشاء أو مسحوق اللبن وتجفف على درجة حرارة منخفضة.

وتمتاز المزارع السائلة عن الجافة بأنها أكثر نقاوة ونشاطا إذ أن طريقة تحضير الاخيرة تؤدى إلى تلوثها بميكروبات خارجية ولكن تحت الظروف العادية تضمحل هذه الميكروبات الملوثة تدريجا عند ما تنمو الانواع الاصلية المرغوبة بنشاط . أما أهم ميزات المزارع الجافة فهى امكان حفظها مدداً طويلة ولذا يمكن ارسالها الى جهات بعيدة ، بخلاف الحال فى المزارع السائلة التى يتحتم استعمالها فى وقت قصير ، ذلك لان الميكروبات تعيش فى بيئة تسمح باستمرار نموها فلا تابث المتحصلات المتكونة أن تؤثر فى نشاطها فتصبح عديمة الفائدة ، على أن عملية التجفيف من جهة أخرى تؤدى الى قتل بعض الميكروبات ، والميكروبات التى يحويها تبقى بحالة سبات (dormant) نظراً لقلة الرطوبة ولذا يلزم أن تنشط المزارع الجافة قبل الاستعمال بنقلها فى لبن عدة مرات .

هذا ولا ينصح دائما باستعمال المزارع الجافة متى أمكن الحصول على المزارع السائلة ، وينبغى أن تستعمل المزارع الاولى فى بحر بضعة أسابيع من وقت تحضيرها لان قوتها كذلك تضمحل بطول مدة حفظها ولذا يبين دائما على الزجاجات التى تحوى هذه المستحضرات التواريخ التى يتعين استعمالها قبل حلولها .

« **ميكروبات الروبة** : أجريت تجارب كثيرة كان الغرض منها تعيين أنواع الميكروبات التى ينسب اليها التاثير المرغوب فى عملية انتاج القشدة وقد عزلت بالفعل أنواع كثيرة واختبر كل منها على حدة فلم يوجد لأيها عند نموه بحالة نقية قدرة انتاج الطعم والرائحة الطيبة التى يمتاز بهما الزبد الجيد .

كان المعتقد منذ وقت طويل أن ستربتوكوكس لاكتس هو الميكروب الوحيد الموجود بالروبة رغم وجود أدلة تنفى هذا الزعم ، فقد أظهرت الأبحاث التى على الروبة مثلا أنها تنتج مقادير كبيرة من الأحماض الطيارة فى اللبن على حين أن المزرعة النقية للميكروب السالف الذكر لا تنتج سوى مقادير صغيرة من هذه الأحماض ، كما اتضح كذلك أن الروبة الجيدة تحتوى على ميكروبات أخرى خلاف ستربتوكوكس لاكتس يمكن عزلها منها ، هذا فضلا عن أن الروبة الجيدة لا يمكن تحضيرها من مزرعة نقية لاستربتوكوكس لاكتس

ولقد اعتبر أورلاجنسن (Orla Jensen) أن الروبة لا تحتوى إلا على ميكروب واحد أطلق عليه اسم ستربتوكوكس كريموريس (Str. cremoris) وان ميكروب حامض اللكتيك السبحى إنما يعتبر وجوده فى الروبة كتلوث غير ضار ، وفى سنة ١٩١٩ اتفق عدة علماء فى جهات مختلفة على أن الروبة تحتوى على ميكروبات خلاف ستربتوكوكس لاكتس تنسب اليها الرائحة المرغوبة وأن هذه الرائحة تظهر كنتيجة للمتحصلات الثانوية (bye-products) التى تكونها ، وقد تمكن هامر وبيلى (Hammer & Baily) بالفعل

من عزل ميكروب من الروبة له القدرة على إنتاج كمية كبيرة من الاحماض الطيارة وله أهمية فى إنتاج الرائحة، ثم عادا فقسماه إلى قسمين أطلقا على أحدهما اسم ستربتوكوكس سترووفورس (Str. citrovorus) والآخر اسم ستربتوكوكس بارا سترووفورس (Str. paracitrovorus) وبدراسة خواص هذين الميكروبين اللذين يعرفان أحيانا باسم الميكروبات الشريكة (associated organisms) أو ميكروبات الرائحة المقبولة (aroma bacteria) وجد أن الأخير يكون حامض اللكتيك عند نموه باللبن على حين أن الأول ليست له هذه القدرة ، كما وجد أن كليهما ينتج أحماضاً طيارة (volatile acids) من حامض اللكتيك . وعلى ذلك فاذا نمى كل منهما بحالة نقية فى اللبن يلاحظ ان الباراسترووفورس ينتج أحماضا طيارة بنسبة أكبر مما ينتجه الستروفورس نظراً لقدرته على إنتاج حامض اللكتيك كما قلنا .

ومن أبرز خواص هذين الميكروبين قدرتهما على تخمير حامض الستريك (Citric acid) مع إنتاج حامض طيار نتيجة لهذا الاختمار ، ولذا كان من أهم الفروق التى لوحظت بين تأثير المزرعة النقية لأستربتوكوكس لاكتس والروبة عند نموهما باللبن أن الاولى لا تسبب إنخفاضا فى محتويات اللبن من حامض الستريك على حين أن الثانية تحدث ذلك .

ولا تعتبر الخواص المورفولوجية لهذين الميكروبين ذات أهمية كبيرة فى تمييزهما إذ أنه عند صبغهما يظهران تحت الميكروسكوب مشابهين للميكروبات السبحية الاخرى التى توجد باللبن وخاصة ستربتوكوكس لاكتس ، وقد كان هذا هو السبب فى اعتبار الروبة فى وقت من الاوقات مؤلفة من ميكروب واحد .

وكلا الميكروبين المشار اليهما ينتجان غازات باللبن ولكن بكمية أقل بكثير عما تنتجه ميكروبات القولون

ولا تتفق خواص المزارع المختلفة لهذين الميكروبين دائما ، فبعض مزارع الباراسترووفورس مثلا تنتج حموضة كافية لتخثير اللبن فى حين أن البعض الآخر لا يخثره ، كما يلاحظ اختلاف فى مقدار الحموضة الطيارة (volatile acidity) التى تنتجها مختلف مزارع الستروفورس ، ولهذا فان لاختلاف المزارع التى تتألف منها الروبة أثر كبير فى مدى جودتها ، فى حين أن بعض المزارع تؤلف روبة تعطى نتائج مرضية بانتظام إذ البعض الآخر لا يحدث ذلك

وعادة تعزل الميكروبات الشريكة بطريقة الاطباق مع استعمال آجار الشرش فيجرى تلقيح البيئة المذكورة بقطعة من الروبة وتحفظ الاطباق على حرارة الحجرة العادية ثم تلقح أنبوبة لبن لتمسى بكل من المجموعات التى تظهر وتختبر المزارع التى يختلف تأثيرها فى البيئة المذكورة عن تأثير ستربتوكوكس لاكتس بواسطة الميكروسكوب وتدرس خواصها المورفولوجية كما تختبر قدرتها على إنتاج الاحماض الطيارة فى لبن مضاف اليه حامض الستريك وآخر لم يضف اليه الحامض المذكور وتكمل تنقيتهما على بيئة آجار الشرش .

وقد دلت التجارب التى أجريت على عزل هذه الميكروبات من الروبة أن نسبتها فيها أقل بكثير من نسبة وجود ستربتوكوكس لاكتس .

ويظهر أن الميكروبات المذكورة كثيرة الانتشار فى أدوات اللبن ، كما أنه أمكن عزل الباراسترووفورس

مراراً من اللبن الحامض والقشدة ، أما الستروفورس فتعزل عادة من اللبن أو القشدة اللذين حمضا ذاتيا أو من اللبن الذى تخمر بعد تلقيحه بقطعة من زبد جيد الطعم والرائحة .

ولقد أجريت عدة أبحاث على طبيعة المواد التى تنشأ عنها الرائحة المقبولة فأظهرت بعضها أن الميكروبات السالفة الذكر تكون إلى جانب حامض اللكتيك حامضى الخليك والكربونيك وأن الطعم والرائحة المقبولة تنسب جزئيا إلى ثانى أوكسيد الكربون الناتج واتضح أن اشتراك هذه الميكروبات فى المعيشة مع بكتريا حامض اللكتيك يزيد من قدرة الأولى على إنتاج الاحماض الطيارة وثانى أوكسيد الكربون ، كما ظهر من تجارب أخرى بعض الادلة على أن رائحة الزبد تعزى رئيسيا إلى المركب المعروف باسم دياسيتيل (diacetyl) الذى وجد بالروبة ، واتضح علاوة على ماتقدم أن إضافة حامض الستريك تؤدى إلى زيادة ما يتكون من المركب السالف الذكر ومن الاسيتيل ميثيل كاربينول (acetylmethylcarbinol) واستنتج من ذلك أن الحامض المذكور هو مصدر مركبات الرائحة المقبولة .

ولا بد قبل أن نختم الكلام عن ميكروبات الروبة من الإشارة إلى أهمية حامض اللكتيك الذى يتكون رئيسيا بالروبة عن عمل ستربتوكوكس لاكتس كما أشرنا إلى ذلك من قبل ، فهو قد يكون مصدراً للاحماض الطيارة كما سبق القول علاوة على أنه يمنع نمو الميكروبات غير المرغوب فيها التى تصل إلى الروبة إذ أن ميكروبات الروبة العادية تتحمل الحموضة العالية ومن ثم يمكنها المعيشة والنمو فى ظروف لا تسمح بنشاط الكثير من الانواع الأخرى

تحضير الروبات والعناية بها : تعتبر العناية بتحضير الروبة والمحافظة عليها بحالة نشطة ووقايتها من التلوث بميكروبات خارجية من أهم الواجبات المفروضة فى مصانع الزبد نظراً للفوائد الكثيرة التى تجنى من وراء ذلك ، فان كل ما يبذل من جهد ووقت فى هذه الأعمال لايقاس بجانب مايجنى منها من مزايا وأرباح ويحسن أن نقسم الكلام فى هذا الموضوع إلى قسمين نتناول فى أولها الكلام عن إعداد الخميرة التى تحضر منها الروبة ونبحث فى ثانيهما كيفية تحضير الروبة واكثارها .

أولا — إعداد الخميرة التى تحضر منها الروبة : ليس من الميسور إعداد الخمائر التى تحضر من الروبات إلا فى معاهد الأبحاث ومعامل الالبان الكبيرة حيث تتوافر المعدات اللازمة لهذا العمل ويعهد به إلى أشخاص لهم إلمام تام بالاعمال البكتريولوجية . ومن أهم ما ينظر اليه فى اعداد هذه الخمائر خلوها من جميع الميكروبات فيما عدا الانواع المرغوب فيها ، والمعتاد فى إعدادها أن تخلط الزرعة من ستربتوكوكس لاكتس بمزرعة من أحد الميكروبات الشريكة السالفة الذكر فى لبن معقم مباشرة ، أو تنمى الميكروبات الشريكة فى لبن لمدة بضع ساعات أولا ثم تضاف اليها ستربتوكوكس لاكتس وعند ما يتجبن اللبن الملقح بالمزرعة المختلطة ينقل جانب منه الى لبن معقم وتكرر العملية عدة مرات إلى أن يصبح التجبن سريعا وحينئذ يجرى التلقيح فى لبن مبستر .

ومن المهم أن تنتخب سلالة من ستربتوكوكس لاكتس تنتج الحامض بسرعة ولا تكسب اللبن طعما أو رائحة غير مقبولة على أن تنشط بنقلها عدة مرات فى لبن على فترات قصيرة .

ولا تعطى الخميرة المحضرة بهذه الكيفية نتائج مرضية على الدوام ، ففى بعض الاحيان يلاحظ أنها لا تنتج الطعم والرائحة المرغوبة ، وهذا يحدث فى الغالب بسبب عدم نمو الميكروبات الشريكة ، على أنه لا ينبغى الحكم على عدم صلاحية الخميرة إلا بعد أن تلقح فى لبن مبستر نحو عشر مرات

وسنعدد فيما يلى أهم الاحتياطات التى تتخذ لضمان نقاوة الخميرة واستمرار نشاطها مدة طويلة :

١ — يلاحظ أن تنمى المزارع التى تتكون منها الخميرة على درجة الحرارة الملائمة لها .

٢ — يعنى أكبر عناية بجودة اللبن المستعمل فى تحضير الخميرة وتكرار زرعها كما تعطى عناية خاصة الى طريقة معاملته ، فمن المهم أن يكون طازجا جيد الطعم والرائحة وأن يحتوى على أقل عدد ممكن من البكتريا ، وعند تعقيمه أو بسترته يلاحظ فى الحالة الاولى التأكد من خلوه من جميع الميكروبات ويفضل تعقيمه بالطريقة المتقطعة التى أشير اليها من قبل ، أما البسترة فتجرى فى هذه الحالة على درجة حرارة مرتفعة نسبيا تتراوح بين ١٨٠ و ١٨٥ ف (٨٢ — ٨٥ س) لمدة نصف ساعة والافضل دائما أن تجرى بسترة اللبن فى الوعاء المعقم الذى سيستعمل فيه مباشرة اذ أن بسترته على حدة ثم صبه فى الوعاء المذكور تؤدى الى تلوثه .

٣ — تنبغى ملاحظة تطهير الاوانى المستعملة تطهيراً جيداً ومن المستحسن استعمال زجاجات ضيقة الفوهة فى حفظ اللبن الذى تزرع به الخميرة فهذه الاوانى تمتاز بعدم تأثرها بالمزارع كما يحدث فى الاوانى المعدنية أحيانا كما يمكن ملاحظة التغيرات التى تحدث بداخلها ، علاوة على قلة تعرضها لخطر تلوث محتوياتها بميكروبات الهواء الى حد بعيد عند فتحها .

٤ — يلزم أن تكون الكمية المستعملة فى التلقيح كل مره متساوية بالضبط ولهذا يفضل استخدام ماصات معقمة فى هذا الغرض ، وتتوقف هذه الكمية على عوامل متعددة منها نشاط الخميرة ودرجة الحرارة التى يحفظ عليها اللبن ومدة التخمر ، وعادة يلقح اللبن المعقم أو المبستر عند تلقيحه ثانى مرة بمقدار يتراوح بين ٠,٢٥ و ١ ٪ من مزرعة اللبن الاول ، ثم تعدل الكمية المستعملة فى التلقيح تبعا لمدة التخمر التى تتراوح فى المعتاد بين ١٨ و ٢٠ ساعة .

٥ — يجب أن تخفض حراره اللبن بعد بسترته الى الدرجة الملائمة لنمو ميكروبات الخميرة قبل أن يجرى تلقيحه بها وأن يحفظ على هذه الدرجة حتى يتم اختماره ، ولذا فالمتبع تبريد اللبن فى الوعاء الذى أجرى فيه تسخينه بعد انقضاء الوقت المخصص لعملية البسترة الى درجة ٧٠ — ٧٢ ف (٢١,١ — ٢٢,٢ س) ثم يلقح مباشرة ويوضع بعدئذ فى محضن خاص نظمت حرارته على الدرجة المذكورة ، ولا ينبغى أن يعمد الى تقصير مدة الاختمار أو اطالتها برفع درجة حرارة الحضانة أو خفضها بل يجب أن تنظم هذه المدة اذا استدعى الحال بتعديل المقدار المستعمل فى التلقيح .

٦ — من الضرورى وقف عملية الاختمار بعد تمامها مباشرة وذلك بتبريد اللبن الى درجة ٥٠ ف إلا إذا كان فى النية استعماله فى التلقيح ، ذلك لأن ترك المزرعة على الدرجة المناسبة لنموها مدة طويلة يؤدى الى

ارتفاع حموضتها إلى حد كبير مما ينتج عنه أضعاف نشاط البكتريا وانحطاط قوتها . ويعتبر تجبن اللبن دليلا جيداً على تمام الاختمار إذ يمكن مراقبة حدوث هذا التغير دون حاجة الى فتح الوعاء وتعريض محتوياته للتلوث الخارجي ، وتختلف حموضة اللبن فى وقت التجبن باختلاف الظروف ولكنها تتراوح فى المعتاد بين ٠,٦٥ — ٠,٧٠ ٪ وقد ترتفع الحموضة الى ١,١ ٪ إذا تركت المزارع مدة طويلة على درجة الحرارة الملائمة لنموها.

٧ — يتحتم اتخاذ الحيطة التامة لمنع تلوث المزرعة سواء من الأوانى التى توضع فيها الادوات التى تنقل بواسطتها أو من الهواء ، ولتجنب التلوث من المصدر الاخير يشترط اجراء العمليات الخاصة بتلقيح الخميرة وحفظها فى مكان نظيف خال من تيارات الهواء والغبار وأن يقشط الجزء العلوى من اللبن المختمر قبل أن يلقح به اللبن الجديد .

٨ — من الواجب نبذ الخميرة إذا فقدت نشاطها أو ثبت تلوثها بميكروبات خارجية ويستدل عادة على التلوث من ظهور شرش كثير او فقاعات غازية أو طعم ورائحة غير مقبولين .

ثانيا — كيفية تحضير الروبه واكثارها : وكما تقتضى العناية بحفظ الخميرة ومعاملتها يلزم كذلك مراعاة الدقة التامة فى تحضير الروبة من الخميرة ، ولسنا فى حاجة إلى زيادة التأكيد بضرورة الاقتصار على استعمال الألبان الجيدة فى تحضير الروبات وملاحظة العناية بنظافة وتطهير الأوانى والمعدات المستعملة فى هذا الغرض ووقاية الروبات من التلوث الخارجى .

تحضر الروبات فى المعتاد بكميات كبيرة تكفى لمعاملة القشدة المراد تخميرها فى الوقت المناسب ولذا يستعمل فى اعدادها أوان متسعة كصفائح أو أحواض كبيرة مزدوجة الجدران يوضع بها كمية من اللبن تتناسب مع كمية القشدة المراد تخميرها ويلقح اللبن المذكور اما بالخميرة النشطة مباشرة أو بكمية من اللبن المختمر الملقح بالخميرة .

والطريقة الآتية هى المتبعة عاده فى تحضير الروبة :

يؤخذ المقدار المناسب من اللبن الفرز فى وعاء معقم مزدوج الجدران ذى غطاء يحتوى الخارجى منه على ماء أو يوضع اللبن فى جردل من الصاج ويوضع الجردل فى وعاء آخر أكبر منه يحتوى على ماء ثم يبستر اللبن بتسخين الماء حتى تصل حرارة اللبن الى درجة ١٨٠ — ١٨٥ ف ويحفظ على هذه الدرجة لمدة نصف ساعة وبعدئذ يبرد الى درجة ٧٠ — ٧٢ ف باستبدال الماء الموجود فى الاناء الخارجى بماء بارد ، ويلقح بكمية من الخميرة النشطة تتناسب مع كمية اللبن والوقت المراد اتمام الاختمار فيه وتقلب به جيدا ويحفظ اللبن الملقح بعد تغطيته على الدرجة المذكورة حتى يتجبن ثم يستعمل فى تلقيح القشدة .

واتباع الطريقة السابقة جائز فى حالة استعمال خميرة نشطة أما إذا استعملت المزارع التجارية الجافة غير النشطة فى التلقيح فيلزم تكرار زرعها عدة مرات فى لبن مغلى أو مبستر حتى تسترد نشاطها وتؤدى الغرض منها على الوجه الاكمل ، والمتبع حينئذ هو اضافة ملعقة صغيرة من المزرعة الجافة الى اثر من اللبن الفرز على أن يسخن قبل ذلك الى درجة الغليان لمدة خمس دقائق أو يبستر بالطريقة السالفة الذكر ويبرد الى درجة ٧٠ - ٧٢ ف ثم تخلط الخميرة به جيدا وتغطى وتحفظ على الدرجة المذكورة حتى يتجبن ، بعد ذلك تقشط

الطبقة السطحية منه ويقلب الباقى بواسطة ملعقة معقمة حتى يصير سائلا وتلقح كمية أخرى من اللبن المغلى أو المبستر بـ ٥ ٪ من اللبن المختمر أى حوالى ½ رطل لكل عشرة أرطال من اللبن الجديد وبعد أن يتجبن هذا اللبن تكرر العملية بضع مرات فى لبن مبستر حتى تتكون روبة نشيطة يمكن استعمالها فى انضاج القشدة .

وينبغى ألا يستعمل فى عملية التلقيح الاخيرة لبن مغلى خشية انتقال الطعم المطبوخ الخاص به الى القشدة ثم الى الزبد .

وبسترة اللبن المستعمل فى اعداد الروبة بالطريقة المذكورة يفضل معاملته بالطريقة البطيئة المعروفة لان التسخين الى الدرجات العالية التى تستخدم فى الحالة المتقدمة علاوة على أنه يفقد اللبن قوته المطهرة فانه يبيد معظم الميكروبات التى يحويها .

ومما تجب الاشارة اليه هنا أن حفظ اللبن الملقح على حرارة تقل عن الدرجات المذكورة يؤدى الى بطء نمو الميكروبات المفيدة فى الروبه ، على حين أن حفظه على درجات أكثر ارتفاعا يناسب نمو الانواع المقاومة للحرارة التى تبقى باللبن بعد البسترة ، ولما كانت الانواع الاخيرة حساسة للحموضة فان نموميكروبات الروبة بسرعة على الدرجات الملائمة لها يوقف نموها بسهولة .

أثناء الروبة : مهما روعى من عناية فى تحضير الروبة والمحافظة عليها فانها بتوالى الاستعمال مدة من الزمن تتلوث بميكروبات خارجية غير مرغوب فيها ويتاثر نشاطها ولذا فعادة تستبدل بين حين وآخر بروبة جديدة محضرة من خميرة محفوظة بالمعمل أو من مزرعة تجارية ، ويمكن الحكم على صلاحية الروبة للاستعمال والوقوف على مميزاتها وعيوبها بملاحظة النقط الآتية :

(١) المذاق والرائحة : تمتاز الروبة الجيدة بالمذاق الحمضى والنكهة الطيبة وخلوها من الطعم والروائح الغريبة غير المقبولة ، ويعود عدم ظهور النكهة المستحبة فى الروبة كما قدمنا القول الى عدم نمو الميكروبات الشريكة نمواً جيداً أو الى خلوها منها ، على حين أن ظهور طعم غريب كالمرارة والتزنخ الخ يرجع الى تلوثها بميكروبات دخيلة تنتقل اليها غالبا من الأوعية أو الادوات وقد يرجع إلى رداءة نوع اللبن المستعمل فى تحضيرها .

(٢) المظهر العام : ينبغى أن يكون التجبن متجانسا وأن تكون الخثره صلبة ملساء خالية من الشرش والفقاعات الغازية وخاصة مايظهر فى قاع الاناء ، وعند ظهور غازات منتشرة بالمزرعة جميعها ينبغى الاستغناء عنها واستبدالها بغيرها .

(٣) القوام والتركيب : تختبر بتكسير الروبة بالرج ، فالروبة الجيدة تكون ذات قوام أملس دهنى خالية من التحبب واللزوجة .

عوامل القشدة قبل اضافة الروبة اليها : لكى يتم إنضاج القشدة على الوجه المرضى يفضل دائما بسترتها قبل إضافة الروبة اليها ، فالبسترة تعطى فرصة تامة لميكروبات الروبة للنمو والنشاط إذ تساعد على التخلص من الميكروبات غير المرغوب فيها التى تحويها ، فهذه الميكروبات علاوة على أن بعضها قد يسبب سرعة تلف الزبد بعد صنعه فان البعض الآخر قد يكون ضارا من الوجهة الصحية ، ولذا فان مصانع الزبد فى البلدان التى اشتهرت بانتاج الزبد الجيد كالدنمرك تجرى بسترة القشدة على الدوام قبل انضاجها .

وعملية البسترة تجرى بطرق مختلفة غير أن المتبع أن تبستر القشدة بالتسخين إلى درجات أعلى من المستعملة فى بسترة اللبن وذلك للاسباب الآتية :

أولا : أن القشدة تحتوى على ميكروبات كثيرة من أنواع متباينة ومن المرغوب فيه التخلص منها كلها تقريبا ، بمعنى أن البسترة تكون أقرب الى التعقيم الكامل مما هى فى حالة اللبن السائل . كما أن لاستعمال الحرارة العالية ميزة قتل ميكروب السل الذى يمر بكثرة فى القشدة عند فرزها وذلك بالطبع عندما يكون موجودا باللبن الخام أصلا .

ثانيا : أن الحرارة العالية توقف عمل الانزيمات التى يخشى أن يستمر عملها الضار فى الزبد على درجات الحرارة المنخفضة عند حفظها بالمخزن البارد .

ثالثا : أن ارتفاع نسبة الدهن والمواد الصلبة غير الدهنية فى القشدة يقلل من فعل البسترة العادية فى الميكروبات بمعنى أن تسخين اللبن إلى درجة حرارة خاصة له مفعول أقوى على البكتريا الموجودة بالقشدة فقد وجد مثلا أن بعض ميكروبات اللاكتر باسلس قد قاومت التسخين إلى درجة ١٩٤ ف (٩٠ س) عند وجودها بالقشدة على أنها أبيدت على الدرجة المذكورة فى اللبن .

رابعا : أن القشدة لاتتأثر من حيث الطعم بتعريضها للحرارة العالية بالدرجة التى يتأثر بها اللبن السائل .

وتجرى بسترة القشدة إما بالطريقة السريعة أو بالطريقة البطيئة ، ففى الحالة الأولى تسخن عادة إلى درجة ١٩٤ ف ثم تبرد مباشرة ، وفى الثانية تسخن الى درجة ١٦٠ — ١٦٥ف (٧١ — ٧٤ س) ويستمر التسخين على هذه الدرجة لمدة ٢٠ دقيقة قبل أن تبرد ، وينبغى ملاحظة تقليب القشدة طول مدة التسخين حتى تتوزع الحرارة على جميع أجزائها بانتظام .

وتختلف المعدات والأجهزة المستعملة فى هذه العملية باختلاف كمية القشدة المراد بسترتها ، ففى حالة المقادير الصغيرة يكفى استعمال وعاء من الألومنيوم أو النحاس المطلى بطبقة سميكة من القصدير توضع به القشدة ويوضع الوعاء بداخل وعاء آخر أكبر منه يحتوى على ماء ، ثم يسخن الماء حتى اذا بلغت حرارة القشدة الدرجة المطلوبة يستبدل الماء الساخن بماء بارد ويغير باستمرار كى تبرد القشدة . وفى حالة الكميات الكبيرة يستعمل عند اتباع الطريقة السريعة جهاز البسترة المستمر وهو كما قدمنا القول فى الكلام عن بسترة اللبن اسطوانى الشكل تدفع فيه القشدة الآتية من الفراز من أسفل وتخرج من فتحة علوية وتسخن أثناء مرورها فيه بالبخار ، وبعدئذ تخفض حرارتها بمرورها على سطح مبرد مكشوف مسطح أو اسطوانى الشكل يمر بداخله ماء بارد أو ماء ومحلول ملح التبريد ، وفى بعض الأحوال يستعمل فى هذا الغرض الجهاز ذو الواح وقد سبق وصفه، وفيه تدفع القشدة الآتية من الفراز حيث تسخن الى الدرجة المطلوبة بالماء الذى يدفع الى الجانب الاخر من الالواح بعد تسخينه فى جهاز خاص وتمر القشدة بعد تسخينها فى بضعة ألواح أخرى من نفس الجهاز حيث تبرد بالماء البارد ثم بمحلول ملح التبريد ، ويمتاز استعمال هذا الجهاز بأنه يضمن عدم تلوث القشدة فى أثناء التبريد بعد بسترتها كما يحصل فى حالة المبردات المكشوفة خصوصا فى جو يكثر فيه الغبار والذباب ، أما اذا اتبعت الطريقة البطيئة فتعامل القشدة عادة فى صهريج مستطيل مصنوع من النحاس

المطلى بالقصدير ومحاط بصهريج آخر من الفولاذ له غطاء مبطن بمادة رديئة التوصيل للحرارة وثمر به من أحد جانبيه الى الجانب الآخر أنبوبة ملتوية تدور حول نفسها فتوضع القشدة فى الصهريج الداخلى وترفع حرارتها إلى الدرجة المطلوبة بمرور ماء ساخن أو بخار فى الحيز الموجود بين الصهريجين وفى الأنبوبة الملتوية التى تدور طول مدة التسخين ، ثم تخفض حرارتها فى نفس الصهريج بمرور ماء بارد بين الصهريجين ومرور محلول ملح التبريد فى الأنبوبة الملتوية .

هذا ويلزم أن يتم تبريد القشدة بسرعة وأن تخفض حرارتها إلى الدرجة المناسبة لعملية الانضاج (أى ٧٠ ف) إذا كان فى النية إضافة الروبة اليها مباشرة ، أما إذا أريد حفظها أو خضها دون إنضاج فتبرد إلى درجة ٤٠ ف

انضاج القشدة : بعد أن تبرد القشدة إلى الدرجة المناسبة لعملية الاختمار تخلط بها الروبة التى أسلفنا شرح طريقة تحضيرها ، ومن أهم ما تنبغى ملاحظته هنا أن تكون القشدة وقت عملية الخلط على درجة الحرارة المناسبة لعملية الاختمار (٧٠ ف) وأن تحفظ على هذه الدرجة حتى يتم اختمارها ، كما يلاحظ قشط الطبقة السطيحة من الروبة ثم تقليبها جيدا قبل استعمالها ومن الافضل أن تصب الروبة فى صهريج الانضاج قبل القشدة إذا أمكن ثم تمزجان وبذلك يبدأ التحميض عقب البسترة والتبريد مباشرة فاذ ذاك لا تتهيأ الفرصة لنمو الأنواع الباقية بعد البسترة أو التى تكون قد تلوثت بها القشدة عقب بسترتها من المبرد أو الانابيب مثلا ، وينبغى أن تقلب القشدة من وقت لآخر فى أثناء مدة الاختمار حتى يكون الانضاج منتظما

وتختلف الكمية التى تضاف من الروبة الى القشدة باختلاف مدة النضج ودرجة الحرارة التى تحفظ عليها وهى تتراوح فى المعتاد بين ٣ و٦ ٪ من وزن القشدة ، ويتم الانضاج عادة فى نحو ٢٠ — ٢٤ ساعة على الدرجة السالفة الذكر ، ويستدل على تمام النضج كما سبق أن ذكرنا من لون القشدة وقوامها ورائحتها أو باختبار نسبة الحامض فيها ، ومتى بلغت الحموضة الحد المناسب تبرد القشدة لكى تقف البكتريا عن العمل والا زادت الحموضة عن الحد المطلوب وتجبن الكازين بتأثير حامض اللكتيك وإذ ذاك لا ينفصل من الزبد فى وقت الخض ويظهر فيه على هيئة بقع بيضاء فيضر بمظهره علاوة على أن وجوده يؤثر فى قابلية الزبد للحفظ إذ ينشأ عن تحلله سرعة فساد الزبد .

وليس المقصود من تبريد القشدة بعد انتهاء الاختمار وقف عمل البكتريا فحسب بل تهيئة القشدة كذلك لعملية الخض ، فتخفض حرارتها الى درجة ٤٠ ف وتحفظ على درجة أقل من ٥٠ ف نحو ست ساعات وبذا تتصلب الدهون التى كانت سائلة ومنتشرة بالقشدة فى أثناء مدة الانضاج فيسهل تجمعها بعضها ببعض عند الخض مما يقلل من الوقت اللازم لعمل الزبد ويقل الفاقد من الدهن فى اللبن المخيض ويزيد ناتج الزبد ويحسن قوامها

ومن المهم دائما مراعاة توافر الشروط الصحية فى حجرة الانضاج فيلاحظ أن تكون نظيفة جافة الهواء

جيدة التهوية خالية من الغبار بعيدة عن أى مكان تنبعث منه روائح كريهة وأن تكون درجة حرارتها ثابتة بقدر المستطاع أى ليست كثيرة التغير .

وقبل أن نختم الكلام عن تخمر القشدة تحسن الاشارة إلى أن بعض معامل الزبد تستورد قشده من جهات نائية على فترات طويلة ومثل هذه القشدة يحدث بها فى المعتاد تخمرات غير مرغوب فيها قبل وصولها الى المعمل ، فلكى يزال منها الطعم والرائحة غير المقبولين وتصير صالحة للاستعمال تتبع غالبا عدة طرق فقد تخفض حموضتها باضافة بعض المواد القلوية حتى يمكن بسترتها وقد يمرر فيها تيار من الهواء لتهويتها فيساعد ذلك على ازالة الطعم والرائحة الكريهة وقد يضاف اليها الماء ويعاد فرزها ثم تخلط بكمية كبيرة من اللبن الذى سبق تخمره بروبة جيدة فيكسبه ذلك الطعم والرائحة الطيبة وأخيرا يجرى مخضها فينتج صنف جيد من الزبد .

ثانيا : الزبد

بانتهاء عملية الانضاج يتم الدور النافع الذى تقوم به البكتريا فى اعداد القشده لصنع الزبد ولذا يوقف عملها كما قدمنا القول متى بلغت الحموضة حداً معيناً بتبريد القشدة ، ويتلو ذلك عدة عمليات كالمخض والغسل والتمليح والعصر وهذه يقصد منها إلى غرضين رئيسيين أولهما تجمع حبيبات الدهن وتلاصقها بعضها ببعض لتتكون منها حبيبات أكبر ثم كتل من الزبد ، وثانيهما انفصال الدهن عن المواد غير الدهنية واستخلاص الأخيرة وكذا استخراج الجانب الأكبر من الماء . وتحقيق الغرض الثانى يجعل دهن الزبد وسطا غير ملائم لنمو الميكروبات فيصبح الزبد إذ ذاك قابلا للحفظ بحالة جيدة مدة غير قصيرة .

والزبد الجيد كما هو معروف يحتوى على ٨٠ ٪ أو أكثر من الدهن لكنه لايكون عرضة لتغيرات كثيرة كما هو الحال فى اللبن أو القشدة ، ذلك لأنه لايسهل على الميكروبات التأثير على هذه المادة إلا إذا وجدت إلى جانبها المواد الغذائية الأخرى بنسب موافقة لنمو الميكروبات ووجدت الرطوبة الكافية ، وعلى ذلك تعتبر عمليات المخض والغسل والعصر أو التجفيف التى تزيل جميع المواد السالفة الذكر تقريبا ومعظم الماء من أهم العوامل التى تساعد على الاحتفاظ بالدهن بحالته الطبيعية ، على أنه لما كان من المستحيل استخلاص جميع المواد غير الدهنية فى أثناء صنع الزبد فإنه يشاهد دائما أن الزبد يحتوى على مقادير صغيرة أو كبيرة من اللاكتوز والبروتين والأملاح المعدنية مما يسمح للميكروبات أحيانا بالنمو فتحدث تغيرات غير مرغوب فيها تحط من قيمة الزبد التجارية ، وسنبحث فيما يلى أولا أنواع الميكروبات التى يحويها الزبد عادة ثم نصف التغيرات التى تحدثها والعوامل التى تساعد على وقف هذه التغيرات .

عدد وأنواع الميكروبات التى يحويها الزبد

يحتوى الزبد المصنوع من قشدة غير مبسترة وغير ناضجة فى الغالب على نفس أنواع الميكروبات التى يحويها اللبن الأصلى يضاف إلى ذلك ما تكون قد تلوثت به القشدة أو الزبد أثناء صنعهما ، ويعتبر وجود

الأنواع الأخيرة بالطبع عرضيا إذ أن مصدرها الماء والهواء والأدوات والمواد التى تكون قد أضيفت إلى الزبد فى أثناء الصنع كالملح والملونات والحوافظ الكيماوية الخ . ومن أكثر الميكروبات وجوداً ستربتوكوكس لاكتس وبكتريوم فلورسنس والخائر المخمرة للاكتوز وبعض أنواع الفطر مثل ميوكر وبنيسليوم وخاصة أوديوم لاكتس وعدد من الميكروكوكس والسارسينا وتوجد بالاصناف الرديئة من هذا الزبد باسلس القولون وبكتريوم ايروجنيس كما توجد بعدد قليل الأنواع المتجرثمة مثل ستلس وميزنتريكس وأميلوبكتر ، وفى أحوال خاصة قد توجد بعض الميكروبات المرضية . أما الزبد المصنوع من قشدة مبسترة وناضجة فيحتوى رئيسيا على ميكروبات الروبة وبعض الميكروبات الأخرى التى قاومت حرارة البسترة يضاف إلى ذلك ما تكون قد تلوثت به كذلك فى أثناء الصنع .

ويتوقف عدد الميكروبات فى عينات الزبد عقب صنعها مباشرة على ماتحويه القشدة التى صنعت منها من ميكروبات وعلى مدى التلوث الذى عرضت له فى أثناء الصنع سواء من الأدوات أو الهواء أو العمال أو المواد التى أضيفت اليها ، ودائما يحتوى الزبد المصنوع من قشدة مخمرة أى أضيفت اليها الروبة وتمت فيها عملية الإنضاج على عدد من البكتريا يفوق كثيراً مايحويه الزبد المصنوع من قشدة لم تضف اليها الروبة ولم تخمر ويتراوح عدد البكتريا فى السنيمتر المكعب من الزبد الطازج بين آلاف قليلة فى حالة صنعه من قشدة مبسترة وغير مخمرة إلى ملايين عديدة فى حالة صنعه من قشدة أضيفت اليها الروبة وتم إنضاجها .

وإذا قورن عدد البكتريا فى السنتيمتر المكعب من الزبد الطازج بعددها فى مقدار مماثل من القشدة التى صنعت منها يوجد أن الأولى تحتوى على عدد أقل بكثير من الثانية ، وهذا راجع إلى أن غالبية الميكروبات التى تحويها القشدة تبقى مع اللبن المخيض فى أثناء عملية المخض كما يلاحظ زيادة العدد فى لبن المخض عنه فى القشدة الناتج منها ويعود ذلك على الأرجح إلى تكسر كتل أو سلاسل البكتريا فى أثناء المخض .

ويختلف عدد الفطر والخائر فى عينات الزبد كثيراً ، فقد لا يظهر فى السنتيمتر المكعب من بعض العينات شىء منها على حين يظهر فى البعض الآخر بضع مئات الآلاف فى مقدار مماثل ، ويعتبر ارتفاع عددها أو انخفاضه دليلا على مدى العناية التى اتخذت فى أثناء الصنع ، فانخفاض العدد مثلا يدل على أن بسترة القشدة قد أجريت بدقة وأن الاحتياطات التى اتخذت فى صناعة الزبد كانت كفيلة بمنع تلوثه بعدد كبير من الفطر والخائر .

ومع أن القشدة قد تتلوث بالفطر والخائر من مختلف الأدوات المستعملة إلا أنه يظهر أن أهم مصادر التلوث هو المخض ، وقد استدل على ذلك من أن الزبد المصنوع فى مخض جديد من قشدة أجريت بسترتها بدقة يحتوى عادة على عدد قليل من الخائر ، كما أنه فى حالة استعمال المخض عدة مرات يوميا فإن الزبد المصنوع فى الدفعة الأولى يحتوى على عدد من الخائر أكبر مما تحويه الدفعات التالية .

ويتأثر عدد البكتريا فى الزبد عند حفظه بعدة عوامل من أهمها ارتفاع أو انخفاض ما يحويه الزبد من مواد صالحة لتغذية البكتريا أى من اللاكتوز والبروتين والمواد المعدنية والماء أو بمعنى آخر مدى

العناية التى اتخذت فى غسل الزبد وخدمته ، كما يتأثر العدد بنسبة الملح أو المواد الحافظة المضافة اليه ودرجة الحرارة المحفوظ عليها وطول مدة حفظه أى ما يعبر عنه بعمر العينات ، فى العينات المحتوية على نسبة من المواد السالفة الذكر أعلى من المعتاد تنمو البكتريا بسرعة فيتزايد عددها مدة من الزمن ، على أنه يعود فينخفض دائما فيما بعد نظراً لقلة التهوية فى الداخل ونقص المواد الغذائية ، والجدول الآتى يوضح نتيجة تجربة أجراها جنسن (Jensen) ومنه يلاحظ انخفاض العدد بمضى المدة فى عينة من الزبد مصنوعة من قشدة مخمرة ويشاهد الفرق بين عدد الميكروبات على السطح وفى الداخل :

العدد فى الجرام الواحد	عينة طازجة	بعد أسبوع	بعد أسبوعين	بعد أربعة أسابيع
من الطبقة السطحية				
جملة العدد	١٢٠٠٠٠٠٠	١٤٠٠٠٠٠٠	١٦٠٠٠٠٠٠	٢٧٠٠٠٠٠
ميكروبات مذيبة للجيلاتين	٢٠٠٠٠	٢٠٠٠	—	—
أويديوم لاكتس	٨٠٠٠٠	٥٨٠٠٠٠	٢٠٠٠٠٠	٤٨٠٠٠٠
من الجزء الداخلى				
جملة العدد	١٢٠٠٠٠٠٠	٢٠٠٠٠٠٠	٢٠٠٠٠٠٠	٣٦٠٠٠٠
ميكروبات مذيبة للجيلاتين	٢٠٠٠٠	١٢٠٠٠	—	—
أويديوم لاكتس	٨٠٠٠٠	٣٠٠٠٠	٤٠٠	—

ومما تجدر الاشارة إليه أن انخفاض العدد فى الزبد المصنوع من قشدة مخمرة يكون اسرع منه فى المصنوع من قشدة غير مخمرة ذلك لأن ميكروبات الزوبة التى تؤلف الجانب الأكبر مما يحويه النوع الأول تموت بسرعة لعدم ملاءمة الظروف لمعيشتها ، وقد وجد جريمس (Grimes) من تجاربه ان عدد البكتريا فى الزبد المصنوع من قشدة أضيفت إليها الزوبة وخمرت قد انخفض بنسبة ٩٥ — ٩٩ ٪ عندما حفظ هذا الزبد لمدة ستة أشهر على درجة — ٦ ف (— ٢١,١ س) على حين أن متوسط الانخفاض كان نحو ٢٠ ٪ ولم يتجاوز ٦٥ ٪ فى حالة الزبد المصنوع من قشدة طازجة مبسترة حفظت على نفس الدرجة مدة مماثلة .

ويتأثر نمو البكتريا التى يحويها الزبد بدرجات الحرارة المحفوظة عليها ، فهو يحدث على درجات الحرارة العادية أو على درجة ٥٠ ف (١٠ س) أسرع منه على درجة ٣٢ ف (صفر س) أو على درجات أكثر انخفاضا من ذلك ، ولما كان الملح المضاف إلى الزبد تأثير ضار فى نمو البكتريا فان عددها يزداد عادة فى الزبد غير المملح عنه فى الزبد المملح .

مصادر تلوث الزبد بالميكروبات

قلنا أن لعدد الميكروبات بالزبد وأنواعها علاقة وثيقة بعددها وأنواعها فى القشدة المصنوع منها ، هذا فضلا عن أن للتلوث الذى يتعرض له الزبد أثناء الصنع وعقبه دخلا كذلك فى انخفاض أو ارتفاع محتوياته من الميكروبات وسنشرح فيما يلى أهم مصادر تلوث الزبد بالميكروبات :

١) الماء المستعمل فى غسل الزبد : إذا لم تراع نقاوة الماء المستعمل فى غسل الزبد كان مصدراً لانتقال أنواع مختلفة من الميكروبات مثل بكتريوم فلورسنس وميكروبات اللزوجة وأحيانا باسلس اميلوبكتر ، وتؤثر هذه الميكروبات تأثيراً سيئا فى صنف الزبد إذا وجدت فيه بعدد كبير وكانت الظروف ملائمة لنموها نظراً للتغيرات غير المرغوب فيها التى تحدثها .

ويفضل دائما إذا لم يمكن الوثوق من نقاوة الماء أن يجرى غليه قبل الاستعمال .

٢) الملح المضاف إلى الزبد : قد يكون الملح المضاف إلى الزبد من مصادر تلوثه بالميكروبات فقد وجد أنه يحتوى أحيانا على ميكروبات لها قدرة مقاومة تأثير المواد المطهرة ، ولهذا ينبغى دائما استعمال ملح نقى من الوجهتين البكتريولوجية والكيماوية وان يحفظ هذا الملح جافا فى مكان نظيف جاف .

٣) الأوانى والأدوات المستعملة فى صنع الزبد : تضيف الأوانى والأدوات إلى الزبد فى أثناء صنعه عدداً آخر من الميكروبات إذا لم تكن تامة النظافة والتعقيم ، ويعتبر المخض كما قلنا من أهم الأدوات أثراً فى إحداث التلوث . ومع أن المخاض المعدنية أسهل فى التنظيف والتعقيم إلا أنها تؤثر فى الطعم المرغوب فيه فى الزبد ولذا تفضل المخاض الخشبية رغم صعوبة تنظيفها وتعقيمها إذ أنها تتأثر بالبخار والحرارة الجافة ولذا يستعمل فى تطهيرها أحيانا بعض المواد الكيماوية .

وينبغى أن توجه عناية خاصة إلى اتقان تنظيف جميع الأدوات المستعملة فى صناعة الزبد وخاصة المخض نظراً لاحتوائه على زوايا تتجمع بها المواد التى تسمح للميكروبات وخصوصا الفطريات بالتوبين مرات الاستعمال ، ومن أفضل الطرق فى معاملته أن يشطف أولا بالماء الفاتر النظيف بعد الفراغ من استعماله مباشرة ثم يغسل بماء ساخن مضاف اليه بعض مسحوق الغسل مع رفع حرارة هذا الماء إلى درجة الغليان بواسطة البخار ، ويحسن استعمال فرشاة خشنة لاجادة التنظيف وإزالة الدهن ثم يصرف ما به من ماء ويعاد شطفه بالماء المغلى ثم يملأ إلى نحو ثلثيه بالماء المذكور ويحكم قفله ويدار عدة دورات بسرعة وأخيرا يفرغ منه الماء ويصفى جيدا ويترك مفتوحا لكى يجف .

وتعامل المعصرة بالطريقة السابقة أما الأحواض فتعامل بالبخار بعد تنظيفها وتجفف بين مرات الاستعمال وينبغى أن تفك المضخات والأنابيب وتغسل جيداً وتعقم وتجفف .

٤) هواء حجرة الصناعة : قد يكون هواء حجرة الصناعة مصدراً لتلوث الزبد وخاصة بجراثيم الفطريات ولهذا يلزم الاعتناء بنظافة الحجرة المذكورة على الدوام ونقاوة هوائها وإذا دعت الحالة يحسن تبخيرها (fumigation) .

٥) الورق المستعمل فى لف الزبد : لف الزبد فى ورق جيد يقيه من القطريات ، على أن استعمال ورق يحتوى على مواد عضوية ذائبة كالدكسترين أو الجلسرين يساعد من جهة أخرى على نمو الميكروبات على سطح الزبد حتى ولو لم يكن ذاته مصدراً للتلوث ، ويفضل البعض معاملة مثل هذا الورق قبل الاستعمال لإزالة المواد المذكورة وقتل الميكروبات العالقة به فى الوقت ذاته وذلك بغليه فى محلول ملحى قوته ٢٥ ٪ وينبغى أن يحفظ ورق اللف على الدوام فى مكان نظيف جاف .

التغيرات التى تحدث بالزبد

يطرأ على الزبد فى بعض الأحوال تغيرات من أنواع مختلفة يؤثر بعضها فى طعمه أو رائحته أو لونه أو قوامه الخ ، ومن هذه التغيرات ماتظهر بالزبد الطازج ومنها مالا تلاحظ إلا بطول مدة حفظ الزبد ، وهى أما أن تنسب إلى تغيرات باللبن أو القشدة المصنوع منهما الزبد أو إلى خطأ فى اجراء العمليات التى تتعلق بصنعه أو إلى تغيرات حدثت بالزبد فى أثناء الحفظ ، والعوامل التى تعزى اليها هذه التغيرات قد تكون بكتريولوجية أو أنزيمية أو كيماوية وقد تتسبب فى بعض الأحيان عن عوامل أخرى ثانوية كامتصاص الروائح الغريبة من المواد القريبة منها مثلا .

وليس من السهل دائما التفرقة بين التغيرات المسببة عن عوامل بكتريولوجية وأنزيمية وكيماوية فالظروف التى تلائم عمل البكتريا تناسب كذلك غالباً فعل الأنزيم وتساعد أحيانا حدوث التفاعل الكيماوى ، وتعتبر التغيرات الناشئة عن الأنزيم أقل أهمية من تلك المسببة عن العاملين الآخرين ، ذلك لأنه وان كانت القشدة التى يصنع منها الزبد تحتوى على الأنزيمات التى توجد طبيعيا باللبن وكذا الانزيمات الخارجية التى تكون قد كونتها الميكروبات التى نمت بها أو باللبن الذى صنعت منه فان بسترة القشدة قد تتلف بعض الأنزيمات وتقلل من فعل البعض الآخر ، هذا فضلا عن أن إنزيمات اللبن الطبيعية لايجوز اعتبارها من العوامل الهامة فى تلف الزبد نظرا لقلة كميتها من جهة ولعدم ملاءمة درجات الحرارة التى يخزن عليها الزبد فى المعتاد لعملها .

أما من حيث التغيرات البكتريولوجيه فيكفى أن نذكر هنا أن نمو البكتريا فى الزبد المحفوظ على درجات الحرارة العادية قد يؤدى إلى ظهور تغيرات غريبة فى طعمه أو رائحته الخ ولكن لما كانت درجات الحرارة الكبيرة الانخفاض التى يحفظ عليها الزبد تحت الظروف التجارية لاتوافق نمو البكتريا فان التغيرات التى تحدث حينئذ تتسبب فى الغالب عن تفاعلات كيماوية أو عوامل أخرى سيأتى بيانها فيما بعد .

وسنبحث فيما يلى أهم التغيرات التى تحدث بالزبد ونشرح أولا ماينشأ منها عن عمل الميكروبات ثم نصف المسببة عن العوامل الأخرى .

أولا — التغيرات الناتجة عن فعل الميكروبات

أكثرها حدوثا ماتتعلق بطعم الزبد ولونه وأهمها الآتية .

(١) **التزنخ** : هو كما ذكرنا من قبل ينشأ رئيسيا عن تحلل الدهن تحليلا مائيا وقد يحدث بالزبد نتيجة لعمل بعض الميكروبات مثل بكتريوم فلورسنس وبكتريوم بروديجيوسم واويديوم لاكتس وكلادوسبوريوم بيوترى (Cladosporium butyri) وبنسليوم جلوكم (Penicillium glaucum) وكذلك بعض أنواع الخمائر الكاذبة أى التوريولا التى تعيش معيشة تبادلية مع بكتريا حامض اللكتيك ، كما أنه قد يكون لأنزيم الليباز بعض الأهمية فى احداث هذا التغير .

وينسب الطعم الزنخ إلى المركبات الأولى من سلسلة الأحماض الدهنية أى ما تعرف بالاحماض الدهنية الطيارة وكذلك إلى كيتونات (ketones) واسترات (esters) خاصة ذات رائحة تشبه رائحة الفاكهة مثل بيوترات وخلات الأثيل والمثيل (ethyl & methyl butyrates & acetates) والمركبات الأخيرة تنتج عن انحلال الجلسرين المتكون .

ولما كانت الميكروبات المحللة للدهن لاتكون جراثيم كبيرة المقاومة لتأثير الحرارة فانها تقتل بالحرارة بسهولة نسبياً ، وقد لاحظ هنزيكر (Hunziker) أن الزبد المصنوع من قشدة مبسترة لم يظهر به تزنخ فى أثناء الحفظ أما المصنوع من قشدة خام أى لم تعامل بالحرارة ولكن روعيت النظافة فى إنتاجها يظهر به التزنخ أحياناً على حين أن الزبد المصنوع من قشدة ملوثة يظهر به التغير المذكور فى أغلب الأحايين ، ومن هذا يتضح أهمية المادة الأولية المستعملة وأثر المعاملة فى ظهور التزنخ ، على أن فائدة البسترة من جهة أخرى تضيع إذا ما استعمل ماء ملوث أو ثلج ملوث فى أثناء صناعة الزبد إذ أن بكتريوم فلورسنس وهى من أكثر الميكروبات انتشارا فى الماء تنتقل اليه بهذه الوسيلة فيكون هذا التلوث أشد خطرا من التلوث الذى يسبق بسترة القشدة ولذا ينبغى كما قدمنا القول العناية بنقاوة الماء أو غليه قبل الاستعمال فى غسل الزبد أو تنظيف الأدوات .

وعادة تنتقل الفطريات المحللة للدهن إلى الزبد إما من الروبة او الهواء أو المواد المستعملة فى اللف ، ولما كانت هذه الفطريات والميكروبات الأخرى التى تحدث هذا التغير هوائية فان حفظ الزبد بعيدا عن الهواء فى أوعية محكمة الاقفال يعتبر وقاية هامة من التزنخ .

هذا وقد وجد أن للملح تأثيراً فى حدوث التزنخ فقد لوحظ أن جميع الميكروبات السابقة الذكر وخاصة بكتريا الماء تنمو أفضل وأسرع فى الزبد غير المملح المصنوع من قشدة غير مخمرة منه فى الزبد المملح المصنوع من قشدة ناضجة .

(٢) **الطعم الحامضى** : قد يتسبب هذا الطعم من استعمال قشدة شديدة الحموضة فى صنع الزبد وهذه الحالة تنشأ عن إجراء التخمر بواسطة روبة تنتج نسبة عالية من الحامض بدلا من إنتاج الطعم والرائحة المرغوبة ، كما أن احتواء الزبد على كمية كبيرة من لبن المخض قد يؤدى إلى ظهور الطعم الحامضى .

ويمكن تجنب هذا العيب باستعمال روبة جيدة والعناية بغسل الزبد .

٣) **طعم الخميرة** : ينشأ طعم الخميرة (yeasty flavour) بالزبد رئيسيا عن نمو الخائر الخميرة للاكتوز بالقشدة التى صنع منها . ولما كانت هذه الميكروبات تنشط على درجات الحرارة المرتفعة نسبيا فان هذا التغير يغلب حدوثه فى أشهر الصيف الحارة ، وهو لايظهر إلا فى القشدة الحامضة نظرا لملاءمة الوسط الحامضى لعملها .

ولتجنب هذا التغير ينبغى أن تبستر القشدة وأن تحفظ على درجات حرارة منخفضة .

٤) **انتاج الغازات** : قد تنمو ميكروبات حامض البيوتريك غير الهوائية بالزبد بنشاط فيتسبب عن ذلك سرعه تلفه ، وهذه الميكروبات تنتج غازات أشبه بثقوب دقيقة ، ومع أن جراثيمها لا تقتل بالبسترة إلا أنها لا تنبت فى بيئة حامضة .

واستعمال لبن نظيف فى صنع القشدة وماء نقى فى غسل الزبد يساعدان على منع التلوث بهذه الميكروبات.

٥) **القوام غير العادى** : قد يكون الزبد الناتج أحيانا لينا وهذا يعود فى معظم الأحوال إلى عدم اتقان صناعته ، على أن كثرة وجود الميكروبات المسببة للزوجة والمحللة للبروتين بالقشدة قد يتسبب عنه انتاج زبد رخو غير قابل للحفظ بحالة جيدة مدة طويلة . وقد وجد أن بسترة القشدة بدقه تساعد على تجنب هذا العيب .

٦) **تغيرات اللون** : قد يصاب الزبد بفطريات متنوعة يتسبب عن نموها عليه تلونه بألوان غريبة ، وتميز تغيرات اللون هذه بظهورها تدريجياً

ويقتصر نمو الفطريات الملونة على سطح الزبد نظرا لحاجتها إلى الأكسجين على أنها قد تنمو فى الداخل إذا وجدت بالزبد شقوق تسمح بنفوذ الهواء إلى أجزائه الداخلية ، وتغيرات اللون أكثر ظهوراً فى زمن الصيف لملاءمة درجات الحرارة المرتفعة نوعا لنمو الفطريات المذكورة .

وتختلف الألوان التى يتلون بها الزبد باختلاف أنواع الفطريات التى تنمو عليه ودرجة نموها ، فالبنسليوم مثلا يلونه بلون أخضر والاويديوم بلون برتقالى أو أصفر وبعض أنواع الاكتينوميسز بلون بنى .

ولا يؤدى نمو الفطريات المذكورة على الزبد إلى تلونه فحسب بل يؤثر كذلك فى طعمه ورائحته، وخاصة الاكتينوميسز الذى يكسبه رائحة التراب .

وتنشأ تغيرات اللون غالبا فى الزبد غير المملح ذلك لأن وجود الملح كما قدمنا يعيق نمو هذه الفطريات .

ويستدل من تلون الزبد على عدم العناية بصنعه ومعاملته إذ أن الفطريات الملونة تنتقل إلى الزبد إما من القشدة أو من الأدوات المستعملة فى صنعة وخاصة المخض أو من ورق اللف أو أيدى العمال أو ملابسهم أو من الماء أو الملح . الخ . .

ومن أهم الاحتياطات التى تساعد على تلافى هذا العيب جودة بسترة القشدة والعناية بنظافة جميع الأوانى والأدوات وتعقيمها والحفظ على درجة حرارة منخفضة فى غير وجود الهواء ، ولما كان ارتفاع نسبة الرطوبة بالزبد يساعد على نمو الفطريات فان اتقان العصر يساعد كذلك على تجنب هذا التغير .

التغيرات الناتجة عن عوامل غير ميكروبية

من هذه التغيرات ما يتعلق بطعم الزبد ولونه وقوامه وأهمها الآتية :

١) **الطعم الشحمى** : يصحب انحلال الدهن بواسطة الميكروب فى أحوال كثيرة أكسدة ذاتية مما ينشأ عنه ظهور طعم ورائحة بالزبد تشبه طعم الشحم الحيوانى ورائحته ، ويلاحظ التغير الأخير بوضوح عند تعرض الزبد لأشعة الشمس المباشرة فى وجود الهواء ولو لمدة قصيرة ، وهو يظهر بالطبقة السطحية ويصحبه فى الغالب تغير لون الزبد فيصير باهتا كما أنه قد يحدث هذا التغير عند تعرض الزبد لضوء النهار مدة طويلة خصوصا عند حفظه على درجة حرارة مرتفعة ، ومما تقدم يتبين أن التشحم يرجع إلى تأثير الهواء أى أن منشأه الاكسدة وأن الضوء يسرع الاكسدة .

وقد ثبت أن العوامل الاخرى التى تسرع الاكسدة تساعد كذلك على حدوث التشحم ، فوجود مقادير صغيرة من معادن خاصة كالنحاس والحديد أو أملاح هذه المعادن يؤدى إلى سرعة ظهور التغير المذكور ، وقد اعتبر التشحم فى وقت ما ناتجا عن أكسدة حامض الأوليك غير أن الابحاث قد أظهرت فيما بعد أن التغير المذكور ليس نتيجة مباشرة لوجود حامض الاوليك المتأكسد بل أنه يعود إلى المتحصلات التى تتكون بالزبد فى أثناء امتصاص الاكسجين بواسطة الحامض المذكور .

ويختلف التشحم عن التزنخ من عدة وجوه أهمها أن التغير الاول غير ميكروبى بدليل حدوثه فى الدهن النقى والزبد المعقم ، على حين أن الثانى ينسب رئيسيا كما قدمنا إلى عمل الميكروبات المحللة للدهن .

أما الظروف التى تساعد على منع حدوث التشحم فهى حفظ الزبد بعيداً عن الهواء فى مكان مظلم منخفض الحرارة ، وهذه الظروف تساعد كذلك كما سبق القول على وقف نمو الميكروبات التى تحلل الدهن وتسبب التزنخ .

٢) **طعم السمك** : قد يتسبب عن هذا التغير الذى يلاحظ أحيانا بالزبد خسائر مالية كبيرة ، وهو أكثر ظهوراً فى الزبد المحفوظ منه فى الزبد الطازج كما أنه يلاحظ غالبا فى الزبد المملح المصنوع من قشدة مخمرة بينما من النادر أن يحدث بالزبد غير المصنوع من قشدة طازجة .

وقد نسب حدوث هذا التغير إلى عدة عوامل ولكن المفروض عموما أنه ينشأ عن تغير كيماوى فى بعض مشتملات الزبد يؤدى إلى انتاج مركبات ذات طعم ورائحة تشبه طعم السمك ورائحته ، وقد لوحظ أن ارتفاع الحموضة ووجود الهواء ومواد خاصة كأملاح الحديد والنحاس تلائم حدوثه .

وقد تمكن سبلى (Supplee) من إنتاج هذا التغير عند خلط أمين المثيل الثلاثى أى الترای مثيلامين

(trimethylamine) بالزبد تحت ظروف مناسبة ، كما لاحظ أن الزبد العادى يشتمل على اللستين (lecithin) الذى ينتج عند تحلله المركب السالف الذكر . ويرجح بعض الباحثين حدوث هذا التغير نتيجة لامتصاص الاكسجين بواسطة الاوليين غير المشبع الموجود بالدهن مما ينشأ عنه تكون بروكسيد (peroxide) وفعل هذا البروكسيد على اللستين ينتج امين المثيل الثلاثى الذى يكسب الزبد طعم السمك .

ويعزى السبب فى ظهور هذا التغير على الاغلب بالزبد المملح إلى أن اللستين يذوب بسهولة فى المحلول الملحى ومن ثم يتحلل بسرعة أكبر .

وقد أشار سومر وسميت (Sommer & Smit) إلى أن بسترة القشدة تساعد على منع ظهور طعم السمك بالزبد وعللا ذلك بعدة أسباب منها أن العملية المذكورة تؤدى إلى انحلال اللستين جزئياً فتفقد نواتج الانحلال فى لبن المخض .

هذا ومع أنه لم توجد فروق ظاهرة بين كل من الزبد الجيد والزبد المصاب بطعم السمك من حيث محتوياتهما البكتيرية فقد تمكن أحد الباحثين من إنتاج الطعم السمكى بالزبد على أثر تلقيح القشدة المصنوع منها بميكروب خاص يعرف باسم باسلس اثيوسميس (Bac ichthyosmius) ستأتى الاشارة اليه فى مكان آخر على أنه وجد أنه لعمر القشدة وحموضتها أثراً فى إنتاج هذا التغير بالزبد .

٣) **الطعم المطبوخ** : يلاحظ أحيانا احتواء الزبد الطازج المصنوع من قشدة مبسترة على طعم المواد المطبوخة ، وقد يكون الطعم ضئيلا أو شديداً كما أنه قد يختفى بعد أيام قلائل أو يستمر طوال مدة الحفظ . وهو يتسبب عن بسترة القشدة على درجه حرارة مرتفعة أو تسخينها لمدة طويلة .

٤) **الطعم المعدنى** : يظهر بالزبد فى بعض الأحيان طعم يشبه طعم بعض المعادن ويلاحظ هذا التغيير كذلك فى لبن المخض ، وقد دلت الأبحاث على أن حدوثه لايرجع إلى سبب واحد بل إلى عدة أسباب ، فقد يعزى إلى امتصاص القشد لآثار من المعادن المصنوعة منها الأوانى والأدوات المستعملة كالحديد والنحاس الذى انكشف القصدير عن أجزاء منه ، وغنى عن القول أن ارتفاع الحموضة والتعرض للهواء يساعدان على الامتصاص المذكور .

وقد يختفى الطعم المعدنى من القشدة عند حفظها على درجات حرارة ملائمة لنمو الميكروبات وهذا يعود على الارجح إلى ظهور تغيرات اخرى فى طعمها تخفى الطعم المعدنى

ولما كان هذا التغير متعلقا بالقشدة فانه يظهر بالزبد عقب صنعه مباشرة

٥) **طعم الغذاء** : يعود طعم مواد الغذاء بالزبد إلى وجود هذا الطعم بالقشدة التى صنع منها أو بالروبة التى استعملت فى تخمير هذه القشدة

٦) **الطعم المر** : قد يتسبب هذا الطعم عن احتواء الملح المستعمل فى تمليح الزبد على املاح المغنسيوم بكثرة

٧) **طعم ورائحة الماشية**: ينتقل هذا الطعم إلى الزبد إما من اللبن أو القشدة المستعملة فى صنعه، وهو ينشأ كما قدمنا القول عن امتصاصها للروائح بحظيرة الماشية أو عن تلوثها بالروث ونمو الميكروبات المنتقلة من هذا المصدر بها

٨) **طعم ورائحة بعض المواد**: من النادر أن يمتص الزبد رائحة المواد الشديدة الرائحة كالبترول والكرنب والبصل الخ ولكن غالباً ما ينشأ طعم ورائحة هذه المواد به نتيجة انتقالها اليه من القشدة التى وجدت بالقرب من المواد المذكورة فى مكان الانتاج أو أثناء النقل الخ

٩) **فقدان الطعم والرائحة**: قد يرجع هذا العيب إلى كثرة غسل الزبد فى اثناء صنعه فان ذلك يؤدى إلى فقد المواد الطيارة التى ينسب اليها الطعم اللذيذ والرائحة الطيبة اللتان يمتاز بهما الزبد الجيد كما أنه قد يعود إلى استعمال روبة رديئة أو غير تامة النضج فى تسوية القشدة او إلى عدم انضاج القشدة الى الدرجة المطلوبة .

١٠) **القوام غير العادى**: تنسب ليونة الزبد أحيانا كما اسلفنا القول إلى عدم تصلب الدهن بدرجة كافية عقب تمام نضج القشدة نتيجة لقصر مدة التبريد ، كما تعزى إلى مخض القشدة على درجة حرارة عالية أو إلى زيادة خدمة الزبد وعصره عن اللازم .

١١) **اللون غير العادى**. يظهر بالزبد فى بعض الأحيان بقع بيضاء وهذه تنسب كما قلنا من قبل عن ازدياد حموضة القشدة أكثر من الدرجة المطلوبة وتجمد الكازين نتيجة لذلك وصعوبة فصله من الزبد بالغسل ، هذا وقد يظهر الزبد بلون باهت عند حدوث عملية الأكسدة التى أشير اليها فى الكلام عن الطعم الشحمى .

الوسائل المؤدية الى تحسين قابلية الزبد للحفظ

ذكرنا فى صدد الكلام عن التغيرات التى تحدث بالزبد الوسائل التى يمكن بها تجنب هذه التغيرات وسنعود هنا إلى إجمال بعض العوامل الهامة التى تؤدى إلى تحسن قابلية الزبد للحفظ على وجه العموم .

ليس من المتعذر حفظ الزبد بحالة جيدة دون أن تصيبه عوامل الفساد مدة طويلة إذا روعيت العناية بنظافة الالبان التى يصنع منها من حيث انتاجها وفرزها وبسترة القشدة الناتجة واستعمال بادىء جيد وتخميرها إلى الدرجة المناسبة والعناية بتبريدها ومخضها بدقة وغسل الزبد بماء نقى وعصرة بعناية بحيث لا يبقى به إلا القليل من الماء واللاكتوز والمواد الآزوتية ثم حفظه على درجة حرارة منخفضة .

وقد سبق أن أشرنا إلى الشروط الواجب مراعاتها لحسن أداء العمليات المذكورة غير أنه لا يفوتنا أن نذكر هنا أن عملية الغسل ينبغى أن تجرى عند ظهور حبيبات الدهن على هيئة كرات صغيرة بحجم

« حبوب الدحريج » أى قبل أن تتجمع إلى كتل كبيرة فيتعذر فصل المواد اللبنية المحجوزة بين جزيئاتها مما ينشأ عنه تبقع الزبد وسرعة فساده ، كما لاينبغى تكرار عملية الغسل أكثر من اللازم حتى لايزال عن الزبد طيب رائحته ولذيذ طعمه إذ ان المواد التى تتكون فى أثناء الاختمار وتكسب الزبد الرائحة والطعم المطلوبة تفقد بتكرار الغسل بالماء

وأهم الوسائل التى تؤدى إلى تحسن قابلية الزبد للحفظ خلاف ماسبق ذكره هى الآتية : -

أولا : الحفظ فى غير وجود الهواء : ذكرنا ان معظم الميكروبات المحللة للدهن وكذلك الفطريات التى تغير لون الزبد تحتاج إلى الهواء لنموها ولذا فان حفظ الزبد فى اوعية محكمة القفل يقيه من فعل الميكروبات المذكورة ويمنع نمو الفطريات على سطحه .

ثانيا : التمليح : يمزج الزبد فى أثناء صنعه بكمية من الملح وهذه العملية تعرف بالتمليح ولها اهمية فى حفظ الزبد . وتتوقف كمية الملح اللازمة لوقف نمو الميكروبات بالزبد على مايحويه الأخير من ماء إذ أن الدهن لايذيب الملح بل أن الملح يذوب فى الماء فقط ، وقد وجد أن تركيز الملح بنسبة ٢٥ ٪ فى الماء الموجود بالزبد يمنع نمو البكتريا به ويمكن الحصول على هذا التركيز فى زبد يحتوى على ١٣ ٪ من الماء باضافة ملح بنسبة ٣,٣ ٪ من الوزن الكلى للزبد.

وقد دلت التجارب على ان البكتريا المحللة للدهن حساسة جدا للملح ووجد أن إضافة الملح بنسبة ٢,٥ - ٣ ٪ يقى الزبد عمل هذه الميكروبات ، على أن الفطر يستمر فى النمو تحت هذه الظروف مالم يمنع ذلك بحفظ الزبد بعيداً عن الهواء أى فى أوعية محكمة القفل وعلى درجة حرارة منخفضة.

ومن المهم أن يجرش الملح قبل الاستعمال حتى يسهل انتشاره فى الزبد وأن يكون نقياً من المواد الغريبة إذ أن الأكسدة التى تحدث بالزبد وينشأ عنها التشحم تسرع بوجود الحديد وبعض المعادن الأخرى التى قد توجد بالملح غير النقى ، هذا فضلا عن ان احتواء الملح على بعض أملاح المغنسيوم قد يسبب مرارة الزبد كما أشير إلى ذلك من قبل .

ثالثا : استعمال الحرارة . لما كانت الرطوبة والمواد الغذائية التى تحويها الزبد ذات ارتباط بسرعة تلفها إذ أنها تشجع أنواعا مختلفة من الميكروبات على النمو فتحدث تغيرات غير مرغوب فيها فان تسخين الزبد إلى درجات عالية لاذابته يساعد على استخلاص المواد المذكورة فضلا عن أنه يقتل عدداً مما يحويه من ميكروبات . ويجرى ذلك عادة بوضع الزبد فى وعاء مناسب على النار المباشرة وتحريكه بين حين وآخر حتى يغلى ويذوب تماما وفى أثناء ذلك يتبخر جزء كبير مما يحويه من ماء ويرسب إلى القاع جزء من المواد اللبنية والمواد الغريبة كما يطفو على السطح جزء آخر فتقشط المواد الطافية أو يرشح السائل لحجز المواد المذكورة وبذا يمكن حفظ الدهن مدداً طويلة دون تغير وخاصة إذا عبىء فى أوعية محكمة القفل ووضع فى مكان منخفض الحرارة ، وهذا هو السبب فى طول مدة حفظ السمن إذا قورن بالزبد .

رابعا : استعمال المطهرات : استعمال المطهرات فى حفظ الزبد جائز فى بعض البلدان كانجلترا ، والمواد الأكثر استعمالا فى هذا الغرض هى حامض البنزويك والبنزوات وحامض البوريك ، أما النسب التى تستعمل بها فهى ٠,٧٥ ٪ من حامض البنزويك أو ٢ ٪ من بنزوات الصوديوم أو ٠,٥ ٪ من حامض البوريك أو مخلوط من ٠,٥ ٪ حامض البنزويك و٠,٥ ٪ بنزوات الصوديوم .

الميكروبات المرضية فى الزبد

اذا استعمل لبن ملوث بميكروبات مرضية فى صنع القشدة فان جانبا من الميكروبات المذكورة يترسب مع القشدة فى أثناء عملية الفرز ، وإذا صنع الزبد من هذه القشدة الملوثة دون بسترتها بسترة جيدة أصبح هذا الزبد مصدرا للعدوى بالميكروبات المرضية التى اشتمل عليها اللبن الأصلى كما أن الزبد المصنوع من قشدة مبسترة قد يكون وسيلة لنقل الأمراض إذا ما تلوث بميكروبات مرضية فى أثناء الصناعة والتداول .

وقد دلت الابحاث على أن أهم الميكروبات المرضية التى توجد بالزبد أحيانا هو ميكروب السل فوجد سافاج (Savage) عند اختبار عدد كبير من عينات الزبد فى انجلترا أن مالا يقل عن ١٠ ٪ منها ملوث بالميكروب المذكور على أن الابحاث التى أجريت فى البلدان الأخرى التى تعنى ببسترة القشدة وخاصة الدنمرك تدل على أن نسبة العينات الملوثة بهذا الميكروب أقل من ذلك بكثير ، ويعزى ذلك بالطبع إلى أثر العملية المذكورة فى ابادة ميكروب السل .

وقد أجريت تجارب عديدة لتقدير مدى معيشة ميكروب السل فى الزبد ، وصنع الزبد فى بعض هذه التجارب من قشدة لقحت صناعيا بالميكروب المذكور واستعمل فى صنعه فى البعض الآخر لبن ناتج من ماشية مصابة بتدرن الضرع ، فاتضح منها على وجه العموم أن هذا الميكروب قادر على المعيشة فى الزبد والاحتفاظ بخواصه المعدية مدادا طويلة بلغت فى بعض الأحوال أربعة أشهر وفى البعض تسعة أشهر ويستدل من ذلك على أن التمليح والحفظ على درجات حرارة منخفضة لم يبيدا الميكروب .

ووجد من تجارب اخرى أن ميكروبى التيفود والدفتريا يمكن أن يعيشا بالزبد وقتا غير قصير كذلك ولهذا تنبغى العناية باستعمال مواد غير ملوثة فى صنع الزبد ووقايته من التلوث فى أثناء الصنع وبعده .

الباب الخامس عشر

بكتريولوجيا الالبان المختمرة

تصنع الألبان المختمرة (Fermented milks) فى أنحاء كثيرة من العالم القديم والحديث ، وهى منتشرة فى جنوب روسيا وبلاد البلقان وعلى الأخص تركيا وبلغاريا وانتقلت منها الى مصر وغيرها من بلدان شمال أفريقيا ومعظم جهات أوروبا وأمريكا .

ولقد نشأت صناعة الألبان المختمرة أولا فى بلدان الشرق وأعتبرت منذ القدم طريقة من طرق حفظ اللبن ، إذ أن قلة العناية بالنظافة وارتفاع حرارة الطقس بتلك البلدان يؤديان إلى سرعة فساد اللبن وتحلله فوجد أن تحميضه يساعد على حفظه بحالة تسمح بتناوله مدة غير قصيرة .

ولا يعرف تاريخ صنع هذه الألبان على وجه التحقيق ولكن الثابت أنها كانت مستعملة منذ قرون عديدة وربما كانت أقدم الصناعات اللبنية عهداً ، وهى تباع بأسماء متعددة تختلف باختلاف الجهات التى تصنع فيها ، على أن بعض أصنافها وإن اختلفت اسماً إلا أنها متفقة تقريبا فى طبيعتها وطريقة اختمارها .

ويرجع انتشار هذه الألبان وكثرة الاقبال عليها الى ما تمتاز به من قيمة غذائية عالية وما يعزى اليها من فوائد صحية وطبية متعددة . فعلاوة على اشتمالها على جميع العناصر الغذائية بنسب أعلى مما توجد باللبن المصنوعة منه فانها أسهل منه هضما وألذ طعما وأطيب رائحة ، ذلك لأنه فى أثناء صنعها يتبخر بعض الماء الذى يحويه اللبن فتصير المشتملات الصلبة باللبن المختمر أكثر تركيزاً منها فى اللبن الأصلى ، أضف إلى ذلك أنه ينشأ عن عمل البكتريا فى أثناء الاختمار ترسب الكازين وتجزئته إلى جزئيات دقيقة مما يزيد من قابليته للهضم كما تنتج مواد تكسب اللبن طعما ورائحة مستحبين وتجعله ذا تأثير مرطب وخاصة فى البلاد الحارة .

أما من حيث فائدة هذه الألبان من الوجهة الصحية فقد لوحظ منذ أمد بعيد أن شعوب البلقان التى تتغذى بالألبان المختمرة بوفرة تزيد فيها نسبة المعمرين عن سواها من الشعوب ، وقد تنبهت أذهان بعض العلماء وخاصة متشنكوف (Metschnikoff) لهذه الحقيقة فعزى ذلك إلى ما لميكروبات التخمر التى تحويها هذه الألبان من أثر فى وقف العمليات التعفنية التى تحدث بالأمعاء ولذا أشار باستعمالها كوسيلة لاطالة الحياة وكعلاج لكثير من أمراض القناة الهضمية ، وقد أدى ذلك إلى ذيوعها وانتشار صنعها فى البلدان المتمدينة

وتتوقف صناعة الألبان المختمرة على نشاط ميكروبات خاصة تختلف باختلاف أصنافها ، غير أن أساس صنعها جميعا متفق تقريبا ويتلخص فى تلقيح اللبن بعد غليه أو بسترته أو تعقيمه بمزارع نقية من ميكروبات

معينة هى فى الغالب أصناف من بكتريا حامض اللكتيك وبعض الخائر أو بمادة متخمرة تحتوى على هذه الميكروبات ، ثم يحفظ على درجة حرارة مناسبة لنموها وتكاثرها فتؤثر الميكروبات المذكورة فى اللاكتوز وتحوله رئيسيا إلى حامض اللكتيك وهذا يسبب ترسب الكازين وتجبن اللبن كما تنتج فى الوقت ذاته متحصلات أخرى أهمها الكحول وثانى أوكسيد الكربون بكميات يختلف مقدارها باختلاف صنف اللبن المختمر .

وغنى عن القول أن مثل هذا التخمر يمتاز عن التخمر الذاتى — أى الذى يتم فى اللبن والقشدة اذا تركا معرضين للهواء — بأنه يؤدى الى تغيرات منتظمة مرغوب فيها على حين أن التخمر الذاتى يجعل اللبن والقشدة كما قدمنا القول عرضة لتغيرات كثيرة قد يكون بعضها ضارا لما ينتج عنه من مواد تؤثر فى طعم اللبن أو لونه أو رائحته الخ نظراً لتعدد أنواع الميكروبات التى يحويها فى هذه الحالة وعدم ضمان تغلب الأنواع المرغوب فيها على ما عداها من أنواع أخرى ، هذا فضلا عن امكان احتواء اللبن المتخمر ذاتيا دون غلى أو بسترة على بعض ميكروبات مرضية خطرة .

وقد اشتغل كثير من العلماء ببحث التغيرات التى تحدث فى أثناء صنع الألبان المتخمرة ودرسوا معظم أنواع الميكروبات التى تضمها مختلف أصناف هذه الألبان وميزوا ما بينها من فروق مورفولوجية وفسيولوجية، وقد أظهرت الابحاث أن الأنواع المذكورة تعيش متعاونة أو متبادلة النفع فى أغلب الأحوال بمعنى أن عمل بعضها لا يتم إلا بتعاون البعض الآخر واشتراكه معه فى المعيشة .

وتجدر الاشارة الى أنه وان كان سكر اللبن أى اللاكتوز سكر ثنائى مشابه فى تركيبه لسكر القصب أى السكروز وسكر المولت أى المولتوز اللذين يستعملان فى صنع المشروبات الكحولية إلا أنه لا يخمر بسهولة كالسكرين الأخيرين ، فلا توجد غير أنواع قليلة من الخائر معروفة بقدرتها على تكوين الكحول وثانى أوكسيد الكربون من اللاكتوز أما مباشرة أو بعد تأدرته بواسطة أنزيماتها أو بواسطة بعض البكتريا المشتركة معها فى المعيشة . ومثل هذه الخائر هى التى تقوم بعملية الاختمار الكحولى فى أثناء صنع الألبان المختمرة .

وسنشرح فيما يلى طريقة صنع بعض الأصناف الهامة من الالبان المختمرة ونصف التغيرات التى تحدث بها والميكروبات المسببة لهذه التغيرات

أولا — اليوغورت

اليوغورت (Yoghurt) أو اليورت من أكثر الالبان المختمرة ذيوعا وهو من الاغذية الشائعة فى بلغاريا ورومانيا واليونان وتركيا ويعرف فى مصر باسم الزبادى ، وتصنع أصناف قريبة الشبه منه فى بعض الممالك الاوروبية الاخرى تعرف بأسماء مختلفة ولو أنها لا تختلف عنه فى فروق جوهرية ، فقد وجد جنس مثلا أن الجودو (Gioddu) المصنوع فى صقلية يحتوى على نفس الميكروبات التى يحويها اليوغورت

ويستعمل فى صنع اليوغورت لبن الجاموس أو الابقار أو الاغنام أو الماعز ، ولتحضيره يغلى اللبن غليا جيدا مدة من الزمن على النار المباشرة أو يوضع فى وعاء مزدوج الجدران ويسخن الى درجة ١٩٠ — ٢٠٠ ف لمدة تتراوح بين ربع ونصف ساعة ، فتؤدى هذه العملية إلى ابادة معظم الميكروبات التى يحويها اللبن بما فى ذلك الميكروبات المرضية وجل الانواع الاخرى غير المرغوب فيها التى تسبب أحيانا فساد طعم الناتج ورائحته ، كما ينتج عنها تبخر جزء من الماء وتكثف اللبن تبعا لذلك ، على أنه ينبغى أن يراعى فى هذه العملية استمرار تقليب اللبن لتتوزع الحرارة بانتظام ، ثم يبرد اللبن بسرعة عقب انتهاء تسخينه مباشرة الى حوالى درجة ١٠٧,٦ ١١٣ ف (٤٢ — ٤٥ س) أما بواسطة مبرد أو باستبدال الماء الساخن المحيط باللبن بماء بارد ، والدرجات المذكورة هى أنسب الدرجات لنمو ونشاط ميكروبات التخمر التى تعمل فى هذه الحالة ، ثم يجرى تلقيح اللبن بخميرة مناسبة وهى فى المعتاد قطعة من لبن مختمر مصنوع فى اليوم السابق ، وأخيرا يحفظ اللبن بعد تلقيحه على الدرجات السالفة الذكر أما فى محضن أو فى صندوق خشبى ذى رفوف مثقبة يحتوى فى أسفله على مدفأة حتى يتجبن وهذا يتم عادة فى مدة تتراوح بين ثلاث وخمس ساعات يحفظ بعدها على درجة حرارة منخفضة لحين استهلاكه وهذا من شأنه أن يوقف نشاط ميكروبات التخمر فلا ترتفع حموضة اللبن أكثر من اللازم

ومن المهم أن يراعى فى عملية التلقيح استعمال خميرة نشطة بكمية تتناسب مع مقدار اللبن المراد تلقيحه وتتراوح نسبة الخميرة المضافة فى المعتاد بين ١ و٣٪ من وزن اللبن ، كما ينبغى أن يحتاط من تلوث الخميرة بميكروبات خارجية ولذا يقتضى أن تزال الطبقة السطحية من اللبن المختمر قبل أن يؤخذ منه المقدار اللازم للتلقيح ، ومن الضرورى أن توزع الخميرة فى اللبن بانتظام ولهذا يفضل خلطها أولا بمقدار صغير من اللبن المعقم ثم إضافة هذا اللبن إلى اللبن المعد لصنع اليوغورت وتقليبه فيه جيدا .

ويلزم أن يراعى كذلك فى عملية التخمر احتياطات خاصة أهمها ضبط درجة الحرارة وانتظامها طول مدة التخمر ومراعاة نظافة المكان الذى تجرى فيه وخلوه من الغبار والتيارات الهوائية ، ووقف العملية عند تمامها مباشرة أى حال تجمد اللبن بدرجة كافية .

ومع أن المتبع فى صنع اليوغورت تجاريا هو تلقيح اللبن كما قلنا بقطعة من لبن مختمر قديم غير أنه وجد أن هذا الاجراء قد يؤدى إلى ظهور تغيرات غير مرغوب فيها إذا استمر مدة طويلة ، ولذا تعنى المعامل التى تحرص على إنتاج يوغورت جيد ذى صفات متشابهة على الدوام باتباع الاساليب القائمة على قواعد العلم الحديث فتعد روبات خاصة مكونة من مزارع نقية من الميكروبات المرغوبة وتعمل على حفظها بعيدة عن كل تلوث وتستعملها فى التلقيح ، على أن تستبدل بأخرى جديدة إذا ضعف نشاطها أو ظهر بها تلوث خارجى ، وتشبه الطريقة المتبعة عادة فى اعداد هذه الروبات طريقة تحضير الروات المستعملة فى تخمير القشدة وهى تتلخص فى انماء كل من الميكروبات التى تتألف منها الروبة فى لبن فرز معقم يحفظ على الدرجة المناسبة حتى يتجبن ، ثم يلقح لبن فرز معقم بجزء من كل من هذه المزارع ويحفظ كذلك على الدرجة المناسبة حتى يتجبن فيعاد تلقيح لبن فرز معقم بجانب من المزرعة المختلطة الاخيرة وتكرر هذه

العملية ثلاث أو أربع مرات حتى يلاحظ تجبن اللبن في وقت مناسب أى لا يتجاوز خمس ساعات وحينئذ يجوز استعمال هذه الروبة فى تحضير اليوغورت .

ومن أهم الاحتياطات التى تراعى فى اعداد الروبة وصيانتها العناية التامة بنقاوة اللبن المستعمل فى التلقيح ، وتمام تعقيم الاوانى والادوات المستخدمة فى هذا الغرض ، وتجديد الروبة يوميا بتلقيح قطعة منها فى لبن معقم .

وقد يكون من المفيد أن نلخص هنا إحدى الطرق التى تتبعها بعض معامل الألبان الانجليزية فى إعداد اليوغورت الذى أخذ فى الانتشار بتلك البلاد منذ بضع سنوات وهى :

يجرى تجنيس اللبن ثم يعبأ فى زجاجات وهذه تعقم فى الأوتوكلاف على ضغط ٨ أرطال للبوصة المربعة لمدة ١٠ دقائق ، على أن تترك الزجاجات مفتوحة فى أثناء التعقيم وتقفل بعد انتهائه مباشرة. تلقح أنبوبة لبن فرز معقم بميكروب اليوغورت (لاكتوباسلس بلجاريكس) أو بمخلوط من هذا الميكروب مع بعض الميكروبات الأخرى (مثل لاكتوباسلس اسيدوفيلس وستروبتوكوكس ثرموفيلس) وتحفظ على درجة ١٤٠ ف (٤٠ س) لمدة ٢٤ ساعة فيتجبن اللبن ، ثم تلقح إحدى الزجاجات السالفة الذكر بأنبوبة اللبن المتجبن على أن ترفع حرارة اللبن فى الزجاجة إلى درجة ١٠٤ ف قبل التلقيح وتحفظ الزجاجة على الدرجة المذكورة لمدة ٢٤ ساعة ثم تستعمل محتوياتها فى تلقيح باقى اللبن المراد اختماره والسابق تجنيسه وتعقيمه بنسبة ٤ — ٥ ٪ من وزن اللبن بعد رفع درجة حرارته إلى ١٠٤ ف ويحفظ على هذه الدرجة بعد التلقيح معبأ فى الزجاجات السالفة الذكر فيتم التجبن فى خلال ١٢ ساعة وعندئذ تسد الزجاجات بإحكام وتحفظ على درجة ٤٠ ف لحين توزيعها على المستهلكين .

وتعرض للبيع فى بعض البلدان الأوروبية روبات جافة أو سائلة لغرض ابتداء صنع اليوغورت ، على أنه وجد أن مثل هذه المستحضرات لا تؤدى أحيانا الغرض المطلوب نظرا لعدم احتوائها على الميكروبات المرغوبة بحالة حية أو نقية ، وتتبع فى بعض الأحوال طريقة بسيطة لبدء الاختمار تتلخص فى حفظ أنبوبة اختبار بها لبن طازج نظيف فى محضن على درجة ١٠٧,٦ ف (٤٢ س) حتى يتجبن اللبن ، ثم تلقح أنبوبة لبن مبستر بجانب من الانبوبة السالفة الذكر وتحفظ على نفس الدرجة حتى يتم التجبن ، وتكرر هذه العملية يوميا مدة اسبوع ، وبذا يتيسر الحصول على لبن مختمر يحتوى على ميكروبات حامض اللكتيك العصوية بنسبة كبيرة ، ويمكن استعمال مثل هذا اللبن كبادىء لصنع يوغورت جيد .

وقبل أن نختم الكلام عن طريقة صنع اليوغورت تقتضى الاشارة إلى أن المتبع فى صنع اللبن الزبادى المصرى تجاريا يختلف من نواح متعددة عن أى من الطرق السابقة ففى بعض الاحيان يغلى اللبن على النار المباشرة لمدة نحو ساعة مع استمرار تقليبه فى أثناء هذه المدة فيتبخر نحو عشر حجمه ثم يعبأ فى السلاطين إلى تصفيها وبعد أن يبرد الى درجة ١٠٤ — ١١٣ ف (٤٠ - ٤٥ س) يضاف الى كل سلطانية ملء ملعقة شاى من لبن زبادى متخمر فى اليوم السابق بعد خلطها بقليل من اللبن أو الماء العادى . ثم تكمل السلاطين بلبن سبق غليه وتبريده قليلا وتوضع فى صندوق يحتوى فى أسفله على مدفأة الى أن يتجبن اللبن . وفى أحيان أخرى يجرى تسخين اللبن على النار مباشرة حتى يرتفع دون تقليبه فى أثناء التسخين ، ثم يترك الى صباح اليوم

التالى لكى تتكون طبقة القشدة على سطحه وبعد أن تقشط هذه الطبقة لتباع على حدة يصب بقية اللبن فى السلاطين إلى نصفها وتضاف اليه الخميرة وتكمل السلاطين بلبن كامل الدهن بعد تسخينه بالطريقة السابقة وتبريده قليلا ثم توضع بالصندوق السالف الذكر حتى يتجبن اللبن . ومن الواضح أن الطريقة الأولى تفضل الأخيرة من حيث أثرها فى أبادة الميكروبات التى يحويها اللبن المعد لصنع الزبادى

والميكروبات الهامة فى تخمر اليوغورت هى لاكتوباسلس بلجاريكس الذى سبقت الاشارة اليه فى اختمار حامض اللكتيك ويصحب هذا الميكروب فى أغلب الاحوال ميكروبان آخران احدهما كروى أو متبعج ويوجد غالبا زوجيا أو فى سلاسل قصيرة وهو ينسب الى طائفة ستربتوكوكس لاكتس والثانى نوع من الخميرة . أما التغير الرئيسى الذى يحدث أثناء التخمر فهو تحول اللاكتوز إلى حامض لكتيك كما قد ينتج عن عمل الخميرة بعض الكحول .

ويحتوى اليوغورت الذى استمر صنعه من يوغورت قديم مدة طويلة على أنواع مختلفة من البكتريا والفطريات وكثير من هذه يوجد كتلوث عرضى .

مميزات اليوغورت الجيد ونقائصه : يمتاز اليوغورت الجيد بطعم حامضى مقبول ونكهة طيبة وتأثير مرطب وخثرة صلبة متماسكة خالية من الشرش والغازات والروائح الغريبة .

أما نقائص اليوغورت فتنشأ إما عن خطأ فى صنعه أو عن تبدل فى خواص الميكروبات المخمرة أو عن تلوث بميكروبات خارجية غير مرغوب فيها ، وسنشير فيما يلى الى أهم العيوب التى تلاحظ فى اليوغورت :

١) تغير الطعم : قد يكون اليوغورت ذا طعم مر أو مطبوخ أو شديد الحموضة ، وينشأ التغير الاول غالباً عن استعمال لبن غير نظيف أو ناتج من ماشية مريضة أو فى نهاية فصل الحليب ، ويتسبب الثانى عن زيادة ارتفاع حرارة التسخين أو طول مدته عن الحد اللازم ، أما التغير الاخير فينتج عن زيادة النضج .

٢) قوام غير عادى : اذا ظهر اليوغورت غير متماسك أى أن خثرته رخوة فيكون ذلك ناشئا على الاغلب إما عن عدم النضج أو انخفاض درجة الحرارة التى أجرى عليها التخمر عن الحد المناسب لنمو اللاكتوباسلس وإذا ظهر مخاطيا كان ذلك راجعا إلى تلوثه بميكروبات اللزوجة أو تبدل فى خواص ميكروبات التخمر ، وفى مثل هذه الحالة يقتضى استبدال الروبة المستعملة بأخرى جديدة ومراعاة الدقة فى بسترة اللبن وتعقيم الاوانى .

٣) تكون الشرش : قد يظهر على سطح اليوغورت مقدار من الشرش عند تمام تخمره ، وغالبا يصحب ذلك انكماش الخثرة وزيادة تصلبها ، وهذا يعود إما إلى ارتفاع الحرارة التى حفظ عليها عن الدرجة المناسبة أو زيادة مدة التخمر .

٤) تكون الغازات : يلاحظ أحيانا تكون فقاعات غازية بالخثرة وهذه اما أن تظهر بشكل ثقوب دقيقة إذا كان انتاج الغاز ضعيفا أو تسبب انتفاخ اليوغورت وزيادة حجمه إذا كان شديدا ، ويرجع ذلك غالبا

إلى قذارة اللبن المستعمل فى صنعه وعدم تمام بسترته أو تلوث الروبة بميكروبات القولون ، ويمكن تلافى هذا العيب بمراعاة شروط النظافة وتجديد الروبة المستعملة .

القيمة الصحية لليوغورت : قلنا أن ارتفاع نسبة المعمرين فى بلدان البلقان حيث يكثر التغذى على اليوغورت قد وجهت أنظار العلماء أمثال متشنكوف منذ وقت غير قصير إلى أهمية الالبان المختمرة فى تحسن الصحة وما قد ينتج عن ذلك من إطالة الحياة ، وقد علل هؤلاء العلماء النتائج الطيبة المتحصل عليها من استعمال تعاطى اليوغورت بقدرة الميكروبات التى يحويها على وقف العمليات النعفنية التى تحدث بالامعاء إذ من المعروف أن ميكروبات التعفن توجد بكثرة فى القناة الهضمية للانسان وخاصة القولون ، وأنها تقوم بتحليل المواد البروتينية فتكون الاندول والكاتول (skatole) وغيرهما من المتحصلات ذات الرائحة الكريهة والسامة ، فاذا نتجت هذه المواد بقلة أمكن للجسم التخلص منها بسهولة ، ولكن اذا تجمعت بكثرة أضرت بالصحة وقد تحدث ما يعرف بالتسمم الذاتى(autointoxication) ، فيتعاطى اللبن المختمر يزيد عدد الميكروبات المكونة للحامض بالقناة الهضمية وينتج عن ذلك إيجاد وسط حامضى لا يلائم معيشة ميكروبات التعفن وتكاثرها ، وبذلك ينخفض عددها ويبطؤ عملها فيقل إنتاج المواد السالفة الذكر ومن ثم يحدث التحسن فى الحالة الصحية .

وقد كثرت الابحاث فى السنوات الاخيرة حول فائدة اليوغورت وغيره من الألبان المختمرة فى علاج كثير من أمراض الأمعاء والاضطرابات الهضمية كالتهاب القولون والاسهال المزمن الخ وأدى ذلك إلى استعمال مزارع نقية من اللاكتوباسلس بلجاريكس فى هذا الغرض حيث استخدمت على حالة مستحضرات تجارية بشكل اقراص أو سوائل أو مساحيق تباع تحت أسماء مختلفة كاللاكتوباسللين (lactobacilline) ومسحوق اليوغورت (yoghurt-powder)على أن الابحاث الدقيقة قد أثبتت أن ليس لميكروب اليوغورت أى البلجاريكس القدرة على المعيشة فى الأمعاء كما أسلفنا القول فى وصف هذا الميكروب ، فضلا عن أنه أتضح أن الكثير من المستحضرات التجارية للسالفة الذكر التى يبالغ صانعوها كثيرا فى وصف فوائدها لا تحتوى فى معظم الحالات الا على عدد قليل من بكتريا حامض اللكتيك بحاله حية وانها كثيرا ما تحتوى على ميكروبات ملوثة وخاصة أنواع متجرثمة مثل باسلس ميكويدس ، ولهذا اتجه الاهتمام الى صنع ألبان مختمرة تحوى ميكروبات أقدر على المعيشة والاستيطان بالامعاء وأهمها لاكتوباسلس اسيدوفيلس وعرف هذا اللبن باسم لبن الاسيدوفلس

لبن الاسيدوفيلس

انتشرت صناعة لبن الأسيدوفيلس (Acidophilus milk) فى السنوات الأخيرة انتشاراً كبيراً عندما ثبتت فائدته الطبية ، وهو يصنع بتلقيح مزرعة نقية للميكروب لاكتوباسلس اسيدوفيلس الذى سبق وصفه فى لبن مبستر أو معقم ويحفظ اللبن الملقح على الدرجة المناسبة لنمو هذا الميكروب إلى أن يتجبن ثم يبرد .

ففى حالة صنعه بكميات كبيرة يوضع اللبن فى أحواض متسعة مزدوجة الجدران ويسخن بالماء الساخن إلى درجة ٢٠٥ ف (٩٦ س) لمدة ١,٥ — ٢ ساعة ثم يبرد إلى درجة ٩٨,٦ف (٣٧ س) باستبدال الما-

الساخن بماء بارد ويلقح بالمزرعة النقية الميكروب المذكور بنسبة ٢ — ٣ ٪ من وزن اللبن ويقلب جيدا ويترك على الدرجة السالفة الذكر حتى يتم التجبن ، وهذا يستغرق عادة من ١٥ — ١٨ ساعة ، ثم تكسر الخثرة وتبرد إلى درجة ٥٠ ف وتعبأ فى زجاجات وتسد بأحكام وتحفظ فى مكان منخفض الحرارة حتى يحين توزيعها . أما المتبع فى المعامل الصغيرة فهو غالبا تعبئة اللبن فى زجاجات تسد بأغطية قطنية ويعقم تعقيما كاملا بتسخينه إلى درجة ٢٤٨ ف (١٢٠ س) لمدة ١٥ — ٢٠ دقيقة ثم يبرد إلى درجة ٩٨,٦ ف وتلقح الزجاجات بالمزرعة النقية كل منها على حدة مع الاحتياط من تلوثها بتعقيم فوهاتها قبل التلقيح وبعده واعادة سدها بسرعة ، ثم تحفظ على الدرجة السالفة الذكر حتى يتم التجبن وتبرد إلى درجة ٥٠ ف .

ومن أهم ما يراعى فى صنع هذا الصنف من اللبن المختمر العناية التامة بنقاوة المزرعة المستعملة وهذا يقتضى اختبارها بكتريولوجيا بين حين وآخر وكذلك استعمال لبن نظيف جيد التعقيم فى صناعته ، واستبدال ألروبة بأخرى جديدة متى ظهرت تغيرات غير مرغوب فيها باللبن المختمر كتكون غازات أو طعم غريب الخ .

ويفضل اللبن المعقم على اللبن المبستر فى زرع اللاكتوباسلس اسيدوفيلس ، لأن هذا الميكروب ينمو ببطء ، والحرارة الملائمة لنموه هى عادة بين ٩٥؟ ١٠٠ ف (٣٥ - ٣٧,٨ س) وهى موافقة جداً لنمو الأنواع المقاومة للبسترة أى التى لا تبيدها العملية المذكورة .

القيمة الصحية للبن الاسيدوفيلس : قلنا أن الميكروب لاكتوباسلس اسيدوفيلس أقدر على المعيشة والنمو فى الأمعاء من اللاكتوباسلس بلجاريكس ، لأنه يتحمل درجة من التوتر السطحى أكثر انخفاضا مما يحتمله الميكروب الثانى ، ولهذا فان استمرار تعاطى لبن الأسيدوفيلس يؤدى إلى استيطان هذا الميكروب بالأمعاء وتغلبه على الأنواع التعفنية ، على أنه قد وجد أن الفائدة تكون أتم إذا روعى الاكثار من تناول الفاكهة والمواد النشوية والاقلال نسبيا من المواد البروتيئية كاللحوم والبيض ونحوهما .

وتجدر الاشارة إلى أن الابحاث قد دلت على أن تعاطى كمية كبيرة من سكر اللبن يوميا يؤدى إلى إزدياد عدد اللاكتوباسلس اسيدوفيلس إذ أن هذا الميكروب يوجد على الدوام فى الامعاء بعدد قليل ، على أن البحاثة باس (Bass) قد وجد من جهة أخرى أنه من الضرورى لكى يسود هذا الميكروب بالامعاء ويتغلب على الميكروبات الأخرى أن لا يقل ما يتعاطاه الشخص من اللاكتوز يوميا عن ٣٠٠ جرام ، وغنى عن القول أن إمكان تعاطى مثل هذه الكمية لمدة طويلة أمر بعيد الاحتمال ولذا فان تعاطى لبن الاسيدوفيلس أسهل وأكثر ضمانا للوصول إلى نتائج سريعة .

وتعرض بالاسواق مستحضرات متنوعة على صورة أقراص أو سوائل محضرة من مزارع من هذا الميكروب إلا أن فائدتها ليست محققة دائما ، فقد قام البحاثة الآنف الذكر باختبار عدة أصناف من هذه الاقراص والسوائل فلم يجد بمعظم الأولى أكثر من ألف خلية حية بالقرص الواحد ، فاذا فرض أن هذه الخلايا جميعها هى لاكتوباسلس أسيدوفيلس لكان ما يحويه ١٠٠٠ مليون قرص (أى ما يزيد وزنه عن ٢٠ طنا) من الخلايا الحية معادلا لما يحويه ١٠٠٠ سم ٣ من لبن الاسيدوفيلس وهى الكمية اللازم تعاطيها يوميا للحصول على نتائج مرضية ، أما فيما يتعلق بالمستحضرات السائلة فقد أظهر البحث أنها تحتوى على عدد من الخلايا الحية أكبر مما تحويه الاقراص ، على أنه لو فرض كذلك أن جميع ما تشمله من خلايا هى

لاكتوباسلس أسيدوفيلس فانه يلزم للشخص أن يتعاطى من معظمها ما بين سبعة وثمانية جالونات يوميا لكى يحصل على عدد من الخلايا الحية لهذا الميكروب تعادل ما يوجد بلتر واحد من لبن الاسيدوفيلس الطازج المحضر بعناية

وقد حصل المؤلف منذ بضع سنوات على مزرعة نقية لهذا الميكروب من معهد لستر بلندن واستخدامها فى صنع لبن الاسيدوفيلس بمعمل البكتريولوجيا بكلية الزراعة بالجيزة ، واختبره فى علاج عدة أشخاص مصابين بالتهاب القولون وبالاسهال المزمن فحصل على نتائج مرضية للغاية .

ثالثا - الكفير

الكفير (Kefir) من أقدم الألبان المختمرة ، وهو شائع الاستعمال بين سكان جبال القوقاز والجهات المجاورة لها ، وهو عبارة عن متحصل حامضى يحتوى على نسبة عالية من الكحول وثانى أوكسيد الكربون .

ويختلف الكفير عن الصنفين السابقين بحدوث اختمار حامضى وغازى به فى ذات الوقت ، كما تختلف طريقة صنعه عنهما فى أنه يحضر من حبيبات جافة ذات شكل مميز وتركيب خاص تتألف رئيسا من ميكروبات مختلفة الأنواع وسنشرح أولا طريقة صنعه باختصار ثم نصف الميكروبات التى تحدث التغيرات المرغوبة به .

يصنع الكفير إما من لبن الأبقار أو الأغنام أو الماعز ، ويستغرق صنعه وقتا طويلا نسبيا إذ تنقع الحبيبات الجافة السالفة الذكر أولا فى ماء دافىء ويغير الماء بضع مرات ، ثم تنقع بعدئذ عادة فى لبن دافىء على أن يجرى تغييره باستمرارة كذلك قبل أن يتجبن حتى تتكون غازات تكفى لرفع الحبيبات إلى سطح السائل وعندئذ تصير صالحة للاستعمال ، وهذه العملية قد تستغرق نحو أسبوع .

تضاف الحبيبات بعد المعاملة السابقة الى اللبن الفرز المعقم أو المبستر بنسبة ٢ الى ٣ كيلوجرامات لكل ١٠ لترات من اللبن ، ويحفظ هذا اللبن الملقح مغطى على درجة ٥٩ - ٦٨ ف (١٥ - ٢٠ س) ويقلب أو يرج بين حين وآخر ، وبعد نحو ١٠ ساعات يرشح اللبن فى شاش معقم وتغسل الحبيبات بماء نظيف ويعاد استعمالها فى صنع دفعة أخرى .

يعبأ اللبن المختمر بعدئذ فى زجاجات قوية سميكة الجدران ذات سدادات لولبية دون أن تملأ ملأ تاما ثم تقفل بأحكام وتحفظ على الدرجة السالفة الذكر لمدة يوم أو يومين مع رجها بين حين وآخر لتوزيع الكازين المترسب ، ثم تحفظ على درجة حرارة منخفضة لحين الاستعمال ، والكفير الناتج شراب فوار منعش لذيذ الطعم يحتوى على حموضة تتراوح بين ١ و١,٥ ٪ وعلى كحول تبلغ نسبته نحو ٠,٢٥ ٪

ومما تجدر الاشارة اليه أن حفظ اللبن فى أثناء الاختمار على درجات أعلى من المذكورة قد تؤدى الى كسر الدرجات نتيجة الضغط الشديد للغازات المتكونة على جدرانها كما أن اطالة مدة الاختمار أكثر من اللازم يكسب اللبن طعما غير مرغوب فيه لارتفاع نسبة الكحول الى حد كبير ، فقد وجد أن هذه النسبة قد تصل فى مدى ستة أيام الى ١ ٪

ويصنع الكفير فى جهات القوقاز فى أكياس من الجلد تحفظ صيفا خارج المساكن أما فى الشمس أو الظل تبعا لدرجة حرارة الجو وشتاء فى داخلها حيث تكون درجة الحرارة مرتفعة عما هى فى الخارج ، ويخاط

عند فتح هذه الاكياس لتفريغ بعض محتوياتها ألا تتسرب الغازات الموجودة داخلها الى الخارج ولذا يحجز القدر اللازم سحبه فى جانب من الكيس ويربط عند نقطة خاصة قبل فتح فوهته

ويمكن صنع الكفير باضافة جزء من كفير مختمر الى لبن طازج بنسبة ٣:١ — ٤ ، على أن استعمال الحبيبات تؤدى الى انتاج صنف من الكفير أفضل مما ينتج باستعمال اللبن المختمر

حبيبات الكفير : تبدو هذه الحبيبات صفراء اللون وهى جافة ، وعند نقعها فى الماء أو اللبن أولا ترسب الى القاع ثم تلين ويصبح لونها مائلا الى البياض ولا تلبث أن تدفعها الغازات المتكونة الى السطح وتتضخم نتيجة تكون حبيبات جانبية جديدة فتتحول الى قطع صغيرة جيلاتينية مستديرة نوعا أو بيضاوية الشكل ذات سطح مجعد ذى نتوءات صغيرة . وهى تتركب كما ذكرنا رئيسيا من ميكروبات مختلفة الانواع تشترك معا فى المعيشة وتتبادل المنفعة ، واذا فحص قطاع من هذه الحبيبات ميكروسكوبيا يشاهد على هيئة شبكة مؤلفة من بكتريا عصوية طويلة وقصيرة تضم بينها خلايا الخميرة

والنوع الرئيسى من البكتريا العصوية التى تحويها حبيبات الكفير يعرف باسم باسلس كوكاسيكس (Bac. caucasicus) ويشبه فى خواصه الجوهرية ميكروب اليوغورت أى لاكتوباسلس بلجاريكس فهو عصوى طويل نوعا غير متجرثم وغير متحرك يبلغ طوله ٥ الى ٦ ميكرونات وعرضه ٠٫٤ الى ٠٫٥ ميكرون ويظهر فى الغالب مقوسا وكثيرا ما تظهر بكلا طرفيه حبيبات تشبه الجراثيم ، وهو يجبن اللبن وينتج حامض اللكتيك بكثرة ويمكن عزله وانمائه على آجار خلاصة الخميرة ، وتوجد إلى جانب هذا الميكروب خميرة تخمر السكروز والمولتوز ولكنها لا تخمر اللاكتوز دون مساعدة بكتريا حامض اللكتيك ، وتحتوى حبيبات الكفير عموما كذلك على لاكتوباسلس كازى ، على أنه وجد أن الحبيبات المتحصل عليها من جهات أوروبية متعددة تختلف طبيعتها عما ذكر فجميعها تقريبا تحتوى على توريولا تخمر اللاكتوز مباشرة كما وجد أن بعضها يحتوى على ميكروبات سلبية لجرام مذيبة للجيلاتين بخلاف ميكروبات حامض اللكتيك وهذه تنتمى لطائفة بروتيس ، ويظهر بالكفير المحضر من مثل هذه الحبيبات بعض الميكروبات السبحية وهى تشترك فى انتاج الحامض ولو أن وجودها يعتبر عرضيا .

وتزيد حبيبات الكفير فى الوزن باستمرار بتوالى الاستعمال ، فقد وجد جنسن زيادة تبلغ ٣٠ ٪ فى مدة أسبوع و ٨٠ ٪ فى مدة أسبوعين ، على أن الزيادة تكون أعظم من ذلك بالتهوية الصناعية اذ تبلغ ٥٠ ٪ فى المدة الأولى و ١٠٠ ٪ فى المدة الثانية

ويمكن حفظ حبيبات الكفير مددا طويلة وذلك بتجفيفها عقب الاستعمال بعد أن يرشح الكفير تغسل الحبيبات كما قلنا بالماء النظيف بضع مرات ثم تنشر على ورق النشاف حتى تجف وعند اعادة استعمالها تنقع فى الماء الدافىء أولا كما أسلفنا القول ثم فى اللبن حتى تنشط الميكروبات التى بقيت ساكنة طوال مدة الجفاف .

الكفير الصناعى : من الممكن صنع لبن مختمر يحتو على غازات كثيرة مشابة للكفير دون استعمال الحبيبات ، وذلك بأن يؤخذ مقدار من لبن المخض المختمر ويوضع فى زجاجة ويضاف اليه ٤ ٪ من سكر

القصب ويذاب فيه السكر مماما ، ويوضع من جهة أخرى قليل من خميرة البيرة فى ماء معقم وتخلط به جيدا وتلقح زجاجة اللبن السالفة الذكر بجزء صغير من هذا الماء ويحكم قفل الزجاجة لكى تحبس الغازات الناتجة فى أثناء التخمر ، ويفضل استعمال زجاجات سميكة الجدران ذات سدادات لولبية فى هذا الغرض .

تحفظ الزجاجة بعد تلقيحها على درجة ٧٠ ف (٢١,١ س) وترج بين حين وآخر لتكسير كتل الكازين المتجبن الى جزيئات دقيقة ، وعندما يبلغ الاختمار حدا مناسبا يرد اللبن لكى يوقف نشاط الميكروبات ويقل ضغط الغازات الناتجة على جدران الزجاجة وبذا يقل خطر كسرها ومما يلاحظ أن اضافة سكر القصب الى اللبن ضرورية لأن الخميرة المستعملة لا تخمر سكر اللبن .

وفى الامكان الاستعاضة عن اللبن بالشرش وفى هذه الحالة يكون الخطر من كسر الأوانى الزجاجية المستعملة الناتج عن ضغط الغاز المتكون أقل منه فى حالة استعمال اللبن .

القيمة الصحية للكفير : للكفير قيمة غذائية عالية لأن الكازين المتجبن يكسر بالرج الى جزيئات دقيقة مما يجعله سهل الهضم ، وهو يعتبر أفضل من اليوغورت من حيث القيمة الصحية ، فقد وجد جفسن أنه يتعاطى الكفير تزيد نسبة البكتريا العصوية الايجابية لجرام فى الأمعاء على حين تهضم الخميرة كلية إذ لم يعثر فى البراز إلا على جدرانها الخلوية فارغة ، وتعزى فائدة الكفير فى علاج أمراض خاصة الى محتوياته من الخميرة

هذا وقد وجد أن تعاطى الكفير يساعد كذلك على الهضم بالنسبة للكمية الكبيرة التى يحويها من ثانى أوكسيد الكربون ، كما أنه يفيد فى حالة نقص محتويات المعدة من حامض الكلوردريك شأنه فى ذلك شأن اليوغورت نظرا لارتفاع ما يحويه من حامض اللكتيك .

رابعا — الكوميس

ومن أصناف اللبن المختمر النوع المعروف باسم الكوميس (Koumiss) وأصله من روسيا وهو منتشر الآن فى بعض جهات من شرق أوروبا وكذلك فى غرب وأواسط آسيا ، ويمتاز باحتوائه على نسبة عالية من الكحول (١ — ٢ ٪) وثانى أوكسيد الكربون ويحدث به الاختمار الحامضى والغازى معا وهو يصنع من لبن الخيول والجمال .

ويحضر الكوميس عادة بتلقيح اللبن بمادة مختمرة أو متحللة كاللحم أو الخضروات أو بكوميس مختمر ويحرك اللبن تحريكا شديدا ثم يحفظ نحو خمسة أيام على درجة ٦٨ — ٧٧ ف (٢٠ — ٢٥ س) ، ويفضل لبن الافراس فى تحضيره نظراً لاحتوائه على نسبة من اللاكتوز أعلى مما يحويه لبن الابقار لذا فهو أنسب لاجراء الاختمار الكحولى ، وتحضر بعض قبائل سيبريا مشروباتها الروحية بتقطير هذا الصنف من اللبن المختمر

ولم تعرف على وجه التحقيق أنواع الميكروبات التى تعمل فى إنتاج الكوميس ، ولكن وجد بعض الباحثين أنه يحتوى على خميرة مخمرة للاكتوز وهى المنتجة للكحول وثانى أوكسيد الكربون وبكتريا عصوية تنتج نحو ١ ٪ حامض لكتيك .

القيمة الصحية للكوميس : يشبه الكوميس من حيث قيمته الصحية الكفير فهو مشروب منعش ذو رغوة بيضاء وطعم حامضي شديد . وهو يساعد على الهضم لارتفاع محتوياته من ثاني أوكسيد الكربون ، كما أنه في ذاته سهل الهضم لترسب كازينه بحالة دقيقة في أثناء الاختمار وانحلال جزء منه إلى البيومينوزات .

وقد قيل في وقت ما أن الكوميس مفيد في علاج السل ومرض السكر وفقر الدم غير ان الأبحاث العلمية لم تؤيد هذا الزعم .

* * *

هذا ونصنع عدا الأصناف الأربعة السالفة الذكر أنواع أخرى من الألبان المختمرة في جهات مختلفة من العالم مثل الماتزون (Matzoon) في أرمينيا والجيدو (Gioddu) في صقلية والدادهي (Dadhi) في الهند واللبن (Lebben) في سوريا والجزائر والسيدو (Cieddu) في سردينيا ، وكلها تحضر من ألبان الأبقار والجاموس والأغنام وتشبه في طريقة صنعها اليوغورت كما أن الميكروبات التي تعمل على اختمارها تشبه ميكروبات اليوغورت أي أنها أصناف محلية من بكتريا حامض اللكتيك والخائر ، على أن هناك نوعا من اللبن المختمر يعرف باسم تايت (Taette) يختلف عن الأصناف السابقة من بعض الوجوه وهو شائع في أسكانديناوه وهولنده وشمال فرنسا حيث الجو منخفض الحرارة ولذا تفوق الاستربتوكوكس أنواع اللاكتوباسلس والخائر في التكاثر وهذه تنتج إلى جانب حامض اللكتيك كميات كبيرة من المواد المخاطية ولذا يظهر هذا اللبن بعد تخمره بشكل جيلاتيني متماسك ويعرف هـذا النوع باسم ستربتوكوكس لاكتس هولانديكس (S. lactis var. Hollandicus) .

ويعتبر لبن المخض من الألبان المختمرة وهو السائل المتخلف من صناعة الزبد ، ويختلف صنعه باختلاف نوع القشدة المستعملة في صنع الزبد فان كانت قد خمرت ذاتيا تحت ظروف مناسبة أو خمرت بإضافة الروبة اليها بعد بسترتها كان لبن المخض الناتج ذا طعم ورائحة مقبولين ، أما إن كانت القشدة قديمة وحدثت بها اختمارات مختلفة قبل أن يصنع منها الزبد فان لبن المخض الناتج منها يكون رديء النوع . ونظرا لأن الكازين الذي يشتمل عليه لبن المخض مجزأ إلى جزيئات دقيقة بتأثير عملية المخض لذا فهو سهل الهضم علاوة على أن حموضة لبن المخض المرتفعة نوعا تجعل منه مشروبا مرطبا خصوصا إذا أضيف اليه عصير الليمون أو عصير الفاكهة .

الميكروبات المرضية في الألبان المختمرة

قد يحتوي اللبن المختمر على ميكروبات مرضية وينشأ ذلك غالبا عن تلوث اللبن الاصلي الذي استعمل في صنعه أو الاوانى التي عبيء فيها أو يرجع إلى إصابة أحد العمال الذين ساهموا في صنعه أو تداوله بمرض معد ، ولذا كان من الضروري توجيه العناية التامة إلى نقاوة اللبن ومعاملته بطريقة تضمن إبادة ما يحويه من ميكروبات مرضية ومراعاة الدقة في تنظيف الاوانى وتمـام تعقيمها والوثوق من خلو العمال من الامراض المعدية .

هذا وقد ذكرنا فى الكلام عن معاملة اللبن بالحرارة أنه قد ظهر أن طريقة غلى اللبن المتبعة أحيانا فى صنع اللبن الزبادى تجاريا بمصر — أى مجرد تسخينه على النار المباشرة حتى يرتفع سطحه — قد لا تؤدى إلى إبادة ميكروب السل إذا كان ملوثا به ، وفضلا عن ذلك فقد دلت النتائج الاولى لبعض التجارب التى أجريت بمعمل البكتريولوجيا بكلية الزراعة بالجيزة على أن لبن الزبادى المصنوع من لبن لقح بميكروب السل وعومل بطريقة التسخين السابقة كان لايزال يحتوى على هذا الميكروب بحالة نشطة بعد انقضاء ٢٤ ساعة من وقت صنعه بدليل أنه أنتج المرض فى الارانب الهندية عند حقنها به ، ويستفاد من ذلك أن الحموضة التى نتجت باللبن الزبادى الذى حفظ طوال المدة المذكورة على درجة الحرارة العادية بعد تمام تخمره لم تقتل ميكروب السل .

وقد دلت هذه التجارب كذلك على أن طريقة التسخين السالفة الذكر كانت كفيلة بإبادة ميكروب التيفود ، على أنه ظهر أنه إذا تلوث اللبن عقب التسخين وأختبر عند تمام تخمره ثم بعد حفظه على الدرجة العادية لمدة ٢٤ ساعة فان الميكروب يوجد بعدد كبير فى الحالة الاولى وبعدد قليل فى الثانية مما يدل على أن الحموضة المتكونة تحت الظروف المذكورة لم تؤد إلى إبادة ميكروب التيفود كله ، وهذه النتيجة تتعارض مع نتائج بعض التجارب الاخرى التى أشير اليها فى صدد الكلام عن الأمراض التى تنتقل بواسطة اللبن ومنتجاته .

وجدير بالذكر هنا أن التلوث الذى يحدث عقب تسخين اللبن يعتبر أشد خطورة من الذى يحدث قبله ولذا فان الاهمال فى تنظيف الاوانى التى يعبأ فيها اللبن — وهى من أهم مصادر التلوث — ومجرد غسلها بماء ساخن وتجفيفها بخرقة عادية كما هو المتبع أحيانا قد يؤدى إلى نتائج خطيرة وخاصة إذا كانت هذه الاوانى مرتجعة من أماكن أسىء فيها استعمالها أو وجد بها أشخاص مصابون بأمراض معدية .