

الباب السابع

القوانين والمباريات الخاصة بإنتاج اللبن النظيف

ورتب اللبن

ذكرنا فيما سبق أن من أهم الوسائل المؤدية إلى تنظيم إنتاج اللبن وضمان الحصول عليه نقيا هي إصدار قوانين خاصة بإنتاجه وتداوله ، وكذا منح المتفوقين في إنتاج اللبن النظيف مكافآت وجوائز مالية تشجيعاً لهم واستنهاضاً لهم ، وقد آثرنا أن ننقل في هذا الباب بعض النظم المتبعة في البلدان الأجنبية لكي يقف القارىء على مدى الجهود التي تبذل في سبيل حصول الجمهور على لبن نقي لما لذلك من أهمية كبرى من الوجهتين الصحية والاقتصادية .

القوانين الخاصة بإنتاج اللبن

اهتم المشرعون ورجال الصحة في مختلف البلدان الأوروبية والأمريكية منذ عشرات السنين بسن قوانين وإصدار لوائح تضمن نقاوة اللبن الذي يوزع على الجمهور ، لأنه أحد الأغذية الرئيسية فحسب بل يتعرض في أثناء الانتاج والتداول للتلوث من مصادر كثيرة بشتى أنواع الميكروبات التي قد يكون بعضها شديد الخطر على صحة المستهلكين وفي مقدمتهم الأطفال .

ففي إنجلترا مثلاً بدأت الحكومة الإنجليزية منذ سنة ١٨٨٥ بسن أنظمة لمعامل الألبان وحظائر الماشية ومحال بيع اللبن ، ثم عدلت هذه الأنظمة بما يلائم تقدم الحضارة والعلوم فصدر قانون في سنة ١٩١٤ خاص باللبن ومعامل الألبان ، ثم صدر قانون آخر شامل في سنة ١٩١٥ يلغى القانون السابق ولكن أرجىء العمل به وقتئذ إلى ما بعد انتهاء الحرب العظمى الأولى . وفي سنة ١٩٢٢ صدر قانون ثالث خاص باللبن ومعامل الألبان كذلك سار العمل به في السنة نفسها ولكنه نص على أرجاء العمل بقانون سنة ١٩١٥ مدة أخرى لغاية سنة ١٩٣٥ ، وفي سنة ١٩٢٦ وضعت وزارة الصحة بالاشتراك مع وزارة الزراعة لائحة (Milk & Dairies Order 1926) بناء على ما هو مخول لهما بمقتضى قانون سنة ١٩١٥ تشمل القواعد التي يجب على منتجي اللبن ومن يتجرون به ومنتجاته مراعاتها قبل الترخيص لهم بمزاولة هذا العمل ، وقد فصلت في هذه اللائحة الشروط الصحية الواجب استيفاؤها في حظائر الحلب وفي الماشية المنتجة والأشخاص الذين توكل إليهم الأعمال المتصلة باللبن والأماكن التي يعامل فيها اللبن ويعد فيها للتوزيع الخ .

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

١٩٠٤ منحت بمقتضاها الهيئات الصحية سلطة واسعة لمراقبة العمل بالمحال المذكورة على اختلاف أنواعها ونص القانون الأخير على وجوب التحقق من استيفائها لشروط الصحة قبل الترخيص بها وقد أدمجت في هذه المحال حظائر (زراب) الماشية ومعامل الألبان ومنتجاتها ، وأخيراً صدر في ١٨ مايو سنة ١٩٢٥ قرار وزارة الداخلية بوضع لائحة لمراقبة نقل وبيع اللبن الحليب واللبن الرائب (المعروف باللبن الزبادي) وقد تضمنت هذه اللائحة الشروط الواجب توافرها في اللبن المعروض للبيع للجسم من حيث تركيبه وصحة الماشية التي أنتجته والأوان المستعملة في نقله وصحة الأشخاص المسكفين بحلبه وصناعاته وكذا باعته المتجولين وصلاحيه الزراب والمحال الأخرى التي يخرج منها اللبن من الوجهة الصحية ، ويجرى الآن تحضير قانون شامل للألبان ومنتجاتها .

وسنخلص فيما يلي أهم النقاط التي تشملها قوانين اللبن فيما يتعلق بنظافة الإنتاج والتداول : —

أولاً — صمة مائية الحليب :

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

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

(١) الماشية المصابة بالتدرن الظاهر وعلى الأخص الدرر الرئوي المتقدم كذا درن الضرع أو الرحم أو الأمعاء ، وكذلك الماشية التي يرجح أن تكون مصابة بأي نوع من أنواع التدرن ، أو التي تنضح إصابتها به عند فحصها باختبار التيوبركلين .

(٢) الماشية المصابة أو التي يشبه في إصابتها بالحمى الفحمية أو السكلب أو الجدري أو الاكيتيوميكوز .

(٣) الماشية المصابة بعدوى ناشئة عن بكتريا معوية أو التي تفرز هذه البكتريا ، وكذلك الماشية المصابة بالحمى وعلى الأخص الحمى الناشئة عن الولادة أو التسمم الدموي .

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

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

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

(٧) الماشية التي في حالة غيبوبة أو التي تعالج بالمواد الطبية التي تفرز مع اللبن مثل الزرنيخ والزرنيق والطرطير المقنيء والترينيتا وغيرها .

ثانياً — حظائر الحلب :

يشترط فيها جودة التهوية والإضاءة وتوافر الماء النقي لشرب الماشية وأن تكون نظيفة وأرضها من مادة صماء بها قنوات تمر فيها السوائل الى مجارى محكمة خارج الحظيرة، وبالجمله يلزم أن تكون مستوفاه

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

ثالثا - حلب الماشية :

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

ولا ينبغي القيام بأى عمل من شأنه إثارة الغبار كنقل مواد جافة من الحظيرة أو إليها فى أثناء الحلب أو قبل اجرائه مباشرة ، وإذا أريد القيام بمثل هذا العمل فيسكون قبل ميعاد الحلب بنصف ساعة على الأقل ويلزم نقل اللبن بعد حلبه مباشرة الى حجرة خاصة أو وضعه فى اناء مغطى وتراعى فى أوانى الحلب النظافة التامة ووقايتها من التلوث .

رابعا - تبريد اللبن :

يجب تبريد اللبن بعد حلبه مباشرة الى درجة لا تزيد على حرارة الماء المستعمل فى التبريد بأكثر من خمس درجات ، الا اذا أرسل اللبن بلا توائن الى محطة جمع حيث يبرد أو اذا استعمل فى صنع القشدة أو الجبن أو الزبد أو حيث يباع بالتجزئة ويوزع على الأقل 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 عمر التنظيف . ولا تستعمل الاوانى الفخارية الغير المزججة أو الاوانى المصنوعة من الجلود أو الخشب . ويجب تنظيف أوعية اللبن بعد تفريغ محتوياتها واقفالها اقفالا محكمة 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 لا يتعرض ما بها للتلوث بالاقذار والامطار وألا تستعمل لغرض آخر خلاف الغرض المخصصة له .

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

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

سادساً — أواني وأدوات اللبن :

يجب غسل أواني اللبن وجميع الآلات والأدوات الأخرى كالمصافي والمبردات غسلاً جيداً بعد إستلامها أو إستعمالها مباشرة . وإعادة غسلها بماء مغلي أو تعقيمها بالبخار وتخفظ في مكان نظيف لا ينفذ إليه الغبار والأوساخ .

سابعاً — المكننة 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 في كل يوم على الأقل .
ويفنى أن لا يحتفظ اللبن في مكان معرض للتلوث كالمطابخ وحجر الغسل وأن لا تجرى عمليات التبريد أو التعقيم أو التعبئة في الحظيرة أو في أى مكان آخر تعرض فيه للتلوث بالغبار والقاذورات وأن لا تحتفظ الأدوات الخاصة بالعمليات السابقة في مثل هذه الأماكن ، أما الأواني المحتوية على لبن فيجب أن تبقى مغطاة دائماً كما يتجتم نظافة العمال .

ثامناً — صحة العمال :

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

ويهتم في مصر على وجه الخصوص بالكشف على باعة اللبن المتجولين (السريحة) قبل الترخيص لهم بمزاولة هذه المهنة نظراً إلى أن الجانب الأكبر من اللبن الناتج بالقرى والضواحي القريبة من المدن لا يباع عن طريق معامل أو محال مرخص بها بل يعرض للبيع بواسطة صغار المنتجين أو بواسطة أفراد يتتاعون اللبن منهم ، وهؤلاء يكشف عليهم طبيباً ويفحص دمهم وبرازهم للتأكد من خلوصهم من الأمراض المعدية كالسل والتيفود والدفتيريا والدوسنتاريا وحتى مالطه والأمراض الجلدية الخ ويقيدون أسماءهم في المجالس البلدية أو المحلية أو في المحافظات ومراكز البواليس ويعاد الكشف عليهم سنوياً ، وكذلك في أى وقت تراه السلطة الصحية للتحقق من سلامتهم من الأمراض المشار إليها

ثامناً — محال عرضهم اللبن وبيعهم :

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

وتنص قوانين اللبن عموماً على ضرورة معاقبة مخالفيها بغرامات رادعة وبالحبس أحياناً ، على أن هذه القوانين لا يمكن أن تثنى أو تؤدى الغرض منها على الوجه المرغوب إلا إذا طبقت بدقة وأمانة وعمدت الهيئات المكلفة بالإشراف على تنفيذها إلى تفهيم منتجي اللبن وتجاره مزايا العمل بما تحويه من الشروط الصحية والفوائد الاقتصادية والصحية التي تعود من مراعاته . وفي البلاد الانجليزية تتولى وزارة الزراعة القيام بالنصيب الأكبر من هذه المهمة بالاشتراك مع المعاهدة العلمية الزراعية إذ يوجد بكل معهد معلمي الألبان « Dairy instructor » ويراقب أعمال هؤلاء مشرف لكل منطقة ومفتش للألبان ويقوم الجميع بتنظيم فصول قصيرة والقاء محاضرات وتوزيع محالات على منتجي اللبن لارشادهم إلى أفضل طرق الإنتاج والتداول.

مباريات اللبن النظيف

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

الغرض من هذه المباريات :

ترى هذه المباريات إلى غرضين أساسيين هما :

(١) إرشاد المنتجين إلى أفضل وسائل إنتاج اللبن النظيف ، والقضاء على الاعتقاد الشائع خطأ وهو أن إنتاج اللبن النقي 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 إنتاج اللبن النظيف بمنهج مكافآت مالية وشهادات استحقاق تتناسب مع نوع اللبن المنتج ودرجة نظافته .

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

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

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

نظام التقييم في المزارع :

تقسم النهاية العظمى لمجموع الدرجات التي تمنح في هذه المباريات وقدرها ١٥٠٠ درجة إلى قسمين رئيسيين :

أولاً : زيارات محال الانتاج وتخصص لها ٦٠٠ درجة تقسم كالآتي :

١٠٠ صحة الماشية

١٠٠ المعدات

٤٠٠ الطرق المتبعة

ثانياً : إختبارات اللبن وتخصص لها ٩٠٠ تقسم كالآتي :

٣٠٠ تقدير عدد البكتريا الكلى في عينة اللبن

٢٠٠ اختبار وجود ميكروبات القولون

٣٠٠ اختبار مدة الحفظ

١٠٠ اختبار الراسب

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

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

المعدات (١٠٠ درجة) :

غذاء الماشية والماء المستعمل في شربها (٦ درجات) :

٣ جودة الغذاء ونظافته

٤ نظافة الماء ووفرته

أمكنة الحلب (٣٢ درجة) :

١ الموقع : جيد الصرف

١ ومجاوراته نظيفة

٣ البناء : أرضه صماء

٣ ومواقفه مرتفعة

٣ وقنواته محكمة

٢ وجدرانها صماء وسقفه سهل التنظيف

١	وبه حظائر ومدادود جيدة
٥	الإضاءة والتهوية : كفاية الضوء
٥	نقاوة الهواء
٢	وسائل التنظيف : مورد مائي لغسل المواقف والممرات الخ
٣	معدات لغسل أيدي الحلابين
٣٣	٣ وتنظيف ضروع الماشية

الممكنة الملحقة بالخظيرة (١٣ درجة) :

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

الأواني والأدوات (٤٩ درجة) :

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

الطرق المتبعة (٤٠٠ درجة) :

المائية (٧٥ درجة) :

١٥	نظافتها على وجه العموم :
٣٠	التنظيف قبل الحلب :

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

أهم كمثر الحلب (٢٨ درجة) :

٤	نظافتها : أرض البناء
٢	الجدران والفواصل
٣	السقوف
١	المدادود
٣	الثوابذ
٤	الآفنية (الحيشان) المجاورة : نظافتها
٢	حالة صرفها
٦	هواء الحظيرة في أثناء الحلب : خال من الغبار
٣ ٢٨	خال من الذباب

صهرة اللبن (٣٥ درجة) :

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

الأدوات (١٢٥ درجة) :

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

(١) إذا غسلت جيداً وعمت في المقيم البخاري على درجة ٢١٠ فهرنهايت لمدة ٢٠ دقيقة فتمنح النهاية العظمى ، وإذا غسلت جيداً وعمت بصنوبر البخار فتخصم ٥ درجات ، أما إذا غسلت جيداً وعمت بالماء المغلي فتخصم ١٠ درجات

طريقة الحلب (٥٥ درجة) :

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

طريقة اللبن (٨٢ درجة) :

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

٤٠٠ ٨٢ ١٠

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

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

وتقدر الدرجات الخاصة بنتائج الاختبارات المختلفة حسب المقياس الآتي : —

(١) تقرير الممرات السككية للبيكتريا :

تستعمل في هذا الاختبار طريقة الاطباق وتمنح العينات التي لا تحتوى على أكثر من ٥٠٠ بيكتريا في السنتيمتر المكعب النهاية العظمى وهى ٣٠٠ درجة ثم تخفض عدد الدرجات التي تمنح كلما زاد عدد البيكتريا الذى تنويه العينة بنسبة درجتين لكل ٢٥٠ بيكتريا إلى أن يبلغ العدد ٣٠٠٠ (فتتلا العينات التي تحتوى من ٥٠١ إلى ٧٥٠ بيكتريا في السنتيمتر المكعب تمنح ٢٨ درجة والتي تشمل من ٧٥١ إلى ١٠٠٠ تمنح ٢٩٦ درجة) وبعد ذلك تخفض الدرجات بنسبة درجتين عن كل ٥٠٠ بيكتريا حتى يبلغ العدد السككى ٢٨٠٠٠ في السنتيمتر المكعب من العينة .

ثم يخفض بنسبة درجة واحدة عن كل	٥٠٠	بيكتريا حتى يبلغ العدد	٣٠٠٠٠
١٠٠٠	٢٠٠٠	٣٠٠٠٠	١٥٠٠٠٠
٢٠٠٠	٣٠٠٠	٤٠٠٠٠	٢٠٠٠٠٠
٥ درجات	٥٠٠٠٠	٦٠٠٠٠	٣٠٠٠٠٠
١٠٠٠٠٠	١٢٠٠٠٠	١٤٠٠٠٠	٥٠٠٠٠٠
٢٥٠٠٠٠	٢٨٠٠٠٠	٣٠٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠٠

(٢) اختبار وجود ميكروبات القولون

يجرى هذا الاختبار بطريقة التخفيف مع استعمال بيئة ملح الصفراء اللاكتوزى البيتونى المضاف إليها دليل عباد الشمس والتي سيأتى وصفها فى الجزء الثالث وتمنح الدرجات بالنظام الآتى : —
إذا لم توجد بالسلس القولون فى ١ سم^٣ من العينة فتمنح ٢٠٠ درجة
إذا وجدت بالسلس القولون فى ١ سم^٣ من العينة ولم توجد فى أنابيب التخفيف الاعلى فتمنح العينة ١٥٠ درجة .
إذا وجدت بالسلس القولون فى ١ سم^٣ من العينة ولم توجد فى أنابيب التخفيف الاعلى فتمنح العينة ١٠٠ درجة .
إذا وجدت بالسلس القولون فى ١ سم^٣ من العينة ولم توجد فى أنابيب التخفيف الاعلى فتمنح العينة ٥٠ درجة .
إذا وجدت بالسلس القولون فى ١ سم^٣ من العينة فلا تمنح العينة درجات كلية .

(٣) اختبار مدة الحفظ :

تحتفظ العينة فى هذا الاختبار على درجة ٦٠ فهرنهايت ثم تذوق وتختبر بالغلى مرتين يوميا وتقدر الدرجات المخصصة لهذا الاختبار طبقا للنظام الآتى : —
إذا بقيت العينة دون تجبن لمدة ٢٥ ساعة فتمنح ٣ درجات وتزداد الدرجات التي 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 (فتتلا إذا بلغت مدة الحفظ ٢٨ ساعة فتمنح العينة ٩ درجات وهكذا) ثم تزداد الدرجات بالنسبة الآتية:

٣,٥	درجة	عن كل ساعة تزيد على	٣٠	ساعة حتى تبلغ المدة	٣٦	ساعة
٤	درجات	»	»	»	»	»
٤,٥	درجة	»	»	»	»	»
٥	درجات	»	»	»	»	»
٥,٥	درجة	»	»	»	»	»
٦	درجات	»	»	»	»	»
٣	»	»	»	»	»	»

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

(٤) اختبار الراسب :

يجرى هذا الاختبار بواسطة الموظف المختص قبل تصفية اللبن في محل الإنتاج وتؤخذ العينة من أثناء 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 الأقراص المتحصل عليها من مختلف المتبارين وتقدير ما يناسب كل منها من الدرجات .

وقبل أن نختم الكلام عن مباريات اللبن النظيف تحسن الإشارة إلى أن شركات الألبان الكبيرة في بعض البلدان تتبع أحيانا نظاما يشبه المتبع في تلك المباريات لتشجيع مورديها على إنتاج اللبن نقياً ، فتستعين بعدد من الموظفين مهمتهم الطواف بمحال الإنتاج لمنح كل منتج درجات تتناسب مع مدى دقة الطرق التي يتبعها في حلب اللبن وتداوله ومقدار عنايته بنظافة الماشية وأماكنها الخ ، كما تقاس درجة نقاوة اللبن المتحصل عليه من كل مورد بالاختبارات البكتريولوجية التي تجرى فيه من وقت لآخر ويمنح المتفوقون منهم مكافآت أو علاوات على الثمن الأصلي للبن تتناسب مع دقتهم في العمل ودرجة نقاوة 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 تبعاً لنتيجة الاختبارات البكتريولوجية التي تجرى على لبن المواشى التي يحلبونها ، وفي هذه الحالة يزداد راتبهم تدريجاً كلما نقص عدد البكتيريا في اللبن المحلوب ، ويجازى المهملون بنقص جزء من راتبهم إذا جاوز عدد البكتيريا في اللبن نسبة معينة . وزيادته في الفائدة تأتي هنا على النظام المتبع في أغلب الأحوال وفيه تؤخذ عينة من مجموع لبن المواشى التي يحلبها كل عامل من حليب الصباح

وذلك مرة واحدة في كل أسبوعين وتفحص بطريقة الأطباق لتقدير العدد الكلي للبكتريا وتختبر فيها نسبة باسلس القولون ، أما النهاية العظمى للمكافأة الأسبوعية التي يحصل عليها العامل طبقا لهذا النظام .
فهي شلنان .

المكافأة الأسبوعية	باسلس القولون				عدد البكتريا في السقيمتري المكعب
	١ سم	١/١٠ سم	١/١٠٠ سم	١/١٠٠٠ سم	
١٠ شلنان	—	—	—	—	من ١ إلى ٥٠٠٠
٢ —	+	—	—	—	
١ ٩	+	—	—	—	
١ —	+	+	+	+	
— ٦	+	+	+	+	
— —	+	+	+	+	
١ ٦	—	—	—	—	من ٥٠٠١ إلى ١٠٠٠٠
١ ٣	+	—	—	—	
— ٩	+	+	+	+	
— ٣	+	+	+	+	
— —	+	+	+	+	
١ ٣	—	—	—	—	من ١٠٠٠١ إلى ٥٠٠٠٠
١ —	+	—	—	—	
— ٦	+	+	+	+	
— ٣	+	+	+	+	
— —	+	+	+	+	
١ —	—	—	—	—	من ٥٠٠٠١ إلى ١٠٠٠٠٠
— ٩	+	—	—	—	
— ٣	+	+	+	+	
— —	+	+	+	+	
— ٩	—	—	—	—	من ١٠٠٠٠١ إلى ١٥٠٠٠٠
— ٦	+	—	—	—	
— —	+	+	+	+	

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

رتب اللبن

فكرت بعض عمالك - نخص بالذكر منها إنجلترا والولايات المتحدة - منذ أمد غير قصير في تقسيم اللبن الذي يعرض للبيع إلى مراتب أو درجات (Grades) تختلف بحسب نقاوته . وقد كان من أهم البواعث على ذلك تيسير السبيل للجمهور كي يحصل على ألبن مضمونة النقاء تشرف على إنتاجها وتداولها الهيئات الصحية أشرفا دقيقا وفي هذا تمسكين المنتج الذي يراعى بعناية تامة جميع الشروط الصحية في حلب المواشى وتوزيع اللبن الخ من الحصول على سعر مناسب يتعادل مع الجهود والنفقات التي يبذلها في هذا السبيل .

و يتبع في تقسيم اللبن إلى مراتب أنظمة كثيرة ، نصف هنا أحدها على سبيل المثال وهو المتبع في إنجلترا إذ أن مثل هذه النظم لم يعمل بها في مصر حتى الآن .

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

وتنقسم الرتب إلى خمسة أقسام كالآتي : -

(Certified Milk .)

الأولى - لبن مضمون

(Grade A, T. T. Milk .)

الثانية - لبن رتبة ١ « مختبر بالتيوبركلين »

(Grade A, Milk .)

الثالثة - ١ »

(Grade A, Milk Pasteurised)

الرابعة - ١ » ١ مبستر

(Pasteurised Milk .)

الخامسة - لبن مبستر

وتتلخص الشروط الواجب توافرها في مختلف الرتب المذكورة فيما يلي :

(١) منه الوهمزة البكتريولوجية :

يشترط ألا يتجاوز عدد البكتريا السكلى في السنتيمتر المكعب من عينات الرتبين الأولى والرابعة ٣٠٠٠٠ بكتريا وألا تحتوى عينات الرتبين الثانية والثالثة على أكثر من ٢٠٠٠٠٠ بكتريا وعينات الرتبة الخامسة على أكثر من ١٠٠٠٠٠ بكتريا في السنتيمتر المكعب عند فحصها بطريقة الاطباق .

كما يشترط ألا يوجد بأسلس القولون في $\frac{1}{4}$ سم^٣ من عينات الرتبين الأولى والرابعة ، وألا يوجد في $\frac{1}{4}$ سم^٣ من عينات الرتبين الثانية والثالثة ، على أن يجرى هذا الاختبار في بيئة ماكونكي السائلة بالطريقة المعتادة .

والوظف المختص أن يختبر عينات اللبن في أى وقت بين انتاجه وتسليمه المستهلك .

(٢) ممة ومهرة ماشية الحليب :

أولا : يشترط في حالة الرتبين الأولى والثانية ما يأتى :

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

ب — أن يختبر كل حيوان من القطيع بالتوبركاين 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 بالتوبركاين قبل ضمه مباشرة ، ويعنى من هذا الشرط المواشى التى تنقل من قطيع آخر مرخص به لانتاج هاتين الرتبين من اللبن .

ج — أن تعزل الحيوانات التى تعطى نتيجة ايجابية في اختبار التوبركاين عن بقية أفراد القطيع ولا يباع لبنها ضمن لبن القطيع

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

ه — أن يحتفظ بسجل خاص للقطيع وأن يكون لسكل ماشية علامة مميزة لسهولة معرفتها وأن يبقى القطيع منعزلا عن المواشى الأخرى .

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

ثالثا — لا توجد اشتراطات خاصة بماشية الحليب في حالة انتاج الرتبة الخامسة .

(٣) ممة ومهرة محال الانتاج والسجملات الخ :

يشترط في جميع الرتب الخمس مراعاة الآتى :

١ — أن تعقم جميع الأواني والأدوات بالبخار بعد غسلها بعناية تامة

ب — على المنتج أن يمنح جميع التسميلات في 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 .

ح — أن يعد المنتج سجلاً مضبوطاً يبين فيه مقادير اللبن الناتجة والمشتراه والمباعة حسبما يكون الحال كما يبين في هذا السجل أسماء وعناوين الأشخاص الذين ابتاع منهم اللبن أو باعه لهم وذلك عدا المباع بالتجزئة

(٤) منه ومهنة تعبئة وتوزيع اللبن :

أولاً : يشترط في الرتبة الأولى ما يأتي : —

أ — أن يبرد اللبن عقب الحلب مباشرة ويعبأ في محل الإنتاج في زجاجات يكون قد سبق تعقيمها بالبخار
ب — أن تغفل الزجاجات عقب تعبئتها مباشرة بأقراص محكمة مبيّن عليها اسم المنتج وعنوان محل الإنتاج ويوم الإنتاج ووقته (حليب الصباح أو حليب المساء) ونوع الرتبة ولا يرفع الغطاء عن الزجاجاة قبل تسليمها للمستهلك .

ثانياً : يشترط في الرتب الثانية والثالثة والرابعة ما يأتي : —

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

ب — إذا قام بالتوزيع موزع مرخص له بمزاولة هذا العمل فله أن يوزع اللبن على المستهلكين في نفس الأوعية التي تسلمها من محل الإنتاج غير مفضوضة الاختتام أو يقوم بتعبئته وتوزيعه في زجاجات أو في أوعية أخرى مناسبة (معقمة كذلك بالبخار) حيث لا تغفل سعتها عن جالوتين مبيّن عليها اسم الموزع وعنوانه ويوم الإنتاج ورتبة اللبن (يبستر اللبن في حالة الرتبة الرابعة قبل تعبئته في الزجاجات أو في الأوعية السالفة الذكر) .

(٥) منه ومهنة معاملة اللبن :

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

أ — أن يسخن جميع اللبن إلى حرارة لا تقل عن ١٤٥ ف ولا تزيد عن ١٥٠ ف ويحفظ على هذه الحرارة لمدة ٣ دقائق ثم يبرد مباشرة إلى درجة لا تزيد عن ٥٥ ف .

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

ح — أن تقرر السلطة الصحية صلاحية الجهاز المستعمل في البسترة وتوافق على الطرق المتبعة بالمعمل على وجه العموم .

د — أن يمنع اختلاط اللبن المبستر بأي نوع آخر من اللبن وذلك في كل الدرجات التي يمر بها اللبن .

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

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

والرتب الثلاث الجديدة هي : —

- | | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| (Tuberculin Tested Milk) | الاولى — لبن « مختبر بالتيوبركولين » |
| (Accredited Milk) | الثانية — لبن معتمد |
| (Pasteurised Milk) | الثالثة — لبن مبستر |

وسنقارن فيما يلي النظامين الجديد والقديم ونذكر أهم ما أدخل من تعديلات في 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 في الكلام عن هاتين الرتبتين . بمعنى أن هذا اللبن مضمون الخلو من ميكروب الندرن . على أن اللائحة الجديدة قد نصت على وجوب إضافة كلمة « مضمون » (Certified) إلى الاسم المميز لهذه الرتبة إذا أجرى تعبئته في زجاجات بمحل الإنتاج ، وعلى إضافة كلمة « مبستر » (Pasteurised) إلى الاسم إذا كان اللبن قد عومل بطريقة البسترة حسب الشروط التي فصلتها اللائحة .

أما الرتبة الثانية فهي بذاتها الرتبة الثالثة من النظام القديم من حيث الشروط الخاصة بماشية الحليب ، غير أنه قد أضيف إضافة كلمتي « معبأ بالمرعة » (Farm Bottled) إلى الاسم إذا كان قد تم تعبئة هذا اللبن في الزجاجات بمحل الإنتاج .

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

أما من الوجهة البكتريولوجية فقد عدلت نظم الفحص في اللائحة الجديدة تعديلاً جوهرياً إذ إستبدال تقدير العدد الكلي للبكتيريا بطريقة الاطباق في فحص اللبن الخام (غير المسخن) باختبار الرذكتاز أى اختزال زرق الميثيلين (الذى سيأتى شرحه في الجزء الثالث) وسنذكر فيما يلي الشروط الواجب توافرها في مختلف الرتب الجديدة عند فحصها بكتريولوجياً : —

أولاً : يشترط في عينات الرتبتين الأولى والثانية (ماعدا لبن الرتبة الأولى المبستر) أن لا تختزل اللون الأزرق في اختبار الرذكتاز في أقل من أربع ساعات ونصف ساعة إذا أخذت العينة للفحص في أى وقت من أول مايو الى ٣١ أكتوبر ، وأن لا يحصل الاختزال في أقل من خمس ساعات ونصف الساعة إذا أخذت العينة بين أول نوفمبر و٣١ أبريل . كما ينبغي ألا تحتوى العينة على باسلس القولون في $\frac{1}{100}$ سم^٤ .

ثانياً — يشترط في لبن الرتبة الأولى المبستر أن لا يحتوي على أكثر من ٣٠٠٠٠ بكتيريا في السنتيمتر المكعب .

ثالثاً — يشترط في لبن الرتبة الثالثة أن لا يحتوي على أكثر من ١٠٠٠٠٠ بكتيريا في السنتيمتر المكعب .
ومما يستحق الذكر أن الشروط الخاصة بمحال الاتاج والسجلات الخ لا تختلف كثيراً في جميع الرتب عما ذكرناه في الكلام عن النظام السابق .

ولما كان هذا التقسيم لا يتخلو من تعقيد بالنظر إلى تعدد الرتب التي يحويها إذ يدخل — كما هو واضح من التقسيم — تحت الرتب الثلاث الرئيسية ثلاث أخرى فرعية ، لذلك فهو لا يمتاز عن النظام السابق من حيث بساطته . وقد اقترحت إحدى اللجان التي ألفت لتنظيم إنتاج اللبن وبيعته اتباع نظام آخر لتقسيم اللبن إلى مراتب يشمل جميع الألبان التي تعرض للبيع بحيث يميز كل وعاء برتبة اللبن الذي يحويه وببطاقة ذات لون خاص ، كما اقترحت ألا يعرض للبيع لبن مائل من أى نوع كان مالم يبلغ درجة خاصة من النظافة .
أما الرتب التي اقترحت فهي : —

الأولى — لبن مضمون وهو لبن خام لم يعامل بالحرارة وناتج من مواشى خالية من التدرن .
الثانية — لبن مبستر وهو الذى عومل مرة واحدة بالحرارة بطريقتة تقرها الهيئات الصحية وفي جهاز مرخص به لهذا الغرض .

الثالثة — لبن معقم (Sterilised) وهو لبن سخن إلى درجة الغليان أو أكثر في 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 إجبارياً وأن يمنع بيع اللبن من الرتبة الأخيرة بعد انقضاء عدد معين من السنين يكون في أمثاتها قد نفذ مشروع استئصال مرض التدرن من المواشى المنتجة .

* * *

هذا وتحسن الإشارة هنا إلى أن النظام المنبع في أمريكا يختلف من بعض الوجود عن النظام الإنجليزي السابق شرحها ، إذ أن لكل مدينة أمريكية أسلوباً خاصاً في تقسيم اللبن إلى مراتب ، وسنذكر فيما يلي على سبيل المثال النظام المعمول به في مدينة نيويورك .

يقسم جميع اللبن الذى يعرض للبيع في المدينة المذكورة إجبارياً إلى أربعة أقسام كالآتي : —

الأولى — لبن رتبة ١ (خام) Grade A. Milk (Raw)

الثانية — د د د (مبستر) » » » (Pasteurised)

الثالثة — د د ب » » » B. »

الرابعة — د د ح » » » C. »

وتنص الاشتراطات الخاصة بالماشية المنتجة لألبان الرتبة الأولى على ضرورة فحصها طبيياً واختبارها بالتيوبركلين في فترات منتظمة لاوثوق من خلوها من مرض التدرن والأمراض الأخرى التي تنتقل بواسطة

اللبن ، أما الماشية المنتجة لألبان الرتب الثلاث الباقية فيكتفى بفحصها طبعياً . كما يشترط أن لا يتجاوز عدد البكتيريا في السنتيمتر المكعب من ألبان الرتبة الأولى ٣٠٠٠٠٠ ، ومن ألبان الرتبة الثانية ٣٠٠٠٠٠٠ قبل البسترة و ٣٠٠٠٠٠ بعدها ، ومن ألبان الرتبة الثالثة ١٥٠٠٠٠٠ قبل البسترة و ١٠٠٠٠٠٠ بعدها وذلك عند تقديره بطريقة الأطباق . أما ألبان الرتبة الرابعة فيشترط فقط عدم احتوائها على عدد كبير من البكتيريا بعد أن تنستر .

وعلاوة على ذلك توجب الأنظمة التي تفتج وتباع بمقتضاها هذه الرتب إتخاذ احتياطات خاصة في حلب اللبن وتبريده ونقله وتوزيعه الخ . ومراعاة سلامة العمال من الأمراض المعدية . وطريقة البسترة التي تنص عليها الأنظمة الأمريكية هي بذاتها التي تقرها الهيئات الصحية الانجليزية والتي نوهنا عنها فيما سبق عند الكلام عن الاشتراطات الخاصة بمعاملة اللبن ، على أنه لا يشترط في الرتبة الرابعة أن يعامل اللبن حتماً بالطريقة المذكورة بل يجوز تسخينه لدرجة الغليان وحفظه على هذه الدرجة لمدة دقيقتين وهذا اللبن لا يستعمل إلا في الطبخ أو الأغراض الصناعية الأخرى . ومن أهم ما يلاحظ في هذا النظام أنه قد روعي في وضعه أن يكون جميع اللبن المعروض للبيع مضمون الخلو من الميكروبات المرضية .

الباب الثامن

الطرق المتبعة في حفظ اللبن معاملة اللبن بالحرارة

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

- (١) إزالة الميكروبات التي يحويها اللبن .
- (٢) منع نمو الميكروبات وتكاثرها .
- (٣) إبادة الميكروبات .

وقد سبقنا الإشارة إلى أن عمليتي التصفية والتنقية تزيلان من اللبن الأقدار الكبيرة غير الذائبة وما يعلق بها من ميكروبات ، وأن عملية التبريد تعوق تكاثر الميكروبات التي توجد باللبن وتبطئ عملها ، وبذلك يبقى اللبن المبرد دون تغير مدة أطول من ذلك الذي يحفظ على درجة الحرارة العادية ولم يبرد عقب الحلب ، ولهذا تعتبر العمليات المذكورة ضمن طرق الحفظ إذ أنها تحقق إلى حد ما الفرضين الأول والثاني أما الغرض الثالث فتنبع وسائل متعددة لبلوغه أهمها وأكثرها استعمالا هي المعاملة بالحرارة ، وسنفرد هذا الباب للكلام عن أثر الحرارة في محتويات اللبن من البكتيريا وعن المزايا والأضرار التي تعود من اتباع هذه الطريقة في معاملة اللبن من الوجهتين الصحية والاقتصادية .

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

واستعمال الحرارة في معاملة اللبن على وجه العموم يقتضيه أمران : أولهما — إطالة مدة حفظه بقتل الميكروبات أو تقليل عددها ذلك لأنها هي السبب في سرعة فسادها أو أحداث تغيرات غير مرغوب فيها في طعمه أو رائحته مما يضر بقيمته التجارية ، وثانيهما — إبادة ما قد يحويه اللبن من الميكروبات المرضية التي وصلت إليه في مختلف أدوار الانتاج ، على أنه قد وجد من جهة أخرى أن تسخين اللبن غالباً ما يؤدي إلى تغير بعض صفاته والأضرار بقيمته الغذائية . وتأثير الحرارة في مخويات اللبن البكتيرية وفي صفاته وتركيبه وقيمته الغذائية متوقف على عاملين هامين هما : (١) درجة الحرارة التي يمرض طها اللبن . (٢) مدة التسخين .

وسنكلم فيما يلي عن الطرق الرئيسية المتبعة في معاملة اللبن بالحرارة وبمميزات وعيوب كل منها وهذه الطرق هي :

أولاً — التعقيم الكامل . ثانياً — الغلي . ثالثاً — التعقيم الجزئي بطريقة باستور . رابعاً — التعقيم الجزئي بطريقة استاسانو .

أولاً — التعقيم الكامل

تعقيم اللبن تعقيماً كاملاً (Sterilisation) معناه إبادة جميع ما يحويه من ميكروبات سواء منها المتجرم أو غير المتجرم ، وهذا لا يتم إلا بتسخينه إلى درجة حرارة مرتفعة تبلغ ٢٤١ — ٢٩٥ فهرنهايت (درجة ١١٥ — ١١٨ سنجراد) لمدة ربع ساعة أو درجة ٢٢١ فهرنهايت (درجة ١٠٥ سنجراد) لمدة ساعة أو درجة ٢١٢ فهرنهايت (درجة ١٠٠ سنجراد) لمدة ٢٠ دقيقة ثلاث مرات في أيام متعاقبة . والطريقتان الأوليان متبعتان تجارياً ، أما الأخيرة فيقتصر استعمالها على أعداد اللبن ليكون بيئة لإتمام البكتيريا في المعامل البكتريولوجية .

ومع أن تعقيم اللبن يجري بعدة طرق إلا أنه يعامل في جميع الأحوال قبل التعقيم معاملة أولية تلتخص درجاتها فيما يلي : —

تجرى تصفية اللبن أو تنقيته أولاً باحدى الوسائل التي أشرنا إليها قبلاً ، ثم يستخن تسخيناً مبدئياً بالبخار إلى درجة تختلف من ١٤٠ إلى ١٥٨ فهرنهايت (درجة ٦٠ إلى ٧٠ سنجراد) في مسخن مزدوج الجوانب وهذه العملية تسهل مروره في آلة التجفيس (Homogeniser) وبعدئذ يجري تجنيده بأمراره تحت ضغط عال (٢٠٠٠ إلى ٢٥٠٠ رطل للبوصة المربعة) في فتحات قطرها $\frac{1}{16}$ من البوصة وفي هذه العملية تنجز أحبيبات الدهن فلا ترتفع فيما بعد إلى السطح أو تكون طبقة دهنية سميكة بمرور الوقت ، وأخيراً يعبأ اللبن في زجاجات معقمة .

أما عملية التعقيم ذاتها فتجرى عادة في أوتوكلاف أفقى الوضع يحجز 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 التي وصل إليها اللبن في أثناء التعقيم . ويلاحظ في هذه العملية أن يظل صنبور الهواء مفتوحاً بعد إقفال الجهاز وإبتداء التسخين

حتى يطرد الهواء جميعه ثم يقفل الصفيور وبعد أن يتم التعقيم يفتح الأوتوكلاف وتسد الزجاجات بأحكام .
والزجاجات المستعملة في هذا الغرض ضيقة الفوهات ومجهزة بسدادات ذات مشابك لولبية (كالمستعملة
في زجاجات ماء الأكسجين) ليسهل إقفالها بسرعة بعد فتح الجهاز مباشرة في حالة غليان اللبن ، ففي مثل
هذه الحالة تكون الزجاجات خالية من الهواء تقريبا . أما إذا أقفلت الزجاجات قبل التعقيم فانها تكون
عرضة للكسر نظرا إلى تمدد الهواء الذي تحويه في أثناء العملية .

وإقفال الزجاجات في 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 المنجرفة التي قد لا يهلك
بعضها بتأثير الحرارة التي يعرض لها اللبن إذا لم تبلغ الدرجة المطلوبة أو كانت مدة التسخين غير وافية
بالغرض . تماما ، فمثل هذه الجراثيم الكبيرة المقاومة تحتاج لانبثاتها إلى امداد كاف من الهواء ومن ذلك فان
إقفال الزجاجات على النحو المذكور يؤدي الى طول مدة الحفظ .

واللبن الذي أجرى تعقيمه بدقة وحفظت زجاجاته مقفلة إقفالا محكما يبقى دون تغير مددا طويلة جدا
ولسنا في حاجة إلى القول بأن الزجاجات المستعملة في تعبئة اللبن قد تكون في هذه الحالة كذلك
مصدرا للتلوث إذا لم يعنى بغسلها وتعقيمها عناية تامة ، فضيق فوهاتها يستلزم غاية الدقة في تنظيفها ولذلك
تستعمل فرشاة يدوية أو دواراة خاصة لهذا الغرض ، كما ينبغي أن يعنى بإقفال الزجاجات بسرعة بعد التعقيم
مع عدم تعرضها للتلوث في أثناء هذه العملية .

وتتبع أحيانا طرق أخرى في التعقيم ، ففي إحدى هذه الطرق تغمس الزجاجات بعد التعبئة إلى مستوى
اللبن في ماء على درجة ٢١٠ فهرنهايت وتترك على هذا الحال لمدة ساعة ثم تعرض للبخار تحت الضغط حتى
تصل حرارتها إلى درجة ٢٢٢ فهرنهايت وبعد أن يتم التعقيم تبرد الزجاجات تدريجاً بالماء البارد
رفى 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 إلى ٢٧٥ فهرنهايت (١٣٠ — ١٣٥
سنتجراد) ، ولا يكون التعقيم تاماً فى هذه الحالة إلا إذا بقي اللبن على درجة ٢٦٦ فهرنهايت لمدة ٤٠ ثانية
أو على درجة ٢٧٥ فهرنهايت لمدة ٥٠ ثانية . ويجرى تبريد اللبن فى هذه الطريقة عقب تعقيمه بسرعة حتى
لا يتغير 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 وتأثر 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 استعماله ناشئة على الأغلب
من عدم علم الجمهور بنقص قيمته الغذائية .

ثانياً - الغلي

يكاد يكون غلي اللبن (Boiling) هو الطريقة الوحيدة لمعاملته في جميع المنازل المصرية بخلاف الحال في معظم البلدان الأوروبية حيث يعنى غناية 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 لكي يبرد اللبن من تلقاء نفسه وتكرر هذه العملية غالباً مرتين أو ثلاث إذا لم يستهلك اللبن جميعه في وقت قصير وخاصة في زمن الصيف .

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

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

والمشاهد دائماً عند معاملة اللبن بالطريقة المذكورة في وعاء مكشوف تكون غشاوة رقيقة (pellicle) على سطحه في أثناء التسخين . وهذه الغشاوة تنتج عن تركز أجزاء من مشتملات اللبن أخصها اللاكتوبيريوم وعن التبخر السطحي .

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

وقد أجريت بعمل البكتريولوجيا بكلية الزراعة بالجيزة بضع تجارب عن تأثير إختار اللبن في الميكروبات المرضية التي توجد به ، ومنها يستدل على أن اللبن المختمر (الزبادى) الذي صنع من لبن نضج بميكروب السل قبل « غليه » بالطريقة المألوفة قد سبب إصابة الأرناب الهندية بالمرض عند ما حقنت به كما يستدل من هذه التجارب أيضاً على أن تسخين اللبن بالكيفية المذكورة لا يؤدي إلى قتل ما قد يوجد به من ميكروبات السل نظراً إلى عدم تعرض الميكروبات التي تضمها الغشاوة المتكونة على سطح اللبن للحرارة التي تضمن إبادتها ، ولقد قيست في أثناء هذه التجارب درجة حرارة اللبن في اللحظة التي ارتفع فيها سطحه كما قيست درجة حرارة الغشاوة في الوقت عينه فوجد أن حرارة اللبن قد بلغت درجة ٣٠.٨ فهرنهايت (٩٨ سنجراد) في حين أن حرارة الغشاوة لم تتجاوز درجة ١٦٩ فهرنهايت (٧٦ سنجراد) ويظهر من ذلك أن الدرجة الأخيرة غير كافية لقتل الميكروب المذكور في المسدة التي يعرض لها في عملية التسخين هذه .

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

يستخلص من هذا كله أن عملية « الغلي » لا يمكن أن تؤدي الغرض منها إذا أجريت بالطريقة المألوفة، بل يلزم لضمان إبادة الميكروبات المرضية أن يقلب اللبن في أثناء أجزائها حتى توزع محتوياته بانتظام يكفل تعرضها جميعها لحرارة مرتفعة، أضف إلى ذلك أن هذا الاجراء يؤدي حتما إلى تقليل عدد البكتيريا التي تبقى باللبن مما ينشأ عنه إطالة مدة الحفظ نسبياً .

وقد تنشأ خطورة اللبن « المغلي » في نقل الأمراض كذلك من جراء إهمال العناية به بعد « الغلي » كأن يترك في وعاء مكشوف معرض للتلوث بالذباب الذي ينقل اليه أحيانا ميكروبات مرضية خطيرة .

هذا ويلاحظ غالبا عند فساد اللبن المغلي أنه لا يتجنب تجنبنا حمضيا كما يحدث في اللبن غير المبسxn وذلك لأن التسخين الذي عرض له وخاصة إذا تكرر « غليه » بضع مرات يؤدي إلى إبادة معظم الميكروبات غير المتجرمة بما في ذلك الأنواع المكونة للأحماض أى بكتريا حامض اللكتيك بأنواعها المختلفة فينشأ التجبن عن نشاط الأنواع الهوائية المتجرمة (مثل باسلس ميكويدس B. mycoides) بتأثير إنزيماتها كما تحدث باللبن تغيرات تعفيه تلاحظ بوضوح من طعمه ورائحته غير المقبولين .

ومن أهم الأسباب التي يعزى إليها فساد اللبن المغلي عدم تريده بالسرعة الواجبة إذ أنه يترك غالبا بعد التسخين ليبرد من تلقاء نفسه فيفتج عن ذلك زيادة عدد الميكروبات الباقية به بسرعة عند ما تنخفض الحرارة إلى الدرجة التي تلائمها ولهذا تجب العناية بتريده بالماء الجاري عقب التسخين مباشرة وحفظه على أقل درجة ممكنة وخاصة في زمن الصيف ، كما يلزم أن يعنى بنظافة الوعاء الذي يصب فيه بعد التسخين والا تسبب من إهمال ذلك تلوث شديد غير مرغوب فيه .

وعملية « الغلي » هذه لا تؤثر في صفات اللبن وتركيبه بنسبة عملية التعقيم السالفة الذكر ولكنها تسبب اللبن رائحة خاصة وتعطيه طعم المواد المطبوخة (Cooked taste) كما تؤثر إلى حد ما في مركباته فتجمد بعض المواد الزلالية وتحول جزءا من أملاحه الذائبة وبالأخص فوسفات الكالسيوم إلى حالة غير ذائبة وتسبب تجمع حبيبات الدهن وتضر بعض ما يحويه من فيتامينات ولا سيما فيتامين « ح »، ويزداد هذا التأثير بتكرار التسخين، وكل هذه التغيرات تقلل بلا ريب من قائلته 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 إضعاف صحتهم وسقم نموهم من مستقبل حياتهم .

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

مستوى اللبن في الزجاجات ، ويوضع هذا الوعاء على النار حتى يغلي 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 في الماء البارد مغلقة لحين الحاجة اليها

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

ومن الأوعية المخصصة للغلي اللبن ما يصنع من الألومنيوم أو الحديد المطلي بالمينا ومن زودة 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 ، فإذا ما سخن اللبن في هذا الوعاء بوضعه على النار مباشرة وارتفع اسطح تكسرت الغشاوة المتكونة عليه عند مرورها في ثقب القرص وهذا يؤدي إلى إعادة اختلاط أجزائها باللبن مما يفتح عنه تعرض الميكروبات التي تنويها لحرارة اللبن ذاته .

هذا ومن المستحسن دائما في الحالات التي يندى فيها الاطفال باستمرار باللبن المغلي أو المماثل بالحرارة العالية كاللبن المعقم أن يعطوا ملء ملعقة صغيرة من عصير البرتقال أو الطماطم مرتين في الأسبوع على الأقل لتعويض النقص الناتج عن هذه المعاملة في فيتامين « ح » .

وتجدر الإشارة هنا الى أنه من الواجب إيقاف الجمهور على كيفية القيام بعملية الغلي على الوجه الأكمل وأن ننهبه الى الاحتياطات الأخرى التي نتخذ بعد اجرائها حتى استهلاك اللبن ، فمع أن هذه الوسيلة هي السلاح الوحيد الذي يعتمد عليه السواد الأعظم عندنا لدرء خطر الألبان القذرة فكثيرا ما يتهاون البعض في اجرائها ، ولا شك في أن هذا التهاون من أهم الأسباب في ارتفاع نسبة وفيات الأطفال في مصر نتيجة اصابتهم بالامراض التي تنقل عن طريق اللبن .

ثالثا — التعقيم الجزئي بطريقة باستور

(أو البسترة)

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

اكتشف باستور بين سنتي ١٨٦٠ ، ١٨٧٠ أن التبيذ ونحوه من المشروبات السكرية إذا سخنت إلى حرارة تتراوح بين درجتى ١٥٨ و ١٧٦ فهرنيت 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 التبيذ بأوروبا وأطلق على هذه العملية اسم البسترة . على أن أثر الحرارة فى حفظ مواد الغذاء كان معروفا قبل هذا التاريخ فقد سخن شيل (Scheele) الحبل حوالى سنة ١٧٨٢ لمنع فسادة واستنبط أبرت (Appert) فى سنة ١٨١٠ طريقة لحفظ المواد الغذائية المختلفة الانواع بتسخينها فى أوعية مقفلة . ولكن لا يفتىب عن البال أن تجارب العالمين الآخرين أجريت فى وقت لم تكن فيه طبيعة التخمرات معروفة فى حين أن طريقة باستور قد بنيت على أساس علمى صحيح لأنها جاءت عقب اكتشافه الاحياء الدقيقة المسببة لهذه التغيرات .

وفى سنة ١٨٨٦ اقترح سو كسلت (Soxhlet) إستعمال الحرارة فى معاملة اللبن المعد لتغذية الاطفال بتعقيته فى زجاجات تسخن بوضعها فى الماء المغلى ، على أن سو كسلت اعتقد خطأ حينذاك بأن معاملة اللبن بالكيفية المذكورة يؤدى إلى تعقيمه . وقد استعملت بعد هذا الوقت طريقة باستور فى معاملة اللبن ببعض أجزاء أوروبا 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 ما عرف 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 بالباينهم إلى جهات تبعد كثيرا عن محال الانتاج ، ولكن لم يمس وقت طويل حتى أخذت هذه العملية جانبا من إهتمام علماء الصحة فتناولوها بالبحث والتجسس عندما ظهر أن أمراضا شتى يمكن انتقالها بواسطة اللبن ومنتجاته ، فعملوا على استخدامها فى معاملة الألبان التى توزع بالمدن ، وأجرى تحويلها 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 والانتان ، على أن من العلماء من لا يزالون يعترضون على إستعمالها بحجة انخفاض قيمة اللبن المبستر فى التغذية إذا قورن باللبن غير المعامل بالحرارة ، وسنشير فيما يلى إلى أهم ماوصل اليه البحث فى السنين الأخيرة من ناحية تأثير البسترة فى الميكروبات التى يحويها اللبن وفى عناصره الغذائية .

الفصل من عملية البسترة

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

- (١) القضاء على جميع الميكروبات المرضية التى قد تصل الى اللبن فى أثناء الانتاج .
- (٢) إبادة الغالبية العظمى من الميكروبات غير المتجربة التى توجد باللبن .

وبتحقق هذين الغرضين لا يتعرض المستهلك لخطر الأمراض التي ينقلها اللبن ولا يكون اللبن ذاته عرضة لكثير من التغيرات غير المرغوب فيها التي تقصر مدة حفظه وتحط من قيمته التجارية . وهذا الغرضان لو أنه يمكن تحقيقهما بطريقة التعقيم الكامل وحتى بالغلي المنزلي إذا أجرى بدقة تامة — كما أشرنا إلى ذلك من قبل — إلا أن الحرارة المنخفضة نسبياً التي يعامل بها اللبن في طريقة باستور لا تؤدي إلى الإضرار بخواص اللبن الطبيعية والكيميائية ولا تؤثر في قيمته الغذائية بقدر ما تؤثر فيها العمليتان السالفتان الذكر ، وقد كان ذلك من أهم البواعث التي أدت إلى انتشارها .

الطرق الرئيسية المنتهجة في بسترة اللبن

تتبع في بسترة اللبن طريقتان رئيسيتان هما :

(أولاً) الطريقة السريعة .

(ثانياً) الطريقة البطيئة .

وتجرى كل منهما بأساليب مختلفة سنتكلم عنها بإيجاز فيما يلي ، ونسرد من أياها وعيوبها ، ومنوجه عناية خاصة إلى بحث بعض النقاط المتصلة بأجهزة البسترة من حيث علاقتها بالناحية البكتريولوجية دون الإسهاب في شرح التفاصيل الخاصة بتركيبها أو إدارتها الخ .

أولاً — الطريقة السريعة (Flash method)

وهي أقدم طرق البسترة ، وفيها يسخن اللبن إلى درجات حرارة عالية تتراوح عادة بين ١٧٦ و ١٨٥ فهرنهايت (٨٠ — ٨٥ مئوية) ثم يبرد مباشرة إلى درجة منخفضة لا تزيد عن ٥٠ فهرنهايت ، ويطلق على هذه العملية أحياناً اسم البسترة العالية (High Pasteurisation)

وفي هذه الطريقة يجري تسخين اللبن غالباً بإمراره في مسخن مستمر (Continuous flow heater) فيدخل فيه اللبن من أسفل في وعاء داخلي اسطواني محاط بوعاء خارجي فيه البخار المستعمل في التسخين ، ويدفع اللبن من أسفل إلى أعلى بواسطة مضخة فيمر في هيئة طبقة رقيقة على سطح الوعاء الداخلي في حركة حلزونية بواسطة محركات دائرية الحركة ، فيسخن اللبن بسرعة إلى الدرجة المطلوبة ، ثم يخرج من أنبوبة بأعلى الجهاز . ونظراً إلى صغر سطح التسخين في الجهاز يعتمد إلى رفع حرارة البخار في الوعاء الخارجي إلى درجة أعلى بكثير من الدرجة التي يسخن إليها اللبن .

وقد كان استعمال هذه الطريقة في الماضي شائعاً جداً في معاملة اللبن التجاري نظراً إلى سهولة إجرائها وسرعتها وقلة نفقاتها . على أنه قد وجد من جهة أخرى فيما بعد أن معاملة اللبن بهذه الطريقة عيوباً كثيرة أهمها (١) أنه يصعب جداً حفظ درجة حرارة اللبن ثابتة طول مدة تسخينه في المسخن المستمر ، وتغير درجات الحرارة — ولو تغيراً طفيفاً — يؤدي إلى عدم تسخين أجزاء منه إلى الدرجة المطلوبة وذلك لمرورها بسرعة في حين أن أجزاء أخرى قد تسخن إلى درجة أعلى من اللازم ، ومن ذلك يتضح أن هذه الطريقة لا يمكن الاعتماد عليها اعتماداً كافياً لإبادة الميكروبات المرضية جميعها ، فمع أن عددها ينخفض تمشياً مع العدد الكلي للميكروب 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 للبكتيريا إلا أن هذا يقابله من جهة أخرى حدوث تغيرات في طعم اللبن ورائحته وتركيبه ، كما أن الطبقة القشدية التي تتكون على سطح اللبن في 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 في السنوات الأخيرة إلى إدخال تعديلات على هذه الطريقة . يمكن بواسطتها تلافي العيوب الآتية الذكر مع الاحتفاظ بأهم مميزاتهما ، فكان أن استنبطت الطريقة المعروفة باسم « البسترة بحرارة عالية لمدة قصيرة » « High - temperature, Short - time Pasteurisation » وفيها يستخن اللبن إلى درجة ١٦٠ فهرنهايت لمدة ٢٠ ثانية أو إلى درجة ١٦٢ فهرنهايت لمدة ١٢ ثانية ثم يبرد بسرعة إلى درجة منخفضة . وقد صنعت أجهزة خصيصا لهذه العملية ، ومن أهمها النوع المعروف باسم المبستر ذي الألواح (Plate Pasteuriser) وهو مشابه لجهاز التبريد ذي الألواح الذي سبق وصفه ولكن تضاف إليه بضعة ألواح خاصة تضمن بقاء اللبن على الدرجة المطلوبة خلال المدة اللازمة كما تجرى به عملية التبريد .
 وقد أجريت تجارب كثيرة على هذه الطريقة في إنجلترا وأمريكا فظهر تفوقها على البسترة العالية من حيث تأثيرها في خواص اللبن وفي إبادة الميكروبات المرضية فضلا عن مزاياها الآتية :
 (١) إنها سريعة ومستمرة بمعنى أنه يمكن تعبئة اللبن في 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 في هذه الطريقة أكبر نسبيا منه في حالة البسترة العالية ، ولذلك تجرى التسخين ماء لا تزيد حرارته عن الدرجة التي ترفع إليها حرارة اللبن إلى بضع درجات
 وقد أقرت أخيراً بعض الولايات الأمريكية (ولايتي نيويورك وبنسلفانيا) استعمال هذه الطريقة في بسترة اللبن الذي يباع للاستهلاك المباشر في حين لم يعترف بالبسترة العالية في إنجلترا أو أمريكا ، ولا يصرح ببيع اللبن المعامل بهذه الطريقة باسم « لبن مبستر »

ثانياً - الطريقة البطيئة (Holding Method)

وفيها يستخن اللبن إلى درجة لا تقل عن ١٤٥ ولا تزيد عن ١٥٠ فهرنهايت (٦٢.٥ - ٦٥.٥ مئوية) ويحفظ على هذه الدرجة لمدة ٣٠ دقيقة ثم يبرد بسرعة إلى درجة ٥٠ فهرنهايت .
 وقد ظهرت هذه الطريقة بعد أبحاث طويلة نتيجة لما لوحظ من تأثير خواص اللبن بالبسترة العالية ولعدم انتظام نتائج الطريقة المذكورة . ولقد دلت التجارب على أن تعرض اللبن لحرارة منخفضة مدة طويلة نسبياً يعادل في تأثيره التسخين إلى درجات مرتفعة من حيث إبادة الميكروبات ، علاوة على أنه لا يؤثر في طعم اللبن ورائحته وتركيبه ولا يتلف خواصه ، وهذا ما حدا بالهيئات الصحية إلى تفضيل الطريقة البطيئة حتى أنها أصبحت في إنجلترا الطريقة الوحيدة المسموح باستعمالها في معاملة اللبن المميز باسم « لبن مبستر » كما يلاحظ مما ذكرناه في 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 خصوصاً لأن تنظيفه يحتاج إلى مدة طويلة ، ولكن هذه المآخذ تتضاءل في أهميتها إلى جانب مالتلك الطريقة من مزايا عديدة .

وبسرة اللبن بالطريقة البطيئة تيمرى بأساليب متعددة تناسب غالباً مع كمية اللبن المراد معامته وسنيسط أهمها فيما يلي باختصار :

البسرة على دفعات (Batch Pasteurisation)

في حالة بسرة كميات صغيرة يعامل اللبن عادة على دفعات ، ويستعمل في هذه الحالة صهرنج مزدوج الجوانب يوضع اللبن بالجزء الداخلى منه ويحيط به الماء المستعمل في التسخين . وبالصهرنج مقلب (agitator) لمزج اللبن في أثناء حفظه ضامناً لتوزيع الحرارة بانتظام ومتعاً من تصاعد الدهن إلى سطح اللبن . وللصهرنج غطاء نحاسى ، وهو مجهز بمقياسين للحرارة لمعرفة درجتى حرارة اللبن والماء الساخن .

ولا يستعمل هذا الجهاز يملأ الفراغ الذى بين جدارى الصهرنج بالماء ويسخن بامرار البخار فيه من صمام خاص حتى تبلغ حرارته درجة ١٦٥ فهرنهايت ثم يدار المقلب ويصب اللبن في الوعاء الداخلى ويقفل صمام البخار عند ما تبلغ حرارة اللبن درجة ١٤١ فهرنهايت ويحسب الوقت من اللحظة التى تصل فيها حرارته إلى ١٤٥ فهرنهايت ، 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 في جهاز مستقل .

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

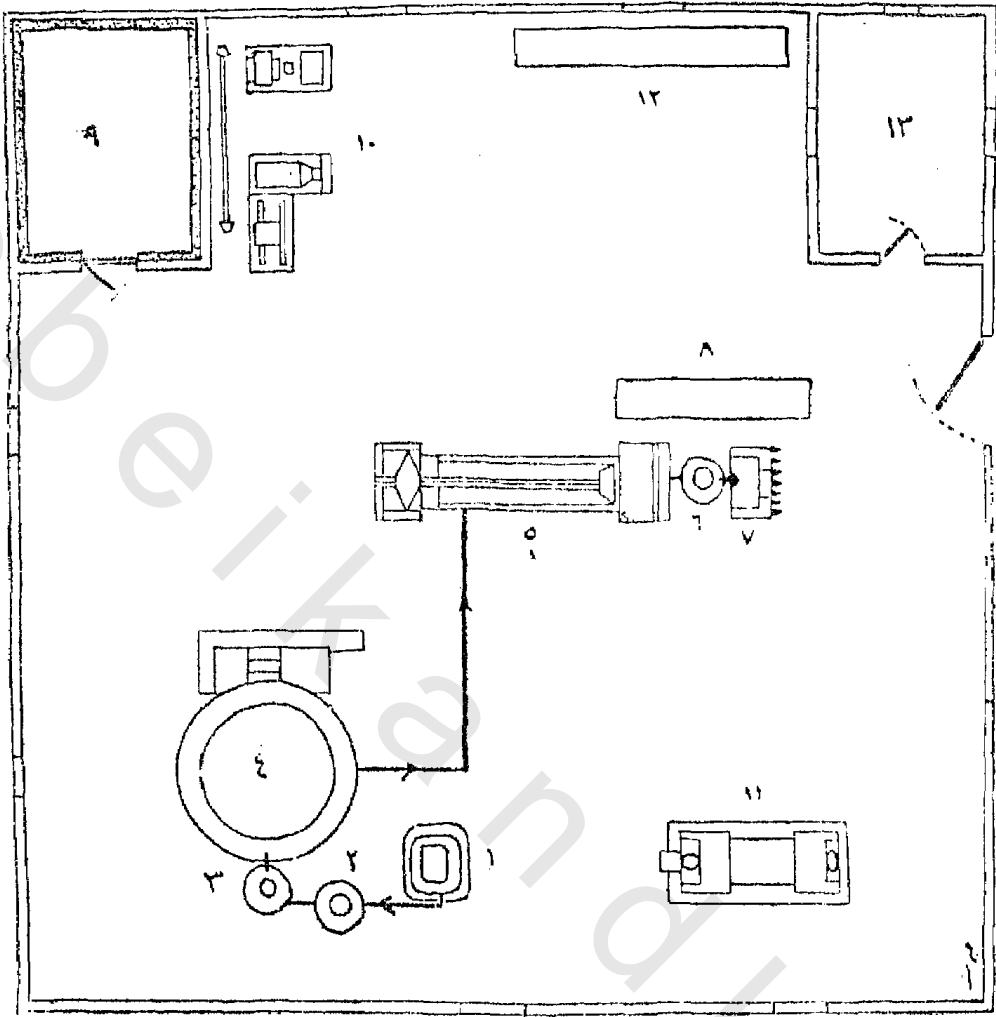
ويمكن توصيل جهازين من هذا النوع ببعضهما إذا أريد بسرة كميات كبيرة من اللبن ، ويتلخص سير عملية البسرة على دفعات في الخطوات التالية :

يرفع اللبن الخام بواسطة مضخة فمرر أولاً في مصفاة أو مرشح أسطوانى الشكل ثم يصب منه في المبستر حتى إذا ماسخن وحفظ بالطريقة المذكورة آنفا يمرر في مبرد ذى ألواح ، فيبرد أولاً بالماء ثم بمحلول ملح التبريد وأخيراً يمرر إلى آلة تعبئة الزجاجات (أنظر شكل ٢١)

وهذه العملية بطيئة لأنها تستغرق نحو الساعتين ، إذ يسخن اللبن في نصف ساعة تقريباً ، ويحفظ على درجة البسرة لمدة نصف ساعة أخرى ويستغرق تبريده وتعبئته نحو الساعة .

وقد تيمرى عملية البسرة على دفعات في صهرنج 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 البسرة على دفعات ولو أنها تمتاز ببساطتها إلا أنه يؤخذ عليها أنها ليست أوتوماتيكية وأن المدة التى تمضى في كل من عمليتى التسخين والتبريد طويلة بالنسبة للطرق الأخرى .



- شكل ٢١ يبين مواضع الاجهزة وسير العمل في معمل يستعمل اللبن على دفعات
- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| (١) صهرج اللبن الوارد | (٨) مضخة |
| (٢) مضخة اللبن الحام | (٩) الخزن البارد |
| (٣) المرشح | (١٠) آلة التبريد |
| (٤) المبدئ | (١١) آلة غسل الزجاجات |
| (٥) المبرد | (١٢) حوض غسل الانابيب |
| (٦) صنبور تعبئة الصفائح | (١٣) المكتب |
| (٧) آلة تعبئة الزجاجات | (١٤) حجرة قزان البخار |

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

في 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 لير اللبن فيه يبطء بعد تسخينه إلى درجة البسترة في سلسلة من الأنابيب الطويلة فيستغرق اللبن نصف ساعة ليصل الى المخرج ، وتحاط عادة الأنابيب المذكورة في مثل هذه الأجهزة بماء ساخن لكي لا تنخفض حرارة اللبن في أثناء مروره بها ، على

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

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

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

أما عملية الحفظ فتجرى إما في صهريجين منفصلين أو أكثر (حسب اتساع العمل) وهي تشبه الصهاريج التي أشير إليها في البسترة على دفعات ، وفيها تحفظ حرارة اللبن بالماء الساخن أو بتشعاع الحرارة من أنابيب ملتوية يمرر فيها البخار ، أو في صهريج كبير مستدير مكون من أربعة أو خمسة أو ستة أجزاء مستقلة محاطة بمادة رديئة التوصيل للحرارة ، وتوجد في أسفل كل جزء فتحة نفريغ مقفلة بصمام يبقى مكانه بتأثير ثقله ، والصهريج كله مركب على إفرين ومحمول على قاعدة حديدية مثبتة في الأرض وله غطاء ، ويدور الجهاز بواسطة تروس مركبة فوق حامل وهذه التروس مزودة بعجلة ويبدل للتحريك أو للايقاف ويدار الجهاز بواسطة محرك صغير ، ويأخذ الصهريج في الدورة الكاملة ٥ د دقيقة .

ويتدفق اللبن الساخن الآتي من المسخن باستمرار من أنبوبة مثبتة فوق الجهاز من أحد أجزاء الصهريج الواقع تحت الأنبوبة مباشرة ، فلو فرض أن الصهريج مكون من ستة أجزاء فإن كل جزء يملا في ٧,٥ دقيقة وبذا يكون مجموع الوقت الذي تملأ فيه الأجزاء الستة ٥ د 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 في صهريج آخر ويمر منه إلى المبرد . وعند ما ينتهي مرور الرافعة على التواء تسقط فينزل الصمام ويسد الفتحة ، ويبلغ الوقت الذي يفرغ فيه كل جزء ٧,٥ دقيقة ، وعلى ذلك لو طرحت المدة التي يقضيها كل جزء في عمليتي التعبئة والتفريغ لكان الباقي من الخمس والأربعين دقيقة (وهي مدة الدورة الكاملة) ثلاثين دقيقة يحفظ فيها اللبن على درجة البسترة .

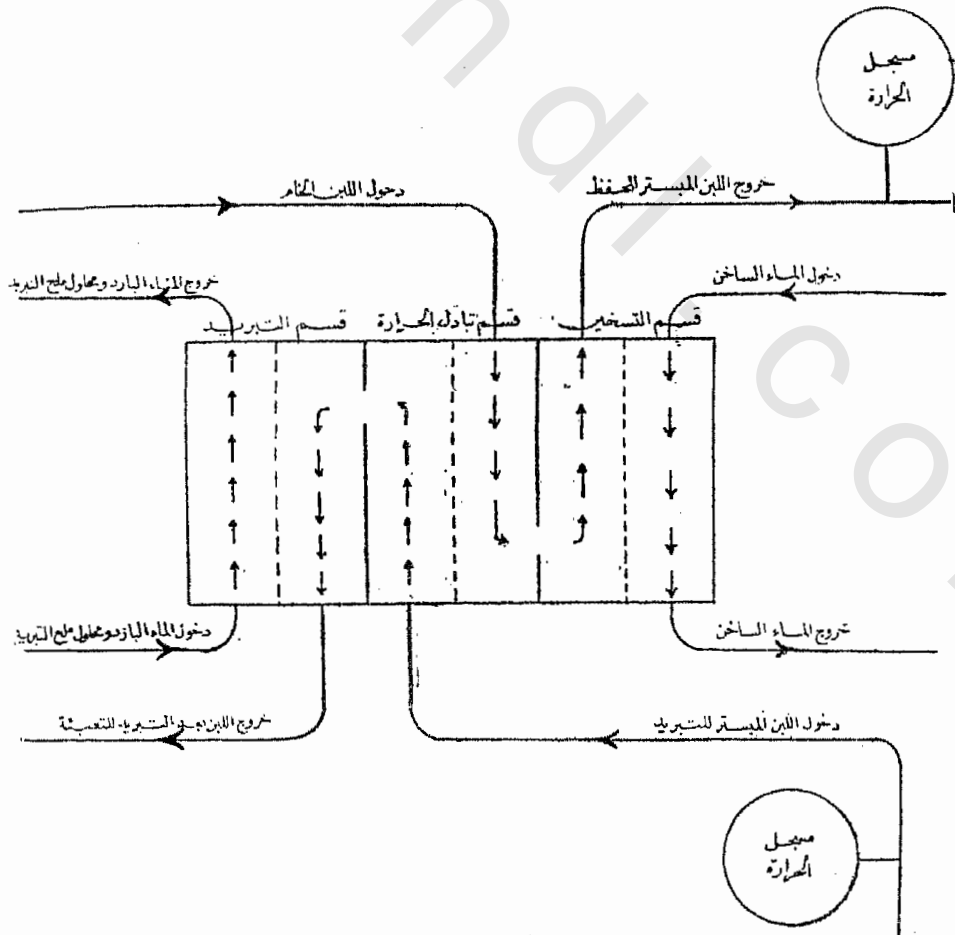
هذا وقد شاع في السنوات الأخيرة إستعمال نظرية تبادل الحرارة في عملية البسترة ، وابتكرت أجهزة لهذا الغرض من أفضلها النوع ذو الألواح الذي سبق ذكره في عمليتي التبريد والتسخين ، وتصنع أجهزة منه لتؤدي جملة أغراض في وقت واحد ، وتعرف في هذه الحالة باسم مبادل الحرارة (Heat Exchanger) إذ تخصص بعض الألواح لغرض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

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

وبهذه الكيفية يستفاد بحرارة اللبن الساخن في تسخين اللبن الخام فعند ما يمر الأخير إلى المصفاة تكون حرارته حوالى درجة ٩٠ فهرنهايت وبعد عودته ومروره في الخمسة الألواح الباقية تزداد حرارته إلى درجة ١٠٥ فهرنهايت ، أما اللبن الساخن فتهدأ حرارته إلى درجة ٩٠ فهرنهايت .

ويعر اللبن الخام بعد تسخينه إلى الدرجة المذكورة في ألواح إحدى جهتي الجهاز حيث ترفع حرارته بالماء الساخن بنفس النظام إلى درجة البسترة الكاملة (١٤٥ — ١٥٠ فهرنهايت) وهذا الجزء من الجهاز يعرف بقسم التسخين (Heating Section) ومنه ينتقل اللبن إلى صهريج الحفظ . أما اللبن الساخن فيمر في الجهة المقابلة من نفس الجهاز حيث تنخفض حرارته أولاً إلى أقل من درجة ٩٠ فهرنهايت بواسطة الماء البارد ثم بمحلول ملح التبريد ، ومن ثم إلى صهريج الحزن ، وهذا الجزء من الجهاز يسمى بقسم التبريد (Cooling Section)

وفي 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 وأخيراً يعبأ في الزجاجات والشكل ٢٢ يبين سير اللبن في أثناء العمليات المذكورة .



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

والماء الساخن الذي يمر إلى المبرد وترفع بواسطة حرارة اللبن بوضع عادة في وعاء نحاسي ويسخن بواسطة البخار وتنظم درجة حرارته بواسطة ضابط (Temperature Controller) يحتوي على مقياس للحرارة وإبرة فإذا وصلت درجة حرارته إلى ١٤٨ فهرنهايت فإن مقياس الحرارة يؤثر في الإبرة وهذه تؤثر في كبسولة (Capsule) تقفل بالبخار ، فإذا انخفضت درجة الحرارة حصل تأثير عكسي ، والماء الساخن بعد مروره في مبادل الحرارة يعود ثانية إلى الوعاء النحاسي حيث ترفع حرارته ثم يعود إلى المبادل وهكذا .

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

- (١) أن اللبن الحام إما أن يسخن بواسطة اللبن الساخن أو بالماء الذي لا تزيد حرارته على بضعة درجات فوق الدرجة المراد تسخين اللبن إليها وبذا لا يتعرض لسطوح مسخنة بالبخار فلا تتأثر خواصه .
- (٢) أن اللبن يسخن ويبرد بعيداً عن الهواء إذ أنه تبين أن التسخين في حالة وجود الهواء له تأثير سيء في بعض فيتامينات اللبن ، كما أن تعرض اللبن للهواء في أثناء التبريد يؤدي إلى تلوثه بميكروبات الهواء .
- (٣) عدم تكون رغوة في اللبن الذي يمر بالجهاز وهذه مهمة من الوجهة البكتريولوجية
- (٤) سهولة الوصول إلى جميع الأجزاء التي تلامس اللبن لفحصها وتنظيفها جيداً .
- (٥) عدم حصول نقص في اللبن نتيجة التبخر عند مروره ساخناً على سطح مبرد مكشوف كما قلنا من قبل .

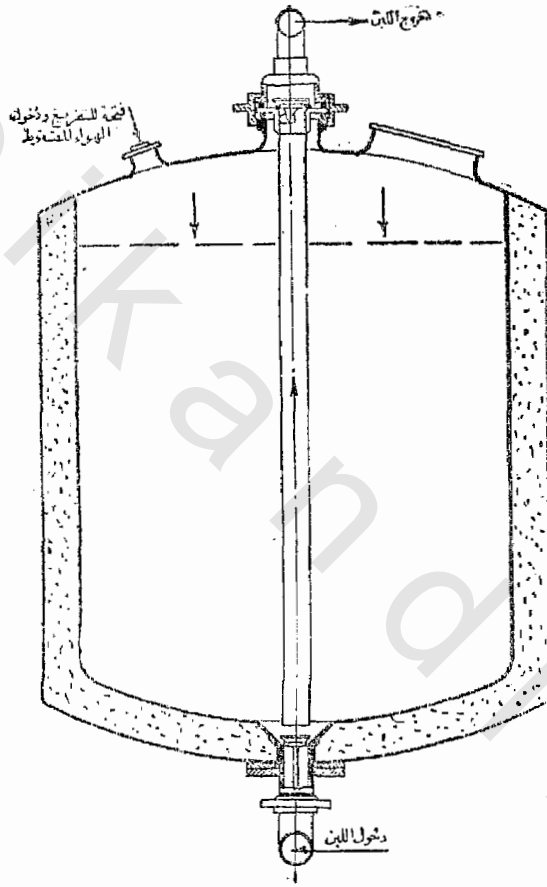
- (٦) استعمال هذا الجهاز يوفر نحو ثلث أو نصف كمية البخار التي تستعمل عادة في عملية البسترة ، وهذا معناه اقتصاد في كمية الوقود لأن اللبن الحام يسخن جزئياً كما ذكرنا بواسطة اللبن الساخن .
- (٧) يشغل الجهاز حيزاً صغيراً نسبياً إذا قورن بالأجهزة الأخرى التي تستعمل في بسترة وتبريد كمية عاتلة من اللبن ، وينشأ عن ذلك اقتصاد في المباني اللازمة للعمل .

- (٨) إذا رُوي استعمال الجهاز في بسترة وتبريد كميات من اللبن أكبر من الكميات التي خصص لها فيمكن ذلك بإضافة عدد من الألواح دون الحاجة إلى استبدال الجهاز كله بآخر أكبر منه .

ومن طرق الحفظ الحديثة الشائعة الاستعمال في بسترة كميات كبيرة من اللبن الطريقة التي تستخدم فيها عملية تفريغ الهواء (Vacuum Process) وهي تشبه الطريقة السابقة في أن اللبن يمر من البداية إلى النهاية دون أن يتعرض للهواء الجوي . والصهريج المستعمل في هذه الحالة يملأ ويفرغ بطريقة آلية ، ويؤلف عادة من قسمين أو أربعة أقسام ، ويعتمد في تنظيم حركة تعبئة الصهريج وتفريغها على ضابط (Controller) متصل بالصهريج وبمضخة تفريغ الهواء (Vacuum Pump) وبضاغط للهواء (Air Compressor) بواسطة أنابيب ، وهذا الضابط يوصل بالصهريج المختلفة بالتناوب بمضخة التفريغ ، فيسحب اللبن إلى داخل كل منها من صمام في أسفله ، وفي الوقت الذي 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) .

وفي المعامل التي تشتغل بهذه الطريقة إما أن يدفع اللبن الحام بواسطة مضخة في مبادل الحرارة

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

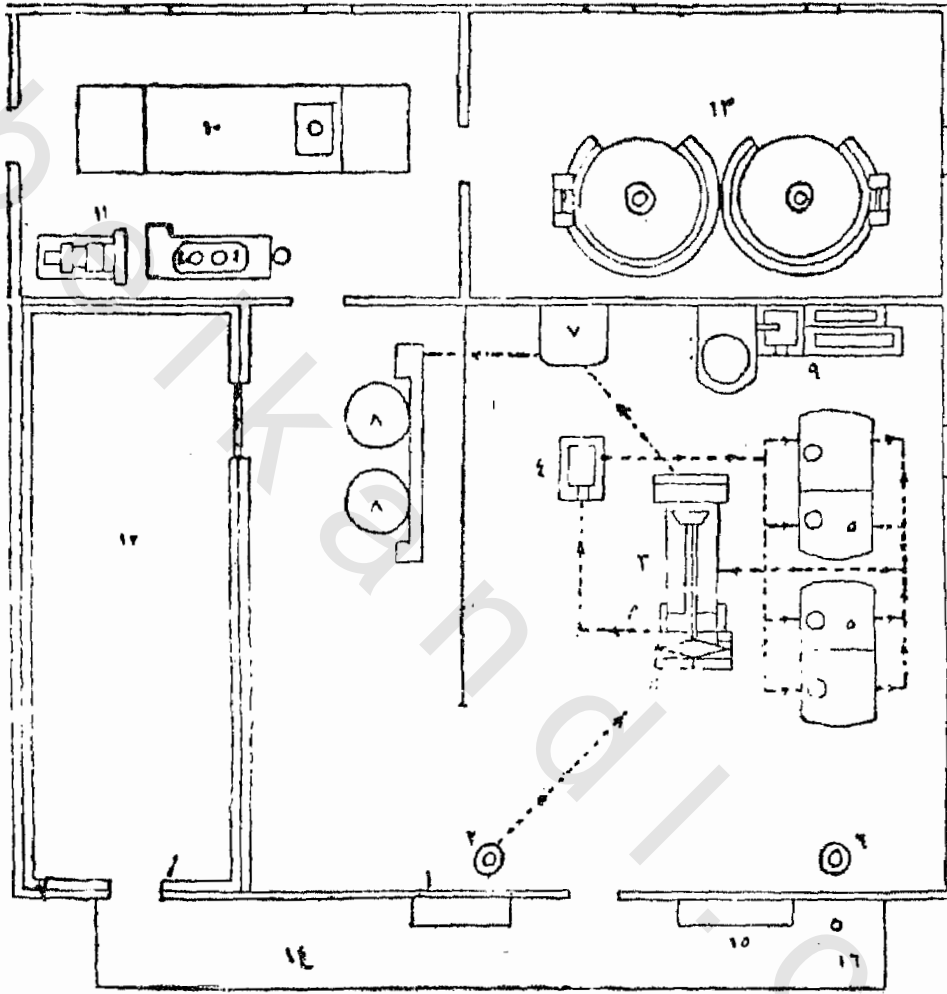


شكل (٢٣) يبين صهريج الحفظ الذي يعبأ بتفريغ الهواء ويدرج بتأثير الهواء المضغوط

ومما يستحق الذكر بصدد هذه الصهاريج والصهاريج الدوارة أنها تحاط دائماً بمادة رديئة التوصيل للحرارة لكي تمنع انخفاض درجة حرارة اللبن في أثناء الحفظ ، وأن اللبن الموجود بها لا يحتاج إلى تقليب لمنع تصاعد القشدة إلى 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 إلى 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 الأهم — 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 تبريغ الهواء.

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

البسترة في الزجاجات (Pasteurisation in Bottles)

وهي إحدى طرق البسترة البطيئة وفيها إما أن يسخن اللبن ويحفظ ويبرد بعد تعبئته في الزجاجات أو يجرى تسخينه أولاً قبل التعبئة ، ثم يحفظ ويبرد في الزجاجات ، وقد صنعت عدة أجهزة لكل من الطريقتين وفي الحالة الأولى تعقم الزجاجات جيداً ثم يعبأ اللبن فيها بارداً ويحكم سدها ، ثم تمرر بعدئذ ببطء في جزء من الآلة فتسخن أولاً ثم تبرد وتستغرق الزجاجات في مرورها ثلاثين دقيقة من الوقت الذي تصل فيه حرارتها إلى 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 ، وفي حالات أخرى يجرى تسخين الزجاجات بواسطة البخار وتبرد بوضعها في ماء بارد ، أو تسخن الزجاجات بعد وضعها في صناديقها وتحفظ المدة اللازمة على حرارة البسترة ثم تبرد في جزء واحد من الآلة .

وأما في الحالة الثانية فيسخن اللبن أولاً إلى درجة ١٤٧ فهرنيت في أحد أجهزة التسخين ، ثم يمرر إلى آلة التعبئة : ومنها تعبأ الزجاجات المعقمة وهي ساخنة (بعد خروجها من آلة الغسل مباشرة) ثم تغمس في صهاريج تحتوي على ماء درجة حرارته أعلى من درجة البسترة بقليل فتبقى به لمدة نصف ساعة ، ثم تمرر في ماء بارد لتبريدها ، وفي أجهزة أخرى تمرر الزجاجات الساخنة بعد تعبئتها في جزء من الآلة يحتوي على هواء ساخن حرارته بين درجة ١٤٦ و ١٤٧ فهرنيت وتبقى به مدة النصف الساعة قبل أن يبدأ بتبريدها والطريقة البسترة في الزجاجات عدة مزايا أهمها :

- (١) أن اللبن لا يعرض لتلوث خارجي من أي نوع بعد بسترته بشرط استعمال أغطية مانعة لتسرب الماء ، لأن اللبن لا يمر في جهاز آخر ولا يعرض للجو بعد تعبئته في الزجاجات
- (٢) أن الأجهزة المستعملة في هذا الغرض لا يوجد بها مضخات أو أفنايب يربها اللبن مما يستدعي عناية خاصة في التنظيف .

أما مساوى الطريقة المذكورة فكثيرة ومن أهمها : —

- (١) أنها بطيئة إذا أريد استعمالها في بسترة كميات كبيرة من اللبن .
- (٢) أن نفقات هذه العملية كثيرة نسبياً لأن تسخين الزجاجات يستدعي استعمال حرارة أعلى منها في الطرق الأخرى وكذلك تبريدها يستلزم درجة أكثر انخفاضاً
- (٣) أنه يجب استعمال أغطية غالية نسبياً ، فإذا استعملت الأغطية العادية تمزق بعضها بتأثير الحرارة أو تلف بالماء المستعمل في التسخين أو التبريد فيتعرض اللبن للتلوث بوصول بعض هذا الماء إليه كما يتعرض للتلوث عند إعادة وضع أغطية جديدة على الزجاجات بعد بسترتها
- (٤) أن نسبة الزجاجات التي تنكسر في أثناء التسخين والتبريد تكون كبيرة أحياناً ومعنى ذلك أيضاً فقد اللبن الذي تحويه

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

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

أثر البسترة صمغ الوجهة البكتريولوجية

تفحص أهمية عملية البسترة من الوجهة البكتريولوجية في القضاء على الميكروبات المرضية التي قد يحملها اللبن وفي 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 في مختلف أنواع الميكروبات المرضية سواء في حالة وجودها طبيعيا في اللبن أو في حالة تلقيحه بها صناعيا ، كما درسوا مدى النقص في عدد الميكروبات الأخرى التي يتلوث بها اللبن في أثناء الإنتاج والتداول عند تعرضها لدرجات الحرارة المختلفة ، ولقد اشتغل علماء آخرون في الوقت ذاته بدراسة التغيرات الطبيعية والكيمائية التي يسببها التسخين في اللبن واستعملت نتائج هذه الأبحاث كلها للوصول إلى أفضل درجات الحرارة والمدد التي تجرى عليها عملية البسترة والتي تسكفل تحقيق هذه الأغراض

تأثير البسترة في الميكروبات المرضية :

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

هذا وقد اشتغل كثيرون غير سميث بهذا الموضوع فلاحظ بعضهم أن تسخين اللبن في مبستر تجارى بحكم الإقبال يقتل ميكروب السل على درجة ١٤٠ فهرنهايت في 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 فنخفض مثلا إلى دقيقة واحدة على درجة ١٦٠ فهرنهايت ، وذلك بالطبع مع ملاحظة عدم تكون غشاوة في أثناء التسخين على سطح اللبن ، وتسخين كل جزء من اللبن الى الدرجة المطلوبة وبقائه عليها طول الوقت في جميع الاحوال . وقد أختبر اللبن في أغلب هذه التجارب للكشف عن الميكروب بتلقيح الارانب الهندية براسية .

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

يقتل عليها هذا الميكروب في مدد تتراوح بين دقيقة واحدة وثلاثين دقيقة ، ونظراً الى أهمية هذه التجربة فورد نتائجها فيما يلي :

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

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

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

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

أما درجة الحرارة والمدة اللازمتان في حالة البسترة بالطريقة السريعة المعروفة ، بالبسترة على درجة عالية لمدة قصيرة ، فقد تم تحديدهما بعد أبحاث مستفيضة أجري بعضها في ردينج بالإنجلترا والبعض الآخر في بفلسفانيا بأمريكا ومنها يستدل على أن ميكروب السل الموجود في اللبن يقتل إذا عرض لدرجة ١٦٠ فهرنهايت لمدة خمس عشرة ثانية ، فقد لفتح ماتيك (Mattick) لبنا بعدد كبير من ميكروبات السل المنشطة (٧,٥ — ٩ ملايين في السنتيمتر المكعب) من النوع الذي يصيب الفصيلـة البقرية (Bovine type) ثم سخنه الى الدرجة المذكورة وبعدئذ حقن به الأرناب الهندية فلم تصب بالمرض في حين أن نفس اللبن الملوئ الذي لم يستر قد أعطى نتائج إيجابية في جميع الحالات . ومعاملة اللبن بالطريقة السريعة هذه لا تنظر بصفات اللبن أو قيمته التجارية ضررا يذكر فهي تماثل من هذه الوجهة المعاملة بالطريقة البطيئة . ولذلك حددت درجة ١٦٠ فهرنهايت لإجراء هذا النوع من البسترة على أن يبقى اللبن عليها لمدة عشرين ثانية بدلا من خمس عشرة ثانية لكي يكون في هذا الى قت الاضافى ضمان لدقة العملية ، وقد وجد أن درجة ١٦٢ فهرنهايت لمدة اثنتى عشرة ثانية لها نفس التأثير .

أما فيما يتعلق بالميكروبات المرضية الأخرى فقد اتضح أن درجات الحرارة المذكورة تؤدي 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 تسلزم دقة كبيرة في الإجراء وعناية فائقة بضبط الحرارة والوقت نظراً إلى ضيق نطاق الآمن الذي لا يتجاوز في هذه الحالة بضع ثوان في حين أنه في 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 وبشكلين الطبقة القشدية على سطحه .

تأثير البسترة في العدد السكلى للبكتيريا :

إذا أجريت عملية البسترة بعناية فإنها تقتل ما يقرب من ٩٩٪ من العدد السكلى للبكتيريا الموجودة باللبن ، ولقد كان المعتقد سابقا أن عملية البسترة تقتل الميكروبات غير المتجترمة بجميع أنواعها ولا يبقى منها حياً بعد إجرائها إلا الأنواع المتجترمة ، غير أن الثابت الآن أن هذا غير صحيح وأن هذه الأنواع تلعب دورا هاما في التغيرات التي تحدث باللبن المبستر .

ومن أهم الميكروبات الغير المتجترمة التي تقاوم حرارة البسترة البطيئة أنواع خاصة من بكتريا حامض اللكتيك ، فقد دلت التجارب على أن ما يبقى من هذه البكتيريا بعد البسترة بالطريقة المذكورة يتراوح في المتوسط بين ١,٢٧٪ و ٤,٥٥٪ من عددها في اللبن الخام بحسب رتبه المختلفة .

ومن بين ميكروبات حامض اللكتيك ما يقاوم درجات الحرارة العاليه ، ذلك أن اللبن الذي يسخن إلى درجة ١٧٦ فهرنهايت (٨٠ س) يحتوى على بعض هذه الأنواع أما التسخين الى درجة ١٨٥ فهرنهايت

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

ومن بكتريا حامض اللكتيك التي توجد عادة في اللبن المبستر النوع المعروف باسم سترتوكوكس ثرموفيلس (Str. thermophilus) ، وهذا الميكروب يصعب العثور عليه في اللبن الخام لأن نموه بطيء . على درجات الحرارة العادية بالنسبة إلى نمو سترتوكوكس لاكتيس ويستدل من وجود اللاكتوباسيلس كازيبي (Lactobacillus casei) باستمرار في اللبن المصنوع من اللبن المبستر على أنه يقاوم حرارة البسترة كذلك ولو أن عددا منه يقتل في أثناء هذه العملية .

أما طائفة ميكروبات القولون فإن مقاومتها للحرارة ليست كبيرة ، ومع ذلك فإنها قد توجد أحيانا في 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 فهرنهايت في حين أن ١,٨٩ ٪ منها قاوم درجة حرارة ١٤٥ فهرنهايت فاستخلصا من هذه النتائج أن ميكروبات حامض اللكتيك المسكونة للغازات قد توجد في اللبن المبستر ، وأن مجرد وجودها فيه لا يعتبر دليلا قاطعا على عدم دقة عملية البسترة ولو أن كثرة عددها في هذا اللبن تدل غالبا على عدم بلوغ درجة الحرارة الى الحد المطلوب في أثناء التسخين أو عدم انتظام العملية .

وهناك أنواع من الميكروكوكس والسارسينا لا تقتل بسهولة بعملية البسترة ولذا يلاحظ وجودها في اللبن المبستر .

ويحتوي اللبن المبستر دائما على أنواع مختلفة من الميكروبات المتجربة نظرا إلى أنها عظيمة المقاومة للحرارة .

ومن البديهي أنه إذا سخن اللبن إلى درجات أعلى من المستعملة عادة في البسترة فإن ذلك يؤدي إلى زيادة نسبة الميكروبات المتجربة إذا قيست بالأنواع الأخرى ، لأن الحرارة العالية تبيد جميع الميكروبات غير المتجربة تقريبا فتصبح الأنواع المتجربة هي الرئيسية ، وهذه الأنواع لو سمح لها بالنمو تعطى اللبن طعما ورائحة غير مقبولين وتحدث به تغيرات غير مرغوب فيها ، إلا أن مثل هذه التغيرات لا تحدث عند حفظ اللبن على درجة حرارة منخفضة .

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

ووجود هذه البكتيريا في صهاريج الحفظ يسبب تلوث اللبن الذي يمر بها ، ولذلك يعتمد عادة في

الأحوال التي تبستر فيها كميات كبيرة من اللبن إلى وقف الجهازين 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 انخفاض التخفيف الذي حضرت منه الأطباق أو إلى عدم ملائمة تركيب البيئة أو تأثيرها للميكروبات ، وقد يعزى كذلك إلى وجود ميكروبات لا تنمو جيداً على الأجار حتى تحت الظروف المناسبة. ومن الميكروبات التي عزلت من مثل هذه المجموعات نوع أطلق عليه اسم لاكتوباسيلس ثرموفيلس (Lacto. thermophilus) كما أنها قد تسبب عن وجود أنواع من الميكروبات السبجية التي تنتج حموضة بلبينة في اللبن . والعادة أن الميكروبات الثرموفيلية تنمو على الأطباق ببيئة بمجموعات دقيقة جداً

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

وقد درس أندرسن ومينول (Anderson & Meanwell) الأسباب التي تعزى إليها كثرة وجود الميكروبات المقاومة للحرارة (Thermoduric) في اللبن فبين لهما أن عدم تعقيم الأواني والأدوات تعقياً تاماً واستعمال أقراص من السلك في التصفية دون العناية بتعقيمها ، وكذلك عدم تبريد اللبن بعد إنتاجه مباشرة ، كل ذلك مما يشجع نمو الميكروبات المقاومة للحرارة ويزيد من عددها في اللبن .

واللبن الجيد البسترة الذي لم يتعرض للتلوث عقب التسخين ، واتخذت العناية بحفظه يبقى دون تغيير مدة أطول بكثير منها إذا لم يعامل بالحرارة .

ويتوقف نوع الاختيار الذي تحدده البكتريا في اللبن المبستر على عدة عوامل منها التلوث الذي يحدث عقب التسخين ، ودرجة البسترة ومدتها ، وأنواع الميكروبات التي وجدت باللبن الخام .

مقارنة تأثير طرق البسترة في البكتريا :

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

القاهرة وشدة تلوثها إلى هذا الحد البعيد فأتضح أن الألبان التي ترد إلى معامل البسترة بالقاهرة على جانب كبير من الفدارة إذ كان مظهرها الخارجى سيئاً لوجود مواد غريبة طافية على سطحها كالتبن والذباب والشعر وقطع الروث الخ، مما يدل على الإهمال الكبير فى إنتاجها، كما أتضح من جهة أخرى أن طريقة البسترة السريعة هى المتبعة عموماً علاوة أن اللبن يعرض للتلوث بعد بسترته من مصادر شتى، أما تفوق البان المدينتين الأخريين فراجع إلى إنتاج ألبان نظيفة نسبياً 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 البستره من الوجهة البكتريولوجية، ونبحث الأسباب التى تؤدى إلى ارتفاع عدد البكتريا فى اللبن المبستر.

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

(أولاً) من حيث تأثيرها فى الميكروبات المرضية :

ذكرنا فيما سبق أنه بالنظر إلى قصر المدة التى يتعرض فيها اللبن للحرارة فى البسترة العالية فقد تميز 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 تنمى البضغ الثانى، فإذا اضطرب سير الجهاز لمدة وجيزة أصبحت العملية غير وافية بالغرض تماماً. أما الطريقة البطيئة فإنها تضمن إبادة الميكروبات المرضية لأن فيها مدة احتياطية كبيرة نسبياً تعوض أى عجز يحدث مما لا يلاحظ فى التسخين

(ثانياً) 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 مفعولاً من الثانية غير أن الثانية تمتاز بأنها لا تساعد الميكروبات الثروه وفيلية على التكاثر فى أثناء سير العملية.

وهن أهم ما يلاحظ عند مقارنة الطريقة البطيئة بالطريقة السريعة المعروفة باسم البسترة العالية (التى يعرض فيها اللبن لدرجات أعلى من ١٧٦ فهرنهايت) 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 المتجرئة من البكتريا التعفنية التى توجد باللبن فإن وجود بكتريا حامض اللكتيك فى اللبن المبستر بالطريقة البطيئة يحول دون نشاط البكتريا التعفنية، خصوصاً إذا حفظ مثل هذا اللبن على حرارة مرتفعة نوعاً فى حين أنه لو تعرض اللبن للمعامل 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.

الاعتبارات التي تنمذ في عملية البسترة :

لكي تفي عملية البسترة بالأغراض المقصودة منها يجب أن يعنى عناية تامة بنظام البناء وانتخاب الجهاز وضبطه وتنظيفه مع مراعاة العناية بإنتاج اللبن الخام المعد للبسترة ، فهذه الأمور جميعها ذات علاقة وثيقة بتأثير العملية في الميكروبات التي يحربها اللبن وبمدى التلوث الذي يتعرض له اللبن قبل البسترة وبعدها وسنتكلم فيما يلي عن أهمية كل منها باختصار : —

(أولاً) نظام البناء

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

(ثانياً) انتخاب الجهاز عموماً

يشترط في الجهاز الذي يقع عليه الاختيار على وجه العموم أن يكون من طراز تتوافر فيه المتانة والدقة وبساطة التركيب وسهولة التنظيف والتعقيم والاقتصاد في نفقات الإدارة

(ثالثاً) نوع اللبن الخام

من المسائل ذات الأهمية العظمى التي لها علاقة بالألبان المعدة للبسترة نوع اللبن الخام ومقدار نظافته ، فمن الضروري أن تراعى النظافة بقدر المستطاع في إنتاجه ، فلأن البسترة تقلل من عدد البكتيريا الموجودة باللبن إلا أن الباقي به يكون بلا شك أكثر نسبياً مما يبقى في حالة اللبن النظيف المحتوى أصلاً على عدد قليل من البكتيريا وتكون النتيجة فساد اللبن القذر سريعاً بعد بسترته أى أن مدة حفظه تكون قصيرة ، ولا تخفى أهمية ذلك من الوجهة التجارية ، ولهذا لم تكف الهيئات الصحية الأمريكية بتحديد عدد البكتيريا في 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 البكتيريا لو أجريت بسترته لما كان لهذه البسترة قيمة تذكر ، ويمكن استعماله خطراً لأن بعض المتحصلات السامة (Toxic products) التي تنتج عن تكاثر البكتيريا في اللبن قبل بسترته لا تبنيدها عملية البسترة ولا تبطل تأثيرها .

وحفظ اللبن الخام قبل البسترة مدة طويلة على درجة حرارة مرتفعة يؤدي إلى تكون نسبة عالية من الحامض أو الانزيم به في أثناء تلك المدة مما يسبب ترسب السكاكين عند التسخين ، وهذا يبق البكتيريا من فعل الحرارة إلى حد ما وبذلك لا يكون لعملية البسترة الفائدة المرجوة .

(رابعاً) استلام اللبن

ينبغي في الحوض المخصص لاستلام اللبن (وكذا في جميع أجزاء الجهاز الأخرى) أن يصنع من معدن سهل التنظيف لا يصدأ ولا يتأثر باللبن أو بالمواد المنظفة كالألومنيوم أو الصلب غير القابل للصدأ وإذا استعمل النحاس المقصود وجبت العناية بفحصه بين حين وآخر وإعادة طلائه إذا لوحظ أن أجزاء من

حاسبة القصدير قد بحيث وانكشف ماتحتها من النحاس ، ويفضل وقاية الصهرج المذكور من التلوث بالغبار أو الأقدار أو الشحم ونحو ذلك وتغطيته جزئياً وإذا جهز بشبكة معدنية لتقلب عليها أوعية اللبن فيلزم أن تكون متحركة سهلة التنظيف ، ويحسن أن يجوز بمضفاة أولية لازالة الشوائب الكبيرة كالأجزاء العليق حتى يسهل تصفيته أو تنقيته في الآلة المخصصة لهذه العملية . وإذا لم يسحب اللبن من هذا الصهرج مباشرة إلى جهاز البسترة واستعمل لحفظ اللبن مدة من الزمن قبل بسترته فينبغي أن يكون محاطاً بمادة عازلة حتى لا ترتفع حرارته إذا كان بارداً ، أو يكون مزدوج الجدران فيمكن تبريده بالماء أو بحلول ملح التبريد في أثناء الحفظ . وإذا استعملت مقليات لحفظ حرارة اللبن متائلة وتركيبه متجانساً فيلزم أن توجه عناية خاصة لتنظيف هذه المقليات .

(خامساً) مرور اللبن في المسخن

يدفع غالباً اللبن من صهرج الاستلام في المسخن والمضفاة وصهرج الحفظ بواسطة المضخة ، ومرور اللبن في المضخة قد يسبب تلوثه إذا لم يعتن بغسلها وتعقيمها تماماً ، وقد ينشأ عنه كذلك ترغية اللبن (frothing) إذا كانت المضخة غير مضبوطة ، وتكون الرعوة يؤثر في دقة عملية البسترة كما سنشير إلى ذلك فيما بعد .

(٤) (سادساً) تسخين اللبن

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

وتوقف الدرجة التي يسخن إليها اللبن على الحرارة التي يفقدها في أثناء مروره بالأنايب والمضفاة والمرشح والتي يفتردها عند بقائه بصهرج الحفظ ، ويلزم أن لا تزيد حرارة الماء المستعمل في التسخين على الحرارة التي يسخن إليها اللبن بأكثر من ٨ أو ١٠ درجات فهرنهايت مع مراعاة كبر مساحة سطح التسخين ، وإستعمال الماء الساخن مفضل دائماً على إستعمال البخار في هذه العملية حتى لا ترتفع حرارة اللبن إلى درجة عالية . ويجب إتخاذ الحيطة لمنع إتصال اللبن بالمسخن باللبن البارد أو امتزاجه بالماء عند إجرام هذه العملية في مبادل الحرارة ، كما يشترط في المسخن أن يكون سهل التنظيف .

(سابعاً) تصفية اللبن

بفضل لأجراء هذه العملية إستعمال آلات التصفية أو الترشيح المقللة التي سبق وصفها حتى لا يعرض اللبن للتلوث في أثناءها ، وتحسن تدفئة الآلة قبل استعمالها حتى لا تنخفض حرارة اللبن عند إبتداء مروره

بها ، إذ أن موضع المرشح المعتاد هو بين المسخن وصهريج الحفظ ، وينبغي تنظيم ضغط اللبن عند مروره بجهاز الترشيح حتى لا تتمزق الخرقة المستعملة ، فإذا استعمل مرشح مزدوج فيجب أن يحول مجرى اللبن من أحد جزئي المرشح إلى الجزء الثاني بين حين وآخر لفتح وإستبدال خرقة الترشيح ، ويعرف الوقت المناسب للقيام بهذه العملية بمقياس ضغط مركب في الآلة ، فإذا شوهد أن الضغط إرتفع دل ذلك على أن سرعة مرور اللبن في المرشح انخفضت بسبب إندساد فتحات الخرقة جزئيا بما تراكم عليها من الأقدار وعندئذ يحول مجرى اللبن إلى الجزء الآخر من المرشح .

وإستعمال آلات التنقية يؤدي الى تكون الرغوة ، وهذه كما قلنا تؤثر في دقة البسترة ، كما أنها تبقى في صهريج الحفظ بعد تفريغه فتكون وسطا ملائما لنمو الميكروبات الترموفيلية . وعلاوة على ذلك فالمصافي مفضلة على آلات التنقية لأنها لا تؤثر في خاصية إرتفاع حبيبات الدهن إلى السطح ، كما أنها لا تحتاج إلى استخدام قوة للإدارة كالمنقى .

والعناية بنظافة المصفاه وابقاؤها نظيفة حين الحاجة إليها مهم في منع تلوث اللبن عند مروره بها .

(٢) (الأناء) 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 ما يلاحظ في الصهريج أن تكون أركانه مستديرة لسهولة تنظيفه . وأن تكون صاماته محكمة حتى لا تخرج أجزاء من اللبن قبل انقضاء مدة الحفظ اللازمة لقتل الميكروبات المرضية تماما ، وحتى لا يعود 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 في الحالة الأولى أن يكون الغطاء مبطناً بالمادة العازلة كذلك حتى لا تتأثر حرارة اللبن على السطح في أثناء الحفظ .

وقد ذكرنا أن وجود الرغوة على سطح اللبن في أثناء الحفظ يؤدي إلى عدم دقة البسترة وسبب ذلك أن حرارة الرغوة تنخفض بسرعة أكثر من اللبن ، ولما كانت خفيفة الوزن فهي لا تنوص إلى القاع عندما تبرد ولذا فقد تبقى الميكروبات المرضية الموجودة بها حية بعد انقضاء مدة الحفظ لأن البكتيريا التي تضمها فقائيع الهواء لا تؤثر فيها الحرارة بنفس الدرجة التي تؤثر بها في البكتيريا المختاطة باللبن ذاته .

وقد دلت التجارب على أن حرارة الرغوة قد تقل عن حرارة اللبن الذي تحتها بنحو عشر درجات مئوية ، كما أنه عند مقابلة محتويات الرغوة من البكتيريا بمحتويات اللبن الذي 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 في صهريج الحفظ بتعبئته من أسفل كما هو متبع في طريقة تفريغ الهواء .

واستعمال مقلبات لمزج اللبن في أثناء الحفظ يؤدي كذلك إلى زيادة ترغية اللبن ، وإذا كان من الضروري قلب اللبن في أثناء الحفظ ليعود توزيع الحرارة منتظما فيجب أن يراعى اعتدال سرعة المقلب حتى لا يحرك

اللبن بشدة فلا تتكون الرغوة وحتى لا تؤثر سرعة التقليب في خاصية إرتفاع حبيبات الدهن إلى السطح عند تعبئة اللبن في 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 في أثناء الحفظ وقد سبق أن أشرنا إلى الضرر الناشئ عن تكون الغشاوة على السطح فهو من الأسباب المؤدية إلى مقاومة الميكروبات المرضية لعملية البسترة .

(١٠) (تاسعا) مرور اللبن إلى المبرد

يلزم اتخاذ غاية الحذر لمنع امتزاج اللبن المبستر باللبن الخام بعد خروجه من صهريج الحفظ ، ولهذا فالمضخة التي تدفع اللبن من صهريج الاستلام إلى المسخن يجب أن لا تستعمل في سحب اللبن من صهريج الحفظ إلى المبرد ، وكذلك يجب أن تكون الانابيب التي يمر بها اللبن الخام خلاف الانابيب التي يمر بها اللبن المبستر ، ويفضل عدم استعمال مضخات بعد البسترة أو في أثناء التبريد لأن تحريك اللبن الساخن بشدة يؤثر في 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 في الانابيب (المواسير) التي ينقل فيها اللبن من أجزاء الجهاز إلى أجزائه الأخرى أن تكون قصيرة بقدر الإمكان ، سهلة الفك والتركيب وليس بها زوايا أو منحنيات كثيرة تعترض سهولة تنظيفها وإلا أصبحت مصدرا لتلوث اللبن .

(١١) (عاشرا) تبريد اللبن

ولو أن البسترة المحسنة تليد نسبة عظيمة من الميكروبات التي توجد باللبن إلا أن منع نمو الميكروبات الباقية به أو التي تصل الية 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 يؤدي إلى سرعة تغيره وفساده لتكاثر ما يبقى به من الميكروبات بسرعة فقد يصل عددها إلى ما كانت عليه قبل البسترة وبذلك تصبح عماية البسترة عديمة الجدوى .

ولقد كان المعتقد في وقت من الاوقات أن تبريد اللبن لجأة بعد بسترته إلى درجة منخفضة يؤدي إلى قتل البكتريا الباقية به ، إلا أن تجارب إيرس وجونسون (Ayers & Johnson) أظهرت خطأ هذا الاعتقاد ، فقد قاما ببسترة اللبن في قنينات معقمة ثم ابراده بسرعة بإمراره في أنبوبة حلزونية (coil) معقمة محاطة بمحلول التبريد وأحصيا عدد البكتريا في الستيمتر المكعب وبذلك أثبتا أن التبريد السريع الذي يعقب البسترة لا يسبب نقصا في عدد البكتريا كما يتضح من الجدول الآتي :

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

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

وبلاحظ في عملية التبريد أن تكون سريعة بقدر الإمكان ، أما التبريد البطيء في صهاريج الحفظ فغير مرغوب فيه لأنه يسمح بتكاثر البكتيريا في أثناء هذه العملية كما يضر بتكوين الطبقة القشدية .
(٦) (عاشري عشر) تعبئة اللبن وتوزيعه

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

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

هذا ولما كانت القوانين الخاصة باللبن المبستر تنص كما قلنا على ضرورة احتوائه على أقل من ١٠٠٠٠٠ بكتيريا في السنتيمتر المكعب الواحد عند تسليمه المستهلك ، لذا يتجتم أن يحتوى اللبن بعد تمام بسترة

مباشرة على عدد يقل كثيرا عن هذا العدد والا فان محتوياته من البكتريا تتجاوز الحد القانوني إذا حفظ مدته طويلة ، أو اذا لم يعتن به في أثناء التوزيع .

(٧) (ثاني عشر) تنظيف جهاز البسترة

تنظيف جهاز البسترة من أهم العمليات التي تتوقف عليها نقاوة اللبن المستر وهذه العملية تختلف باختلاف الجهاز إلا أن النقط التي تراعى عموما هي الآتية :

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

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

وينصح البعض بمعاملة مبادل الحرارة بطريقة مخالفة نوعا للطريقة السابقة ، فيستعاض عن فكها 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 الحرارة يستدعى رفع حرارته إلى درجة غليان الماء أو مايزيد ، وأن ذلك يحدث عنه تمدده ، ولذا فقد وضع في نهاية اليد المحركة صندوق يحتوى على أربعة زمبلكات لتلافي ضرر هذا التمدد . وقد لوحظ أن الأجزاء التي 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 فكها ودعكها بالفرشاة .

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

ويستحسن إمرار ماء ساخن بالجهاز قبل إبتداء إدارته في اليوم التالى ، وهذا لا يغسل الجهاز لحسب بل يرفع حرارته كذلك فيكون معداً للعمل بعد تصفية الماء منه .

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

أثر البسترة في خواص اللبن وفي قيمته الغذائية

اختلفت آراء الباحثين منذ زمن طويل في تأثير عملية البسترة في مشتملات اللبن وفي خواصه الغذائية . وقد ذهب، بعضهم في وقت من الأوقات إلى حد اعتبار اللبن المبستر غذاء ناقصا لا يصبح الاغذاء عليه في تنشئة الأطفال تنشئة صحية وفي إمدادهم بجميع العناصر اللازمة لبناء الجسم ونشاطه ، وقد أدى تضارب الآراء حول هذا الموضوع إلى القيام بأبحاث دقيقة في السنوات الأخيرة للوقوف على مالم الطريقة البسترة البطيئة من الأثر في قيمة اللبن الغذائية . ونرى إتماما للفائدة أن نأتي هنا على ملخص نتائج هذه الأبحاث ، على أنه تحسن الإشارة أولا بإيجاز إلى ما يحدثه التسخين من أثر في خواص اللبن وتركيبه بوجه عام حتى تبين أفضلية الطريقة البطيئة على الطارق الأخرى من هذه الوجهة .

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

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

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

(رابعا) إن اللبن المعامل بالطريقة البطيئة لا يتجبن بالمنفحة بنفس السرعة التي 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 في توازن الكلسيوم والكازين (Calcium - Casein balance) وإلى تغير في طبيعة الكازين (Denaturing of Casein) ولهذا يلاحظ أن إضافة الجير إلى اللبن المسخن تسرع عملية التجبن ،

(خامسا) دلت بعض الأبحاث على أن الفوسفات الذائبة لا تتأثر بالبسترة البطيئة في 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) في أثناء البسترة .

(سادسا) أعطيت أهمية خاصة لدراسة تأثير البسترة البطيئة في ما يحويه اللبن من فيتامينات ، وتدل أحدث الأبحاث على أن فيتامين أ (Vitamin A) (الضروري لنمو الجسم والمضاد لمرض الرمد الجاف)

وكذا فيتامين د (Vitamin D) (المضاد للسكراسح) لا يتأثران إطلاقاً بهذه المعاملة، وأن مجموعة فيتامين ب (Vitamin B complex) لا يتأثر منها إلا النوع المميز باسم ب_١ (B₁) (المضاد لمرض البري بري) ولكن نسبة ما يفقد منه ضئيلة إذا قوبلت بالفقد الناتج من التعقيم الكامل الذي يبلغ نحو ٤٥ ٪. في حين أن النوع المعروف باسم ب_٢ (B₂) (وهو المضاد لمرض البلاجرا) لا يتأثر بهذه المعاملة أما فيتامين ج (Vitamin C) (المضاد لمرض الأسقريوط) فيفقد منه نحو ٣٠ ٪. بالبيسترة البطيئة وهذا الفقد أقل مما كان يعتقد سابقاً. وقد عزى هذا الفقد إلى تأثير الحرارة في وجود الهواء والعوامل المعدنية المساعدة، ولهذا اقترح لتقليل فقد هذا الفيتامين إجراء التسخين بعيداً عن الهواء، على أنه اتضح أخيراً أن الفقد المذكور لا يرجع إلى عملية البيسترة ذاتها بل هو راجع إلى تعرض اللبن للضوء قبل معاملة بالحرارة، فهذا الفيتامين يوجد في اللبن وقت الحلب على حالة حامض اسكوربيك (ascorbic acid) وإذا وجد جميعه بهذه الصورة عند البيسترة فإن التسخين لا يؤثر فيه، ولكن لما كان اللبن المعد للبيسترة يعرض دائماً للضوء فإن الأشعة القصيرة تسبب اتحاد جزء من هذا الحامض بالأوكسجين الذائب في اللبن وينتج عن ذلك حامض الاسكوربيك الثنائي الأيدروكسيل (dehydro - ascorbic acid) والحامض الأخير يتأثر بسهولة بالحرارة ومن هنا عزى التأثير السيء لعملية البيسترة في 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 البيسترة في أجهزة خالية من النحاس — كالمصنوعة من الألومنيوم مثلاً — ليس لها تأثير في فيتامين ج بشرط عدم تعرض اللبن للضوء قبل البيسترة، ونسبة ما يفقد من هذا الفيتامين بعملية التعقيم الكامل لبن تفوق كثيراً ما يفقد منه بالبيسترة إذ تبلغ في الحالة الأولى نحو ٥٠ ٪.

والآن نشير إلى نتائج التجارب التي أجريت أخيراً في معهدى ردينج بانجلترا ورويت باسكتلندا على القيمة الغذائية للبن المبستر، فقد قسمت هذه التجارب إلى ثلاثة أقسام أجرى أحدها بالمعمل وأجرى الثاني على تغذية العجول أما الثالث فخاص بتغذية تلاميذ المدارس. ففي القسم الأول من هذه التجارب وهو الذى أجرى بالمعمل واستعملت فيه الفئران ظهر أن البيسترة التجارية بالطريقة البطيئة لم تؤثر في القيمة الغذائية للبن الذى غذيت به هذه الحيوانات في الجزء الأكبر من طور النمو، وأن هذه العملية ليس لها تأثير سيء في البروتين أو الكالسيوم أو الفوسفور الذى يحويه اللبن سواء من جهة صلاحيتها لإفادة الجسم (Availability) أو من وجهة قيمتها الغذائية عموماً، بيد أنها تفقد اللبن نحو ٢٠ ٪ مما يحويه من فيتامين ج ونسبة ضئيلة من فيتامين ب في حين أنها لا تؤثر في فيتامين أ ولا ينتظر أن يكون لها تأثير سيء في فيتامين د.

أما في 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 في سرعة النمو أو في تركيب الدم. الخ وقد اختيرت العجول في هذه التجارب لأن اللبن هو غذاؤها الطبيعي فإذا انخفضت قيمته الغذائية بالبيسترة كان أثر هذا الانخفاض جلياً في نموها وتركيبها، وهذه التجارب تثبت أن ليس ثمة أهمية غذائية

كبيرة للتأثير الطفيف الذى تحدثه البسترة فى ما يحويه من أملاح الكالسيوم والفوسفور الذائبة وفى اليود . . الخ، فحامض الكلوردرىك مثلا الذى يوجد بالعصارة المعدية (gastric juice) للعجل كاف لاذابة الكالسيوم 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 بـميكروب السل .

وفى القسم الثالث وهو الخاص بتغذية تلاميذ المدارس قسم عدد كبير من تلاميذ المدارس الذين تراوح أعمارهم بين خمسة أعوام وأربعة عشر عاما إلى أربع مجموعات أعطى لأفراد الأولى منها بسكويت وللثانية ١/٢ من اللبن المبستر وللثالثة ٣/٤ يئنت من اللبن المبستر والرابعة ٢ يئنت 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 المدرس وفى مظهرهم وصحتهم العامة وقواهم العضلية باديا 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 واشنطن بأمرىكا 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 لا يقل 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 للإصابة بالأمراض .

أهمية البسترة منه اليومية للصحة العامة

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

البسترة الاجبارى لا لبان المدن إضرارا بتجارتهن لما يتكبدونه من نفقات فى إبتاع أجهزه البسترة وتركيبها وإدارتها وسنكتفى بإيراد أهم الاعتراضات الموجهة إلى عملية البسترة فيما يلى : —

(١) أن تغذية الأطفال باللبن المبستر لا تسمح بنموهم نمواً صحيحاً : ولكن التجارب دلت على بطلان هذا الزعم ، إذ أن الأطفال الذين يتغذون بلبن مبستر بدقة بالطريقة البطيئة لا ينمون نمواً طبيعياً لحسب بل أنهم أقل تعرضاً للاصابة بالاسهال الصيفى وبقية الأمراض التى تنتقل بواسطة اللبن .

(٢) أن عملية البسترة لا تبيد المتحصلات السامة التى تلتصق بالبكتريا فى اللبن : وهذا الاعتراض لا يعتبر دليلاً على عدم أهمية البسترة أو على ضررها ، لأن المتحصلات المذكورة لا تكون نتيجة لعملية البسترة بل أنها تنتج فى اللبن قبل بسترة وإستعمال مثل هذا اللبن فى التغذية سواء كان خاماً أو مبسترًا ضار بالصحة ، وعلاوة على ذلك فإن اللبن الذى يحوى هذه المتحصلات لا بد وأن يكون محتوياً على عدد كبير من الميكروبات نتيجة لسوء الطرق المتبعة فى إنتاجه وتداوله فهو لذلك لا يصلح للبسترة ولا الاستهلاك المباشر على وجه العموم .

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

(٤) تأثير العملية فى أنزيمات اللبن : ولو أن البسترة تلتف جزئياً أو كلياً بعض الأنزيمات الموجودة طبيعياً فى اللبن إلا أنه لا يوجد من الأدلة ما يثبت أن لهذه الأنزيمات أهمية فى عملية الهضم .

(٥) تأثير العملية فى الفيتامينات : قلنا أن البسترة البطيئة ليس لها تأثير يذكر فى فيتامينات اللبن سوى ما يحدث من نقص فى فيتامين - ح ، وهذا النقص يمكن تعويضه بأخذ قليل من عصير الفاكهة كالبرتقال أو الطماطم ، على أن لبن المواشى لا يعتبر على وجه العموم مصدراً جيداً لهذا الفيتامين لذا فالأطفال الذين يقتصر تغذيتهم على اللبن — سواء كان خاماً أو مبسترًا — يحسن إعطاؤهم كمية من عصير الفاكهة يومياً وذلك زيادة فى الاحتياط من الأضرار التى تنشأ عن قلة هذا الفيتامين .

ومما تقدم يرى أنه لا يوجد اعتراض هام يمكن أن يوجه إلى عملية البسترة فى الوقت الحاضر إذا أجريت بدقة على أبهى 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 مثلاً عن استخدام البسترة فى معاملة اللبن التجارى بإيرلندا هبوط نسبة وفيات الأطفال من ١٤ ٪ إلى ٤ ٪ ، كما لوحظ بأمريكا أن الأوبئة التى تفشى بواسطة اللبن قد أخذت فى الاختفاء تدريجياً فى الجهات التى يبستر فيها اللبن اجبارياً . 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 وتنق بها الهيئات الصحية تماما .

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

وقبل أن نختم هذا الكلام تحسن الإشارة الى أن من أهم المسائل الوثيقة الارتباط بالصحة العامة وضع رقابة مشددة على معامل البسترة التى يملكها الأفراد وعدم اترخيص بإدارتها وباستمرار مزاولة العمل بها وبيع ألبانها باسم ألبان مبسترة إلا إذا استوفت الهيئات الصحية بواسطة التفيتش 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 فيازم 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 ونحت 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 بياتور بياريس وبمدينة ستراسبورج ، وماهى فى الحقيقة إلا أحد التحويرات التى أدخلت على طريقة البسترة المريعة ، وفيها يسخن اللبن ثم يبرد وهو على هيئة طبقة رقيقة جدا ، فتم العمليتان المذكورتان بسرعة ولا تتعرض خواص اللبن فى الوقت ذاته لتغيرات كثيرة .

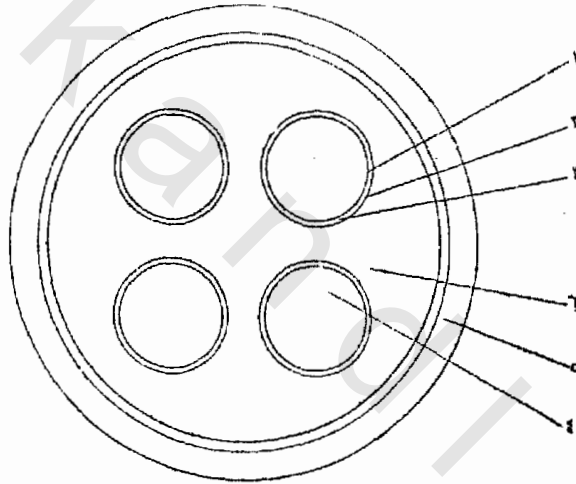
ويتركب الجهاز المستعمل فى هذه الطريقة من أنابيب مزدوجة تمر إحداها فى داخل الأخرى على أن تترك بينهما مسافة تختلف من المليمتر إلى ١٠ مليمتر وفيها يدفع اللبن بواسطة مضخة وفى أثناء مروره فى هذا الحيز الضيق يسخن أو يبرد من كلا الجانبين بماء يجرى داخل الأنبوبة الداخلية وخارج الأنبوبة الخارجية ، والجهاز مقسم الى ثلاثة أقسام أولها مخصص لتبادل حرارى اللبن الساخن واللبن الخام ويبلغ طول الأنبوب 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 ، وتصل نهايات كل مجموعة من أنابيب الأقسام الثلاثة ببعضها ببعض بوصلات ملتوية يسهل فكها وتركيبها .

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

المذكورة ثم يبرد الى درجة ٥٨ فهرنهايت .

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 عمليتي 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 العمالية بدرجاتها المختلفة على الوجه الآتى :



(شكل ٢٥) قطاع لجهاز استاسانو

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

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

ويسخن الماء قبل دخوله جهاز استاسانو بواسطة البخار فى مسخن خاص إلى حرارة لا تزيد على الحرارة

التي يرفع اليها اللب بأكثر من ١,٨ درجة فهرنهايت (درجة واحدة ستجrad) ويدخل الماء الجهاز المذكور من فتحة في طرفه ، فيمر أولاً في الجزء الداخلي من الانابيب ثم في الاسطوانة المحيطة بالانابيب ، ويعود بعدئذ الى المسخن حيث ترفع حرارته ثانية الى الدرجة المطلوبة قبل ان يمر في الجهاز مرة أخرى وهكذا ، وتجري هذه العملية بواسطة مضخة رحوية ، وتنظم حرارة الماء بواسطة ضابط خاص ، كما تسجل حرارة اللب عند خروجه من جهاز استاسانو بواسطة مسجل للحرارة .

ويعمل اللب بعد تبريده في الجهاز ذي الألواح إلى صهر يرخ خزن محاط بمادة عازلة أو إلى آلة التعمية مباشرة . والطريقة المفضلة لتنظيف الجهاز بين فترات الاستعمال هي امرار ماء بارد أولاً بكمية كبيرة في الحيز الذي يمر به اللب حتى يلاحظ أن الماء الخارج من الجهاز أصبح رائقاً تماماً ، ثم إعادة الغسل جملة مرات بمحلول الصودا المخفف ، ثم بماء مغلي ، وبعدئذ يمرر البخار في الجهاز لتعقيمه . على أنه ينصح بفتح غطاء الاسطوانة الجانبيين في كل يومين أو ثلاثة أيام ، وسحب الانابيب وغسلها مع استعمال الفرشاة .

ومن أهم مميزات هذه الطريقة ما يأتي : —

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

(٢) أن التسخين يجري في حين محصور بعيداً عن الهواء .

(٣) أن سطح التسخين كبير نسبياً لأن المادة المستعملة في التسخين هي الماء لا البخار ، فلا يكون هناك خطر من ارتفاع الحرارة أكثر من اللازم .

وقد أجريت عدة أبحاث على هذه الطريقة في معهد أبحاث الايمان الدنمركي نورد هنا أهم النتائج التي استخلصت منها : —

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

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

(٢) أنها تقتل حوالي ٩٩ ٪ من العدد الكلي للبكتريا التي توجد في اللب بشرط العناية التامة بتنظيف جميع أجزاء الجهاز .

(٣) أنه لا يحصل فقد نتيجة التبخر لأن العملية تجري كما قلنا في غير وجود الهواء .

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

(٥) أن تكون الطبقة النشدية على سطح اللب المعامل بهذه الطريقة أفضل منه في حالة اللب المعامل بالبسترة العالية ولكنه أقل نوعاً منه في حالة اللب الخام .

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

- (٧) أن هذه الطريقة لاتضر بمحتويات اللبن من الكالسيوم أو الفوسفات أو فيتامين (١) أو (ب) ، ولا تحول إلا نحو ٨٪ من الألبومين الذائب إلى حالة غير ذائبة .
- (٨) أن اللبن المعامل بطريقة استاسانو مدة تجفيفه بالمنفحة لاتتأثر إلا بنسبة بسيطة ليست ذات أهمية من الوجهة العملية في صناعة اللبن .
- (٩) أن هذه الطريقة تفضل الطرق الأخرى من حيث استهلاك البخار والقوة والماء .
- (١٠) أن الجهاز المستعمل فيها يحتاج إلى عناية خاصة في التنظيف .
- ومن أهم عيوب هذه الطريقة صعوبة تنظيف الجهاز باتقان ولا ينجى مالمذا العيب من أهمية في نتيجة عملية التعقيم الجزئي . وقد استعمل جهاز من هذا النوع بأحد معامل القاهرة ولكن استغنى عنه بعد مدة غير طويلة نظرا إلى المشقة التي صادفها أصحابه في فك أجزاء الجهاز وتركيبها وضبطها مما يؤدي إلى عدم دقة عملية التنظيف ورداءة اللبن الناتج .
- أما العيب الثاني فهو احتمال مرور أجزاء من اللبن دون تسخينها إلى الدرجة المطلوبة نظرا إلى عدم تأثير الحرارة في الميكروبات المرضية التي 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 في تسخين اللبن سواء بفحصها أو بعمل الاختبارات البكتريولوجية في اللبن الذي عومل فيها فقد استنبطت عدة طرق لتفريق اللبن المسخن عن اللبن الحام أو عن اللبن الذي لم تبلغ حرارته درجة معينة في أثناء التسخين ، وقد بقيت هذه الاختبارات جميعها على تفاعلات تنتج عن عمل الانزيمات الطبيعية التي يحويها اللبن وستورد هنا أهم هذه الاختبارات :

أول : 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 فهرنهايت (٨٠ سنتيجراد) وهي الدرجة المعترف بها في البسترة السريعة في بعض البلدان ، والتي يفرض القانون في الدنمرك تسخين اللبن للفرز إليها قبل استعماله في تغذية العقول لوقايتها من مرض السل .

ونظريه هذا الاختبار تنحصر في أنه يوجد باللبن انزيم البيروكسيداز (Peroxidase) الذي يبطل مفعوله إذا سخن إلى الدرجة المذكورة أو إلى درجة ١٦١,٦ فهرنهايت (٧٢ س) لمدة ثلاثين دقيقة ، فإذا لم يتحلل فوق أكسيد الايدروجين عند إضافته إلى اللبن دل ذلك على أن اللبن قد سخن إلى درجات تزيد على الدرجة المذكورة أي أن بسترته كانت تامة .

ويجرى الاختبار كما يلي :

توضع ٥ سنتيمترات مكعبة من اللبن المراد اختباره في أنبوبة اختبار نظيفة وتضاف إليها نقطتان من محلول فوق أكسيد الأيدروجين قوته ١٠٪. ونقطتان من محلول مائي للبارافينيلين الثنائي الأمين (Paraphenylenediamine) قوته ٢٪. ويرج المزيج فان ظهر سريعا لون أزرق أو بنفسجي 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 الذي يظهر بعد انقضاء وقت طويل فليس له أهمية ولا يغرب عن البال أن هذا الاختبار لا يصلح 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) ودو يجرى كالآتي :

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 البنفسجي إذا كان خاما أو لم تبلغ حرارته في أثناء التسخين درجة ١٧٦ فهرنهايت ، 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 فهرنهايت تفسد نتيجة هذا الاختبار .

وقد يجرى الاختبار في مصل اللبن (milk serum) أى الشرش الذى يحضر كالآتي :

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

ويقشأ لون اللبن الخام عند تأكسد مادة البارافينيلين الثنائي 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 :

أ - بارافينيلين ثنائي الأمين - جرام واحد .

ماء مقطر - ١٢ سنتيمترا مكعبا .

ب - جوايا كول متيلور (Crystalline guaiacol) - ٤ جرامات .

كحول قوة ٩٦٪ - ٤ جرامات .

ج - محلول بي كبريتيت الصوديوم (Sod. bisulphite)

ولتحضير هذا الكاشف يمزج المحلولان أ 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 .

ثانياً : اختبار الأميليز

Amylase Test

استنبط أيضاً روثنفوسر هذا الاختبار وحوره جولد (Gould) وهو مبني على أن باللبن إنزيم الدياستاز أو الأميلاز ، وهو يحال النشاء تحليلاً مائياً إلى مولتوز (Maltose) ، وينتج في أثناء التحلل جملة منتجات وسطية يعطى كل منها لونا مخالفاً للآخر عند معاملة باليود ، وتدرج هذه الألوان من البنفسجي الأحمر إلى الأصفر .

ويضعف فعل هذا الإنزيم إذا عرض لحرارة تبلغ حوالي ١٤٥,٥ فهرنهايت (١٣ س) وينعدم تماماً إذا زادت الحرارة على تلك الدرجة .
ويجرى الاختبار كالآتي :—

توضع ٣٠ سنتيمترا مكعباً من اللبن المراد اختباره في إحدى أنابيب آلة الطرد المركزي ويضاف إليها ١,٨ سنتيمترات مكعبة من المحلول المشبع لحلات الرصاص القاعدية ، ويمزجان جيداً ، ثم يضاف إلى الخليط سنتيمتران مكعبان من الكلوروفورم الخالي تماماً من حامض الكلورودريك ، ثم يعاد المزج ، وتدار الأنبوبة في آلة الطرد المركزي بسرعة ٣٠٠٠ دورة في الدقيقة لمدة تختلف بين خمس عشرة وعشرين دقيقة ، وتمزج ١٠ سنتيمترات مكعبة من المصل الناتج مع نصف سنتيمتر مكعب من محلول النشاء القياسي ويوضع المزيج في حمام مائي على درجة ٣٧ س لمدة أربع ساعات ، وبعد انقضاء هذه المدة يصب ١,٥ سنتيمتر مكعب من المزيج في أنبوبة صغيرة ، ويضاف إليه ١,٥ سنتيمتر مكعب من محلول اليود بسبب أساسي ويلاحظ اللون الناتج فإذا كان اللون أزرق دل ذلك على أن اللبن قد سخن إلى درجة أعلى من ١٤٠ فهرنهايت (٦٠ س) لمدة ثلاثين دقيقة ، وإذا كان أحمر أو برتقالي دل ذلك على أن حرارة التسخين لم تبلغ الدرجة المذكورة ، وأن مدة التسخين (أي الحفظ على الدرجة المذكورة) لم تكن كافية ، أو أن اللبن المبستر قد امتزج به قليل من اللبن الخام ، أما إذا كان اللون أصفر فعني ذلك أن اللبن لم يسخن إطلاقاً أو سخن إلى درجة أقل من ١٢٢ فهرنهايت (٥٠ س)

ومن أهم الاحتياطات التي تتخذ في هذا الاختبار ضرورة خلو الأدوات التي يلامسها اللبن من الأحماض خلواً تماماً ، وسرعة فحص لون المحلول عقب إضافة اليود ، واختبار اللبن المبستر قبل إنقضاء أربع وعشرين ساعة من وقت التسخين .

وما يلاحظ في هذا الاختبار أنه غير ملائم تماماً لمعرفة أثر البسترة الدقيقة إذ أنها تجري كما قلنا على درجة تختلف بين ١٤٥ و ١٥٠ فهرنهايت لمدة ثلاثين دقيقة .

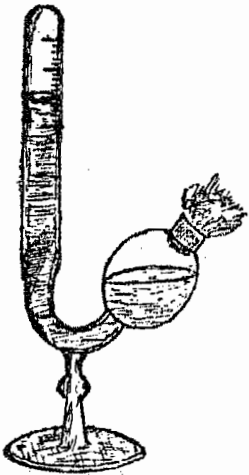
ملاحظة : يحضر محلول النشاء بطحن ١٠ جرامات من النشاء مع ١٠ سنتيمترات مكعبة من الماء ، ثم إضافة ٥٠٠ سنتيمترا مكعباً من الماء المغلي إليها ، ويغلي الجميع لمدة ١٠ دقائق ، ثم تضاف ١٥٠ سنتيمترا مكعباً من الجليسرين النقي ، ويستمر الغلي لمدة ١٠ دقائق أخرى ، وتضاف بعدئذ ٥٠ سنتيمترا مكعباً من محلول كلورور الصوديوم (قوته ١٢٪) مع التقليب ثم ٥ سنتيمترات مكعبة من محلول أيديروكسيد الصوديوم

١/٤ أسامى ، 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 سنتيمترا 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 مترتوكوكس لاكتس والميكروبات غير الهوائية ، وسنشرح فى الجزء الثالث كيفية استعماله فى اختبار اللبن عموما ، أما استعماله فى اختبار اللبن المسخن فنبين على أن هذا الانزيم يتلف فى اللبن اذا سخن الى درجة ١٥٠,٨ فهرنهيت (٦٦س) لمدة ثلاثين دقيقة أو الى 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 تسميث الاختبارية (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 .



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

واللبا والقشدة وكذا اللبن الناتج من ماشية مصابة بالتهاب الضرع تحتوى

(شكل ٢٦)

كلها على كمية كبيرة من أنزيم الكاتالاز الفسبة إلى كترة ما تحويه من خلايا أنبوبة تسميث الاختبارية حيوانية ، أما اللبن الطبيعى الذى يحتوى على عدد كبير من مترتوكوكس لاكتس فلا يحتوى إلا على كمية صغيرة من الكاتالاز .

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

(رابعة) اختبار شاردنجر

Schardinger's Test

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

يضاف سنتيمتر مكعب واحد من كاشف شاردنجر إلى ٢٠ سنتيمترا مكعبا من اللبن المراد اختباره في أنبوبة اختبار ، وهذه تسخن في حمام مائي إلى درجة ٩٨,٦ فهرنهايت (٣٧ س) ، ثم تحفظ الأنبوبة في محضن على الدرجة المذكورة حتى تزول زرقة الكاشف .

وكاشف شاردنجر يحتوى على أزرق الميثيلين وفورمالدهيد . والاساس 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 فهرنهايت (٦٣ س) لمدة ثلاثين دقيقة في حوالى خمس وعشرين دقيقة ، أما اللبن المسخن إلى درجات تتراوح بين ١٥٨ و ١٥٠,٨ فهرنهايت (٦٦ - ٧٠ س) لمدة ثلاثين دقيقة فيزول لونه في حوالى خمسين دقيقة ، وإذا سخن إلى درجة ١٦٧ فهرنهايت (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 إضافة كميات أكبر من ذلك فتفسد النتيجة . ملاحظة : يتركب كاشف شاردنجر كما يأتى :

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

(خامسة) اختبار الفوسفاتاز

Phosphatase Test

استنبط هذا الاختبار كاي وجراهام (Kay & Graham) في سنة ١٩٣٣ ثم أدخلت عليه منذ ذلك 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 لآى خطأ يقع في 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 الفوسفناز ، وأنه يمكن الاستدلال على وجوده من قدرته على تحليل إسترات حامض الفوسفوريك (Phosphoric esters) تحليلا مائيا تحت ظروف مناسبة ، وقد ظهر بعدئذ أن هذا الإنزيم 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 الإنزيم 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 فإنه يتحلل تحليلا مائيا بسهولة ، وذلك بفعل إنزيم الفوسفناز ، فينتج فينول منفرد وهو مادة لا توجد طبيعيا في اللبن كما تنتج فوسفات غير متحدة ، وعند ما يتفاعل الفينول الناتج من كاشف فولن لاختبار الفينول (Folin's phenol reagent) المضاف كذلك الى اللبن فإنه ينتج مركب أزرق اللون يمكن تقدير كميته بالمقارنة بألوان قياسية (Colorimetrically) .

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

الأدوات اللازمة للاختبار

- (١) يستعمل في قياس اللون جهاز بسيط بالمقارنة (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 سقيجراد) .
- (٤) محضن حرارته ٩٨,٦ — ١٠٠,٤ فهرنهيت (٢٧ — ٣٨ سقيجراد) .
- (٥) ماصات سعة كل منها ٥,٥ سنتيمتر مكعب (يستعمل لكل عينة ماصة خاصة) .
- (٦) بضع سحاحات لقياس المحاليل اللازمة للاختبار ، وبضع أنابيب اختبار سميكة قطرها ٨ بوصة عليها علامة تبين سعة قدرها ١٠ سنتيمترات مكعبة ، علاوة على سدادات من المطاط وأقماع زجاجية مناسبة لأوراق الترشيح السابقة الذكر .

المحاليل اللازمة للاختبار :

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

جديد قبل الاستعمال ، ولذا فقد جهزت أقراص (١) خاصة لهذا الغرض ، يذاب كل منها في 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 ، وينبغي وقايته من الغبار والمعادن والمواد المختزلة .

(٣) محلول من كربونات صوديوم نقي غير مائي 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 في تمييز الأخطاء البسيطة في عملية البسترة ، أما الثانية فبطيئة نسبيا حيث لا يمكن الوصول إلى نتائجها قبل إنقضاء ٢٤ ساعة ، ولكنها تمتاز بدقتها وقدرتها على إظهار الأخطاء الصغيرة في العملية وهي أكثر استعمالا من الطريقة الأولى .

طريقة (١) :

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

(٢) تبرد الأنبوبة بخمسها في الماء البارد إلى درجة تتراوح بين ٥٩ و ٦٨ فهرنهايت (١٥ و ٢٠ س)

(٣) يضاف إلى المزيج السالف الذكر ٥,٤ 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 في ماء مغلي ، ويستمر غليه لمدة خمس دقائق ، ويعاد ترشيحه ويعبأ في الأنبوبة الخاصة بالجهاز لغاية علامة ٢,٥ سنتيمتر .

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

وينبغي أن يجرى هذا الاختبار في نماذج مزدوجة وفي نفس الوقت يجرى على أنبوبتين للمقابلة (Control) يحضران بالكيفية الآتية : —

(١) تمزج ١٠ سنتيمترات مكعبة من المحلول المنظم و ٥,٤ سنتيمترات مكعبة من كاشف فولن وسيوكالتو و ٥,٥ 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 في ماء مغلي لمدة خمس دقائق ثم يرشح المزيج في الأنبوبة الخاصة بالجهاز .

(٣) يقابل بين لون السائل المرشح والالوان القياسية .

تفسير النتائج المحتمل علمها من طريقة « ا »

إذا ظهر لون أزرق باهت في كل من الأنايب الأربعة دل ذلك على أن اللبن قد سخن ، وإذا ظهر أن زرقه أنبوبي المقابلة كثيرة نوعا فإن ذلك يدل على جواز وجود ميكروبات منتجة للفينول في اللبن ، وهذا لا يحدث في اللبن المبستر الذى حفظ على درجة منخفضة عقب البسترة . فإذا كان اللبن المستعمل طازجا وأجريت بسترة بدقه ثم يرد الى درجة ٥٥ فهرنهيت ، وحفظ بعدئذ على درجة لا تزيد على ٦٥ فهرنهيت لمدة لا تتجاوز ثمانى عشرة ساعة فإن أنبوبي المقابلة لا تظهران غير زرقه بسيطة .

وإذا وجد أن زرقه أنبوبي المقابلة باهتة في حين أن زرقه أنبوبي الاختبار الأصلية واضحة (أى تزيد زرقتهما على اللون القياسى رقم ٢,٣) فيمكن الجزم بعدم إجراء البسترة على الوجه الأكمل ، وإذا كانت زرقه الأنبوبين شديدة (أى تزيد على الزرقه القياسية رقم ٦) فمن المحتمل عندئذ أن اللبن لم يسخن إطلاقا وقد يمكن الاستغناء عن تحضير أنايب المقابلة بعد الترن السكافي على إجراء الاختبار والتعود على ملاحظة نتائج بدقه .

ومع أن شدة زرقه الأنايب (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 ، فإذا بستر اللبن مثلاً على درجة ١٤٠ فهرنهيت بدلا من ١٤٥ فهرنهيت فإن لون الأنايب لا يتعدى الزرقه الباهتة (أى يقل عن رقم ٢,٣) فلو أريد الحصول إذاً على معلومات أوفى من السابقة فتتبع الطريقة ب.

طريقة (ب)

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

(٢) تضاف ٣ نقط من الكلورفورم الى الأنبوبة وتحفظ على درجة ٩٨,٦ أو ٤٠٠ فهرنهيت (٣٧ أو ٣٨ س) لمدة ٢٤ ساعة .

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

تفسير نتائج طريقة ب :

إذا كانت زرقه أنبوبي 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 الزرقه باهتة (أى أقل من الرقم ٢,٣) فإن اللبن يكون جيد البسترة بالتحقيق وكلما زادت زرقه اللون في الأنايب كان الخطأ في العملية أكبر .

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

(١) تسخين اللبن إلى درجة ١٤٥ فهرنهيت ، إلا أنه لم يحفظ على هذه الدرجة المدة المقررة وهي ثلاثون دقيقة ، وإنما 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 الأبحاث التي أجريت على هذا الاختبار قد دلت على إمكان استعماله بنجاح في فحص الألبان المبسترة بالطريقة السريعة المعروفة باسم « البسترة على حرارة عالية لمدة قصيرة » .

كما وجد أن الحرارة ومدة التسخين اللازمتين لقتل ميكروب السل - وهو يعتبر أكثر الميكروبات المرضية مقاومة للحرارة — هما أقل في جميع الأحوال مما يلزم لوقف عمل هذا الانزيم ، فقد اتضح من تجربة اختبار فيها ١٥ نموذجاً من اللبن المبستر التجاري (أعطت كلها نتائج سلبية في اختبار الفومفتاز ، بالحقن في الأرانب الهندية فلم تعط واحدة منها نتيجة إيجابية في الاختبار الأخير .

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

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

الباب التاسع

الطرق المتبعة في حفظ اللبن

تكثيف اللبن وتجفيفه ومعاملة بالكهرباء وبعض الطرق الأخرى

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

(أولاً) التكثيف — (ثانياً) التجفيف — (ثالثاً) المعاملة بالكهرباء — (رابعاً) المعاملة بالأشعة فوق البنفسجية — (خامساً) إضافة المواد الحافظة وستتكمّل فيما يلي عن هذه الطرق الخمس وأثر كل منها من الوجهة البكتريولوجية -

أولاً — تكثيف اللبن

تكثيف اللبن (Condensation) أو تركيزه (Concentration) عملية ترمي إلى إزالة الجزء الأكبر من مائه بالتبخير، واللبن المكثف الجيد الصنع الناتج عن هذه العملية له ميزات وفوائد عدة ، فهو يبقى مدداً طويلة دون أن يتطرق إليه الفساد ، أي أن مدة حفظه أطول بكثير من مدة حفظ اللبن السائل كما أنه أوفى وأقل كلفة منه في التخزين والنقل من مكان إلى آخر نظراً إلى أنه يشغل حيزاً صغيراً نسبياً ، وعلاوة على ذلك فعلمية التكثيف تمكن من حفظ الكميات الزائدة عن الحاجة في أشهر السنة التي يكثّر فيها اللبن وينخفض ثمنه كما تمكن من خزن هذه الكميات لتستهلك في الأوقات التي يقل فيها اللبن ويرتفع سعره ، أو تصدر إلى الجهات التي تفتقر إلى اللبن الطازجة ، أو التي لا يوافق جوها أو موقعها الجغرافي تربية مواشي الحليب أي 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) د د غير المحلى أو اللبن المتبخّر (Evaporated Milk)

ويختلف النوعان رئيسياً في أن الأول تضاف إليه نسبة عالية من السكر في أثناء صنعه ، وسنذكر فيما يلي باختصار الخطوات المتبعة في صناعة اللبن المكثف ، ثم نشرح أثر طرق الصناعة المختلفة في محتويات اللبن من البكتريا .

(١) اللبن المكثف المحلى

يصنع 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 ما يقرب من درجة الغليان (حوالى ١٩٠ فهرنهايت) أو يستر أحياناً 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 لا يؤثر 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 .

وتتراوح ضغط البخار المستعمل فى تسخين اللبن بين ١٥ و ١٥٠ رطلا للبوصة المربعة حسب الظروف ، ويغلى اللبن فى جهاز التكثيف على درجة من ١٣٠ إلى ١٤٥ فهرنهايت 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 مقليات أو يمرر اللبن أحياناً 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 فهرنهايت ، وأخيراً يعبأ فى أوعية معقمة تفعل بعدئذ بإحكام .

(٢) اللبن المكثف غير المحلى

تتمثل طريقة صنع هذا اللبن الطريقة السابق شرحها ، وهو يصنع إما من لبن كامل الدهن أو من لبن الفرز ، فبإدخال تعديل نسبة مشتملاته يسخن أولاً ، ثم يكثف إلى ثلث حجمه تقريباً فى فراغ جزئى ، وإذا كان مصنوعاً 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 ومقمتهم ببخار تحت الضغط فى معتم خاص أو فى أوتوكلاف على درجة تختلف من ٢٤٠ إلى ٢٤٥ فهرنهايت

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

ويستعمل اللبن المكثف بنوعيه بعد مزجه بالقدر المناسب من الماء للاستهلاك في الأغراض التي يستعمل فيها اللبن السائل أو يستخدم في صنع المشاجات والحلوى والخبز .

أمر عملية التكميف في محتويات اللبن من البكتريا

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

بجودة اللبن الخام هي أحد العوامل التي يتوقف عليها نجاح هذه الصناعة ولذلك تشترط أغلب مصانع اللبن المكثف نسبة خاصة لنظافة الألبان التي 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 إليه حتى لا ترتفع حموضته أو يزيد عدد البكتريا فيه كثيراً .

وللتسخين الأولى عدة مزايا أهمها قتل البكتريا وإتلاف الأنزيمات التي قد تسبب تفاعلات بطيئة وتسهل إذابة السكر في اللبن المحلى وتمنع احتراق اللبن عند ملامسته للسطوح الساخنة في المكثف وهو الذي يكسبه طعم المواد المطبوخة أحياناً .

ومن أهم ما يلاحظ في هذه العملية أن تجرى على درجة تكفل إبادة الغالبية العظمى من الميكروبات التي يحويها اللبن بحيث لا يبقى به بعدها إلا نسبة ضئيلة من العدد الأصلي ، مع القضاء على الميكروبات المرضية التي قد توجد باللبن الخام .

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

وجود السكر بالنسبة العالية التي ذكرت في الكلام عن اللبن المكثف المحلى يقيه من فعل البكتريا ، ولذا فإن هذا اللبن لا يعقم بعد صنعه رغم عدم خلوه من البكتريا الحية خلواً تاماً ، إذ يعتبر السكر في هذه

الحالة كمادة حافظة ويرجع عدم نشاط البكتيريا في هذا اللبن إلى بلزمتها نظراً إلى إرتفاع الضغط الأسموزي للحلول السكرى المركز تركيزاً عالياً إذا قيس بالضغط الأسموزي للخلية البكتيرية ، فإذا خفف هذا اللبن بالماء أمكن للبكتيريا أن تنشط وتتكاثر وتحدث به تغيرات سريعة ، لذلك ينبغي دائماً عدم تخفيف اللبن المكشف المحلى إلا وقت الحاجة . واللبن المكشف المحلى يبقى دون تغير مدداً طويلة جداً حتى ولو لم تكن أوعيته محكمة الإقفال ومحفوظة على حرارة تساعد على نمو البكتيريا .

أما اللبن المكشف غير المحلى فإن خاصية حفظه تتوقف كلية على إبادة ما يحويه من بكتيريا بالحرارة التى يعرض لها في عملية التعقيم الأخيرة ، لأن الماء والمواد الغذائية الموجودة بهذا اللبن تجعله وسطاً صالحاً لنمو الكثير من أنواع البكتيريا ، حيث أنه لا يضاف 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 ينبغي أن تستخدم فيها حرارة تكفى لإبادة البكتيريا وجراثيمها ، وأن تدار الأوعية في المعتم لضمان توزيع الحرارة بانتظام ، وتختلف عادة درجة الحرارة والمدة اللازماتان للتعقيم باختلاف نوع اللبن وحجم الأوعية التى يعبأ فيها .

واللبن المكشف غير المحلى الجيد التعقيم يبقى دون تغير مادامت آفته محكمة الإقفال ، ولكنه بعد فتح الآنية يتطرق إليه التلف إذا لم يستعمل في مدة قصيرة ، ومن المهم وقاية هذا اللبن من التلوث وحفظه على حرارة منخفضة حتى يستهلك جميعه .

والأصلح دائماً أن تحفظ الأوعية عقب تعقيمها في المصنع لمدة بضعة أيام على درجة ملائمة لنمو البكتيريا كي يمكن مراقبتها فيعدم التلف منها الذى ينفخ أو ينفجر نتيجة تكون غازات بداخله ، ومثل هذا العيب يحدث بفعل بعض أنواع البكتيريا ، ويدل على عدم كفاية التعقيم أو على تلوث الأوعية عقب العملية المذكورة إذا كانت غير محكمة الإقفال .

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

(ثانياً) تخفيف اللبن

تخفيف اللبن (Drying) عملية يقصد منها إزالة كل ما يحويه من ماء تقريباً بالتبخير ، وتحويله إلى مسحوق يشتمل على العناصر الغذائية الصلبة الموجودة في اللبن أصلاً بحالتها الطبيعية بقدر الامكان ، بحيث يمكن حفظها لمدة أطول بكثير من مدة حفظ اللبن السائل وجعلها في المتناول خلال جميع أوقات السنة في مختلف الأنحاء . وهذا اللبن يطلق عليه اسم اللبن المجفف أو مسحوق اللبن وهو يشبه في ميزاته وفوائده اللبن المكشف السائل المذكور وبصنع بجملة طرق نلخص أهمها فيما يلى :

(١ - طريقة الاسطوانات

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

الطرفين بغطاء لمنع تسرب البخار ، ويسخنان من الداخل ببخار تحت ضغط يتراوح بين ٧٠ و٤٠٠ رطلا للبوصة المربعة (في المتوسط ٥٠ رطلا) يمر من أنبوتين (ماسورتين) تنفذ كل واحدة منهما من وسط المحور المركبة عليه الاسطوانة ، وهما مفرعتان من أنبوبة تحمل البخار من القزان . والاسطوانتان موضوعتان بحيث تدوران معاً في اتجاهين متعاكسين ، أى أن كلا منهما تدور إلى الداخل وبينهما مسافة بسيطة جداً لا تتجاوز عادة ٠,٣ م. من البوصة .

وعند ابتداء تشغيل الجهاز تدار الاسطوانتان بسرعة تتراوح بين ١٢ و١٦ دورة في الدقيقة ، ثم تسخنان بامرار البخار فيهما وهو تحت الضغط المطلوب ويصب اللبن المراد تجفيفه من أنبوبة في الفجوة المحصورة بين سطحى الاسطوانتين فيتبخر ما يحويه من ماء بالحرارة المنبعثة من البخار الموجود بداخل الاسطوانتين ، ويتم جفاف اللبن بعد بقاءه على الاسطوانتين حوالى ثلثى دوره ، فتكشط المواد الصلبة التى على الاسطوانتين بواسطة سكين تعمل على سطح كل منهما ، وأخيراً يجمع اللبن الجفاف الناتج الذى يكون على هيئة أوراق رقيقة في وعاء موضوع أمام كل من الاسطوانتين ثم يسحق ويغربل .

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

(٢) طريقة الرشاش

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

وتتلخص هذه الطريقة في أن اللبن بعد استلامه واختباره يسخن مبدئياً إلى حوالى درجة ١٤٠ فهرنهايت أو يبستر بالطريقة البطيئة ، وأما أن يمر بعد ذلك إلى الرشاش (Atomiser) مباشرة أو إلى مكثف ، وبعد تركيزه بنسبة ٢ : ١ ، في حالة اللبن الكامل الدهن أو ٤ : ١ ، في حالة لبن الفرز يرش على هيئة رذاذ في المجفف (Drying Chamber) ، والهواء الذى يستخدم في التجفيف يمر في مرشح ثم في مسخن ترفع فيه حرارته إلى درجة تتراوح بين ٣٠٠ و٣٠٠ فهرنهايت ، ثم يدفع بواسطة مروحة إلى المجفف فيختلط برذاذ اللبن ويتبخر الماء سريعاً ويسقط الرذاذ على هيئة ذرات جافة إلى قاع المجفف ، وتمر بعض الذرات مع تيار الهواء فتحتجز في أكياس مرشحه . ويتسبب عن اختلاط الهواء الساخن برذاذ اللبن انخفاض درجة حرارة الهواء إلى حوالى ١٧٠ أو ١٨٠ فهرنهايت .

ويستعمل اللبن المجفف الناتج بكليتا الطريقتين في أغراض عديدة ، فالمسحوق الكامل الدهن عند مزجه بالقدر المناسب من الماء يصير قريب الشبه جداً باللبن الطازج في تركيبه وخواصه ويستعمل عوضاً عنه في

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

أثر عملية التجفيف في مخنوبات اللبن معه البكتيريا

لما كانت جودة مسحوق اللبن تتوقف إلى حد كبير على نوع اللبن السائل المصنوع منه ومقدار تعرضه للتلوث بالبكتيريا ، فإن مصانع اللبن المجفف والاغذية اللبنية تعنى عناية خاصة بفحص الالبان التي ترد اليها من مختلف المنتجين فحصا بكتريولوجيا للوقوف على مبلغ العناية التي اتخذت في جميع أدوار إنتاجها ، كذلك تهتم بفحص المسحوق عقب صنعه مباشرة وبعد تعبئته ، وفي فترات منتظمة في أثناء خزنه بقصد الاطمئنان إلى دقة الطرق المتبعة والوقوف على مقدار التلوث الذي تعرض له المسحوق في أثناء العمليات التي تعقب تجفيفه . وبما لاشك فيه أن الحرارة التي يعرض لها اللبن إبان تجفيفه يفتج عنها انخفاض كبير في عدد البكتيريا الموجودة أصلا باللبن ، فإذا عني بإنتاج اللبن الخام وكان من نوع جيد أمكن ان يصنع منه مسحوق لا يحتوي إلا على عدد ضئيل من البكتيريا بشرط اتخاذ الحيلة لمنع التلوث الذي قد يحدث عقب عملية التجفيف . كما أن اللبن المجفف إذا روعيت العناية التامة في إنتاجه وحفظه فلا يكون عرضة للتلف بفعل البكتيريا لأن نسبة الرطوبة تكون فيه أقل بكثير مما يسمح بنشاط البكتيريا ، ولهذا فقد ظهر في كثير من التجارب أن عدد البكتيريا في مسحوق اللبن لا يزداد على ما كان عليه عند الانتهاء من تعبئته ، بل أنه يتناقص بمضي الزمن بصرف النظر عن الطريقة التي صنع بها المسحوق وهو من هذه الوجهة يختلف عن اللبن السائل ، إذ من المعلوم أن البكتيريا التي توجد بالآخر تزايد كلما طال الوقت .

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

وارتفاع عدد البكتيريا في اللبن المجفف يأتي على الأغلب من التلوث في أثناء العمليات التي تجري عقب التجفيف كالطحن أو الغرلة أو التعبئة . . ألخ ، فقد أمكن الحصول على نماذج من المسحوق أخذت عقب التجفيف مباشرة لا تحتوي إلا على ١٠٠ بكتيريا في الجرام الواحد ، مع أن اللبن الأصلي كان يحتوي على بضعة ملايين من البكتيريا في السنتيمتر المكعب .

وقد ظهر بجلاء من تجارب دقيقة أجريت على المسحوق المحضر بطريقة الاسطوانات أن عدد البكتيريا يزداد تدريجاً من جراء التلوث في أثناء العمليات الآتية الذكر ، وفيما يلي نتائج تحليل بعض المساحيق التي فحصت في هذه التجربة :

الرقم	عدد البكتريا في الجرام الواحد		
	عقب التجفيف مباشرة	بعد الغريلة	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 لبننا كان يحتوى على ١٤١٢٠٠٠٠ بكتريا في السفنيمتر المكعب ، وعند ما جفف بطريقة الرشاش انخفض العدد إلى ١٠١٠٠ في الجرام الواحد من المسحوق عند جمعه من المجفف ، ولكن عدد البكتريا عاد فارتفع إلى ١٥٤٠٠٠ في الجرام عند ما فُحص بعد تمام تعبئته في الصناديق التى عرض فيها للبيع .

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

وقد قلنا أن مسحوق اللبن يحتوى على أنواع متباينة من البكتريا ولو أن عددها يختلف كثيراً في المساحيق المتنوعة . ووجود البكتريا في المساحيق راجع كما ذكرنا سابقاً إلى قدرة بعضها على احتمال الحرارة التى يعرض لها اللبن عند التجفيف ثم إلى التلوث في أثناء إعداداته النهائية ، وقد ظهر من بحث أنواع البكتريا التى توجد بالمساحيق أن طريقة التجفيف بالأسطوانات الساخنة تنيد على الأغلب جميع الأنواع غير المتجربة مهما كبر عددها ، وهذه تشمل الكثير من الأنواع الضارة كميكروبات القولون والميكروبات المرضية الخطرة ، ولكنها لا تهلك الأنواع المتجربة كلها رغم أنها تخفض من عددها بنسبة كبيرة ، ولذلك يتخذ أحياناً من عدد الميكروبات المتجربة في المسحوق دليلاً على مقدار نقاوة اللبن الخام الذى استعمل في عملية التجفيف . والميكروبات المتجربة التى يكثُر وجودها هي من النوعين باسلس ميزنتريكس (B.mesentericus) وباسلس سنلس (B. subtilis) ، كما وجد بهذا المسحوق كذلك أنواع من البكتريا السكرية والخمائر والفطر انتقلت اليه نتيجة التلوث في العمليات التى أعقبت التجفيف .

أما المسحوق المصنوع بطريقة الرشاش — وهو الذى لم يعرض لحرارة عالية — فيحتوى على نسبة كبيرة من البكتريا المكونة للحماض علاوة على الأنواع التى توجد في حالة اتباع طريقة الأسطوانات . وقد أعطيت أهمية خاصة لدراسة تأثير عملية التجفيف في ميكروب السل وغيره من الميكروبات المرضية فأجريت تجارب كثيرة حول هذا الموضوع فلخص هنا بعض الهام منها .

ففي 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 في 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 .

وفي تجربة أخرى أخذت مزرعتان لميكروب السل ، احدهما من النوع الذى يصيب الإنسان والأخرى من النوع الذى يصيب الأبقار وريتا على سيرم الدم ولقحت كيتان من اللبن كل بأحد الميكروبين ثم حقن أرنبان هنديان بالراسب المتحصل من خمسين سقيمتراً مكعباً من كل من كيتى اللبن قبل تجفيفهما ، كما حقن أرنبان آخران بكمية مائلة 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 مائلة لها ظهر منها أن ميكروب السل لا يعدم تماماً بعملية التجفيف ، فقد عزا الباحثون هذا التضارب إلى احتمال الاختلاف فى ضغط البخار وسرعة دوران الاسطوانات فى التجريبتين .

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

أما المسحوق المصنوع بطريقة الرشاس 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 لا تسمح لما يوجد به من بكتريا بالتكاثر فى أثناء مدة الحزن ، وفضلاً عن ذلك فإن عددها يتناقص بمضى الزمن ، وفيما يلى بيان نتيجة إحدى التجارب التى أجريت حول هذا الموضوع .

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

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

وقد عرف أيضا بالتجارب أن لطريقة التعمية أثرا في نسبة الانخفاض التي تحدث في عدد البكتيريا في أثناء حفظ اللبن المجفف ، وفي هذه التجارب عي مسحوق اللبن المجفف بست طرق مختلفة لدراسة تأثير كل من هذه الطرق ، فعبئت زباجتان مفرغتان من الهواء إحداها عديمة اللون والأخرى ذات لون بني ، كما عبئت أربع علب من الصفيح إحداها تحتوي على غاز الايدروجين ، والثانية على هواء خال من الأكسجين ، والثالثة على ثاني أكسيد الكربون ، والأخيرة على هواء عادي ، وأحصى عدد البكتيريا الموجودة بالمسحوق في اليوم التالي ليوم صنعه ، ثم حفظ على درجة ٩٨,٦ فهرنهايت (٣٧ ستنجراد) وأحصيت البكتيريا الموجودة به بعد مضي ثلاثة أسابيع وبعد ستة أسابيع وبعد تسعة أسابيع ، وقد لوحظ من هذه التجارب على وجه العموم أن انخفاضاً مريعاً في عدد البكتيريا قد حدث على درجة ٩٨,٦ فهرنهايت في جميع الحالات وأن الانخفاض كان كبيراً جداً في المسحوق الذي عي في أوعية خالية من الأكسجين ، وأنه كان أكبر ما يكون في حالة الزجاجاة العديمة اللون المفرغة من الهواء .

وتظهر باللبن المجفف أحيانا بعض العيوب مثل الرناخة والتشحم وفساد الطعم وتغير اللون ، وهذه ينشأ أغلبها من عوامل كيميائية ليست لها علاقة بالبكتيريا ، وسنعود إلى بحث التغيرات البكتريولوجية في مكان آخر .

(ثالثا) معاملة اللبن بالكهرباء

أجريت عدة أبحاث منذ سنة ١٩١١ على إمكان إبادة البكتيريا الموجودة باللبن بواسطة إمرار التيار الكهربائي فيه ، وقد نتج عن هذه الأبحاث استنباط عدة طرق لمعاملة اللبن بالكهرباء وأفضلها ما استعمل فيه التيار المتبادل السريع ، وفي هذه الطريقة يصب اللبن في صهرنج كبير يمر منه تدريجياً في أنبوبة طويلة خاصة تسمى الانبوبة القتالة (Lethal tube) وهي متصلة بالتيار الكهربائي - وتحتوي على ثلاثة الكترودات (Electrodes) - ثم يعبأ في الزجاجات بعد التبريد .

وقد اتضح من التجارب التي قام بها بيتي (Beatte) بليفربول في سنة ١٩١٤ لمعرفة تأثير هذه الطريقة أنها تخفض عدد البكتيريا الكلى في اللبن بنسبة ٩٩,٩٣ ٪ ، وتفيد ميكروب السل ، في حين أنها لا تؤثر في طعم اللبن أو تركيبه الكيميائي ، وأن اللبن المعامل بهذه الطريقة يبقى دون تغير مدة ثلاثة أو أربعة أيام على الأقل .

وبما أن معاملة اللبن بالكهرباء لا ترفع حرارته إلا إلى درجة من ١٤٠ إلى ١٤٧,٢ فهرنهايت (٦٠ - ٦٤ س) ، وأنه لا يبقى على هذه الدرجة إلا لمدة بضع ثوان ، فالمعتقد أن التسخين في هذه الطريقة ليس هو العامل الرئيسي في تخفيض عدد البكتيريا الموجودة باللبن بل أن التيار الكهربائي هو أحد العوامل المهمة التي يعزى إليها هذا التأثير ، ذلك لأن البكتيريا المختلفة تقتل بهذه المعاملة على درجة حرارة أقل بكثير من درجة الحرارة القتالة الخاصة بكل منها .

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

ذلك ترتفع حرارته إلى درجة تتراوح بين ١٦٠.٩ و ١٥٨.٦ فهرنهايت (٧٠ - ٧١,١ س) ثم يبرد إلى درجة منخفضة ، وهذه الطريقة لا تضر بطعمه ولا تؤثر في خاصية ارتفاع حبيبات الدهن الى سطحه ، في حين أنها تطيل مدة حفظه كثيراً وتفيد من ٩٠ إلى ٩٨,٥ ٪ من عدد البكتيريا التي توجد باللبن ، كما لوحظ أن ميكروبات القولون لا توجد في اللبن المعامل بهذه الطريقة وأنها لو أجريت بدقة لأبادت ميكروب السل . على أن استعمال الكهتراد في معاملة اللبن لم يصادف بوجه عام نجساحا نظراً إلى النفقات الباهظة التي يقتضيها والتي تفرق كثيراً نفقات أغلب الطرق الأخرى .

(رابعا) معاملة اللبن بالأشعة فوق البنفسجية

الغرض الرئيسى من معاملة اللبن بالأشعة فوق البنفسجية (Ultra Violet rays) هو زيادة محتوياته من فيتامين « د » ، وقد استخدمت هذه الطريقة في 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 في محتويات اللبن من البكتيريا ، فلاحظ أنها تحدث انخفاضا كبيرا في العدد الكلى ، غير أنه وجد من جهة أخرى أن هناك عوامل متعددة تحول دون الاعتماد على هذه الطريقة اعتماداً كافياً في تطهير اللبن مما يحويه من ميكروبات. فمن المعروف مثلاً أن قدرة الأشعة فوق البنفسجية على النفاذ في الاجسام غير الشفافة محدودة ، ولذا يتعذر استخدامها في تعقيم مقادير كبيرة من اللبن نظراً إلى ضرورة تعرض اللبن للأشعة المذكورة في طبقات رقيقة جداً ، وهذا يحدد الكمية التي تعامل بنجاح في زمن معين . وبما تجدر الإشارة اليه هنا أن هذه المعاملة قد صادفت نجاحاً كبيراً في تعقيم الماء لانه سائل شفاف ولانه لا يحتوى على ميكروبات متجترمة كبيرة المقاومة بقدر ما يوجد في اللبن عموماً

ومن أهم الاسباب التي تعترض نجاح طريقة المعاملة بالأشعة فوق البنفسجية في تعقيم اللبن ماهو معروف كذلك من أن هذه الأشعة تؤدي إلى أكسدة دهن اللبن في وجود الهواء ، وحدوث هذا التغير يكسب اللبن نكهة غير مرغوب فيها ، ولهذا فينبغى ان لا تكون مدة تعرض اللبن للأشعة طويلة وأن تجري العملية بعيدة عن الهواء ، وقد أمكن التغلب على هذه الصعوبة بإجراء العملية في جو يحتوى على ثانى أكسيد الكربون .

وقد أجريت سلسلة من التجارب في ردينج عن أثر هذه المعاملة من الناحية البكتريولوجية ، واستخدم فيها جهاز خاص يدر فيه اللبن ويتخذ حركة دورية فينتشر في طبقة رقيقة جداً متوسط سمكها ١,٣٤ ملليمتر ويعرض وهو بهذه الحالة مدة وجيزة لا تتجاوز بضع ثوان للأشعة فوق البنفسجية المنبعثة من مصباح خاص مركب على بعد ست برصات من غشاء اللبن . وفي أثناء تعرضه للأشعة يوجه اليه تيار قوى من الهواء يخرج من مروحة سريعة الحركة وهذا التيار يبرد اللبن ويزيل الأوزون المتسكون قبل أن يؤثر في دهن

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

وقد عوملت بهذا الجهاز كميات من اللبن التجاري واللبن النظيف ، وفحصت جميعها بكتريولوجيا قبل المعاملة وبعدها ، وكانت كميات اللبن المعاملة تنراوح بين ٩,٥ و ١٥,٢ لترات في 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 ما لوحظ من نتائج هذه التجارب أن معاملة اللبن بالأشعة فوق البنفسجية قد خفضت العدد الكلى للبكتيريا فيه الى درجة كبيرة ، ولو أنها لم تؤد الى تعقيم اللبن تعقياً كاملاً ، 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 كثيراً . وبما استلقت 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 للبكتيريا قد أجري بطريقة الاطباق .

وجود ميكروبات القولون أو عدم وجودها		النسبة المئوية للتخفيض في المسدد	عدد البكتيريا في السقيمت المكمب		كمية اللين التي تعامل باللتر في الساعة	رقم الاختبار
بعد المعاملة	قبل المعاملة		بعد المعاملة	قبل المعاملة		
٣ سم غير موجودة في ١ سم	٣ سم ذير موجودة في ١ سم	٨٧,٩٦	٨٥	٧٠٠	١١,١	١
»	»	٩٠,٩٩	١٣٠٠	١٤٤٥٠	١١,-	٢
»	»	٨٧,٤٨	٤٧٥	٣٨٠٠	١١,٧	٣
»	»	٨٦,٣٠	١٩٥	١٤١٠	١١,٥	٤
»	»	٨٠,٢١	٤٣٠	٢١٧٥	١٥,٢	٥
»	»	٩١,٧٧	٧٣٠	٥٨١٠	٩,٥	٦
»	»	٨١,١٧	٣٧٥٠٠٠	١٤٦٠٠٠٠	١١,٦	٧
»	»	٩٦,٩٩	٢١٥٠٠	٧١٥٠٠٠	١١,١	٨
٣ سم موجودة في ١ سم	٣ سم غير موجودة في ١ سم	٩٦,٤٩	١٣٩٥٠٠	٤٠٠٠٠٠٠	١٠,١	٩
»	»	٨٩,٥٢	٣٠٥	٢٩١٠	١٠,٥	١٠

وقد أجريت تجارب أخرى في 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 ، فلاحظ أن هذه المعاملة قد سببت كذلك انخفاضا كبيرا في عدد البكتريا ، وأنه لم يكن للحرارة دخل في هذا التأثير ، لأن حرارة اللبن الذي عرض للأشعة لم تتجاوز درجة ٨٦ فهرنهايت (٣٠ س) ، على ذلك فالعاملان المهمان في مدى تأثير هذه المعاملة هما سمك طبقة اللبن ومدة عرضها للأشعة ، إذ اتضح أن نسبة التخفيض في عدد البكتريا الموجودة بالقشدة كانت أقل منها في اللبن نظرا إلى زيادة سمك طبقة القشدة التي عرضت للأشعة على سطح الاسطوانتين نسبيا . وقد لوحظ من هذه التجارب كذلك أن المعاملة المذكورة ليس لها تأثير خاص في أنواع معينة من البكتريا ولو أنه قد ظهر أن قتل الخلايا الخضرية أكثر سهولة من قتل الجراثيم .

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

(خامسا) إضافة المواد الحافظة

افتقر منذ وقت طويل استعمال المواد الكيميائية كإزوتات البوتاسيوم (ملح البارود) وكلورور الصوديوم (ملح الطعام) وبعض الأملاح الأخرى في 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 في معظم الممالك الراقية ويعاقب عليه لامن أغليها سام ، فقد ثبت أن أكثر المواد الكيميائية التي تبيد البكتريا أو تمنع تكاثرها تؤثر تأثيرا سيئا في الهضم ، وعلى ذلك فإن استمرار التغذية بلبن يحتوي عليها ضار بصحة الإنسان وخاصة الأطفال وكبار السن الذين يتרכب معظم غذائهم من اللبن .

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

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

الحرارة التي يحفظ عليها ، ونسبة ما يضاف إليه من المادة الحافظة . وستتكمم بإيجاز فيما يلي عن تأثير بعض المواد الحافظة الشائعة الاستعمال :

(١) الفورمالين : وهو قوى المفعول في وقف نمو الميكروبات التي 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 البكتيريا في اللبن بسرعة خلال الأربع والعشرين ساعة الأولى ، ثم يبطئ التناقص في العدد حتى يصير اللبن بعد إنقضاء خمسة أيام خالياً من البكتيريا تقريباً أو محتوياً فقط على بعض الجراثيم الكبيرة المقاومة ، وإذا أضيف الفورمالين بنسبة ١ إلى ٥٠٠٠ فإن عدد البكتيريا ينقص بسرعة في الأربع الساعات الأولى أو الست ، ثم تقل سرعة النقص وتعود البكتيريا إلى التكاثر ثانية ، أما إضافته بنسبة أقل من ذلك فلا تسبب غير نقص طفيف في عدد البكتيريا لمدة قصيرة ثم يبدأ تكاثرها مرة أخرى ، على أن اللبن الذي أضيفت إليه هذه الكميات الضئيلة (مثل ١ إلى ٤٠٠٠٠) يمكن حفظه مدة أطول بكثير من اللبن الذي لم يضاف إليه فورمالين مطلقاً .

وقد وجد بعضهم أن استعمال الفورمالين بنسبة ١ إلى ١٠٠٠٠ يقتل ميكروب السل في اللبن .

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

(٣) كربونات الصوديوم وبني كربونات الصوديوم : واستعمالهما يؤدي إلى تأخير حموضة اللبن ، ولكتهما لا يمتعان دائماً تجنبه لأن الميكروبات المنتجة للريزنت تنمو بنشاط في وجودهما ،

(٤) فوق أكسيد الأيدروجين : جربت عدة طرق لاستعمال هذه المادة في حفظ اللبن ، وهي عندما تضاف إليه تتحلل بفعل انزيم الكاتالاز الموجود طبيعياً في اللبن فينتج عن تحللها ماء ، وأكسجين ، والأكسجين الناشئ « nascent » له فعل مطهر .

وقد استنبط المهندس الدنمركي بود « Budde » طريقة لمعاملة اللبن بفوق أكسيد الأيدروجين والحرارة واشتق اسم هذه الطريقة من اسمه « Buddisation of Milk » إذ وجد هذا المهندس أن تحلل هذه المادة يحدث بسرعة على درجة من ١٤٣ إلى ١٢٢ فهرنهايت (٤٥ إلى ٥٠ سنتجراد) . ولما كانت أنواع كثيرة من البكتيريا تقتل بتعرضها مدة من الزمن لهذه الدرجات فقد بنيت طريقة بود على تسخين اللبن إلى درجة ١٢٢ فهرنهايت (٥٠ سنتجراد) مع إضافة نسبة معينة من فوق أكسيد الأيدروجين إليه ، وبذلك تتعرض البكتيريا لفعل المطهر والحرارة معاً ، وهي تتأخر فيما يلي : —

يسخن اللبن أولاً إلى درجة ١٢٢ فهرنهايت (٥٠ سنتجراد) ويضاف إليه فوق أكسيد الأيدروجين النقي بنسبة ٠,٣٥ ٪ ويقلب لمدة من ١٥ إلى ٣٠ دقيقة ، ثم يصب في زجاجات يحكم سدها وتوضع في حمام مائي على درجة ١٢٢ فهرنهايت لمدة من ساعتين إلى ثلاث ساعات ثم تبرد ، على أنه ظهر أن الميكروبات المرضية قد لا تقتل بهذه المعاملة .

و مما يجدر ذكره في صدد الكلام عن استعمال فوق أكسيد الأيدروجين أن إضافته بكميات زائدة تحدث انخفاضاً كبيراً في عدد البكتيريا ، إلا أنها تضر بطعم اللبن ، أما إضافة الكميات القليلة فينتظر أن

تؤثر في بكتريا حامض اللاكتيك ولا تؤثر في الأنواع التي تحلل البروتين ، وهذه الأنواع الأخيرة عند ما تعمل في اللبن دون عائق تسبب تعفنه على نحو ما ذكرنا من قبل .
ولا يغيب عن البال أنه لا يمكن استعمال فوق أكسيد الأيدروجين التجاري (٣ ٪) في هذا الغرض نظراً الى احتوائه غالباً على شوائب سامة كآثار من حامض الكلورودريك والزرنيخ ومركبات الباريوم .
وإذا كان الغرض حفظ اللبن أو القشدة للتخليل كالماءيا فيمكن استعمال مواد حافظة خاصة ذات ألوان مميزة مثل كبريتات النحاس وديكرومات البوتاسيوم وكورور الزئبق (السليمانى) . ويباع الأخير على هيئة أقراص مضاف إليها مواد ملونة حتى يمكن تمييز اللبن الذي يحويه بسهولة بالعين المجردة وبذلك لا يحصل خطأ في استعماله . ونغنى عن القول أن إضافة مثل هذه المواد الى اللبن يجعله غير صالح بتاتاً للاستهلاك الآدمى أو لتغذية الحيوان

الباب العاشر

الامراض التي تنتقل بواسطة اللبن ومنتجاته

ذكرنا في عدة مناسبات سابقة أن اللبن قد يكون من أشد العوامل خطراً في نشر الامراض نظراً الى تعرضه في 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 التي فصلناها فيما سبق ، وسنبسط في هذا الباب أهم الامراض التي يمكن انتقالها بواسطة اللبن ومنتجاته الى الانسان ونبحث كيفية عدوى اللبن بميكروباتها وطرق الوقاية منها ، اذ لا يخفى مال هذه الناحية من علاقة وثيقة بالصحة العامة ، ولذلك تعتبر من أهم ما تناوله دراسة بكتريولوجيا الالبان .

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

ولقد انصرفت جهود رجال الصحة في جميع الامم الى درء هذا الخطر ولجأوا في ذلك الى نشر التعاليم التي تضمن وقاية اللبن من ميكروبات الامراض ، وتجدر الاشارة هنا الى أن مجرد مراعاة النظافة في انتاج اللبن واحتوائه على عدد قليل من البكتيريا لا يعنى 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 لا يقف عند حد الآلام التي يعانيتها المستهلكون والخسارة في الارواح التي تنتج من جرم الاصابة بهذه الامراض ، بل أن خطرها يتعدى ذلك الى ما يسببه من خسائر اقتصادية فادحة ناجمة عن نقص في انتاج الحيوانات وعن موت بعضها .

ولسكى نبين مدى خطورة اللبن في نقل الامراض ونشرها يكفي أن نشير هنا الى ملخص ما قرره بعض الباحثين بشأن الاوبئة التي انتشرت بواسطة اللبن في الولايات المتحدة الامريكية بين سنة ١٩٠٨ وسنة

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

نوع المرض	عدد الاصابة	عدد الوفيات
حمى التيفوئيد	٤٧٩	٢١٩
» البار تيفوئيد	٧	١٥
الاسهال والدوسنتاريا	٦	٩٢
الزور العفن	٤٢	٢١٠٤٥
الحمى القرمزية	٤٠	٢٩٢٩
الدفتريا	٣١	٩٧١
أمراض متنوعة	١٣	٨٧٨
الجملة	٦١٢	٤٢٣٢٧

طرق وصول الميكروبات المرضية الى اللبن :

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

أولاً — الحيوان المنتج :

- (١) الضرع : قد تنشأ عدوى اللبن بالميكروب المرضي نتيجة إصابة ضرع الحيوان بمرض معين .
- (٢) قريح على الضرع أو الحلمات : قد تأوى القريح 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 إلى جلد الحيوان ومن ثم إلى اللبن فتلوثه .

ثانياً — الأشخاص الذين يتداولون اللبن :

- (١) قد تحصل عدوى اللبن بطرق مباشرة في أثناء الحلب أو التداول من أشخاص مرضي أو من حاملي المرض . وقد تحصل العدوى من أيدي الحلاب أو لعابه .
- (٢) وقد تحدث العدوى من الاواني أو من المعدات التي تلوثت عند غسلها أو نقلها بواسطة المرضي .

ثالثاً — الماء الملوث :

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

(٢) تحصل العدوى كذلك إذا استعمل الماء الملوث في غسل الأواني والمعدات .

رابعاً — هواء الحظيرة أو معمل الألبان :

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

خامساً — 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 .

سادساً — وسائل شتى لعدوى اللبن بالمنزل :

قد يتلوث اللبن بطرق متعددة بعد وصوله إلى المنزل ، فإذا شرب مريض مثلاً من وعاء يحتوي على لبن كالبريق أو زجاجة فقد يلوث المحتويات ، وهذا التلوث ربما كان من الأسباب المهمة لنقل العدوى إلى الأصحاء .

مميزات اللائحة التي تنمى عنها اللبن :

دلت الابحاث على أن اللائحة الناشئة عن اللبن يمتازات خاصة من أهمها :

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

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

(٣) يلاحظ أن نسبة الاصابات في العائلات الموسرة أكبر منها في العائلات الفقيرة إذ أن الأولى 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 في المناطق التي لا يعنى فيها بمعاملة اللبن أو توزيعه ، في حين يقل انتشارها في المدن الكبيرة وعلى الأخص التي يبستر فيها اللبن اجبارياً .

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

والأمراض التي تنتقل بواسطة اللبن تقسم عادة الى قسمين رئيسيين :

أولاً : أمراض تنقل من الحيوان الى اللبن ومنه إلى الانسان أو الحيوان .

ثانياً : أمراض تنقل من الانسان الى اللبن ومنه الى انسان آخر .

وقد تحدث العدوى في 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 النجس : وستتكمّل فيما يلي عن أهم الامراض التي تنتمى الى كل من هذين القسمين :

(أولاً) الأمراض التي تنتقل منه الحيوان الى الإنسان أو العكس

١ - السل البقري

وهو أخطر الامراض التي تنتقل بواسطة اللبن ويعتبر من أهم وسائل انتشار السل بين الانسان . ومنذ أن اكتشف كوخ (Koch) ميكروب السل في سنة ١٨٨٢ أجريت أبحاث كثيرة لدراسة خواصه وميزاته وطرق معيشته ووسائل مكافحته ، فبين أن هذا الميكروب على عدة أنواع أهمها اثنان هما النوع الآدمي (human) وهو الذي يسبب سل الانسان ، والنوع البقري « bovine » وهو المسبب للسل البقري ، وقد تضاربت آراء العلماء في علاقة هذين النوعين ، فصرح كوخ في سنة ١٩٠١ بأنهما منفصلان وبأن النوع البقري نادراً ما يصيب الانسان ، على أن الأبحاث الدقيقة ما لبثت أن أظهرت عكس هذا الرأي ، إذ اتضح فيما بعد أنه علاوة على تشابه الميكروبين من الوجهة المورفولوجية ومن وجهة نموها على البيئات المختلفة فهما متماثلان في خواصهما المعدية ، فقد ثبت أن الانسان عرضة للعدوى بكلا النوعين على حد سواء وأن نسبة كبيرة من إصابات السل في الاطفال تعود الى العدوى الناشئة عن شرب لبن ملوث بميكروب السل البقري .

نصبة الإصابات الناشئة عن السل البقري في الانسان :

عملت تجارب كثيرة في مختلف البلدان لتقدير مدى عدوى الانسان بميكروب السل البقري ونسبة الوفيات الناشئة عنه ، على أنه قد تبين أن الوصول الى تقدير صحيح هو من الصعوبة بمكان لأسباب كثيرة ، ولقد كان المعتقد أن النوع البقري عند ما يعيش طويلاً في جسم الانسان يتحور تدريجاً حتى تصبح خواصه مماثلة تماماً للنوع الآدمي فيتعدى تمييزهما ، إلا أن معظم كبار الباحثين يرون في الوقت الحاضر أن التحور التدريجي للسلسلة البقري تحت الظروف المذكورة مستبعد كثيراً وليس ذا أهمية عملية ، ولهذا فإن تمييز نوع الميكروب الذي يوجد بجسم المصاب ومعرفة ما إذا كان بقرياً أو آدمياً يعطينا فكرة صحيحة بقدر الامكان عن منشأ العدوى .

ويعتبر التقدير الذي أعده الدكتور جريفث (Griffith) في بريطانيا أخيراً من أدق التقديرات في تحديد نسبة الإصابة بالسل البقري في الانسان ، فقد لخص البجاجة المذكور عدداً كبيراً من مرضى السل كما قام بتفصيل جثث عدد آخر من الذين توفوا بالمرض المذكور ، فبين له أن نسبة الإصابة بالنوع البقري تختلف باختلاف موضع المرض في الجسم فهي مرتفعة مثلاً في حالة تدرن الغدد العنقية (Cervical glands) إذ تبلغ في الاطفال الذين لم يتجاوزوا سن الخامسة ٨٤ ٪ وفي الاشخاص الذين تراوح أعمارهم بين الخامسة والخامسة عشرة ٥١,٥ ٪ ، في حين أنها تنخفض كثيراً مثلاً في حالة سل العظام . وقد ظهر للدكتور جريفث كذلك من فحص ١٠٦٨ مريضاً بالسل الآدمي أن ٢٠,٧ ٪ من مجموع هذه الحالات يعود أصلها

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

وقد دلت الإحصاءات الأخيرة على أن أكثر من ٢٥٠٠ طفل يموتون سنويا فى إنجلترا نتيجة لاصابتهم بالسل البقرى .

مدى انتشار المرض بين مواشى الحليب :

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

(١) اختبار التيوبركلين : يفحص الحيوان بحقنه بمادة التيوبركلين تحت الجلد فإذا كان الحيوان مسالوا 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 إصابة تعطى نتيجة إيجابية ، ولكن يكتفى بهذه النتيجة الإيجابية 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 الإصابة كذلك بالكشف على لحوم الحيوانات بعد ذبحها فى المجازر بواسطة الأطباء البيطريين ويلاحظ ما اذا كانت الأعضاء الداخلية مصابة بالمرض أم غير مصابة ، وتعرف الإصابة بوجود درنات السل بالرئتين وغدد الجسم وأجزائه الأخرى .

(٣) فحص المواشى طيبيا : فحص المواشى طيبيا بواسطة أطباء بيطريين على قترات منتظمة — وخاصة

اذا كان هذا الفحص مقترنا باختبار انبائها بكونها سليما — 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 غده اللعفاوية أو سعالا ويستدل على سل الامعاء بالاسهال المدمم ، وعلى تدور 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 الأبحاث 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 في مصر فلم تجر الى الآن أبحاث كافية يستدل منها على نسبة وجود المرض بين المواشى المصرية ، ولكن الاختبارات الأولية تدل على أنه ليس منتشرا بين المواشى الانجليزية .

نسبة الألبان الملوثة بميكروب السل :

ذكرنا أنه قد أصبح من الحقائق الثابتة أن اللبن الحام عامل مهم في نقل عدوى السل الى الانسان وخاصة الأطفال لاعتمادهم على اللبن من جهة ولقلة مقاومتهم للمرض من جهة أخرى . وقد رأينا ما تقدم كيف أن نسبة الإصابة 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 التي تدر لبنا ملوثا بالميكروب المذكور أى المواشى المصابة بتدرن الضرع ، على أن هذا الأمر ليس هينا ، لأن إصابة الضرع قد لا تظهر من مجرد الفحص الطبى عند بدء الإصابة ففي مثل هذه الحالة قد يحتوى اللبن على الميكروب في حين أن الضرع يظهر عاديا . وقد وجد بصفة عامة من المعلومات التي حصل عليها في مختلف البلدان من الفحص الطبى للمواشى ومن الكشف على لحوم الحيوانات التي تذبح بالمجازر أن نسبة المواشى المصابة بتدرن الضرع صغيرة ، ففي إنجلترا مثلا تدل أحدث التقديرات على أن هذه النسبة تتراوح بين ٢,٣ و ٠,٣ ٪ ، وبمعنى آخر أن ماشية واحدة فقط مصابة بهذا النوع من التدرن في كل عدد يختلف من ٣٥٠ الى ٥٠٠ ماشية كما وجد أن نسبة المواشى المصابة بالسل المفتوح أى التي تنصل فيه الاجزاء المصابة بالخارج (كما في حالة الجهاز الهضمي الخ) تتراوح بين ٢٩ ٪ ، ومعلوم أن وجود ماشية واحدة من النوع الأخير في قطيع تعرض البان للتلوث بميكروب السل كما سنشير الى ذلك فيما بعد .

وتدل الاحصاءات التي جمعها سافيج (Savage) من مختلف جهات إنجلترا على أن نسبة الألبان الملوثة بميكروب السل التي ترد إلى مختلف المدن الهامة في تلك البلاد وتعرض فيها للبيع تتراوح بين ٦,٧ ٪ . وأنها تبلغ في بعض الجهات ٨,٩ ٪ ، وأن نسبة التلوث في جهة ما تزيد إلى حد كبير بجمع اللبن من مصادر مختلفة ومزجة قبل توزيعه ، ومعنى ذلك أن لبنا ملوثا ناتجا من أحد المصادر يؤدي 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 في 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 في مثل هذه الأحوال إلى جوده في الدم ، وهذا يحدث غالبا عندما تفتح عقدة درنية في أحد الأوعية الدموية .

(٢) إذا وجدت الإصابة في رثتي الحيوان فإن الميكروبات تخرج من جسم الحيوان عند السعال مختلطة باللعاب ويتطاير رذاذه في الهواء فينتقل إلى اللبن مباشرة أو يتناثر على المداود وأجزاء الحظيرة الأخرى ، وعند ما يحف يحمل 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 الأخير لو وصلت ذراته إلى اللبن فأنها تسبب تلوثه .

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

نمو ميكروب السل في 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 خطيرة على الصحة كذلك . وقد ثبت أن ميكروب السل لا يتكاثر في اللبن المحفوظ على حرارة منخفضة ، إلا أنه يبقى حيا في مثل هذا اللبن مدة طويلة ، كما انضج أنه يظل محافظا على حيويته في الزبد المصنوع من لبن ملوث مدداً تتراوح بين ثلاثة أشهر وتسعة أشهر رغم حفظ الزبد على درجات حرارة تقل عن الصفر وكذلك الحال في الجبن والمثلجات المصنوعة من ألبان ناتجة من مواش مصابة بتدرن الضرع أو ملحقة بميكروب السل ، فقد وجد بها الميكروب في أحيان كثيرة حيا بعد انقضاء مدة قد تصل إلى بضعة شهور . ويستنتج من ذلك أن الأدوار التي يمر بها اللبن عند صنع هذه المنتجات وكذلك مدة الحفظ لا تقضي على الميكروب المذكور إلا أن الامر يختلف عن ذلك في حالة السمن إذ أن الحرارة التي يعرض لها الزبد كقيلة بإبادة ميكروب السل والميكروبات المرضية الأخرى .

طرق الوقاية من السل البقري

لا تنحصر أهمية الوقاية من هذا المرض في منع الأضرار الصحية التي تلحق بشارب اللبن الملوث بميكروب السل أو المتغذين بمنتجات هذا اللبن ، بل تشمل كذلك تلافي الأضرار الاقتصادية الناشئة عن تفشي المرض بين الحيوانات . فالحيوان المريض مصدر عدوى لبقية الحيوانات المخاطة له وكذلك مصدر عدوى للحيوانات التي تتغذى بلبنه . وعلاوة على ذلك فإن تفشي هذا المرض بين الحيوانات يؤدي إلى اعتلال صحتها ونقص كمية اللبن التي ينتجها عدا موت بعضها ، وقد قدرت الخسائر المالية التي تنتج عن مرض السل البقري سنويا في إنجلترا مثلاً بنحو مليونين من الجنيهات ، ولهذا الأسباب اهتمت دول الغرب بمكافحة هذا المرض وبذلك الجهود الجبارة لاستئصاله ووسيلتها إلى ذلك سن القوانين الصارمة وبذل الأموال الطائلة في هذا السبيل ، وبدهي أن الوقاية لا تكون ذات أثر فعال إلا إذا ضمن وقف انتشار المرض بين مواشى الحليب إلى جانب المحافظة على صحة الإنسان من أخطار هذا المرض .

ويمكننا تلخيص الطرق التي استتبعت لمكافحة السل البقري واستئصاله ومنع انتقال عدواه إلى الحيوانات السليمة وإلى مستهلكي اللبن فيما يلي : —
أولاً — إعدام الحيوانات المصابة .

لا شك في أن أفضل الوسائل لمكافحة مرض من الأمراض يكون بالعمل على استئصاله تماماً ، وكما روعيت السرعة في هذا العمل كانت النتائج أتم وأوفى ، وقد انبعت هذه الوسيلة في مقاومة مرض السل بعمى البلدان كجزيرة جيرنسى وبعض ولايات أمريكا بنجاح لا بأس به ، وهي تلخص في اختبار جميع المواشى بالتبوير كلين وإعدام جميع الحيوانات التي تعطي نتيجة إيجابية مهما كان موضع المرض فيها ، على أن تطبق هذه الطريقة بالجهات التي ترفع فيها نسبة الإصابة كإنجلترا مثلاً يؤدي إلى نفقات باعظة جداً لأنه يتطلب إعدام ما يقرب من نصف المواشى الخلوب بها وتعويض أصحابها مالياً علاوة على أن هذا الاجراء من شأنه تخفيض كمية اللبن الناتجة لمدة سنين طويلة وارتفاع سعر اللبن تبعاً لذلك .

ومن المسموعات التي تحول دون تنفيذ هذه الطريقة بدقة إما كان انتقال العدوى إلى المواشى السليمة بعد إنقضاء فترة قصيرة من بعض المصادر الخارجية كالخنازير المريضة مثلاً .

ثانياً — تكوين قطعان خالية من الاسابه :

وهي طريقة أقل كلفة من السابقة وترى إلى استئصال المرض تدريجياً بعزل قطعان من المواشى الخلوب الخالية منه ومنع اختلاطها بحيوانات مريضة تفادياً من انتقال العدوى إليها وإعدام الماشية المريضة متى اشتد بها المرض ، وقد أشار باتباع هذه الطريقة العالم الدنمركى بانج (Bang) وعمم استعمالها في الدنمرك وبعض دول شمال أوروبا . ومما ساعد على استباط هذه الطريقة ما أظهرته التجارب من أن العجول عند ولادتها تكون سليمة من المرض حتى ولو كانت أمهاتهن مريضات لأن مرض السل ليس من الأمراض التي تنتقل بالوراثة بل أن عدواه تنتقل بالملامسة عقب الولادة ، وعلى ذلك في الامكان الانتفاع بالماشية الإيجابية التفاعل لاختبار التيوبركلين في إنتاج العجول لمدة بضع سنين قبل إعدامها كما يمكن الاستفادة بألبانها لأنها لا تدر غالباً لبناً ملوثاً بالميكروب في بداية المرض ما دامت الإصابة لم تنتقل إلى الضرع ، فإذا ظهرت أعراض المرض عليها بوضوح وجب إعدامها ، على أن طريقة بانج هذه تتطلب عناية ودقة في التنفيذ لأن الوقوع في خطأ ولو كان بسيطاً يؤدي إلى ضياع جهود عدة سنين ، والطريقة المذكورة تلخص فيما يلي : —

- (١) تفحص مبدئياً جميع أفراد القطيع فحصاً طبياً وتعدم الماشية المصابة بالسل إصابة واضحة .
- (٢) يعاد اختبار بقية المواشى بالحقن بالتيوبركلين .
- (٣) تعزل المواشى الإيجابية التفاعل (أى المريضة) عن السلبية التفاعل ويبقى كل منهما في بناء مستقل ، وإذا لم يتيسر ذلك فتقسم الحظيرة إلى جزئين لكل منهما باب مستقل .
- (٤) ينظف البناء المخصص للمواشى الخالية من الأمراض ويظهر جيداً 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 في مكان مستقل وتغذى باللبان 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 التيوبركاين مرة كل سنة على الأقل . وتعزل الماشية التى

تعطى نتيجة إيجابية وتضم إلى القسم الإيجابى التفاعل .

(٩) تختبر المواشى المشتراة حديثا بالتيوبركاين ولا تضم إلى القسم السلبى التفاعل حتى يثبت خلوها

من المرض .

(ثالثا) إعدام الحيوانات المصابة بالسل إصابه واضحة

يكفى فى مكافحة المرض ببعض الممالك بفحص المواشى طميا دون اختيارها بالتيوبركاين وإعدام الحيوانات

المصابة بالسل المفتوح (Open tuberculosis) وهى التى تتصل فيها الأجزاء المصابة بالخارج ، وهذه

الطريقة لا تساعد 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 لأصحابها التعويض المالى المناسب .

ومن أهم الانتقادات التى توجه إلى هذا القانون احتمال تأخر التبليغ عن الماشية المريضة زمنا طويلا .

وقد اقترح للملافة 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 بالتيوبركاين سنوياً حتى يتيسر التخلص من الحيوانات المريضة على أن تنفيذ هذا القانون

يستلزم أموال طائلة كما قلنا من قبل .

(رابعاً) التحصين 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 كالميت (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 كالميت .

وقد أجريت عدة تجارب أخرى على تحصين المواشى ضد هذا المرض باستعمال لقاحات من ميكروبات

السل العادية الميته ولكن هذه التجارب لم تسفر كذلك عن نتائج حاسمة .

(خامسا) العناية بإيواء المواشى وتربيتها

ولو أن مراعاة الشروط الصحية في حظائر المواشى لا تكفى في ذاتها للوقاية من مرض السل . إلا أنها دون ريب تعوق انتشاره بين الحيوانات وتقلل تلوث اللبن بميكروبه لأن إفرازات المواشى المريضة وروثها تحتوي كما قلنا على الميكروب فإذا انتقلت أجزاء منها إلى مياه الشرب أو غلبت الحيوانات أو انتشرت في جو الحظيرة مع الغبار عند جنافها لسببت عدوى المواشى السليمة وأتاحت للميكروب سبيل الوصول إلى اللبن ، ولهذا فإن إيواء المواشى في حظائر صحية تتوافر فيها الضوء والتهوية الجيدة مع العناية بتنظيف موائعها بحيث لا تكون رؤوسها متقابلة وتنظيف هذه الحظائر وتطهيرها على الدوام وملاحظة نظافة المواشى عند حلبها كل ذلك يؤدي إلى منع انتشار المرض وقلة تلوث اللبن بميكروبه .

(سادسا) فحص اللبن المعرض للبيع بكميات كبيرة

يعتبر الفحص البكتريولوجي للألبان التي تعرض للبيع ضمن طرق الوقاية من مرض السل وخاصة إذا كان هذا الفحص مقرونا بالكشف الطلي على الماشية المنتجة ، وبمبني 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 الميكروبي والحقن في الأرناب الهندية ، وقد سبق أن فصلنا طريقة إجراء كل منهما ومميزاتها وعيوبها ، على أنه تجدر الإشارة هنا إلى أنه لا يشترط فحص اللبن الناتج من كل ماشية على حدة بل يكفي مبدئيا بفحص الكمية الناتجة من القطيع كله بعد مزجها ، فإن ظهر تلوث اللبن بميكروب السل فتمفحص كمية من لبن كل ماشية حتى يمتد إلى الحيوان المريض .

(سابعاً) بستره اللبن

إن معاملة اللبن بالحرارة باحدى الطرق الدقيقة كالتعقيم أو الغلي الجيد أو البسترة تكفل تطهيره من الميكروبات المرضية على وجه العموم وتعتبر العملية الأخيرة في 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 في منع انتشار الأمراض وتقليل وفيات الأطفال وعلاوة على ذلك تحتم بعض الممالك كالدمرك بستره متخلفات مصانع الزبد والجبن كبن الفرز والشرش قبل إعادتها إلى المزارعين لاستعمالها في تغذية العجول ووقاية لها من مرض السل .

وقبل أن نختم هذا الموضوع تحسن الإشارة إلى أنه قد لوحظ نقص في الوفيات الناشئة عن السل البقري في الأطفال بالبحر في الخمس السنوات الماضية وقد عزى ذلك إلى عدة عوامل من أهمها ما يأتي :

- (١) زيادة الاهتمام بإنتاج اللبن النظيف .
- (٢) انتشار الفحص الطبي 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 في جميع جهات العالم تقريبا منذ زمن طويل وخاصة في جزيرة مالطة والهند والصين وجنوب أفريقيا ، على أن الميكروب الخاص به المسمى بروسلا ميليتنسيس (*Brucella melitensis*) لم يكتشف إلا في 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 في نشر الحمى المالطية إذ اتضح أن المعز سريع العدوى به وأن المصاب منه يفرز ميكروب المرض في لبنه وبوله ، فإذا ما شرب الإنسان 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 في جزيرة مالطة بطريقة باستور قد سببت انخفاض نسبة الاصابة بينهم إلى نحو ٩٠ ٪ . كما أظهرت الأبحاث أن المرض لا يوجد له أثر بين السجناة في تلك البلاد وذلك لأنهم لا يتخذون باللبن اطلاقا فكان ذلك من أهم الأدلة على ان اللبن هو العامل الرئيسى في 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 في 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 إلى ٣٠ ٪ من الألبان الخام التى تعرض للبيع في إنجلترا تحتوى على ميكروب الاجهاض كما ثبت أن تغذى الانسان بلبن ملوث بالميكروب المذكور يتسبب عنه حمى متقطعة أشبه في أعراضها حمى مالطة ، وقد سبق أن نوهنا بتشابه ميكروبي هذين المرضين .

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

وانتقال الميكروب إلى اللبن إما 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 وهي ناشئة عن فيروس (virus) يمر خلال المرشحات البكتريولوجية ولا يرى بالمجهر .

ويحدث تلوث اللبن من اختلاطه بمحتويات البثرات التي تظهر على أجزاء مختلفة من جسم الحيوان إبان المرض ، ويزداد تعرض اللبن للتلوث في أثناء الحلب إذا وجدت البثرات على الضرع والحلمات ، وقد يوجد الفيروس بألبن عند الحلب إذا كان الأول منتشرًا بالدم أو كانت الإصابة بأجزاء الضرع الداخلية ، وإصابة الحيوان بهذا المرض تسبب انخفاض كمية اللبن التي يفتجها وكذلك تغير طعم اللبن .

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

(٥) الحمى الفحمية

مرض الحمى الفحمية أو الجذرة الخبيثة (Anthrax) من أخطر الأمراض التي تصيب الحيوان والانسان ، وقد أظهرت الابحاث أن ميكروب هذا المرض المسمى *Bacillus anthracis* قد يوجد في 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 في اللبن عند الحلب إلا في الدرجات الأخيرة من المرض قبل موت الحيوان بزمان وجيز ، وحيث قد تكون أعراض المرض واضحة تماماً وحالة الحيوان غير طبيعية ، ولهذا تعتبر عدوى الانسان بالمرض المذكور عن هذا الطريق مستبعدة .

(٦) التهاب الضرع

ينشأ هذا المرض عن عدة أنواع من الميكروبات أهمها *ستربتوكوكس ماستيتيدس* (Str. mastitidis) وهذا الميكروب ولو أنه يحدث التهاباً شديداً أحيانا بجزء أو أكثر من أجزاء الضرع ويسبب تغير صفات اللبن وتركيبه إلا أن الابحاث دلت على أنه لا يهدى الانسان ، ولكن لما كان من المحتمل وجود أنواع أخرى من الميكروبات التي تصيب الانسان الى جانب الميكروب المذكور في الضرع الملتبته فإنه يحسن دائماً عدم استعمال اللبن الناتج من ماشية مصابة بالتهاب الضرع في تغذية الانسان .

وأهم طرق الوقاية من الامراض السالفة الذكر تنحصر في الكشف على الحيوانات المنتجة بين حين وآخر للتأكد من خلوها من المرض وفي بستره اللبن أو غليسه جيداً للقضاء على الميكروبات المرضية .

(ثانياً) المصراعمة التي تنتقل منها المصراعمة الى انسان آخر

(١) السل الميكروبي

قد ينتقل ميكروب السل من إنسان إلى آخر بطريق اللبن أو منتجاته ، فإذا كان الحلاب أو أحد الأشخاص المكلفين بتصفية اللبن أو تبريده أو توزيعه مصاباً بالسل الرئوي مثلاً انتقل الميكروب منه إلى اللبن في أثناء السعال أو العطاس وربما كان شرب هذا اللبن أو التغذي بمنتجاته سبباً في انتقال العدوى إلى آخرين ، ولهذا فينبغي عدم استخدام الأشخاص المشتبه في إصابتهم بهذا المرض في حظائر المواشي 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 التي حدثت في مختلف البلدان يعود السبب فيها إلى شرب لبن ملوث بمكروب هذا المرض . وقد دلت الأبحاث على أن ميكروب التيفود (B. typhosus) لا يصيب المواشي وإنما ينتقل إلى اللبن بعد الحلب من عدة مصادر أهمها المرضى وحاملو المرض (Carriers of disease) وهؤلاء الآخرون خطرهم عظيم في نشر المرض لأنهم أصحاء في الظاهر ولا تظهر عليهم أعراض المرض في حين أن الميكروب يخرج في إفرازاتهم وهو حافظ لخواصه المعدية حتى بعد شفائهم بمدد طويلة تصل أحياناً إلى بضعة السنين . وقد يتلوث اللبن كذلك من الأشخاص الذين يقومون بخدمة مرضى التيفود فهؤلاء يحملون ميكروبات المرض على أيديهم وملابسهم فيلوثون اللبن في أثناء الحلب والتداول

هذا ويلعب الذباب دوراً هاماً في نقل هذا المرض ، فبتغذيته على إفرازات مرضى التيفود — كالبراز مثلاً — ينقل أجزاء منها عالقة بجسمه وأرجله إلى اللبن فيسبب نشر العدوى ، كما أن هذه الإفرازات قد تتطاير في الهواء بعد جفافها فتلوث اللبن وأوانيها إذا تركت معرضة لها .

وعلاوة على ما تقدم فقد ينشأ التلوث من الماء المحتوى على الميكروب إذا ما استعمل في غسل الأواني ، ففي بعض الأحيان يتلوث المورد المائي الذي يستمد منه المعمل حاجته ببعض إفرازات أشخاص مصابين بالتيفود فينتقل إليه ميكروب المرض ومن ثم تلوث الأواني ، كما أن استعمال مثل هذا الماء الموبوء في غسل الملابس أو السماح لها بالخوض فيه يؤدي إلى وصول الميكروب إلى جلدنا وسقوطه في اللبن أثناء الحلب

وميكروب التيفود ينمو سريعاً في اللبن وخاصة المحفوظ منه على درجة حرارة مرتفعة نوعاً كحرارة الدم مثلاً ، على أن تكاثر بكتريا حامض اللبكتيك وعملها في اللبن تحت الظروف العادية يؤثر في نمو ميكروب التيفود ويقلل من خطورة العدوى به ، فقد أظهرت الأبحاث أن إذا بلغت درجة حموضة اللبن ٤.٥ أو ٥.٥ ٪ سببت قتل الميكروب في أربع وعشرين ساعة .

والألبان المبسترة أو المغلية تعتبر بيئة مناسبة لنمو ميكروب التيفود إذا تلوثت به عقب التسخين نظراً إلى خلوها تقريباً من بكتيريا حامض اللاكتيك ، لذلك فهو يتكاثر فيها دون عائق ويبقى حافطاً لخواصه المعدنية زمناً طويلاً .

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

ولا شك في أن مزج كمية من اللبن الملوث بكميات أخرى من الألبان النقية يساعد على توزيع الميكروب فيها كلها مما يؤدي إلى نشر العدوى في دائرة واسعة خصوصاً إذا حفظ اللبن المزوج 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 في حالة المرض الأخير هو براز المرضى وحاملي المرض وبولهم ، أما طرق وصول الميكروب إلى اللبن من هذه الإفرازات فهي ذاتها إلى ذكرت في حالة حمى التيفود ، على أنه يمكن القول بأن أوبئة الباراتيفود التي تحدث بواسطة اللبن ليست من الكثرة بنسبة ما ينقله اللبن من أوبئة التيفود .

(٣) الدفتريا

أتضح في حالات كثيرة أن انتشار الدفتريا (Diphtheria) يرجع الأصل فيه إلى التغذية بلبن ملوث بميكروب هذا المرض أو بأحد المنتجات المصنوعة منه ، وقد ظهر دليل قاطع في معظم هذه الحالات على أن ميكروب الدفتريا (B. diphtheriae) قد انتقل مباشرة إلى اللبن من شخص مريض أو حامل المرض وأنه لم ينتقل من ماشية الحليب إذ أنها لا تصاب به . على أنه اتضح من الأبحاث الحديثة أن ميكروب الدفتريا قد ينتقل إلى اللبن من قروح توجد أحياناً على ضروع أو حلقات مواشى اللبن ، والمعتمد أن الميكروب المذكور انتقل إلى هذه القروح نتيجة عدوى من مصدر آدمي .

وقد تكون الإفرازات التي تخرج من فم أو أنف أو زور مريض أو حامل المرض هي واسطة العدوى إذا عهد إليه ببعض الأعمال المتعلقة باللبن فسهال المصابين أو عظامهم قد يسبب وصول الميكروب إلى اللبن مباشرة ، أو قد يلوث هواء الحجرة التي يوضع فيها اللبن ، فإذا حفظ بها اللبن غير مغطى تعرض للعدوى بالميكروب ، كما أن بدى المصاب قد تسيبان التلوث في أثناء الحباب أو عند نقل الأواني أو غسلها .

وميكروب الدفتريا ولو أنه قادر على النمو في اللبن إلا أن سرعة نموه فيه ليست بقدر سرعة نمو بعض الميكروبات المرضية الأخرى كميكروب التيفود مثلاً ، وهو قادر على المباشرة في اللبن ومنتجاته والاحتفاظ

خواصه المعدية مادة غير قصيرة ، فقد وجد أنه يعيش في اللبن أكثر من ثلاثين يوماً ، وأنه يبقى حياً في الزبد بعد مضي شهر من صنعها
ولا يعتبر اللبن على وجه العموم من وسائل العدوى الهامة بمرض الدفتريا بخلاف الحال في حمى التيفود

(٤) الحمى القرمزية

ولو أن عدوى الحمى القرمزية (Scarlet fever) تحدث أصلاً بالملاسة أو الاحتكاك المباشر غير أنه قد تبين أن الميكروب المسبب للمرض المعروف باسم ستربتوكوكس سكارلاتينا (Strep . scarlatina) قد يصل إلى اللبن ومنتجاته من المرضى أو الحاملين للمرض الذين يتداولون اللبن سواء بمعمل الألبان أو بحظيرة الحلب الخ ، كما ظهر أن التلوث قد ينشأ أحياناً من استعمال أواني غير نظيفة مرتجة من أماً كن يقطنها أشخاص مصابون بهذا المرض ، وتغذى الإنسان بلبن يحتوي على هذا الميكروب أو بالمنتجات المصنوعة من مثل هذا اللبن تنقل إليه عدوى المرض
وفي حالات قليلة اتضح أن تلوث اللبن ناشئ عن قروح على ضرع ماشية الحليب أو حلماتها يعيش فيها ميكروب المرض ومنها ينقل إلى اللبن في أثناء الحلب .
وميكروب هذه الحمى لا يعيش في اللبن أو منتجاته غير زمن قصير نسبياً إذا قيس بمدة معيشة أغلب الميكروبات المرضية الأخرى في 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 شيوعاً وانتشاراً من الأولى .
ويحدث تلوث اللبن من يد حلاب مريض في أثناء عملية الحلب ؛ أو ينتج عن إصابة في ضرع الحيوان ناشئة عن عدوى انتقلت من حلق مريض إلى يده ثم إلى داخل الضرع عن طريق فتحات الحلقات ، فقد ظهر أن ميكروب المرض الذي يوجد في حلق المصاب يمكن أن ينتقل إلى ضرع الحيوان وينمو بسرعة فيه دون أن يحدث أعراضاً مرضية ، ولكنه غالباً ما يسبب التهابات ، ولذلك فإن التلوث الناتج عن ضرع مصاب يعتبر أشد خطراً من التلوث الذي يحدث من الافسان مباشرة لان الميكروب ينتقل إلى اللبن في الحالة الأولى بكميات أكبر منها في الثانية .
وقد وجد أن الميكروب السجى المسبب لهذا المرض يشبه في كثير من خواصه ميكروب التهاب الضرع العادى أى ستربتوكوكس مستيتيدس ، غير أن هذا الأخير لا يعدى الإنسان كما اشرنا إلى ذلك من قبل

(٦) اسهال الاطفال

يعتبر مرض اسهال الاطفال (Infantile diarrhea) أو الاسهال الصيفي (Summer diarrhea) من أخطر الامراض التي تصيب الاطفال وتسبب وفاة الكثيرين منهم خصوصاً من لم تتجاوز أعمارهم العام الواحد . ويكثر انتشار المرض في زمن الصيف وتساعد على ذلك عدة عوامل أهمها كثرة الذباب والغبار وارتفاع عدد البكتيريا في اللبن وقلة مناعة الاطفال للأمراض بسبب اشتداد حرارة الجو ... الخ . وقد دلت الابحاث على أن الإصابة بهذا المرض لا ترجع الى ميكروب خاص بل تعزى الى عدة أنواع من الميكروبات تختلف باختلاف الاحوال فينسب المرض أحيانا الى ميكروبات القولون أو الى بكتيريا الإشعاع أو الى بعض الميكروبات السبحية أو الى غيرها من الميكروبات . وتجدر الإشارة بهذه المناسبة إلى أنه من المحتمل كثيراً أن يكون التغذى بلبن محتو على نسبة عالية من بكتيريا القولون هو سبب الكثير من الإضطرابات المعوية التي تحدث للأطفال .

وينسب اسهال الاطفال في بعض الاحيان إلى المتحصلات السامة التي تذبحها في اللبن الميكروبات المنتقلة إليه بكثرة من الاوساخ ، وهذه المتحصلات إما أن تذبح في اللبن قبل شربه أو بعد دخوله في القناة الهضمية وربما كان السر في عدم الوصول الى السبب الحقيقي لهذا المرض هو عدم استعمال الاطفال في التجارب الخاصة بذلك ، وصعوبة الحصول على نتائج حاسمة من التجارب التي أجريت على الحيوانات حول هذا الموضوع ، ولحسن الابحاث قد دلت بوجه عام على أن العدوى تنشأ على الاخص من لبن الماشية الملوثة إذ اتضح أن المرض المذكور نادراً ما يصيب الاطفال الذين يغذون بلبن أمهاتهم أو بلبن نظيف أو مبستر . والمعتقد أن من الخطر إعطاء الاطفال لبناً يحتوي على أكثر من مليون بكتيريا في السنتيمتر المكعب . وقد لوحظ أن مرض اسهال الاطفال أكثر انتشاراً في المدن منه في الجهات الريفية لأن اللبن يستهلك في الاولى بعد انقضاء وقت طويل من الحلب ، كما لوحظ أن المرض يفتشر في الجهات التي تسوء فيها الاحوال الصحية .

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

طرق الوقاية من الأمراض التي تنتقل عن الإنسان بواسطة اللبن :

يفتقري للوقاية من الأمراض التي تنتقل عن الإنسان بواسطة اللبن أن تراعى الشروط الصحية الأساسية التي سبق تفصيلها في الابواب السابقة ، وزيادة في الفائدة نجعل أهمها فيما يلي : —
(١) الوثوق من سلامة العمال من الأمراض المعدية ، وفحصهم طبيياً قبل استخدامهم في أي عمل يتصل باللبن ، وعدم السماح للمرضى أو حاملي المرض أو من يقومون بخدمة مريض بمزاولة أعمالهم
(٢) العناية النامة بنظافة وتعقيم جميع أدوات المعمل والوانى المستعملة في الحلب وفي نقل وحفظ وتوزيع اللبن ووقايتها من التلوث - قنب التعقيم .

- (٣) الاهتمام بنظافة ماشية الحليب وأيدى الحلابين وملايسهم .
(٤) وقاية اللبن في أثناء الحلب أو النقل أو الحفظ أو التوزيع من التلوث بالروث أو الغبار أو الذباب أو غير ذلك من الاوساخ .
(٥) تبريد اللبن وحفظه على حرارة منخفضة من وقت الحلب حتى تسليمه للمستهلك .
(٦) فحص الماء المستعمل في شرب المواشى وغسلها وفي غسل الاواني خصوصا بكتريولوجيا بين حين وآخر والتأكد من خلوه من الميكروبات المرضية .
(٧) إبادة ما قد يكون قد وصل الى اللبن من ميكروبات مرضية ببسترته أو تعقيمه أو غليه جيدا .

القسم الثاني من الدببة ومنتجاتها

موضوع التسمم الغذائي من الموضوعات الوثيقة الارتباط بالامراض ، وامله من المفيد أن نأتى في هذا الباب بنبذة مختصرة عن التسمم الناشئ عن اللبن ومنتجاته وكيفية إنقائه أخطاره .
لوحظ من وقت إلى آخر ظهور حوادث تسمم غامضة عزی السبب فيها أحيانا إلى التغذية بلبن أوجبن أو مثلجات متسمة ، ولقد عملت أبحاث كثيرة للوقوف على كنهه المواد التي ينشأ عنها التسمم ، ولكن هذه الأبحاث لم تأت في أغلب الأحيان بنتائج حاسمة ، على أنه يمكن تقسيم العوامل الأساسية التي ينسب إليها التسمم باللبن ومنتجاته الى قسمين : أولهما يتصل بالحيوان المنتج وثانيهما يتعلق باللبن عقب الإنتاج .
ومن أهم أمثلة القسم الاول ما يأتى : —

- (١) ينسب التسمم في بعض الاحوال إلى التغذية بلبن مسمم ناتج من حيوان مصاب باضطرابات معوية مسببة عن باسلس انتريتيس جارتتر (B. enteritidis of Gaertner) ، وهذا الميكروب من الانواع التعفنمية التي تفرز مواد سامة ، وقد يلوّث به اللبن من روث الحيوان المصاب .
(٢) وقد يكون السبب في التسمم راجعا الى تغذى الماشية ببعض نباتات سامة ، ففي مثل هذه الاحوال تفرز المادة السامة التي تحويها هذه النباتات في اللبن .
(٣) ويعزى التسمم أحيانا إلى مواد تعالج بها الحيوانات وتفرز مع اللبن ومثل هذه المواد مركبات الزرنيخ واليود . الخ .

أما القسم الثاني فمن أمثلته ما يلي : —

- (١) احتواء اللبن على عدد كبير من الميكروبات نتيجة تلوثه في أثناء الحلب والتداول وحفظه على حرارة مرتفعة تساعد على تكاثر البكتريا ونشاطها مما يؤدي إلى إنتاج متحصلات سامة في اللبن كما أشرنا إلى ذلك في مناسبات سابقة ، ومثل هذه المواد لا تؤثر 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 الذي يحويها او التغذية بالمنتجات المصنوعة منه .

(٣) قد وجد في بعض الاحوال أن التسمم أصاب حيوانات تغذت بلبن حفظ في أوعية مصنوعة من الحديد المجلفن ويعزى السبب إلى تأثير الزنك الذي أذيب من سطوح الوعاء بفعل الحمض المتكون في اللبن . وتميز أعراض التسمم بالآلام المعوية والإسهال والقيء الخ . ولكن حدتها وسرعة ظهورها تختلف باختلاف الظروف تبعاً لنوع المادة السامة وكميتها ، ويمكن أن يقال بوجه عام أن أخطر أنواع التسمم التي تنشأ عن اللبن ومنتجاته هي التي يكون سببها المواد السامة أو التوكسينات التي تنتجها البكتيريا وتأثيرها أكثر وضوحاً في حالة اللبن والمزيجات منه في بقية منتجات اللبن .

أما طرق الوقاية من التسمم الناشئ عن اللبن ومنتجاته فتتضمن في تجنب استعمال اللبن الموشى المصابة باضطرابات معوية والتي تعالج بمواد كيميائية سامة وكذا بمراعاة النظافة في إنتاج اللبن وتبريده التأكيد من نقاوة اللبن الذي يستعمل في صنع اللبن وغيره من منتجات الالبان .

الجزء الثاني

التغيرات التي تحدثها البكتريا باللبن ومنتجاته

الباب الحارثي عشر

انواع الميكروبات التي توجد باللبن والعوامل التي تؤثر في نموها ونشاطها

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

أنواع البكتريا التي توجد باللبن

سبق أن ذكرنا أن اللبن الناتج من حيوان خال من الأمراض لا يحتوي غالبا إلا على عدد يسير من البكتريا التي تنتقل إليه من الضرع ، على أنه يلاحظ دائما أن عدد البكتريا يتزايد في اللبن تدريجا بصدخروجه من الضرع أي في أثناء الحلب والعمليات التي تعقبه ، وكلما ازداد تداول اللبن ونقله من وعاء لآخر كلما ارتفع عدد البكتريا فيه وخاصة إذا كانت الظروف ملائمة لنموها وتكاثرها .

ونظرا لتعدد مصادر التلوث التي يتعرض لها اللبن في أثناء الانتاج فإنه يحتوي في أغلب الأحوال على أنواع متباينة من الميكروبات ، منها ما هي شائعة الوجود يصادفها الفاحص في جميع عينات اللبن تقريبا ، ومنها ما هي عرضية لا توجد إلا تحت ظروف خاصة كأن يتعرض اللبن للتلوث من مصادر معينة .

ويمكن تقسيم الميكروبات إما تبعا للمصادر التي تنتقل منها ، أو بالنسبة لأهميتها الصحية والاقتصادية أو بالنسبة لطبيعة التغيرات التي تحدثها باللبن ومنتجاته . فمن الوجهة الأولى تقسم إلى أنواع منتقلة من مصادر التلوث العادية كالضرع السليم والهواء والأواني ، وإلى أنواع تنتقل من الأوساخ والروث والماء والذباب والحلاب ... الخ ، وبعض الأنواع الأولى تخمر اللاكتوز أو تفرز إنزيمات بينما كثير منها ليس له تأثير يذكر في اللبن ، في حين أن جل أفراد القسم الثاني من الأنواع التي تؤثر تأثيرا سينا في تركيب اللبن أو تضرر بالصحة ويكثُر وجودها في اللبن غير المعنى به مثل باسلس القولون وبكتريوم إيروجينيس

(B. aerogenes) و بروتيس فلجارس (Proteus vulgaris) وبكتريوم فلورسكس (B. fluorescens) وباسلس ستلس (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 التي تحدثها البكتيريا في اللبن ، وهو يشتمل على قسمين رئيسيين هما الأنواع الطفيلية أو الممرضة وقد سبق تقسيمها وشرحها في الباب السابق ، والأنواع الرمية وهي التي تحدث تغيرات في 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 التي تحدثها بالتفصيل في الأبواب التالية .

وعادة تقسم الأنواع الرمية إلى أربع مجموعات مميزة كالآتي :

أولاً : أنواع منتجة للحامض : وهي تضم الميكروبات المحللة للاكتوز كبكتيريا حامض اللبكتيك (Lactic acid bacteria) من قسمي ستربتوكوكس ولاكتوباسيلس ، وميكروبات القولون وبكتيريا حامض البيوتريك (Butyric acid bacteria) .

ثانياً : أنواع هاضمة : وتشمل الميكروبات المفرزة للإنزيمات كالأفواع التي تبهن اللبن والتي تحلل الكازين وكذا البكتيريا التي تسبب تغيرات غير عادية في لون اللبن .

ثالثاً : أنواع محللة للدهن : وهي تحوى الميكروبات التي تحدث الزناخة والمرارة الخ .

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

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

وبما يجدر الإشارة إليه هنا أنه وإن كان وجود الميكروبات في اللبن المعد للاستهلاك المباشر غير مرغوب فيه على وجه العموم ، وخاصة إذا وجدت بعد كبير لما قد تحدثه من تغيرات ضارة تقلل من قيمته التجارية أو تؤثر تأثيراً سيئاً في صحة متناوليها ، إلا أن بعض الأنواع المعتاد وجودها في اللبن لها أهمية خاصة في صنع منتجاتها ولهذا فإنها تضاف إليه في حالة صنع الألبان المختمرة أو بعض أنواع الجبن مثلاً على هيئة مستحضرات أو مزارع تحوى عدداً كبيراً منها ويشجع نموها فيه بوسائل خاصة ، وتغنى هذه الميكروبات إلى بكتيريا حامض اللبكتيك . وتعزى إليها الفائدة الصحية التي تتمناها الألبان المختمرة لكثرة ما تحويه منها .

العوامل التي تؤثر في نمو البكتيريا باللبن

يتوقف عدد وأنواع الميكروبات التي توجد باللبن عقب الانتاج مباشرة على مدى وطبيعة التلوث الذي يتعرض له وتوقف زيادة العدد وسرعة نمو الميكروبات في اللبن ونسبة الأنواع التي يحويها بعضها إلى بعض كلما طالت مدة حفظه على عدة عوامل طبيعية من أهمها ما يأتي :

أولاً : تأثير بعض الأنواع في نمو البعض الآخر .

ثانياً : خاصية اللبن المطهرة .

ثالثاً : درجة الحرارة التي يحفظ عليها اللبن .

وبتأثر العاملين الأولان إلى حد بعيد بالعامل الثالث الذي يعتبر أهمهما كما يتضح من الشرح التالي :

أولاً : تأثير بعض الأنواع في نمو البعض الآخر :

يعتبر اللبن بيئة مناسبة لنمو الغالبية العظمى من الميكروبات إلا في الحالات التي يتعارض فيها نمو نوع مع نوع آخر ، كأن تنتج بعض الأنواع في اللبن تحت ظروف خاصة مواد تجعله غير صالح لنمو أنواع أخرى فمثلاً إذا حفظ اللبن على درجة حرارة ملائمة لنمو بكتيريا حامض اللبكتيك فإنها تتكاثر بسرعة كبيرة فتؤثر على اللاكتوز وتنتج حامض اللبكتيك الذي يجعل تأثير البيئة غير مناسب لنمو البكتيريا التعفنية وبعض ميكروبات الأمراض الخطرة ، ونظراً لخواص اللبن المسخن من بكتيريا حامض اللبكتيك فإنه يكون أنسب لنمو الأنواع الأخيرة من اللبن الحامض العادي ولذا يلاحظ أن من أهم مزايا إضافة بكتيريا حامض اللبكتيك إلى اللبن المعد لصنع الجبن هو وقاية الأخير من عمليات التعفن وذلك بتأثير ما تنتجه البكتيريا المذكورة من الحامض .

وكما أن بعض الأنواع تعيق نمو البعض الآخر أو تضعفه فإن بعضها يشجع نمو البعض ، فمثلاً إذا بلغ تركيز حامض اللبكتيك في اللبن درجة خاصة فإن ذلك يساعد على نشاط أنواع الفطر التي يحويها اللبن للملاءمة الشروط الحمضية لنموها ، وهذه تعمل على أكسدة الحامض ومعادلة التأثير مما يسمح لأنواع البكتيريا الأخرى بالنمو والتكاثر ثانياً .

ومن هذه الأمثلة يشاهد بوضوح التأثير الضار أو النافع الذي لبعض الميكروبات على البعض الآخر مما يتسبب عنه في بعض الأحيان وقف تكاثر البعض وانخفاض عدده النسبي وفي أحيان أخرى زيادة نشاط البعض وسرعة نموه .

ثانياً : خاصية اللبن المطهرة

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

(١) عدم ملائمة البيئة لمعيشة بعض الأنواع :

بعض الميكروبات التي تنتقل إلى اللبن من الضرع وبعض المصادر الأخرى تجد اللبن بيئة غير ملائمة لمعيشتها ونموها أو تجد الشروط غير موافقة لحياتها فتتموت ويستدل على صحة هذا الاستنتاج بأن بكتيريا حامض اللبكتيك لا ينخفض عددها في اللبن بخلاف الحال في بعض الميكروبات الأخرى .

(٢) تأثير المواد الملبدة :

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

(٣) تأثير المواد القاتلة :

يمرّ بعض الباحثين انخفاض عدد البكتيريا في اللبن خلال الساعات الأولى بعد ألباب إلى احتوائه على مواد قاتلة للبكتيريا أهمها خلايا الدم البيضاء (leucocytes) والأجسام المضادة (anti - bodies) فالأولى وهي التي تعرف أحيانا باسم الفاجوسيت أو الخلايا الآكلة قد تحتفظ بعضها بقدرته على التهام البكتيريا وهضمها إلى ما بعد حلب اللبن ، إذ يشاهد عند فحص رواسب بعض العينات ميكروسكوبيا أنها تحتوي على عدد كبير من هذه الخلايا منها ما يحتوي على بكتيريا ، غير أنه لا يوجد دليل قاطع على أن التهام الخلايا للبكتيريا يتم بعد خروج اللبن من الضرع ، أما الأجسام المضادة وهي من أنواع مختلفة فالمعتقد أنها تعمل كذلك على قتل البكتيريا بعد خروج اللبن من الضرع وبذلك تشترك في التأثير المطهر .

* * *

ولقد أجريت أبحاث كثيرة على خاصية اللبن المطهرة وخصوصا من حيث علاقتها بدرجة الحرارة التي يحفظ عليها اللبن وتأثير التسخين فيها ، فوجد أنه لا تتأثر أنواع الميكروبات المختلفة بهذه الخاصية بدرجة واحدة فبينما يقف بعضها عن النوكلية أو يتناقص عدده لا يتأثر البعض الآخر إطلاقا ، كما وجد أن التأثير المطهر تطول مدته بانخفاض حرارة الجفط وتقصر بارتفاعها ، فعلى درجة ٣٢ ف (صفر س) مثلاً قد يستمر الانخفاض في العدد لمدة أسبوع أو أكثر ، وعلى درجة ٥٠ ف (١٠ س) وقد لا تتجاوز مدته الأربع والعشرين ساعة في حين أنها تقصر إلى ساعات قليلة إذا حفظ اللبن على درجة ٩٨,٦ ف (٣٧ س) ثم تبدأ البكتيريا في 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 لا تفقد تأثيرها في ميكروب التيفود إذا سخن اللبن إلى درجة ١٤٠ ف (٦٠ س) لمدة عشرين دقيقة ، ولكن تأثيرها يضعف بالنسبة للميكروب المذكور في حالة تسخين اللبن إلى درجة ١٥٨ ف لمدة ٣٠ دقيقة . ووجدت حالات مشابهة فيما يتعلق باختلاف التأثير في بعض الميكروبات الأخرى بهذه الخاصية .

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

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

ثالثا : درجة الحرارة التي يحفظ عليها اللبن :

لدرجة الحرارة التي يحفظ عليها اللبن تأثير كبير في مدى تكاثر الميكروبات التي توجد بالعينة وكذلك في نسبة الأنواع التي تنمو بها بعضها لبعض ، وإذا حفظ اللبن على درجة حرارة معينة فإنه تقريرا يتغير دائما بشكل خاص ، إذ أن لكل نوع من أنواع الاختيار درجة حرارة خاصة يحصل عندها عادة ، وهذه الدرجة إما أن تناسب نشاط الميكروب المسبب لهذا الاختيار أو أنها لا تلائم نمو الميكروبات الأخرى التي يمكن أن يؤدي نشاطها إلى وقف عمل الميكروب الأول أو إضعافه وسنذكر فيما يلي عن أهم التغيرات التي تحدث باللبن عند حفظه على درجات الحرارة المختلفة .

(١) الحفظ على حوالى درجة التجمد :

لا تتكاثر البكتريا في اللبن المحفوظ على درجة تقل عن درجة التجمد ^(١) (freezing point) بل عادة يميل عددها إلى الانخفاض ، ويتوقف مدى هذا الانخفاض على مقدار مقاومة الأنواع التي تنمو بها العينة للظروف غير الملائمة . ولا يمكن أن يؤدي استعمال اللبن أو القشدة التي تجمدت بالتبريد وحفظت وتجمدة مدة طويلة إلى أضرار صحية ، لأنه لا ينتظر أن تنتج بها ، نتجبات 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 فإن عدد البكتريا ينخفض عادة انخفاضاً يسيراً ثم تبدأ في التكاثر بعد مضي أسبوع أو أكثر وتستمر هكذا حتى يبلغ عددها بضع ملايين في السنتيمتر المكعب ، ويصحب هذا التكاثر بطول مدة الحفظ تغيرات في الكازين والحموضة والرائحة ، فمثلا حفظت عينة من اللبن على درجة ٣٢ ف (صفر سنجراد) وكانت تحتوي بعد الحلب على ١٣٠٠٠٠ بكتريا في السنتيمتر المكعب فانخفض هذا العدد إلى ٧٢٥٠٠ بعد ستة أيام ثم بدأ في الارتفاع حتى بلغ ٣٤ مليوناً في السنتيمتر المكعب بعد ٢٦ يوما ، وشوهد حينئذ أن الكازين قد ترسب وظهرت نكهة غريبة بالعينة ، بينما زادت الحموضة من ١٦ ٪ حتى بلغت ٦٥ ٪ بعد انقضاء ١٠٦ أيام وتكونت بالعينة غازات وأخذ الكازين في الانحلال وأصبحت رائحتها غير مقبولة .

ويشاهد عند فحص مثل هذه العينات أنها تحتوي على ميكروبات هاضمة وأخرى مكونة للحمض ، ويكرن عدد الأولى أكبر مما يوجد في العينات المحفوظة على درجات أعلى من الدرجة المذكورة وبالعكس تكون الثانية أقل عددا .

ومن أهم ما ينبغي ملاحظته في العينات التي تحفظ على مثل هذه الدرجات المنخفضة أن عدد البكتريا

(١) درجة تجمد اللبن تختلف باختلاف تركيب العينات إلا أنها على وجه التريب حوالى ٣١ ف (- ٥٦ ر س)

قد يبلغ فيها درجة كبيرة دون أن تظهر بها تغيرات ملحوظة في الطعم والرائحة يستدل منها على وجود هذا العدد ، ولما كان تحلل بروتين اللبن قد يؤدي إلى تكون منتجات سامة فإن 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 المشروبات ناشئة عن تخزين القشدة المستعملة في صنعها على حوالى درجة ٣٢ ف لمدة طويلة ، على أن الحفظ على درجات أعلى من تلك ولو أنه يؤدي إلى تكاثر سريع نسبيا إلا أن التغير الذى ينشأ حينئذ لا يتسبب عنه عادة منتجات ضارة لأنه يحدث رئيسيا بانحلال الكربوهيدرات بدلا من انحلال البروتين ، لذا كان من الضروري ألا يحفظ اللبن أو القشدة مدة طويلة تزيد عن عشرة أيام على درجة ٣٢ ف منعا لاحتمال تكون المنتجات 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 المنتجات السامة فى مثل هذا اللبن بطول مدة الحفظ أما إذا 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 ، وفى بعض الأحوال يظهر اختار حامضى فى البداية وفى أحوال أخرى يتغير اللبن تغيرات غير عادية أولا ، فالميكروبات المسببة للزوجة والمرارة يوجد نموها على هذه الدرجة ، لذلك فإن هذين التغيرين كثيرا ما يحدثان تحت الظروف المذكورة خصوصا وأن نمو سترتوكوكس لاكتس على هذه الدرجة محدود ، ولهذا فهى لا تؤثر 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 سترتوكوكس لاكتس تماما فإن اللبن عند حفظه عليها يحمض بسرعة نتيجة تكون حامض اللكتيك ، ويصحب هذا التغير أو يليه إنتاج الغازات المسببة عن ميكروبات القولون أو الخماثر كما تظهر رائحة وطعم غير مرغوب فيهما بفعل أنواع مختلفة من الميكروبات . وبما يجدر ذكره أن نسبة سترتوكوكس 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 لا تتحمل الحموضة العالية .

(٤) الحفظ على درجة ٩٨,٦ ف (٣٧ س) :

عادة ينتج الحامض بسرعة كبيرة على درجة ٩٨,٦ ف بفعل سترتوكوكس 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 تكثر 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 الخماثر المحللة لللاكتوز ، كما أن من أنواع سترتوكوكس (مثل

ستربتوكوكس ثرموفيلس (Str. thermophilus) ماثلته 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 في البسترة البطيئة (١٤٥ - ١٥٠ ف) وينسب الى
هذه الأنواع ارتفاع عدد البكتيريا في بعض الألبان المبسترة وعلى الأخص في الأحوال التي تستمر فيها
إدارة الجهاز مدة طويلة دون توقف .

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

عدد البكتيريا في عينة من اللبن روعيت "نمطافة في إنتاجها .			
عمر العينة بالساعات		درجة حرارة الحفظ	
عند الاختبار		٥٠ ف	٦٠ ف
٢٤	١٠٠٠	١٠٠٠	٢٠٠٠
٢٧	١٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠
٣٠	١٠٠٠	٢٠٠٠	٥٠٠٠
٣٣	٢٠٠٠	٥٠٠٠	٦٠٠٠
٣٦	٣٠٠٠	٥٠٠٠	٨٠٠٠

عدد البكتيريا في عينة أخرى أنتجت تحت الظروف العادية .			
عمر العينة بالساعات		درجة حرارة الحفظ	
عند الاختبار		٥٠ ف	٦٠ ف
٢٤	١٤٠٠٠٠	١٢٠٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠٠٠
٢٧	١٩٠٠٠٠	١٦٠٠٠٠٠	غير قابلة للعد
٣٠	٢٨٠٠٠٠	٣٠٠٠٠٠٠	»
٣٣	٥٢٠٠٠٠	٥٠٠٠٠٠٠	»
٣٦	٨٠٠٠٠٠	٧٠٠٠٠٠٠	»

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

أدوار نشاط البكتيريا في اللبن

يمكننا أن نغير أربعة أدوار رئيسية لنشاط البكتيريا في اللبن إذا ترك دون معاملة خاصة وحفظ على درجات تتراوح بين ٥٠ م° ٦٨ ف (١٠ — ٢٠ س) وهذه الأدوار هي كما يأتي :

الدور الأول : ويعرف بالدور القاتل (germicidal phase) ودور الذي يقل فيه عدد البكتيريا في اللبن في غضون الساعات الأولى بعد الحلب مباشرة وينسب إلى العوامل التي أسلفنا ذكرها .

الدور الثاني : ويعرف بدور التكاثر (multiplication phase) وفيه تنمو البكتيريا دون عائق وتتوقف سرعة النمو والتكاثر وكذا الأنواع التي يغلب وجودها في العينة وكيفية تغيرها على درجة الحرارة التي تحفظ عليها كما فصلنا ذلك فيما سبق ، ويتهى هذا الدور عموماً بتجبن اللبن ، وأنشط الميكروبات التي تعمل في هذه الحالة هي ستربتوكوكس لاكتس ، فإذا حفظ اللبن على حوالى درجة ٦٨ ف تجبن عادة بهذا الميكروب في حوالى ٤٠ ساعة . على أنه تنبؤ الإشارة هنا إلى أن النقطة التي يتجبن عندها اللبن لا تتوقف على عدد ما به من ميكروبات بل على درجة حموضته ، فقد لا يوجد بالسفيمتر المكعب من اللبن الذي يحفظ على درجة ٩٨,٦ ف عند تجبنه غير ثمانية ملايين بكتيريا في حين يشاهد أن اللبن المحفوظ على درجة أكثر انخفاضاً يحتوى على بضع مئات الملايين في السفيمتر المكعب دون أن يتجبن . ومتى وصلت الحموضة حداً معيناً يقف نمو البكتيريا ويتهى هذا الدور .

الدور الثالث : ويعرف بدور نمو الفطر (fungi development phase) وفيه يشجع الفطر على التكاثر بتأثير حموضة اللبن العالية ، إذ المعروف أن الفطر ينشط في وسط حامضى ومن أهم الأنواع التي تنمو في هذه الحالة النوع المعروف باسم أويديم لاكتس (Oidium lactis) وهو يكون غشاه أبيض على سطح اللبن . وفي هذا الدور يؤكد الفطر الحامض ويعادله بما ينتجه من نشادر ومواد قلوية أخرى ناشئة عن التحلل المائى للبروتين ، وهذا التعادل يساعد على استمرار تحلل اللاكتوز الباقى بواسطة البكتيريا الخاصة ثمانية فتنج الأحماض العضوية في اللبن حتى إذا ما استهلك اللاكتوز كله بدأ التأثير في التحول إلى القلوية نهائياً .

الدور الرابع : ويعرف باسم دور التعفن (putrifactive phase) وهو لا يلاحظ إلا إذا حفظ اللبن لمدة طويلة ، فعند ما يعادل التأثير نهائياً في الدور السابق تتهيأ الفرصة لتكاثر الأنواع التعفنفة من البكتيريا التي تبقى كامنة في اللبن طوال المدة السابقة ، وهي لا تنشط إلا في بيئة قلوية أو متعادلة التأثير وهذه تعمل على هضم الكازين ، وينتهى هذا الدور بتحلال اللبن وتحوله إلى سائل متعفن يحتوى رئيسياً على مواد معدنية .

الباب الثاني عشر

إختمار حامض اللاكتيك

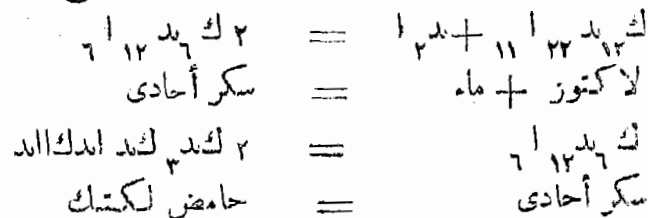
يطلق في المعتاد على أية عملية ينشأ عنها تغير في اللبن نتيجة نشاط نوع أو أكثر من الميكروبات اسم إختمار (fermentation) . وإختمارات اللبن على أنواع كثيرة منها ما هو عادي — أى ما يحدث تحت الظروف العادية — كإختمار حامض اللاكتيك (Lactic acid fermentation) الذى يتسبب عنه ترسب المكازين وتجهن اللبن ، ومنها ما هو غير عادي كالإختمارات التى تنشأ عنها تغيرات في لون اللبن أو طعمه أو رائحته أو قوامه . . الخ .

وقد يتغير اللبن نتيجة حدوث عدة إختمارات مختلفة به في وقت واحد ، فمثلا يصحب إنتاج حامض اللاكتيك أحيانا ظهور غازات أو تغيرات في اللون ، ومع أن مثل هذه الإختمارات المختلطة كثيرا ما تسبب عن عدة أنواع من الميكروبات ، إلا أن من البكتيريا ما يحدث أكثر من إختمار واحد ، ومثال ذلك باسلس القولون الذى يجهن اللبن بتأثير الحامض كما يكون به في ذات الوقت غازات .

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

ولما كان إختمار حامض اللاكتيك هو أهم التغيرات التى تحدث باللبن على وجه العموم فإننا سنخصص هذا الباب لشرحه ووصف الميكروبات التى تقوم به .

يعرف هذا الإختمار أحيانا بإسم الإختمار اللاكتيكي أو بإسم الإختمار اللبني وفيه يتحول سكر اللبن أى اللاكتوز إلى حامض لكتيك بتأثير أنواع خاصة من الميكروبات تعرف ببكتيريا حامض اللاكتيك (Lactic acid bacteria) ولم تعرف بعد كيفية حدوث هذا التحول على وجه التحقيق . والمفروض أنه ينشأ عن عمل أنزيم داخلي يعرف بإسم اللاكتاسيداز (lactacidase) وهذه العملية غير هوائية فهي لا تحتاج لاتمامها إلى وجود الأكسجين المطلق ومن المحتمل أنها تحدث على عدة درجات وإذا صرف النظر عن بعض المحاصيل الناتجة في الدرجات الوسطية أمكن توضيح التفاعل بالمعادلتين الآتيتين :



على أنه لا يتحول جميع سكر اللبن الموجود إلى حامض لكتيك طبقاً للتفاعل السابق إذ تستعمل بعض البكتريا جانباً منه في حاجتها من الغذاء والمجهود في التنفس فيتكون في أثناء ذلك مركبات عديدة مثل حامض الخليك وحامض الفورميك وأحياناً بعض الغازات كثنائي أكسيد الكربون والايديروجين الخ ، وتوقف كمية حامض اللكتيك المتكون في اللبن ونوع وكمية المتحصلات الثانوية السائلة الذكر على عدة عوامل أهمها نوع البكتريا الموجودة بالعينة ودرجة الحرارة التي تحفظ عليها ونسبة وجود الهواء ولا يتكون حامض اللكتيك في اللبن فحسب بل ينشأ كذلك عن انحلال المواد السكرية ويدرأية في عدة مواد أخرى كالحللات والسيلاج وغيرها ويعمل هذه الحالة كإداة حافظة .

وقد دلت الأبحاث التي أجريت على تأثير هذا الحامض على الضوء المستقطب (polarised light) على وجود ثلاثة أنواع منه أحدها يمينى الدورة (dextro) أى يحول الضوء المستقطب إلى جهة اليمين — والثاني يسارى الدورة (laevo) — والثالث عديم التأثير (inactive) ويتكون الأخير من جزئين متساويين من الأول والثاني ، ويتوقف نوع الحامض الناتج باللبن رئيسياً على نوع الميكروب الذى ينتجه على أن لدرجة الحرارة التي يحفظ عليها اللبن أهمية كذلك من هذه الوجهة فإذا حفظت عينة من اللبن العادى — أى الذى تلوث طبيعياً — على درجة حرارة الحجرة مثلاً كانت في المعتاد نسبة الحامض الليمى الدورة المتكون أكبر من نسبة الحامض اليسارى الدورة ، أما إذا حفظت العينة على درجة ٩٨,٦ ف (٣٧ س) فإن نسبة الحامض الأخير تفوق عادة نسبة الحامض الأول ، ويرجع الاختلاف في نسبة الحامض الغالب إلى نوع الميكروب الذى ينشط ويغلب وجوده في 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 تأثيره على الضوء المستقطب عند وصف تلك الأصناف ، ولهذا الخاصية أهمية في تمييز الأصناف المتشابهة من البكتريا المذكورة .

وقد أوضحت التجارب أن معظم عينات اللبن عند اختبارها عقب الحلب مباشرة تظهر حامضية التأثير قليلاً ، ووجد أن هذه الحموضة لا ترجع إلى حامض اللكتيك بل إلى ما يوجد باللبن من فوسفات حامضية وكازين وثنائي أكسيد الكربون وربما بعض المركبات الأخرى ، على أنه إذا ترك اللبن في مكان دافئ فإن حموضته تزداد تدريجياً نتيجة للنشاط ما به من ميكروبات وهذه الحموضة ناشئة عن إنتاج حامض اللكتيك كما أسلفنا القول حتى إذا بلغت نسبة معينة تخثر اللبن ، والنقطة التي يتخثر عندها اللبن تختلف باختلاف العينات وتقع عادة بين ٠,٥ ٪ و ٠,٦٥ ٪ (نسبة مئوية لحامض اللكتيك) ولكنه في حالة غلبه يتخثر عادة عندما تتراوح الحموضة بين ٠,٣ ٪ و ٠,٤٥ ٪

ويفسر فان سليك وهارت (Van Slyke & Hart) التفاعلات الكيميائية التي تحدث باللبن وتنتهى بتخثره بأن حامض اللكتيك الناتج يتحد بقواعد بعض الأملاح المعدنية ثم بالكلسيوم المتحد مع الكازين (ويعرف المركب الأخير عادة باسم كازينوجينات الكالسسيوم Calcium caseinogenate) فيؤدى ذلك إلى أنفراد الكازين وترسبه ، والزيادة التي تلتج من حامض اللكتيك بعدئذ تتحد بالكازين المنفرد مكونة ملح كازيني للحامض المذكور تتألف منه الخثرة المشاهدة في اللبن الحامض المتجبن .

ولا يقف تكون الحامض متى تخثر اللبن فقد وجد في حالة أنواع كثيرة من بكتريا حامض اللاكتيك أنها تستمر في 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 التي تنتجها بل وباختلاف مزارع النوع الواحد كما سنشير إلى ذلك فيما بعد .

وايست مشتملات اللبن من اللاكتوز هي العامل المحدد في الغالب لكمية الحامض التي تنتج به ، فقد وجد تحت الظروف العادية أن اللبن لا يزال يحتوى على نسبة كبيرة من اللاكتوز عندما يقف إنتاج الحامض وغنى عن القول أنه إذا عودل الحامض كلما تسكون بإضافة مواد قلوية مثل كربونات الكالسيوم فإن نشاط البكتريا يستمر حتى يتحلل اللاكتوز جميعه بشرط توافر الظروف الأخرى المناسبة لمعيشتها

ولإنتاج حامض اللاكتيك في صناعة معظم منتجات اللبن أهمية كبرى سنعود إلى شرحها في مكان آخر ويكفى أن نذكر هنا أن إنتاجه في اللبن يؤدي إلى وقف نمو أنواع كثيرة من البكتريا وخاصة الأنواع التعفنية لأنها لا تقوى على مقاومة تأثير الحموضة ولذا فهو يعتبر من هذه الوجهة كحادة حافظة على أن حفظ اللبن الحامض مدة من الزمن تحت الظروف العادية يسمح كما أوضحنا من قبل للفطر والخمائر بالنمو فتستهلك جانبها من الحامض وتعادل جانبها آخر بواسطة نواتج خاصة لعمليات التحول الغذائى التي تقوم بها وبذا تنهى الفرصة لنمو البكتريا التعفنية السالفة الذكر فتعمل حينئذ على تحلل اللبن

بكتريا حامض اللاكتيك

في أوائل القرن الثامن عشر لوحظ وجود ميكروبات حية في اللبن الحامض ومع ذلك لم يظن أن لهذه الميكروبات علاقة بحموضة اللبن إلا في سنة ١٨٣٧ ، وفي سنة ١٨٥٧ تمكن باستور من إثبات وجود ميكروبات مكونة لحامض اللاكتيك ، وبعد حوالى عشرين سنة من هذا التاريخ نجح لستر في عزل أحد هذه الميكروبات فقدم أبحاث باستور بادلة قاطعة ، ومع ذلك ظل كثير من الناس بعد هذا التاريخ ينكرون علاقة الأحياء الدقيقة بعمليات الاختمار وينسبونها إلى تفاعلات كيميائية 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 في اللبن ومن الوقوف على خواص الميكروبات المتعددة التي تقوم بها وتقسيمها وتمييزها الخ

وميكروبات حامض اللاكتيك كثيرة الأنواع والأصناف ، وبعضها ذات صفات متقاربة فلا تختلف بعضها عن بعض إلا من أوجه قليلة ، غير أنه في بعض الأحوال يعرف النوع الواحد منها بأسماء مختلفة نظراً لتعدد الأبحاث التي أجريت عليه ، فالميكروب الذى يقوم بالدور الرئيسى في تخميض اللبن مثلاً سماه لستر في سنة ١٨٧٨ باسم بكتريوم لاكتيس (B. lactic) ووصفه بأنه دبلوكوكس بيساوى ثم أطلق عليه لايمان (Leichmann) في سنة ١٨٩٤ اسم ميكروب اللبن الحامض أى بكتريوم لاكتيس أسيدى (B. lactic acid) وعاد كروز (Kruse) في سنة ١٩٠٣ فسماه باسم سترتوكوكس لاكتيكس

(Str. lacticus) وقد نشأ الاختلاف في تسمية هذا الميكروب على الأغلب بسبب تضارب آراء العلماء بشأن تحديد شكله ففي حين اعتبره البعض عصويا قصيرا إذ وصفه آخرون بأنه كروي مستطيل أو منبعج . وتقسم الأنواع الهامة من البكتيريا المكونة لحمض اللاكتيك في اللبن إلى ثلاثة مجموعات أو طوائف مميزة كالآتي :

أولا : طائفة سترتوكوكس لاكتيكس .

ثانيا : طائفة لاكتوباسلس .

ثالثا : طائفة كولاي — اروجينيس .

وتعرف الطائفتان الأولتان عادة باسم بكتيريا حامض اللاكتيك الحقيقية (True lactic acid bacteria) لأنها تنتج الحامض المذكور نقيًا تقريبًا ، على حين تعرف الطائفة الأخيرة باسم بكتيريا حامض اللاكتيك غير الحقيقية (Pseudo lactic acid bacteria) لأنها تكون من اللاكتوز مقادير كبيرة من غازات ومركبات أخرى مختلفة علاوة على حامض اللاكتيك ، وجميع الأنواع المنتمية للطوائف الثلاث المذكورة غير متجربة ولذا فهي تقل بالحرارة بسهولة نسبية .

طائفة سترتوكوكس لاكتيكس

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

وسترتوكوكس لاكتيس هو كما قدمنا العامل الرئيسي في تخميض اللبن والقشدة تحت الظروف العادية ، ولهذا فقد ينشأ عن نموه بها خسائر اقتصادية كبيرة لأنه لا يتسنى دائما استعمال اللبن الحامض أو القشدة الحامضة في جميع الأغراض التي تستعمل فيها هذه المواد وهي طازجة ، هذا علاوة على أن بعض أصناف هذه الطائفة تنتج باللبن والقشدة طعما ورائحة غير مقبولين ، على أن سترتوكوكس لاكتيس من جهة أخرى ضروري لصنع بعض المنتجات اللبنة كالزبد والألبان المخمرة وأنواع خاصة من الجبن ومن ذلك يرى أن هذا الميكروب في بعض الأحوال نافع وفي أحوال أخرى ضار .

الصفات المميزة : يعتبر هذا الميكروب على وجه العموم كروي الشكل وقد يظهر مستطيلا قليلا

وخاصة قبل الانقسام ، ويختلف حجم الخلايا كثيرا بالنسبة لعمر المزرعة والبيئة ودرجة الحرارة النامية

عليها الميكروب الخ ، ويتراوح طوله في المعتاد بين ٠,٦ و ١ ميكرون وعرضه بين ٠,٥ و ٠,٧ ميكرون ، وهو يوجد إما منفرداً أو في أزواج أو سلاسل قصيرة أو طويلة وهذا الميكروب غير متحرك غير متجشم هوأى اختياراً حرارته المثلى حوالى ٨٦ ف (٢٠ 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 وجيدا نوعا فى ييثاب الشرش (whey media) ولا ينمو على سطح آجار الجلوكوز العميق (glucose agar stab) بل ينمو جيدا فى الداخل على طول خط النقل ، أما المجموعات التى يكرهها على الآجار أو الجيلاتين فذقية الحجم ومستديرة أو بيضاوية الشكل مرتفعة قليلا ذات حافة كاملة وتظهر غالبا تحت سطح البيئة فتكون حيثئذ بشكل العدسة المحدبة الوجهين ، ولا ينمو الميكروب على البطاطس كما أنه لا يذيب الجيلاتين ونموه ضئيل فى البويون إلا إذا أضيفت إليه 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 ، وتراوح النهاية العظمى للحموضة التى ينتجها باللبن بين ٠,٧ و ١,٧ ٪ وقد تبلغ أحيانا ١,٢٥ ٪ وحامض اللكتيك الذى ينتجه يبنى الدورة دائما .

ويحب الميكروب اللبن بسرعة على درجة الحرارة الملائمة لنموه ويبدأ التجبن أولا فى أسفل الأنبوبة ، والخثرة التى يكونها جامدة جيلاتينية ملساء ولا تنكش أو يخرج منها شرش أو تظهر بها فقاعات غازية وذات طعم ورائحة مقبولين ، وعند نموه باللبن اللتىسمى (litmus milk) (أى المضاف إليه دليل عباد الشمس) يلاحظ اختفاء اللون قبل حدوث التجبن وترك 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 تسييحه وتبريده 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 متجنبنا فتقل 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 السكااملة المكونة للحامض ويعاد تحضير أطباق

منها كالأنفة الذكر وأخيراً تنقل إحدى المجموعات المنعزلة التي تظهر على الأطباق الأخيرة إلى أنبوبة آجار الشرش المائل وتحفظ على درجة ٨٦ ف لمدة ٢٤ ساعة ويفحص النمو ميكروسكوبياً بعد صبغه بطريقة جرام وتدرس خواصه المورفولوجية ، ويحسن إختبار المجموعة كذلك بتلقيحها في اللبن التمسى وملاحظة اختزال الميكروب للون بالسكيفية السائلة الذكر .

ولما كان الميكروب لا يعيش طويلاً على آجار الشرش فينبغى أن ينقل إلى أنبوبة جديدة من البيئة المذكورة كل ١ إلى ١٠ أيام مرة على أن تحفظ الأنبوبة بعد التلقيح في كل مرة على درجة ٨٦ ف لمدة ٢٤ ساعة ثم توضع بعدئذ على الدرجة العادية ، ويمكن حفظ الميكروب مدداً أطول في اللبن المعقم أو في التربة المعقمة . وتجدر الإشارة هنا إلى أن نسبة ستربتوكوكس لاكتس في اللبن الذي حمض حسديثاً تبلغ في المعتاد ٩٠ ٪ أو ٩٩ ٪ من عدد الميكروبات التي يحويها ولذا فإن معظم المجموعات التي تظهر على الأطباق عند استعمال عينة من هذا اللبن في عملية العزل هي للميكروب المذكور .

ملحوظة : تحضر بيئة آجار الشرش السائلة الذكر كما يأتي :

يسخن لتران من اللبن الفرز إلى درجة ٩٨,٦ ف (٣٧ س) ويضاف إليهما ٣ سم^٣ من المنفحة ويحفظ اللبن على الدرجة المذكورة لمدة ١٥ دقيقة أو إلى أن يكمل التجبن ثم تقطع الخثرة وتسخن في حمام مائي إلى درجة ١٥٨ ف (٨٠ س) لمدة ١٥ دقيقة وهذا يؤدي إلى انكماشها وخروج الشرش منها فيصنّى الشرش بعدئذ ويكمل بالماء المقطر إلى ١٠٠٠ سم^٣ ثم يضاف إليه ١٠ جم بيتون ٥٢ جم ملح الطعام وتسخن بالبخار لمدة ٢٠ 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 في هاون ويضاف إليها ١٥٠ سم^٣ من المرق السالف الذكر وتمزج به جيداً ثم يضاف إليه بقية المرق ويسخن بالبخار لمدة ٣٠ دقيقة ويرشح ثم يضاف إليه ١٠ سم^٣ من دليل أندراى ويعبأ في أنابيب بنسبة ٦ سم^٣ في كل أنبوبة وتعقم الأنابيب بالطريقة المتقطعة .

مصادر انتقال الميكروب إلى اللبن : لا يوجد الميكروب في اللبن عند حلبة إذ ليس في مقدوره المعيشة

في داخل الضرع ، على أنه يوجد بعدد قليل في اللبن بعد تمام حلبه ، وتعتبر الألوان من أهم المصادر التي ينتقل منها هذا الميكروب إلى اللبن تحت الظروف العملية السائدة ، كما أنه يوجد على جلد الماشية المنتجة وفي غبار الجو وبعض مواد العلف كالحبوب والسيلاج وكثيراً ما يحتوي عليه روث الماشية ، ويعزى وجوده على جلد الماشية إلى انتقاله من فمها أو تلوثه بالروث وهو لا يوجد بالماء .

طائفة لاكتوباساكي

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

(Pleomorphic) فتبدو حلزونية أو خيطية أو عجيبة أو غير منتظمة الخ ، ومن أهم ميزات هذه الطائفة أنها تنمو ببطء في اللبن ومنتجاته ولكنها تتحمل درجة من الحوضة أعلى نسبيا مما تحتمله أفراد الطائفة السابقة . ولذا فإنها لا تلعب دورا هاما في الدرجات الأولى من تخمير اللبن حيث تنمو ستربتوكوكس لاكتيس بنشاط وتكون الحامض بسرعة ولكنها قد تنشط فيما بعد عندما يتوقف عمل الميكروب المذكور لارتفاع نسبة الحوضة لأقصى درجة يمكنه تحملها ، وقد تبلغ نسبة الحوضة التي تكونها في اللبن ٤ ٪ . وبالنظر لقدرتها على تحمل الحوضة العالية فهي تنمو حيث لا يمكن لكثير من الميكروبات الأخرى النمو . وغالبا ما توجد اللاكتوباسيلس على الدوام في منتجات الألبان من زبد وجبن وألبان مخمرة كما توجد في بعض الأغذية الأخرى الحامضة ، وهذه الطائفة أهمية خاصة في صناعة الجبن حيث تساهم في توضيح أنواع خاصة منه ، كما أنها ذات أهمية عظيمة في صنع الألبان المخمرة ، على أنها من جهة أخرى لا تستعمل في تخمر القشدة المعدة لصنع الزبد لأن إنتاج الحوضة العالية في مثل هذه الحالة غير مرغوب فيه إذ أنه يؤثر في طعم الزبد الناتج .

الصفات المميزة لأصناف اللاكتوباسيلس

تشتمل هذه الطائفة على عدة أصناف أهمها أربعة هي :

- | | | |
|-------|------------------|-------------------------|
| (١) | لاكتوباسيلس كازي | (Lactobacillus casei) |
| (٢) | اسيدوفيلس | (L. acidophilus) |
| (٣) | بلجاريكس | (L. bulgaricus) |
| (٤) | ثرموفيلس | (L. thermophilus) |

وينسب كلا من هذه الاصناف أولا ثم نشرح طريقته عزلها ، ولا بد ان نشير هنا إلى أن التفرقة بين الاصناف المذكورة من الصعوبة بمكان .

(١) لاكتوباسيلس كازي : وهو أكثر الاصناف وجودا باللبن ، وقد عزله فريدريخ وتوني

(Freudenreich & Thoni) من الجبن أولا في سنة ١٩٠٣ ، شكله عصوي رفيع ويتراوح طوله بين ٢ و ٤ ميكرونات وعرضه حوالي ٠.٨ ميكرون ، ويوجد فرديا أو في سلاسل وهو غير متحرك وغير متجراثم وهوائى اختيارا وحرارته المثلى ١٠.٤ ف (٤٠ س) وإيجاني لصبغة جرام وسلبى لاختبار المكثمالاز ، وتنمو هذه البكتيريا نموا ضعيفا جدا على الاجار العادى وفي البويون ولا تنمو كلية على البطاطس أو الجيلاتين ، ولكنها تنمو نموا معتدلا على آجار الشرش وعلى طول خط التلقيح في آجار الجلوكوز العميق . اما المجموعات التي تكونها على البيئات الصلبة المناسبة فصغيرة ازجه ذات لون رمادى وحافة كاملة أو ليفية (filamentous)

وهي تخمر الجلوكوز واللاكتوز مع إنتاج حامض ولكنها لا تنتج غازات وتخمر بعض أفرادها السكروز ، ويعتبر اللبن بيئة مناسبة جدا لنموها وعندما تجبته تتكون خثرة تطابق في مظهرها وقوامها الخثرة

التي تكونها ستربتوكوكس لاكتس كما أن تأثيرها في اللبن التمسى يشبه تأثير الميكروب المذكور غير أنها أقدر منه على تحمل الحموضة العالية . وهي لا تنفج إلى جانب حامض اللاكتيك سوى نسبة ضئيلة جدا من الأحماض الأخرى قد لا تتجاوز ٢ ٪ . ويختلف نوع حامض اللاكتيك الذي تكوّن من حيث تأثيره على الضوء المستقطب باختلاف السلالات والظروف .

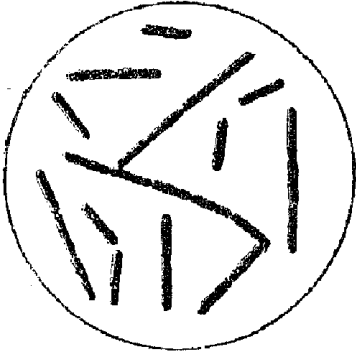
وهذا الصنف ذو أهمية خاصة في انضاج الجبن الجاف إذ يعتبر أحد العوامل الهامة في إحداث التغيرات التي تحصل بالبروتين .

(٢) لاكتوباسيلس أسيدوفيلس : عزله مورو (Moro) في سنة ١٩٠٠ من براز الأطفال الرضع

وهو قريب الشبه من الصنف السابق وينحصر وجه الاختلاف الهام بينهما في أن موطن هذا الصنف في المعتاد هو الأمعاء . حيث يمكنه النمو والمعيشة باستمرار بخلاف الحال في الصنف السابق ، ويعزى ذلك على الأرجح إلى أن اللاكتوباسيلس أسيدوفيلس يتحمل درجة من التوتر السطحي (Surface tension) أكثر انخفاضاً مما يتحمله اللاكتوباسيلس كازي ، ويميل هذا الصنف على العموم كما يستنتج من الأبحاث إلى إنتاج حامض لاكتيك يميني الدورة . وهو يستعمل بكثرة في الوقت الحاضر في علاج بعض الاضطرابات المعوية كالامساك وتكون الغازات الخ

(٣) اللاكتوباسيلس بايجاريكس : عزله جريجوروف (Grigoroff) في سنة ١٩٠٥ من اليوغورت

أي اللبن المختمر ، وهو يتفق من عدة وجوه كذلك مع اللاكتوباسيلس كازي (أنظر شكل ٢٧) ولو أنه عادة أكبر منه في الحجم قليلا ، ويعيش باللبن واللبن المختمر ، ويميل إلى إنتاج حامض لاكتيك عديم التأثير على الضوء المستقطب ويختلف عن لاكتوباسيلس أسيدوفيلس في عدم قدرته على النمو في الأمعاء .



وقد اقترح شيرمان وستارك (Sherman & Stark) استعمال درجات الحرارة المناسبة للنمو في تمييز الأصناف الثلاثة السالفة الذكر إذ وجد أن لاكتوباسيلس أسيدوفيلس ولاكتوباسيلس بايجاريكس ينموان على درجة ١١٣ ف (٤٥ س) بينما لا يقدر لاكتوباسيلس كازي على درجة ٥٩ ف (١٥ س) . كما وجد أن الميكروب الأخير ينمو على درجات تبلغ من الانخفاض ٥٩ ف (١٥ س) على حين أن الميكروبين الأولين لا ينموان على الدرجة المذكورة .

(٥) لاكتوباسيلس ترموفيلس : يتراوح طول هذا الميكروب بين ١,٥ و ٤,٥ ميكرون ومتوسط

طوله ٣ ميكرونات وعرضه ٥,٥ ميكرون وهو غير منتظم الصبغ وترى به أحياتا أجسام ملونة بلون أخفق من لون الخلية ، وينمو على درجة حرارة تتراوح بين ٨٦ و ١٤٩ ف (٣٠ و ٦٥ س) وحرارته المثلى

بين ١٢٢ و ١٤٥ ف (٦٢,٨ ٥٠) ولذا فإنه ينمو بسرعة على درجة حرارة البسترة ، وينتج حموضة قليلة في اللبن اللبني 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 الميكروب بالملح : يوجد اللاكتوباسيلس بعدد قليل في اللبن الطازج ، ولكن إذا حفظت عينة اللبن تحت شروط غير هوائية (كأن تملأ بها زجاجة ملاء تاما وتسد بإحكام حتى يمنع نمو الفطر) على درجة ٨٦ ف فإن الميكروب يتكاثر ببطء تدريجيا حتى يصبح الغالب من حيث العدد ، وعادة تحفظ العينة في مثل هذه الحالة على الدرجة المذكورة لمدة ١٠ أيام أو على درجة ١١٣ ف (٤٥ س) لمدة ٤٨ إلى ٧٢ ساعة . وينبغي أن تختبر المزرعة ميكروسكوبيا من حين لآخر حتى إذا ما صارت الميكروبات العصوية الإيجابية لصبغة جرام هي الغالبة فتعزل ويكرر العزل مرة أخرى في نهاية مدة الحضارة المذكورة ، ويحسن أحيانا أن ينقل جزء من اللبن الذي تخمر بالطريقة السابقة إلى زجاجة تحتوي على لبن معقم ثم يترك ليحمض كما شرحنا من قبل .

تلفح بعدئذ أنابيب مرق الشرش أو الببتون المضاف إليه خلاصة الخميرة المعقمة (yeast extract) بجزء صغير من عينة اللبن السائلة الذكر (حوالي ٥,٠ سم^٣ لكل أنبوبة) على أن تؤخذ الكميات التي 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 في سلاسل فتكرر العملية في أنابيب أخرى ثلاث أو أربع مرات وتحفظ الأنابيب في كل مرة لمدة ٤٨ ساعة على درجة ٨٦ ف ، ثم يصب ٢ سم^٣ من خلاصة الخميرة في كل من طبقين بترى ويضاف لكل منهما ١٠ سم^٣ من آجار الشرش بعد تسديحه وتخلط محتويات الطبقين وتترك لتتجمد ، ثم تنقل نقطة بواسطة إبرة معقمة ذات عقدة من إحدى أنابيب المزارع السائلة الذكر إلى سطح أحد طبق الآجار وتنتشر عليه بواسطة قضيب زجاجي ملئ معقم ويمرر القضيب الزجاجي على سطح الطبق الثاني 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 ، وفي 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 .

وبينفي ملاحظة ضبط تأثير بيئة مرق الشرش والببتون وكذلك بيئة آجار الشرش المستعملة هنا (وهما اللذين سيقى بيان تحضيرهما في الكلام على ستربتوكوكس لاكتيس) إلى رقم pH ٣,٥ ، أما خلاصة الخميرة فتحضر كالآتي :

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

الهواء لمدة ٤٨ ساعة لكي تجف ثم يضاف إليها ١٠٠٠ سم^٣ من الماء وتسخن بالبخار لمدة ساعة ثم ترشح وتعبأ في الأنابيب وتعقم الأنابيب بالطريقة المتقطعة .

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

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

طائفة كولاى - ابروجينيس

تعرف هذه الطائفة كذلك باسم طائفة القولون أو باسم اسشرشيا - ابروبكتير (*Escherichia-aerobacter*) وهى تشتمل على عدد من الأصناف يشبه بعضها البعض من عدة وجوه وكلها عصوية قصيرة غير متحركة ، وتختلف عن بكتريا حامض اللاكتيك الحقيقية فى أنها سلبية لصبغة جرام وتنمو جيداً على البيئات الصناعية العادية وتخمّر اللاكتوز مع إنتاج حامض وغاز .

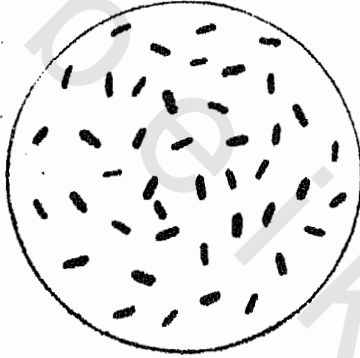
وليس من المرغوب فيه وجود هذه الأصناف باللبن لأنها ضارة فذشاطها يؤدي إلى جعله غير صالح لاستخدامه فى تغذية الانسان إذ أنه عندما تخمضه تكسبه رائحة كريهة وطعماً غير مقبول ، كما أنها من أشد الميكروبات خطراً فى صناعة الزبد والجبن ولذا توجه عناية خاصة إلى منع وصولها إلى اللبن فى أثناء الإنتاج والتداول . ويقاوم بعض أفرادها تأثير الحرارة إلى حد ما ولذا فقد لا تقتل 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 لا تجبنه بعد انقضاء وقت طويل ، ومع أن كمية الحامض الذى تكونه باللبن قد لا تختلف كثيراً عما تنتجه بكتريا حامض اللاكتيك الحقيقية غير أن نسبة حامض اللاكتيك 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 المتضمنة لهذه الطائفة هى بكتريوم أو باسلس أو اسشرشيا كولاى (*Bacterium or Bacillus or Escherichia coli*) وبكتريوم أو ابروبكتير ابروجينيس (*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 أولاً خواص كل من الصنفين المتقدمين وطريقة عزلها ثم نتكلم باختصار عن بعض الميكروبات الأخرى التى تتضمنها هذه الطائفة .

بكتريوم كولاي : ويعرف كثيرا باسم باسلس كولاي كومونس (*B. coli communis*) وقد عزلته استشرش (Escherich) أولا في سنة ١٨٨٤ ، وهو يوجد طبيعيا في أمعاء الحيوانات على اختلاف أنواعها وينخرج من الأمعاء مع الروث فيمر إلى التربة والماء ولذا فإن ظهوره بكثرة في الماء واللبن يعتبر كما ذكرنا من قبل دليلا على تلوثهما بالمواد البرازية .

وهذا الميكروب عصوى قصير (أنظر شكل ٢٨) يتراوح طوله بين ١ و ٢ ميكرون وعرضه بين ٠,٨ و ٠,٦ ميكرون ، ويوجد منفردا أو في سلاسل قصيرة وهو غير متجثر ، متحرك سلبا لصبغة جرام ، غير مغلف وغير هوائي إختيارا وحرارته المثلى ٣٧ س وينمو جيدا على الآجار العادى ، ومجموعاته كبيرة نوعا مسطحة ومنتشرة قليلا لونها أبيض أو مصفر ثم يتحول إلى لون بني متسخ ، ولا يذيب الجيلاتين ولكنه ينمو فيه نموا جيدا سواء على السطح أو فى الداخل ، أما فى البوربون فإنه يحدث تعكيرا منتظما ويكون راسبار ماذى اللون ، ونموه على البطاطس جيد ذو لون مائل إلى الرمادى أو بني مصفر وأملس ومنتشر .



(شكل ٢٨) بكتريوم كولاي

وبكتريوم كولاي يخمر عددا كبيرا من الكربوايدرات منها الجلوكوز واللاكتوز والمولتوز والجالالاكتوز والأرابنوز مع إنتاج حامض وغازات تتألف رئيسيا من ثانى أركسيد الكربون والأيدروجين كما أنه يكون الأندول وهو انجائى لاختبار أحمر الميثيل وسلبى لاختبار فوج بروسكاور و لاختبار كوسر ويجهن هذا الميكروب اللبن بسرعة بتأثير ما ينتجه من حامض اللكتيك والأحماض الأخرى ، وحامض اللكتيك الذى يكونه يسارى الدورة ، والخثرة الناتجة صلبة وتنكش فيخرج منها كمية من الشرش الرائق وتظهر بها فقاعات غازية ، ويختزل اللبن اللثمى ولا يذيب الكازين .

ولسهولة عزل هذا الميكروب تستعمل البهيات المحتوية على ملح الصفراء وعند إجراء العزل تلقح ثلاث أنابيب من مرق ماكونكى كل منها بستيمترين 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 ايروهينسي : ينفق هذا الميكروب فى الشكل والحجم مع الميكروب السابق ويوجد منفردا أو زوجيا وأحيانا فى سلاسل قصيرة ، كما أنه غير متجثر وسلبى لصبغة جرام إلا أنه غير متحرك ومغلف وهو هوائى إختيارا 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 في الجيلاتين ونموه في البايون إلا أن نموه على البطاطس سميك ذولون مصفر ولامع ومنتشر .

ويخمر بكتريوم إيروجينيس الجلوكوز واللاكتوز والسكروز وبعض السكريات الأخرى مع إنتاج حامض وغاز كذلك ، وتأثيره في اللبن مطابق لتأثير بكتريوم كولاي ، وهو لا يكون الأندول وسلبى لاختبار أحمر الميثيل وإيجابي لاختبار فوج بروسكاور واختبار كوسر .

وهذا الميكروب أكثر احتمالا لتأثير الحرارة من بكتريوم كولاي كما يمكنه النمو على درجات حرارة أكثر انخفاضاً مما ينمو عليها الميكروب المذكور واليه يعزى إنتاج الغازات بكثرة في الجبن وانتفاخ صفايح اللبن المكثف والزوجة التي تنشأ أحياناً باللبن والقشدة .

وتستعمل في عزل هذا الميكروب نفس الطريقة المستعملة في عزل الميكروب السابق ويميز الميكروبان بمظهر المجموعات التي يكونانها ، ويمكن التفرقة بين الميكروبين بأنماطهما في ماء الببتون المحتوى على الأخضر اليانع (brilliant green) أو حامض التليوريك (telluric acid) حيث ينمو بكتريوم إيروجينيس في وجود الأخضر اليانع ولا ينمو في وجود حامض التليوريك بينما يشاهد عكس ذلك في حالة بكتريوم كولاي .

مصدر انتقال هذين الميكروبين إلى البهيمة : توجد أفراد هذه الطائفة باللبن دائماً على وجه العموم

بعد نقله من مكان الحلب حتى مع استعمال الطرق الدقيقة في الانتاج ، وعند حفظ اللبن على درجة حرارة مرتفعة تتكاثر بسرعة فيصبح عددها عظيماً ، وعادة تنتقل هذه الميكروبات إلى اللبن كما ذكرنا من قبل من روث الماشية والتربة والغبار والماء ومواد العلف على اختلاف أنواعها وقد تنتقل إليه عن طريق الاواني غير التامة التعقيم . وتجدر الإشارة هنا إلى أن بكتريوم كولاي ينتقل رئيسياً من الروث على حين أن بكتريوم إيروجينيس الذي يوجد بقلّة في الامعاء ينتقل من التربة والماء وغذاء الحيوانات .

بعض الأصناف الأخرى المنتمية لهذه الطائفة : يوجد عدد من الميكروبات لا يختلف إلا قليلاً

عن بكتريوم كولاي وأهمها باسلس كولاي كوميونور (B. coli communior) وباسلس سمبيوتيك (B. symbiotica) والأخيرة عند نموها باللبن بالاشتراك مع سلالات خاصة من ستربتوكوكس لاكتيس على درجة حرارة منخفضة تسبب لزوجته ، وباسلس أسيدى لاكتيسى (B. acidi lactici) ، كما يوجد ميكروب آخر يشبهه من بعض الوجوه بكتريوم إيروجينيس ويعرف باسم كلويكي (B. cloacae) ومن أهم مميزات أنه يذيب الجيلاتين ببطء ويحمض اللبن ببطء كذلك ، واتماماً للفائدة سنجمل في الجدول الآتي أهم الفروق التي تميز أصناف هذه الطائفة .

اسم الميكروب	نشا	سكر	سالي	أندول	فوج	كوسر	أحمر
بكتريوم كولاي	ح غ	-	ح غ	-	ح غ	+	-
باسلس أسيدى لاكتيبي	ح غ	-	ح غ	+	ح غ	-	+
باسلس كولاي كومونيور	ح غ	ح غ	ح غ	-	ح غ	+	-
باسلس سميوتيسكا	ح غ	ح غ	ح غ	-	ح غ	-	+
بكتريوم ايروجنيس	ح غ	ح غ	ح غ	-	ح غ	+	-
باسلس كلويكي	ح غ	ح غ	ح غ	-	ح غ	+	-

ح انتاج الحامض
غ انتاج الغاز
+ تفاعل إيجابي
- تفاعل سلبي
+ أحيانا إيجابي وأحيانا سلبي حسب السلالة وظروف النمو
- تفاعل سلبي

كيفية إجراء الاختبارات السابقة :

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

(٢) اختبار إنتاج الاندول (Indol Production test) : ينمى الميكروب فى ماء البيتون مع حفظه على الدرجة المثلث لمدة ٤٨ ساعة ثم تؤخذ ١٠ سم^٣ من المزرعة فى قنينة وتضاف إليها ٥ سم^٣ من كاشف أرلخ (يتركب هذا الكاشف من ٤ جم من باراديميل أميد وبنزالدهيد + ٣٨٠ سم^٣ من الكحول النقى + ٨٠ سم^٣ من حامض الكلور دريك النقى) و ٥ سم^٣ من برسلفات البوتاسيوم المشبع ، فإذا ظهر لون أحمر دل ذلك على وجود الاندول وإذا لم يظهر اللون بعد مضى خمس دقائق فيكون التفاعل سلبيا .

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

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

٥ جم ملح طعام + ٠,٢ جم كبريتات المغنسيوم + ١ جم فوسفات النشادر (زبد يد فوا) + ١ جم فوسفات ثنائي البوتاسيوم + ٢,٧٧ جم سترات الصوديوم + ١٠٠٠ سم^٣ ماء مقطر . ويضبط التفاعل إلى رقم pH ٦,٨ .

وهذا الاختبار مبني على أساس أن لبعض ميكروبات هذه الطائفة القدرة على استعمال السترات كمصدر للكربون (٥) اختبار أحمر الميثيل (Methyl Red test) : تلقح بيئة ماء الببتون المحتوية على الجلوكوز والفوسفات بالميكروب المراد اختباره وتحفظ على درجة ٢٧ س لمدة خمسة أيام ثم يضاف لكل أنبوبة ١,٠ سم^٣ من محلول أحمر الميثيل فإن ظهر اللون الأحمر كان التفاعل إيجابيا ، أما اللون الأصفر فيدل على أن التفاعل سلبي والبيئة المستعملة في هذا الاختبار تتركب من ٥ جم ببتون + ٥ جم فوسفات ثنائي البوتاسيوم + ٥ جم جلوكوز + ١٠٠٠ سم^٣ ماء مقطر ويضبط التفاعل إلى رقم pH ٦,٨ ، ويمكن استعمال هذه البيئة كذلك في اختبار فوج بروسكاور ، أما دليل أحمر الميثيل فيتركب من ٠,١ جم أحمر الميثيل + ٣٠ سم^٣ كحول نقي + ٢٠ سم^٣ ماء مقطر .

بعض ملاحظات على اختبار حامض اللاكتيك : تتوقف نسبة وجود طوائف ميكروبات حامض اللاكتيك الثلاث السالفة الذكر باللبن كما شاهدنا على عدة عوامل ، وهذه العوامل هي التي تساعد على زيادة سرعة نمو إحداها وارتفاع عددها عن الطوائف الأخرى وأهم تلك العوامل هي درجة الحرارة التي يحفظ عليها اللبن فإذا حفظ على درجة ٢٠ س مثلا نشطت ستربتوكوكس وزادت نسبتها بسرعة أما إذا حفظ على درجات تتراوح بين ٣٠ و ٤٠ س فإن ذلك يوافق نمو معظم الأنواع المعوية على حين أنه على درجات تتراوح بين ٤٥ و ٥٠ س لا ينمو شيء تقريبا خلافا لللاكتوباسلس ، وهذا التقسيم بالطبع عام ولا يخلو من شواذ ولكن يمكن أن يقال على وجه العموم أنه تتكون أكبر كمية من حامض اللاكتيك النقي بأسرع ما يمكن على حوالى درجتى ٢٠ س و ٤٥ س .

ومن العوامل التي تساعد على زيادة نسبة إحدى الطوائف على الأخرى طريقة تلوث اللبن فقد ذكرنا أن طائفة القولون مثلا تنتقل رئيسيا من الروث والماء غير النقي والأواني غير النظيفة بينما تنتقل طائفة ستربتوكوكس على الأغلب من الأواني كذلك وأحيانا من جلد الماشية أو روثها أما اللاكتوباسلس فتأتي غالبا من الأغذية واللحباب وكذلك من الروث والتربة .



الباب الثالث عشر

التغيرات غير العادية التي تحدث باللبن

يحدث في اللبن ومنتجاته بين حين وآخر تحت ظروف خاصة اختلالات غير مرغوب فيها تغير طعمه أو رائحته أو لونه أو قوامه الخ مما قد يتسبب عنه في بعض الأحوال خسائر اقتصادية كبيرة للمنتج أو المستهلك ومن بين هذه الاختلالات ما هو كثير الحدوث ومنها النادر ، كما أن منها ما يسهل معرفة أسبابه وتلافيه ومنها ما يتعذر الوقوف على طبيعته ومنعه .

وتقسم التغيرات غير العادية التي تحدث باللبن رئيسياً إلى قسمين أحدهما ينشأ عن عمل الميكروبات والثاني ينسب الى عوامل أخرى منها تغذى الماشية على أغذية خاصة وتعرض اللبن لضوء الشمس أو امتصاصه لرائحة بعض المواد المحيطة به الخ ، وللتغيرات المنمنية للقسم الاول صفات تميزها من تغيرات القسم الثاني ، وسنذكر أولاً فيما يلي عن أهم التغيرات البكتريولوجية ونصف الميكروبات المسببة لها وطرق الوقاية منها ثم نشرح العوامل التي تنشأ عنها التغيرات الأخرى وأخيراً نذكر مميزات التغيرات البكتريولوجية وكيفية الوقوف عن منشأها .

أولاً التغيرات التي تحدثها الميكروبات

(١) لزوجة اللبن

اللزوجة (Sliminess) من التغيرات الشائعة الحدوث باللبن والقشدة وهي إما أن تظهر باللبن قبل أن يغادر مكان الانتاج أو تظهر في أثناء حفظه لدى المستهلك ، ويتميز اللبن اللزج بأنه إذا صب من وعاء لآخر أو وضع الاصبع فيه ورفع فانه ينسحب في شكل خيوط يتراوح طولها بين بضعة مليمترات ومتر أو أكثر .

وتنشأ اللزوجة أو كما تعرف أحياناً بالتهجيل (ropiness) اما عن ميكروبات خاصة أو نتيجة حالة غير طبيعية في ضرع الماشية كالإصابة بالتهاب الضرع وفي الحالة الأخيرة لا يكون اللبن صالحاً 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 نسبياً أى حوالى ٤ و ٦ (١٨ س) وذلك لأن ميكروبات حامض اللاكتيك توقف عمل ميكروبات اللزوجة على درجات حرارة أكثر ارتفاعاً علاوة على أن الميكروبات الأخيرة تكون أ كبر كمية من المواد المخاطية على الدرجات المذكورة .

وتسبب الزوجة على وجه العموم من أن الميكروبات تكون حول خلاياها أغلفة مخاطية تتركب في الغالب من مواد صمغية ، ومع أن الزوجة المسببة عن الميكروبات تجعل اللبن غير طبيعي إلا أنها لا تعتبر ضارة بالمستهلك إذ أن الميكروبات التي تسببها غير ممرضة .

ومن أهم ميكروبات الزوجة النوع المعروف باسم بكتريوم لاكتيس فزكوزم « *B. lactis viscosum* » وقد عزله أدامتز (Adametz) أولا من الماء ثم من اللبن الزج ، وهو ينمو على الوجه الأكمل متى كانت التهوية جيدة ولذا تظهر الزوجة المسببة عنه في طبقة القشدة على سطح اللبن قبل أن يلاحظ أى تغير في اللبن الموجود تحتها .

وعند فحص هذا الميكروب في 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 في الخيوط المذكورة بدلا من أن يكون لكل خلية غلاف مميز .

وبكتريوم لاكتيس فزكوزم ميكروب عصوى قصير يختلف طوله بين ٠.٥ ميكرون وميكرونين ويبلغ عرضه ٠.٧ ميكرون ، ويوجد إما فرديا أو في أزواج ، وهو غير متجرح و غير متحرك وسلبى التلوين لصبغة جرام ، ولا يذيب الجيلاتين وينمو جيدا على الآجار المسائل والبمباتس 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 لزوجة ويحول تأثيره الى القلوية الخفيفة .

ولعزل هذا الميكروب ينقل جزء صغير من اللبن اللزج الى أنبوبة لبن لشمى وتحفظ على درجة ٥٠ ف (١٠ س) لمدة ٤٨ الى ٧٢ ساعة ويفحص الجزء العلوى من اللبن بين حين وآخر ، ومتى ظهرت الزوجة 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 الزوجة باللبن ، وتكمل التنقية كالمعتاد وتحفظ المزرعة النقية على آجار مغذى مائل .

وكثيرا ما تنشأ الزوجة باللبن عن أصناف من طائفة ميكروبات القولون ، فقد وجد أن بعض سلالات بكتريوم ايروجينيس لها قدرة على تكوين أغلفة مخاطية حول خلاياها وإحداث لزوجة باللبن . ومن الميكروبات المنتجة للحموضة ما يحدث الزوجة كذلك فقد لوحظ في بعض الأحيان لزوجة القشدة الحامضة مثلا ، وهذا التأثير ينشأ عن عمل مزارع خاصة من بكتريا حامض اللكتيك الحقيقية مثل لاكتوباسيلس كازى ولاكتوباسيلس بلجاريكس وستربتوكوكس لاكتيس ، ويعرف أحيانا الصنف المكون للزوجة من الميكروب الأخير كما ذكرنا من قبل باسم « هولانديكس » وتعزى الزوجة أحيانا في مثل هذه الأحوال إلى السلاسل الطويلة التي تكونها هذه الميكروبات كما تعزى في أحيان أخرى إلى الأغلفة المخاطية التي تكونها .

وقد تحدثت الزوجة نتيجة إشتراك ميكروبين في المعيشة والعمل فقد وجد بيوكانن وهامر

(Buchanan & Hammer) أنه حدثت لزوجة بالقشدة بسبب اشتراك ستربتوكوكس لاكتس مع ميكروب آخر عرض باسم بكتريوم فسكوسيميبيوتيك (B. visco - symbioticum) وأستدل على صحة هذا الرأي بأن الميكروب الأخير عند نموه بمفرده باللبن لا ينتج الزوجة على حين أن نمو مزارع خاصة من ستربتوكوكس لاكتس معه تؤدي إلى ظهور التغير المذكور .

مصادر انتقال ميكروبات اللزوجة إلى اللبن وطرق وقاينه منها

لاستطيع هذه الميكروبات المعيشة في الضرع ولذا فانها تصل إلى اللبن من مصادر خارجية ، وهي توجد على العموم بكثرة في المياه السطحية وتنقل منها إلى أجسام الماشية المنتجة عند خوضها فيها أو تنظيف ضروعها بها كما تنتقل إلى أواني اللبن عند استعمالها في غسلها ومن ثم تصل إلى اللبن في أثناء الحلب أو بعده سواء من الحيوان أو الأواني المستعملة في حلب اللبن أو نقله أو معاملته ، وقد يكون القش أو الدريس العفن ونحو ذلك من مصادر انتقالها إلى اللبن .

وقد أتضح للؤلف أن يدرس حالة ظهور لزوجة بأحد مراكز الإنتاج باسكتلندا فوجد أن السبب يعود إلى استعمال ماء منوث بالميكروب بكتريوم لاكتس فزكوزم في غسل أواني اللبن وعدم تمام تعقيم الأخيرة .

وليس من السهل دائما القضاء على ميكروبات اللزوجة أو مكافحة هذا التغير بدقة نظرا لأن الأغلفة التي تكونها غالبيه هذه الميكروبات تمسكها من مقاومة تأثير الحرارة والمطهرات إلى حد ما ، ولهذا يلاحظ حدوث هذا العيب أحيانا في الألبان التي لم تجر بسترتها بدقة .

وقد وجد أن من أنجح الوسائل لمكافحة اللزوجة العناية بنقاوة الماء المستعمل سواء في حظيرة الماشية أو في معمل الألبان ، وغسل ضروع الماشية وأجزائها الخلفية بعناية وتطهيرها مع مراعاة الدقة في تنظيف وتعقيم الأواني والأدوات التي يلامسها اللبن ، وقد يكون من المفيد أحيانا تطهير الحظائر بعد تنظيفها جيدا إذ ثبت انتقال هذه الميكروبات في بعض الأحوال من جو الحظيرة .

وتعتبر البسترة من بين وسائل مكافحة الناجعة ، على أنه من المهم العناية بنظافة وتعقيم آلات التعبئة إذ ربما تؤدي إلى تلوث اللبن بعد بسترة .

(٢) تلون اللبن

قد ينشأ تلون اللبن (Pigmentation) كذلك عن حالة غير طبيعية بالحيوان المنتج أو عن عمل بعض أنواع الميكروبات فيه ، وفي 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 في الحالة الثانية فلا يتغير لون اللبن إلا بعد انقضاء بضع ساعات من الحلب ويزداد التغير وضوحا بمرور الوقت على حين أن اللون في الحالة الأولى يخفى عادة نتيجة لترسب كرات الدم الحمراء في قاع الاناء . وليس تلون اللبن من التغيرات الشائعة الحدوث ، فهو لا يلاحظ في المعتاد بكثرة إلا حيث يتحصل على القشدة بترك اللبن في الأواني مدة من الزمن لكي تطفو حبيبات الدهن على سطحه ، ففي مثل هذه الأحوال

يترك اللبن مكشوفاً ويحفظ عادة مدة غير قصيرة في أمكنة منخفضة الحرارة مظلمة رديئة التهوية بما يساعد على تلوّنه بالميكروبات المسببة للون ونموها فيه ، ولذا فإن استعمال آلات الفرز قد ساعد على تقليل حدوث تغيرات اللون الى حد كبير .

وتغيرات اللون متعددة الأنواع ، وقد عرف لكثير من الميكروبات القدرة على تلوّن 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 تلوّن اللبن تحت هذه الظروف .
وليس كل الميكروبات التي تنتج مجموعات ملونة على الآجار أو الجيلاتين تسبب تلوّن اللبن عند نموها به ، ففي حين أن بعضها لا يغير لونه إطلاقاً إذ البعض الآخر لا ينتج سوى راسباً ملوناً أو حلقة ملونة على السطح تنشأ عن تجمع الميكروبات بعدد كبير . على أنه في تغيرات اللون الهامة ينتشر اللون في اللبن جميعه أو في جزء كبير منه . وسنتكلم فيما يلي عن أهم تغيرات اللون .

اللون الأحمر : تسبب حمرة اللبن عن عدة ميكروبات من أهمها ميكروكوكس روزيس (*M. roseus*) وهو يسكن راسباً أحمر ، وبكتريوم أو باسلس ارثروجينيس (*B. erythrogenes*) وهذا يسبب تلوّن الجزء العلوى من اللبن بلون أحمر كالدّم ويغير تأثيره إلى القلوية الخفيفة ، وبكتريوم أو باسلس بروديجوزم (*B. prodigiosum*) وهو ينتج بقعاً حمراء تشبه نقط الدّم على سطح اللبن عند حفظه ويرسب الكازين ببطء ثم يحل الخثرة ، وكلا الميكروبين الأخيرين عصوى قصيرة ، غير متجشّم ، مذيّب للجيلاتين ، ومن أنواع الخنائر الكاذبة أى التوريولا ما يسبب إنتاج بقع حمراء على القشدة واللبن الحامض وأهمها توريولا جلوتيفنس (*T. glutinis*) .

اللون الأزرق : تنشأ زرقة اللبن غالباً من عمل بكتريوم أو باسلس سيانوجينيس (*B. cyanogenes*) ومن خواص هذا الميكروب أنه لا ينتج اللون الأزرق إذا نُمي فيه بحالة نقية ولكنه يسبب الزرقة متى نُمي بالاشتراك مع ستربتوكوكس لاكتيس أى عندما يصير تأثير اللبن حامضياً ويظهر اللون في البداية على هيئة رقعة زرقاء على سطح اللبن ثم ينتشر تدريجاً إلى أسفل ، وإذا حفظ اللبن وقتاً طويلاً تغير لونه إلى الرمادى المتسخ أو البنى كما يتحول تأثيره إلى القلوية .
وهذا الميكروب عصوى قصيرة ، غير متجشّم ومتحرك وغير مذيّب للجيلاتين وينمو بجودة على البيئات العادية .

وقد تنشأ الزرقة كذلك عن الميكروب بكتريوم أو باسلس بيوسيانيس « *B. pyocyanus* » .
ومن الأسباب التي تؤدي إلى ظهور اللون الأزرق أحياناً باللبن انخفاض نسبة المواد الصلبة أو إصابة الماشية بسل الثدي أو تغذى الماشية بأغذية خاصة .

اللون الأصفر : أهم الميكروبات المسببة لاصفرار اللبن بكتريوم أو باسلس سنزانثس « *B. synxanthus* » . ويظهر اللون في هذه الحالة واضحاً في طبقة القشدة ، إلا أنه ينتج ببطء .

وهذا الميكروب يحجن اللبن ويهضم الخثرة وقد يلون المواد المهضومة بلون أصفر باهت كما أنه يحول تأثير اللبن إلى القلوية ويكسبه طعماً ورائحة غير مقبولين ، وهو عصوي قصير ، غير متجشّم ، متحرك ويذيب الجيلاتين ويفتح الأندول .

وقد ينشأ اللون الأصفر باللبن عن عوامل غير ميكروبية مثل تغذى الماشية على بعض النباتات أو إصابة الضرع بأمراض خاصة ، هذا فضلاً عن أن بعض أصناف الماشية تنتج لبناً أصفر اللون بطبيعته كالبقر الحسي مثلاً .

الفلورسنت (B. fluorescens) : تسبب خضرة اللبن إلى عمل بعض الميكروبات التي من أهمها بكتريوم أو باسيل فلورسنت (B. fluorescens) ويعرف هذا الميكروب بقدرته على تحليل الدهن تحليلًا مائياً وهو يولد لوناً أخضر وامضاً (green fluorescence) في معظم البعثات العادية .

وقد تنشأ باللبن ألوان أخرى ليس للبكتريا دخل في إنتاجها فمثلاً إذا وضع اللبن في أوان صدئة وارتفعت حموضته فإن الحامض يذيب الصدأ فيتلون اللبن بلون رمادي مزرق .

مهماته انتقال الميكروبات المسببة لتغيرات اللون إلى اللبن : تقلل الميكروبات المسببة لتغيرات اللون إلى اللبن رئيسياً من الهواء والغبار والماء والأواني الملوثة ، وتنحصر طرق الوقاية منها في اتخاذ الاحتياطات الكفيلة بنظافة إنتاج اللبن والتأكد من نقاوة الماء المستعمل في غسل الأواني وتطهيرها .

(٣) إنتاج الغازات باللبن

عرف لعدد من الميكروبات القدرة على إنتاج الغازات باللبن أو مستخرجاته تحت ظروف خاصة غير أن المهم من هذه الميكروبات من الوجهة العملية قليل .

وليس لإنتاج الغازات باللبن أهمية كبيرة إلا أنه قد يؤدي إلى أضرار اقتصادية بالغة عند حدوثه ببعض منتجات الألبان ، فمثلاً إذا حفظت القشدة وقتاً طويلاً وعلى الشخص في أشهر الصيف الحارة فإنه أحياناً قد تتكون رغوة (frothing) نتيجة لما يتكون من غازات وهذه تسبب رفع أغشية الأوعية المخروطية بها القشدة مما يؤدي إلى فقد جزء منها ، هذا فضلاً عن انخفاض قيمة مثل هذه القشدة في صنع الزبد ، كما قد ينشأ تمزق الجبن وتشقق اللبن المختمر بما ينتج بها من غازات فتتدهج قيمته التجارية .

ويعزى لإنتاج الغازات باللبن ومنتجاته رئيسياً إلى قسمين من الميكروبات أولهما طائفة ميكروبات القولون أو كولاى - اىروجينيس التي أسلفنا وصفها وثانيهما بعض أنواع الخمائر الكاذبة أو التوريلا .

ويتكون الغاز في حالة الطائفة الأولى نتيجة لتخمير اللاكتوز وهو عبارة عن مخلوط من ثنائي أوكسيد الكربون والهيدروجين ، وتنتج المزارع النقية منها أكبر كمية من الغاز قبل أن تتكون كمية كبيرة من الحامض . ويخرج الغاز الناتج بسهولة من اللبن السائل أى غير المتجبن ولكنه يحبس في الخثرة على هيئة فقاعات واضحة متى تجبن اللبن ، وأهم ميكروبات هذه الطائفة المسكونة للغاز هي بكتريوم أو اىرو بكتريوم اىروجينيس

أما الخنائر الكاذبة المهمة في إنتاج الغاز وخاصة في القشدة فإنها تكونه كذلك نتيجة لتخمير اللاكتوز، والغاز المتكون في هذه الحالة هو ثنائي أكسيد الكربون، ويشمل الاختيار إلى جانب تكون الغاز المذكور إنتاج مقدار قليل من الكحول الايثيلي، ونظرا لقدرة هذه الخنائر على تحمل الحموضة العالية فإنها قادرة على المعيشة حيث لا يمكن لكثير من الميكروبات الأخرى النمو كما هو الحال في القشدة الحامضة مثلا أي التي نمت فيها بكتريا حامض اللكتيك بنشاط .

والنوعان المهمان من الخنائر المذكورة هما *T. cremoris* (وتوريولا كريموريس) و *T. sphaerica* (وأولهما أهليجي، الشكل ويوجد نموه على درجة ٨,٦°ف (٣٧ م) على حين أن الثاني كروي ويفضل النمو على درجة الحرارة المنخفضة، وكلاهما إذا لقمح في اللبن التمسى ينتج الغاز بشدة ويكسبه رائحة الخنيرة (yeasty odour) كما وأنهما ينموان بجودة على الآجار العادي وهما يوجدان عادة في القشدة سواء منها الطازجة أو الحامضة، غير أن عملهما لا يظهر بوضوح إلا في حالة ارتفاع حرارة الطقس عندما يحدث التجبن فاذ ذلك يحبس الغاز فيزداد حجم القشدة وتظهر الرغاوى، وبديهي أن هذا لا يتم إلا إذا وجدت بالقشدة إلى جانب هذه الخنائر ميكروبات منتجة للحمض .

وهناك قسم ثالث من الميكروبات قد ينتج الغاز باللبن تحت ظروف خاصة، وأفراد هذا القسم غير هوائية ومتجرئة، ومنها أنواع تعفنية وأخرى غير تعفنية ومن الأخيرة ميكروبات حامض البيوتريك التي سيأتى ذكرها فيما بعد، ولا يظهر أثر هذه الميكروبات إلا في الألبان التي عوملت بالحرارة نظرا لآبادة الميكروبات غير المتجرئة بها، على أنه ليس لهذه الميكروبات على وجه العموم ما لأفراد القسمين الأولين من أهمية في إنتاج الغازات .

مصادر انتقال الميكروبات المنتجة للغازات إلى اللبن : يعتبر الروث والسماد والماء مصادر انتقال

هذه الميكروبات إلى اللبن، ولذا فإن مراعاة النظافة في الإنتاج 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 للتخمير اللكتيكي، السالف الذكر إلا أن هناك أنواعا من الميكروبات وجدت لها القدرة على إنتاج أنزيم شبيه بالرينين (rennin) يجبن اللبن، ويعرف هذا النوع من التجبن باسم التجبن الحلو (Sweet curdling) أو التجبن الأنزيمي، وبعض الميكروبات التي تحدثه تكون مقدارا ضئيلا من الحامض أو لا تكون حامضا كلية على حين أن البعض الآخر يكون كمية كبيرة من الحامض بعد أن يتم التجبن .

وهذا النوع من التغير غير شائع الحدوث في اللبن الخام أى غير المعامل بالحرارة ولكنه يحدث أحيانا في اللبن المبستر أو اللبن المغلى عند حفظه على درجة حرارة مرتفعة نسبيا أو عند عدم الاعتناء بتبريده في أشهر الصيف الحارة .

ومع أن اللبن يحتوي باستمرار تقريبا على ميكروبات من التي تسبب التغير الآنف الذكر إلا أن نشاط ميكروبات حامض اللاكتيك يثبط عادة نموها ولذلك فهي لا تحدث التجهن إلا تحت ظروف ملائمة لها تماما وفي وجود عدد قليل من أنواع الميكروبات الأخرى .

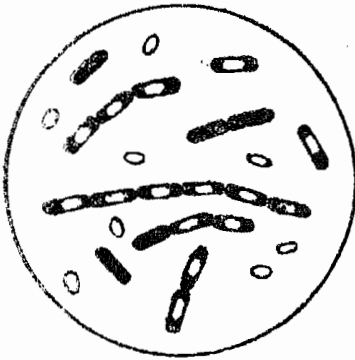
وتجدر الإشارة هنا إلى أنه ليس للبرق أو الرعد تأثير مباشر في سرعة تجهن اللبن كما يظن خطأ ، ولكن تعزى سرعة التجهن إلى نشاط البكتيريا التي يحويها اللبن غير المبرد بتأثير ارتفاع حرارة الجو التي تسبق عادة حدوث العاصفة الرعدية .

وتختلف الخثرة الناتجة من فعل الأنزيم عن الخثرة الحامضية بأن الأولى تكون في الغالب ليننة وتمسكش تدريجيا وينفج منها شرش كثير ذو لون مصفر على حين أن الأخيرة تكون كما ذكرنا في المعتاد صلبة ملساء لا يفصل عنها من الشرش إلا القليل الرائق .

وأنواع الميكروبات التي تحدث التجهن الأنزيمي كثيرة وتقسم عادة إلى أنواع عصوية متجترمة هوائية وأنواع عصوية غير متجترمة وإلى أنواع كروية كما تسبب بعض أنواع الفطر الشعاعي هذا التغير أحيانا ، وسنصف أهم الميكروبات المنتمية إلى الأقسام المذكورة .

× (١) الأنواع العصوية المتجترمة الهوائية : يشتمل هذا القسم على عدد من الميكروبات الهامة التي

يكثر انتشارها في الطبيعة ، وتوجد هذه الميكروبات باستمرار في اللبن وتنتقل إليه من التربة والسماد الجاف وغبار الدريس ومواد العلف الجافة الأخرى إذ أن جراثيمها تمسكها من تحمل الجفاف والمعيشة مدداً طويلة في مثل هذه المواد ، وهي لا تحدث التجهن تحت الظروف العادية إلا أن عملها قد يظهر كإقدامها القول في اللبن المبستر أو اللبن المغلي ، وأهم هذه الأنواع باسلس الدريس (hay bacillus) أو باسلس مستلس (B. subtilis) وباسلس البطاطس (potato bacillus) أو باسلس ميزنتريكس (B. mesentericus) وكلا الميكروبين المذكورين يوجد إما فرديا أو زوجيا أو في سلاسل طويلة (راجع شكل ٢٩)



ومتحرك وإيجابي لصبغه جرام وهوائى حتما ويكون غشاء سميكاً على سطح المزارع السائلة ، وذو جراثيم بيضاوية الشكل تقع في وسط الخلية أو بالقرب من طرفها دون أن تحدث انتفاخاً في موضع تكوينها ، وكبيرة المقاومة لتأثير الحرارة والعوامل الأخرى الضارة ، وهذان الميكروبان يحملان البروتين ويذيان الجيلاتين وحرارتهما الملائمة تتراوح بين ٩٨° و ٣٥° ف (٣٥° س) ويحولان تأثير اللبن التمسى إلى القلوية .

شكل (٢٩) باسلس ميزنتريكس

ويميز النوعان السالف ذكرهما بتلقيحهما في بيئة البطاطس حيث يتمو أولهما على هيئة طبقة ملساء بينما يظهر نمو الثاني مجدداً أو شبكياً .

وتشتمل هذه الطائفة كذلك على بضعة أنواع أخرى هامة منها باسلس ميكويدس (B. mycoides) وهو يوجد بكثرة في اللبن غير التام التعقيم ويميز من النوعين السابقين بأنه ينمو على الجيلاتين بشكل خيوط .

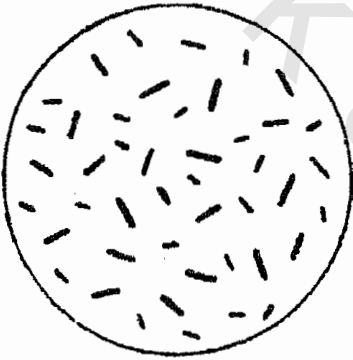
متشابكة (tangled) أشبه بنمو الفطر وكذلك بأنه عند تلقيحه بطريقة الوخز في آجار الجلاوكوز العميق تمتد من خط التلقيح بروز تشبه الشعر .

وتعزل أفراد هذه الطائفة من اللبن بتسخينه لدرجة ١٨٦ ف (٨٠ س) لمدة ٢٠ دقيقة لكي تقتل الميكروبات غير المتجربة ثم يبرد وتحفظ العينة تحت شروط هوائية على درجة ٧٧ إلى ٨٦ ف (٢٥ إلى ٣٠ س) حتى تنجب وتخصر منها بعدئذ أطباق آجار اللحم أو الجيلاتين ثم تختبب المجموعات المذيبة للجيلاتين وتختبر ميكروسكوبيا فإذا وجدت محتوية على ميكروبات متجربة 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 المتجربة : تنتمي 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 في أحيان أخرى بشكل خيوط طويلة مكونة شبكة ، وهى عادة متحركة حركة نشطة وتكون أحيانا إيجابية لصبغة جرام وأحيانا سلبية للصبغة المذكورة حسب ظروف النمو ، وأهم 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 في اللبن والبيئات المتعادلة

أو القلوية ، وبعض أنواعها تذيب الجيلاتين والبعض لانتدبيه وتنمو في المعتاد على درجات حرارة منخفضة وأهم أنواعها بكتريوم فلورسنس (B. fluorescens) .

وتوجد هذه الأنواع غالبا في الماء وخاصة الملوث بمواد حيوانية متحللة ومنه ينتقل إلى اللبن .

(٣) الأنواع الكروية : بعض أنواع الميكروكوكس التي توجد عادة باللبن في قدرتها أحداث التجبن

الأنزيمى ببطء . وقد تكون أهم الأنواع الكروية التي 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 لاكتيس ولو أنه يشبهه من حيث الخواص الأخرى .

٥) هضم كازين اللبن

تعرف العملية التي ينحل بواسطتها كازين اللبن غير الذائب إلى مواد ذائبة باسم البروتيويسس (Proteolysis)

أو هضم الكازين لأنها تشبه عملية الهضم في الحيوانات ، كما تعرف أحيانا باسم الببتنة (Peptonisation) نسبة إلى المواد الناتجة عنها .

وتحدث هذه العملية بواسطة عدد من الميكروبات تختلف في مدى قدرتها على حل هذه المادة ، فبعضها يحدث انحلالا تاما تقريبا وواضحا والبعض الآخر لا يحدث سوى انحلالا بسيطا لا يميز إلا بتقدير كمية الأزوت الذائب بالطرق الكيماوية .

أما نواتج انحلال الكازين فتعددة وهي تشمل الببتون والامحاض الأمينية والفشار وبعض المواد الأخرى الذائبة ، وما تجدر الإشارة إليه هنا أن الحاصلات النهائية لانحلال المواد السكرية ويدرانية 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 التي أسلفنا وصفها في الكلام عن التجبن الحلو تحلل عادة الكازين بعد التجبن ، وقد يشاهد أن بعض المزارع تذيب الكازين دون أن تجبن اللبن وفي مثل هذه الأحوال يتحول اللبن تدريجا إلى سائل رائق شفاف ، على أنه وجد أن مثل هذه المزارع تجبن اللبن أحيانا عند انماؤها على درجة الحرارة الملائمة . وكثيرا ما يصحب عملية البتنة ظهور طعم مر باللبن ويعزى هذا الطعم إلى بعض منتجات انحلال البروتين كالببتونات .

(٦) تغير طعم اللبن ورائحته

يظهر باللبن والقشدة أحيانا تغيرات غير عادية في الطعم أو الرائحة كالمراة والتزنج مثلا ولهذه التغيرات أسباب متعددة ، فهي إما أن تنشأ عن عمل الميكروبات أو تسبب عن عوامل غير ميكروبية ، ولا يقتصر ضررها على خفض قيمة اللبن والقشدة من الوجهة التجارية بل تؤثر كذلك في نوع المنتجات المصنوعة منهما وخاصة الزبد ، ولهذا بوجه اهتمام خاص إلى اختبار مذاق اللبن والقشدة ورائحتهما عند وصولهما إلى مصانع الزبد والالبان المجففة والمكثفة الخ ، وسنتناول هنا التغيرات الناشئة عن عمل الميكروبات ونعود إلى شرح التغيرات المسببة عن عوامل غير ميكروبية فيما بعد .

والميكروبات المسببة لتغيرات الطعم والرائحة كثيرة متنوعة وتشمل أنواعا من البكتيريا والخمائر والفطريات ، ويشترك بعضها في أحداث نوع أو أكثر من التغيرات السالفة الذكر ، وتتوقف تغيرات الطعم والرائحة التي تحدث من حيث نوعها وسرعة ظهورها على درجة الحرارة التي يحفظ عليها اللبن وعلى عدد وأصناف الميكروبات الموجودة به وفيما يلي أمثلة لأهم هذه التغيرات .

١ - التزنج (Rancidity) :

هذا التغير قادر الحدوث في اللبن الطازج ، وهو يعزى أحيانا إلى نشاط بعض أنواع البكتيريا وينشأ إذ ذاك عن التحلل المائي للدهن (Hydrolysis) الذي ينتج عنه انفراد أحماض دهنية طيارة من أهمها حامض البيوتريك بتأثير أنزيم الليباز الذي تكوّن في الأنواع المذكورة ، ومن أهم الميكروبات المنتجة لهذا الأنزيم بكتيريوم فلورسنس الذي سميت الإشارة إليه رهو كما قلنا بفضل النمو على درجات حرارة منخفضة نسبيا ، على أنه يمكن القول على وجه العموم أن بكتيريا حامض اللبكتيك توقف نمو الأنواع المسببة للتزنج في اللبن العادي بعد وقت قصير من إنتاجه .

وقد يظهر التزنخ أحيانا في الألبان المبسترة وينسب حيثئذ إلى عمل بعض الميكروبات المتجرمة غير الهوائية .

٢ — المرارة (Bitterness)

تنسب مرارة الطعام إلى عدة ميكروبات منها ستربتوكوكس لسكوفاسيان السالف ذكرها وكذلك نوع من التوريولا المخمرة للاكتوز تعرف باسم توريولا أماري (T. Amari) وأحيانا ترجع إلى ميكروبات أخرى مثل ميكروكوكس كازي أماري (M. casei amari) وبكتريوم فلورسنس وبكتريوم إيروجينيس وبعض أنواع الفطر الشعاعي .

وتسبب المرارة من أن بعض الميكروبات المذكورة تحلل البروتين والبعض الآخر تحلل الدهن ، ولا يلاحظ هذا العيب كثيرا في اللبن الخام أى غير المسخن لأن بكتريا حامض اللبكتيك وخاصة ستربتوكوكس لاكتيس تثبط نمو الميكروبات السالفة الذكر ، كما أن إنتاج الحامض يخفي هذا العيب . ولما كانت الحرارة الملائمة لنمو الميكروبات المسببة للمرارة منخفضة نسبيا إذا قورنت بالحرارة الملائمة لنمو ستربتوكوكس لاكتيس فإن هذا العيب لا يظهر غالبا إلا في الألبان المحفوظة على درجات منخفضة .

٣ — طعم السمك (Fishiness)

قد يفسأ هذا الطعم باللبن عن عمل بعض الميكروبات ومنها بكتريوم فلورسنس التي تفتقل إلى اللبن كما قلنا من الماء الملوث عند استعماله في غسل الأواني وعدم العناية بتعقيمها ، كما أن باسلس ستلس وبعض الميكروبات المتجرمة غير الهوائية قد تكون سببا غير مباشر في ظهور هذا العيب إذ يظهر نتيجة اشتراكها في العمل مع بعض الميكروبات الأخرى .

٤ — طعم المولت (Malt flavour)

يتسبب هذا العيب عن ميكروب خاص سميت الإشارة إليه يعرف باسم ستربتوكوكس لاكتيس ملتجينس (Str. lactis var. maltigenes) وهو يفتقل كذلك من الماء الملوث والأواني 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 بسترة ، 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 فإنه لا يلاحظ إلا في 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 وزجاجة أثرا ظاهرا في تقليل خطره .

وغالبا ما يلاحظ هذا التغير في زمن الصيف ولكن لا يلبث أن يختفي متى انخفضت حرارة الطقس .

وهناك تغيرات أخرى قد تنشأ في الطعم نتيجة لعمل ميكروبات مختلفة منها طعم الصابون (soapy flavour) وهو يحدث عن فعل البكتريا المسكونة للنشادر وخاصة بكتريوم صابولاكتيك (B. sapolacticum) وينمو هذا المكروب على درجات حرارة منخفضة قد تصل إلى ١٤°ف (٥°س) وطعم الجزر (carrot flavour) الذي ينشأ عن باسلس كاروتي (B. carotae) والرائحة التعفنفة الناتجة عن نمو باسلس بيوتريفيكس (B. putrificus) الخ الخ .

ومن أهم الاحتياطات التي تساعد على منع التغيرات التي تحصل في طعم اللبن ورائحته مراعاة النظافة في إنتاج اللبن عموما وخاصة الوثوق من نقاوة الماء المستعمل في غسل الأواني والعناية بتعقيمها كما أن للتبريد السريع والحفظ على درجة حرارة منخفضة أهمية كذلك في هذا الصدد ولو أنه من المستحسن خصوصا في حالة إنتاج كميات كبيرة بسترة اللبن للقضاء على الميكروبات المسببة لهذه التغيرات قبل أن يحفظ اللبن على حرارة منخفضة .

(٧) إنتاج الأصماصة الطيارة والكحول باللبنة

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 السكسينك ، وتوجد الأحماض الثلاثة الأخيرة غالبا باستمرار في اللبن الحامض إذ أن أنواع الميكروكوكس والبكتريا المعوية تميل إلى إنتاجها إلى جانب حامض اللكتيك أو بدلا منه على حين أن أنواع الاستربتوكوكس واللاكتوباسلس قد تشترك في إنتاج حامض الخليك .

ويظهر حامض البيوتريك أحيانا في الألبان المبسترة وغير النامة التعقيم وليس من المرغوب فيه إنتاجه باللبن والقشدة لأنه يسبب رائحة وطعما كريهين ويظهر على الأخص في أشهر الصيف الحارة وكثيرا ما يلاحظ في القشدة التي ترسل إلى مصانع الزبد الواقعة في أمكنة بعيدة .

وقد وصف باستور أول ميكروب من ميكروبات حامض البيوتريك في سنة ١٨٦١ وأثبت باكتشافه هذا لأول مرة وجود ميكروبات غير هوائية حتما ، وأهم الميكروبات التي تنتج حامض البيوتريك هي ميكروبات طائفة باسلس أميلوبكتري (B. amylobacter) أو كما تعرف باسم كلوستريديوم بيوتريك (Clos butyricum) وتوجد هذه الميكروبات بكثرة في التربة والماء ومواد الغذاء والروث وتصل من هذه المصادر إلى اللبن ، وهي عسوية كبيرة نسبيا ومتجزمة ، والجراثيم وسطية أو قريبة من الطرف مع حدوث انتفاخ في موضع تكونها ، وإيجابية لمصبغة جرام وغير هوائية حتما ، ولكنها تنمو تحت شروط هوائية عند اشتراكها في المعيشة مع البكتريا الهوائية .

والميكروبات المذكورة تخمر معظم أنواع السكر وتنتج إلى جانب حامض البيوتريك غازات ثانی

أوكسيد الكربون والايديروجين ، وتنمو نمو جيداً على درجات حرارة عالية نسبياً ومعظمها يتحمل حموضة كبيرة .

ويمكن عزلها من اللبن بسهولة بأن تملأ منه زجاجة ملئاً تاماً وتسخن إلى درجة ١٩٤ ف (٩٠ س) لمدة خمس دقائق لقتل الميكروبات غير المتجربة ثم تبرد وتقلل الزجاجة بسدادة محكمة وتحفظ على درجة ٩٨,٦ ف (٣٧ س) حتى يتخمر اللبن فتلقح بجزء منه أنبوبة آجار جلوكور عميق .

وقد تلتج بعض ميكروبات حامض البروبيونيك في مستحرجات اللبن وهو اختار غير مرغوب فيه في القشدة إلا أنه ذو أهمية كبيرة في انضاج الجبن السويسري المعروف باسم امنتال (Emmental) حيث يفشأ عنه تكون العيون (eyes) التي يميز بها هذا الصنف من الجبن والناجمة عن الغاز الذي تكوّن بكتريا حامض البروبيونيك .

أما انتاج الكحول الأثيل في اللبن السائل فعادة قليل الأهمية ولكنه مهم في الألبان المختمرة حيث نسبة ما تلتجه بعض أنواع الخمائر فيها نحو ١٪ أو ٢٪ من هذا الكحول ، والخمائر المذكورة منها المتجربة وغير المتجربة وبعضها يؤثر في سكر اللبن مباشرة على حين أن البعض الآخر لا يحدث الاختار الكحولي إلا بعد أن يتحول السكر المذكور إلى سكريات أحادية بفعل البكتريا .

ثانياً : التغيرات الناتجة عن عوامل غير ميكروبية

يمكن تقسيم هذه العوامل اجمالاً إلى ما يأتي :

١ - هالة الماشية المنتجة :

قد يظهر ألبان المواشي في أواخر فصل حلبها أي قبل انضوب لبنها بزمن وجيز طعم غير مرغوب فيه يوصف بأنه زنخ أو ملحي أو مر ، وهذا التغير لا يلاحظ في الغالب إلا إذا حفظ اللبن بعض الوقت ، وقد وجد بالمر (Palmer) أن هذا العيب يرجع إلى عمل إنزيم الليباز الذي يحلل الدهن تحليلًا مائياً فتتفرد أحماض دهنية يعود الجانب الأكبر من الطعم المذكور إليها وخاصة حامض البيوتريك ، ولا يوجد إنزيم الليباز في اللبن العادي بمقدار كبير ، ولكنه يوجد في نهاية فصل الحليب بقدر كاف لتحليل الدهن مما يتسبب عنه العيب المذكور ، وهو يفسط على درجات الحرارة المنخفضة نسبياً ولكنه يتعطل عن العمل إذا سخن اللبن إلى درجة ١٦٧ ف (٧٥ س) لمدة بضع دقائق ، كما أن محتويات اللبن من الكلورين ترتفع عادة في نهاية فصل الحليب ، وربما عزي الطعم غير المرغوب فيه جزئياً لهذا السبب إذ أنه يوصف أحياناً كما قلنا بالطعم الملحي .

وقد يلاحظ التغير السالف الذكر في ألبان الماشية المصابة بالتهاب الضرع ، وعندئذ يعزى على الأرجح إلى اختلال في توازن المواد المعدنية التي يحويها اللبن .

ويمكن أن تحدث لزوجة اللبن نتيجة إصابة ضرع الماشية المنتجة بالتهاب وتنسب إذ ذاك غالباً إلى وجود خلايا الدم البيضاء والفبرين (fibrin) في اللبن ونلاحظ مثل هذه اللزوجة في اللبن وقت حلبه ،

٣ (تغذية الماشية بأغذية خاصة :

قد يتسبب عن تغذية الماشية بأغذية فاسدة كالسيلاج التالف وكذلك بعض أغذية معينة كاللفت مثلاً حدوث تغيرات غريبة في طعم اللبن ورائحته كالمرارة والرائحة وخاصة إذا أعطيت قبل الحلب بزمان قصير كما أن تغذية الماشية بحشائش خاصة يسبب أحياناً 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 الهضمي أي أنها تنشأ قبل خروج اللبن من الضرع .

ومن الاحتياطات الهامة التي تساعد على منع حدوث هذه التغيرات تقليل الكميات التي تعطى للماشية من الأغذية المذكورة على أن تعطى لها بعد الحلب مباشرة كما أن التبريد والتهوية يساعدان على إزالة الطعم والرائحة الناشئة من الأغذية على وجه العموم ،

٣ - وجود اللبنة بالقرب من مواد ذات رائحة شديدة :

يمتص اللبن رائحة بعض المواد بسرعة إذا وجد بالقرب منها مثال ذلك المطهرات الكيماوية وغاز البترول وبعض الأغذية كالكرب والسمك والبصل الخ . وهذا يحدث سواء أكان اللبن دافئاً أم محفوظاً على حرارة منخفضة ، ولذا فإنه عند بقاءه مدة طويلة بحظيرة الماشية يكتسب طعماً ورائحة غريبة حيث الجو مشبع برائحة السماد ومواد الغذاء .

٤ - تأثير الضوء والمعادن :

قد يلاحظ عند تعرض اللبن المعبأ في زجاجات لأشعة الشمس المباشرة مدة من الزمن أنه يكتسب طعماً ورائحة شحمية (tallowy) ويظهر هذا التغير بوضوح في طبقة القشدة المتسكونة على السطح نتيجة لا أكسدة الدهن وذلك علاوة على أن للضوء تأثير في لون الدهن إذ يجعله باهتاً ، والتغيرات التي تحدث عن الأكسدة السالفة الذكر تتعلق على الأخص بحامض الأوليك (oleic acid) وجلسريداته السهلة الأكسدة .

وما يستحق الذكر أن الأكسجين الفعال (active) الضروري للأكسدة المذكورة ينتج عن تنشيط الأكسجين الجزيئي (molecular) الموجود باللبن بتأثير الضوء ، كما ينتج بتأثير بعض المعادن كالححاس والحديد والزنك أو بتأثير العاملين معا ، ومن أنواع الأشعة التي تنشيط الأكسجين وبالتالي تؤثر في اللبن الأشعة البنفسجية والزرقاء وهذه تنفذ في الزجاج الرائق غير الملون .

والنحاس أكبر المعادن أثراً في هذا الخصوص وهو ينتقل إلى اللبن من سطوح المواد المصنوعة منها الأواني والأدوات المستعملة في تداول اللبن وخاصة النحاس المطلي بالقصدير (tinned copper) ، ويتركز هذا المعدن على الأغلفة البروتينية لحبيبات الدهن ويعمل كعامل مساعد في تنشيط الأكسجين الموجود باللبن . ولما كانت البكتيريا الموجودة في اللبن تستعمل الأكسجين الجزيئي الذي يحويه في التنفس وللحصول

على المجهود فإنه كلما عظم عددها كلما زادت الكميات التي تستنفدها منه أى كلما انخفض الأ كسجين الصالح (available) للأ كسدة الكيماوية ، ومن هذا يستنتج أن العوامل التي تساعد على سرعة نمو البكتريا ونشاطها في اللبن كالحرارة العالية نسبيا مثلا تقلل من حدوث التشحم ، بينما لا تمنع 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 في أثناء تبريده وعلى ذلك يوجد باللبن المبستر أ كسجين بوفرة لعملية الأ كسدة الكيماوية .

وتجنيس اللبن (homogenisation) يلائم حدوث التشحم ، ذلك لأن اللبن يتهى في أثناء العملية المذكورة كما أن حبيبات الدهن تتجزأ فيكبر السطح المعرض منها للأ كسده .
مما تقدم يرى أن الظروف الملائمة لحدوث التشحم هي تعرض اللبن للضوء ووجود العوامل المعدنية المساعدة وارتفاع محتويات اللبن من الأ كسجين الجزيئى .

٥ - وصول مواد غريبة الى اللبن :

يكتسب اللبن طعم الصابون أو غيره من المواد المستعملة في غسل الأواني إذا تركت بقايا منها بالاناء الذى يعبأ به ، كما أن تلوث اللبن بجانب كبير من الروث يكسبه رائحة الروث ذاتها فضلا عن أن الميكروبات التي تنتقل الى اللبن مع الروث تستمر في تحليل الروث ومركبات اللبن ، ومن أمثال هذه الميكروبات بكتريوم كولاي وبروتيس فلجارس .

مميزات التغيرات التي تحدثها البكتريا باللبن

للتغيرات التي تنتجها الميكروبات باللبن مميزات خاصة يسهل عادة بواسطتها تفريقها من التغيرات الناشئة عن عوامل أخرى ، وأهم هذه المميزات هي الآتية :

(١) أنها لا توجد عادة باللبن وقت خروجه من الضرع أى عند حلبه مباشرة . فتغيرات اللزوجة وإنتاج اللون المسببة عن عمل البكتريا لا ينتظر ظهورها إلا إذا أعطيت الفرصة الكافية للميكروبات المسببة لها لكي تنمو وتنشط بخلاف الحال في التغيرات الأخرى المشابهة الناشئة عن ظروف الحيوان فإنها 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 في أحوال كثيرة يمكن نقل التغير غير العادى من اللبن الأصيل الى لبن جديد ، فإذا لقم 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 :

١ - نمو ميكروبات أخرى باللبن المملح خلاف الميكروب الاصلى المسبب للتغير .

ب - عدم ملائمة درجة الحرارة التى يحفظ عليها اللبن المملح الميكروب الذى يحدث التغير ، ولهذا العامل أهمية خاصة فى تغيرات الطعم والرائحة ، فارتفاع أو انخفاض 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 ويلقى لبن معقم بمزرعة نقية من كل منها بدلاً 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 لا تحدث إلا إذا لقيح اللبن بمخلوط من المزارع النقية لهذه الميكروبات وقبل أن نختتم الكلام عن مميزات التغيرات البكتريولوجية نجد الإشارة إلى أن تغيرات خاصة كالترنخ والمرارة والطعم المالح التى تلاحظ فى لبن بعض الحيوانات فى نهاية فصل الحليب ، وكذلك الطعم والرائحة الشمعية التى تعود إلى تأثير ضوء الشمس تشذ عن القواعد السابقة لأنه يظهر لها بعض الخواص التى تشبه مميزات التغيرات البكتريولوجية ، فهى مثلاً تزداد وضوحاً بمرور الوقت ولا توجد باللبن عند حلبه ، كما أن السدادات المستعملة فى قفل زجاجات اللبن قد تنقل إلى اللبن المعبأ فيها طعماً غريباً قد يعزوه البعض أحياناً إلى عمل بكتريولوجى نظراً لمميزاته المشابهة للتغيرات البكتريولوجية .

كيفية اختيار التغيرات البكتريولوجية والوقوف على منشأها

تتبع أحياناً عدة طرق لاختبار منشأ التغيرات التى تحدث بعينة من اللبن والتحقق مما إذا كان التغير راجعاً إلى عمل ميكروبى ، والوقوف على مصدر تلوث اللبن بالميكروبات المسببة له ، والطرق الآتية هى الأكثر انبعاثاً :

٨ أولاً : اختبارات أولية لتعيين نوع التغير : تختبر العينة عادة أولاً بالنظر لمعرفة ما إذا كان لونها

طبيعياً أو متغيراً أو يميز نوع التغير فى اللون ثم توضع بها لمبة تلقيع معقمة أو يصب قليل منها فى وعاء آخر لمعرفة ما إذا كانت لزجة وأخيراً تختبر بالمذاق والشم لتمييز تغيرات الطعم والرائحة .

والاختبار الأخير يصب مقدار من العينة فى كوب أو كأس نظيف ثم يذاق بإدارته فى الفم بضع مرات ثم يبهق ، وفى بعض الحالات يمكن تمييز الطعم الغريب بمجرد وضع العينة فى الفم وفى حالات أخرى لا يميز التغير إلا بعد بصق اللبن . على أن التغير قد يتسبب أحياناً 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 وضوحاً كما قلنا بمرور الوقت فيحسن أن يستكمل هذا

الاختبار بوضع جانب من العينة في زجاجة غير محكمة السد وحفظها على درجة ٥٩ ف (١٥ س) لمدة ٥ ساعات ثم يعاد اختبارها بالمذاق ، على أنه في بعض الأحيان يختفى التغير بعد انقضاء الوقت المذكور أو يقل نتيجة لارتفاع حموضة اللبن ، وفي جميع الأحوال يلزم أن يغسل الفم بعد اختبار المذاق .

أانيا اختبارات لتعيين مفسد التغير : تتبع عادة الطرق الآتية لتعيين ما إذا كان التغير ناشئاً عن عمل بكتريا أو عن عوامل أخرى .

(١) تنقل ٥ سم^٣ من العينة إلى كل من أربع زجاجات تحتوي كل من اثنتين منها على ٢٠٠ سم^٣ من اللبن الطازج وتحتوي 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 الذي يحدث بها .

(٢) تنقل نقطتان أو ثلاث من العينة بواسطة إبرة معقمة إلى كل من أنبوبتين من اللبن اللتسمى ثم تحفظ إحدى الأنبوب على درجة ٩٨,٦ ف (٣٧ س) والأخرى على درجة ٥٩ ف (١٥ س) ويلاحظ نوع التغير الذي يحدث وتأثير اللبن ونوع الحثرة 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 التي تحويها .

إذا ظهر التغير باللبن الطازج أو باللبن الفرز أو باللبن اللتسمى فتحضر منها أغشية وتختبر ميكروسكوبياً كما تنقل نقطتان من اللبن المتغير بواسطة إبرة معقمة إلى الجيلاتين وآجار اللبن وتصب في الأطباق وتحفظ الأخيرة لمدة ٢٤ — ٤٨ ساعة على درجات الحرارة السالفة الذكر وتنقل المجموعات المشتبه فيها التي تظهر إلى آجار اللبن المائل وتنقي الميكروبات

تلقح قنينات محتوية على لبن فرز معقم ولبن طازج نظيف بالمزارع النقية المتحصل عليها ويلاحظ التغير الذي يظهر .

أانيا : اختبارات لتعيين مصدر التلوث بالميكروب : يعين المصدر الذي ينتقل منه الميكروب

المسبب للتغير إلى اللبن بمراقبة العمل في مكان الإنتاج وامنحان الأجهزة التي يعامل فيها اللبن ، ففي الحالة الأولى تفحص المواشي المنتجة لإصابتها بأمراض وخاصة التهاب الضرع وفيما إذا كان بعضها قد قارب نهاية فصل الحليب ، كما ترأب طرق الإنتاج عموماً وتوجه عناية خاصة إلى فحص مورد الماء المستعمل في الحظيرة والمعمل واختبار الأواني للوقوف على مدى دقة تنقيتها وكذلك اختبار أجهزة التعقيم ومراقبة درجة حرارة الأجهزة المذكورة أثناء إدارتها وفحص المبرد للرشح ولانكشاف النحاس .

ويستحسن دائماً أن تؤخذ عينة من جملة اللبن المخلوط بعد الحلب مباشرة وأخرى بعد التصفية وثالثة

بعد التبريد ورابعة بعد التعبئة في 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 في الحظيرة وإلى جانب رابع جزء صغير من العليقة ثم تراقب العينات جميعها من وقت لآخر يلاحظ حدوث التغير غير العادى بها .

أما في الأحوال التي يعامل فيها اللبن كالتغيرات التي تظهر بالألبان المبسترة مثلاً فان التغير قد ينشأ عن رداءة اللبن الخام المستعمل أو عن سوء استعمال الأجهزة ، ولهذا ينبغي أن يفحص اللبن الخام قبل معاملة 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 في غسل الزجاجات ومدى دقة تعقيم الزجاجات عند خروجها من الآلات الخاصة بغسلها وتعقيمها

obeikandi.com

الباب الرابع عشر

بيكتر يولو جيا القشدة والزبد

تشتمل طرق صناعة القشدة والزبد على تفاصيل كثيرة ليس هذا مقام تبيانها وشرحها فينبغي للوقوف عليها الرجوع إلى المؤلفات الخاصة بصناعة الألبان ، على أننا سنغنى في هذا الباب ببعض العوامل التي تؤدي إلى إنتاج صنف جيد منهما والتي تؤثر في سرعة تلفهما وفسادهما وبالتالي في خفض قيمتهما التجارية

أولاً - القشدة

القشدة هي الجزء من اللبن الذي اجتمع فيه أغلب حبيبات دهنه ويمكن الحصول عليها بطريقتين رئيسيتين هما :

أولاً . طريقة الفرز الطبيعي أو طريقة القشط : وفيها يترك اللبن في إناء مسطح نوعاً مدة من الزمن تراوح بين يوم واحد وأربعة أيام ثم تقشط الطبقة السطحية منه أي القشدة بمخارف خاصة ، أو يسحب لبن الفرز من أسفل وتترك القشدة بالإناء ، ويرجع تكون القشدة بهذه الكيفية إلى أن حبيبات الدهن التي توجد موزعة باللبن ترتفع إلى سطحه نظراً لانخفاض كثافة الدهن عن كثافة مشتملات اللبن الأخرى ثانياً : طريقة الفرز الآلي : وتستخدم فيها القوة المركزية الطاردة وأساس الفكرة فيها أن الأجسام تدفع عن مركز الدوران لمسافات تتناسب تناسباً طردياً مع كثافتها ، فإذا أدير اللبن دوراناً شديداً في وعاء بقيت أقل مشتملاته كثافة وهي حبيبات الدهن قريبة من المركز وطردت بقية المواد بهيدة عنه ، ومن ثم يمكن استخلاص القشدة من المنطقة التي تتجمع فيها إلى خارج الوعاء بواسطة أنابيب خاصة ، ويستعمل في هذه الطريقة جهاز يعرف باسم الفراز .

ويمتاز الفرز الآلي على الفرز الطبيعي بأنه أسرع وأسهل في الإجراء وأقل كلفة ولا يحتاج إلى مكان متسع ولا إلى استعمال أدوات كثيرة ، كما أن نسبة الدهن في القشدة الناتجة به تكون أكبر منها في القشدة المتحصلة عليها من الفرز الطبيعي ، علاوة على أن لبن الفرز الناتج من هذه الطريقة أصح للاستعمال في التغذية لأنه يكون بحالته الطبيعية لم يعتوره تلف أو فساد .

العوامل التي تؤثر في نوع القشدة الناتجة في كلتا الطريقتين :

هناك عدة نقاط تدبغى مراعاتها في كل من الطريقتين المذكورتين لكي تأتي بنتائج مرضية سنلخص أهمها فيما يلي :

المواصل التي تؤثر في محتويات القشرة من البكتيريا

لا تختلف عادة أنواع الميكروبات التي توجد بالقشرة عن تلك التي توجد باللبن المستخرجة منه إلا إذا تلوث أثناء أو عقب فرزها بميكروبات أخرى ، والملاحظ دائماً أن عدد الميكروبات في القشرة أعلى منه في اللبن الفرز ، ويرجع هذا إلى أن عدداً من الميكروبات يطفو مع حبيبات الدهن عند حفظ اللبن في حالة الفرز الطبيعي وإلى أن قوة الطرد المركزي تؤدي إلى التصاق الميكروبات بحبيبات الدهن في حالة الفرز الآلي .

وإذا قورنت القشرة المتحصل عليها بالفرز الآلي بتلك المتحصل عليها بالفرز الطبيعي نجد أن الأولى تحتوي في المعتاد على عدد من الميكروبات أقل مما تحتويه الثانية ، ذلك لأن طول الوقت اللازم للحصول على الأخرى وكذا ظروف أجهزتها تساعد الميكروبات على التكاثر فيزيد عددها لدرجة قد يصل في كثير من الأحيان إلى ستة ملايين أو أكثر في السنتيمتر المكعب منها ، هذا فضلاً عن أن الفرز الآلي يزيل من اللبن في أثناء العملية جزءاً مما يحويه من أوساخ وشوائب غريبة مع ما يتعلق بها من ميكروبات وهذه تتجمع وتلتصق بجوانب مخروط آلة الفرز وتزال بعد انتهاء العملية عند التنظيف ، ومن ثم فإن القشرة ولبن الفرز الناتجين بالطريقة المذكورة يكونان عادة أنقى من اللبن الأصلي

وغنى عن القول أن حفظ القشرة بعد الحصول عليها في مكان مرتفع الحرارة مدة من الزمن أو نقلها إلى مسافات كبيرة في جو حار يؤديان إلى إرتفاع محتوياتها البكتيرية مما ينشأ عنه ازدياد حموضتها أو تكون غازات بها أو ظهور تغيرات غريبة في طعمها ورائحتها تحط من قيمتها التجارية أو تثقل إلى الزبد الذي يصنع منها فتضر بصفاته ، لذا يلزم أن تبرد القشرة عقب فرزها مباشرة وأن تحاط الأواني التي تحويها بمادة عازلة للحرارة في أثناء النقل . كما ينبغي أن تحفظ في مكان خال من الروائح الغريبة كرائحة البترول أو السمك الخ حتى يحين وقت توزيعها أو نقلها إذ أن الدهن من المواد التي تمتص الروائح بسرعة ومثل هذه الروائح قد تنتقل من القشرة إلى الزبد المصنوع منها فتقلل من قيمته إلى حد كبير .

اعمال القشرة لعمل الزبد

يصنع الزبد إما من اللبن مباشرة أو من القشرة التي أجري فرزها بإحدى الطريقتين السالفتي الذكر وأساس صناعتها هو مخض اللبن أو القشرة أي هزهما فتتجمع ما تحويه من حبيبات الدهن وتلتصق 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 وتؤدي إلى فقد جانب لا يستهان به من الدهن في اللبن المخيض ولذا فاستعمالها قاصر على الجهات الريفية حيث لا تتوافر المعدات الحديثة لهذه الصناعة .

أما في حالة صنع الزبد من القشرة فأما أن يصنع من قشرة طازجة (أو حلوه Sweet) أي حديثة الفرز أو من قشرة مختمرة (أو ناضجة ripened) وطريقة الصناعة في كلتا الحالتين متشابهة غير أن الزبد

الناتج من القشدة المختمرة يمتاز بأنه أكثر قابلية للحفظ بحالة جيدة وبأنه جيد الطعم لذيد النكهة .

اختيار القشدة :

نشأت فكرة اختبار القشدة منذ أمد طويل ولم تعرف قيمتها العملية إلا بطريق الصدفة إذ كان المتبع أن تحفظ القشدة في المزارع الصغيرة لمدة بضع أيام بسبب قلة المحصول اليومي وعدم كفايته لاجراء عملية المخض يومياً فكان من الضروري حينئذ خلط محصول عدة أيام ثم مخضة دفعة واحدة ، وكان من نتيجة ذلك بالطبع تخمر القشدة في هذه الأثناء وازدياد حموضتها . وفي أحوال كثيرة كانت حموضة القشدة تزداد قبل خلطها إلى درجة عالية عند فرزها طبيعياً نتيجة لحفظ أوانى اللبن مدة غير قصيرة في مكان دافئ ، وقد لوحظ وقتئذ أن هذه القشدة المختمرة نمخص في الغالب بسهولة أكبر من القشدة الطازجة وأن محصول الزبد الناتج منها أكبر نسبياً كما أن قابليتها للحفظ أفضل ، على أنه وجد من جهة أخرى أن النتائج المذكورة لا يتحصل عليها دائماً بانتظام ولكن لم تلبث أن عرفت بمضى الزمن العوامل المؤدية إلى ذلك وعمل على تلأفها فأصبح الزبد لا يصنع غالباً في الوقت الحاضر إلا من قشدة مخمرة حتى في المزارع الكبيرة التي تجرى فيها عملية المخض يومياً .

واختبار القشدة يعود الى عمل أنواع خاصة من البكتريا ، ويقسم الاختبار أحياناً بالتحميض (souring) أو التسوية أو الانضاج (ripening) إلى قسمين هما :
أولاً — الاختبار الذاتي ، وثانياً — الاختبار الناتج عن اضافة مواد خارجية ، وسنشرح فيما يلي طريقة اجراء كل منهما ونبين مزاياها وعيوبها .

أولاً الاختبار الذاتي : وهو أقدم طرق الاختبار وفيه تترك القشدة عقب فرزها في أوان من

الخزف المظلي أو النحاس المقصود الخ لمدة ٣٦ — ٤٨ ساعة على حوالى درجة ٦٤,٤ — ٦٨ ف (١٨ — ٢٠ س) وتحرك في أثناء هذه المدة عدة مرات ، وأحياناً إذا كانت كمية القشدة الناتجة يومياً صغيرة يضاف محصول يومين أو ثلاثة معا وتقلب القشدة عند كل اضافة كما تقلب بضع مرات يومياً ، على أنه يجب ألا يقل الزمن الذى يمضى بين اضافة آخر كمية من القشدة وبين المخض عن ١٢ ساعة .

ومعاملة القشدة على النحو المذكور يؤدي الى نمو ماتحويه من ميكروبات مختلفة الأنواع ، وبعض هذه تنج تغيرات مرغوبة على حين أن البعض الآخر يؤثر أحياناً تأثيراً ضاراً بطعم القشدة ورائحتها ولذا فإن نتائج هذه الطريقة غير منتظمة على الدوام .

ولما كانت أنواع البكتريا التي توجد بالقشدة كما ذكرنا آنفاً هي تقريباً نفس الأنواع الموجودة باللبن الذى استخرجت منه وكان نموها في كلتا الحالتين متشابهة لذا فإن ما يحدث تحت الظروف المذكورة هو أولاً تحول اللاكتوز الموجود الى حامض لكتيك ثم هضم البروتين ، أما الدهن الذى يوجد بنسبة عالية فإنه لا يتأثر في الغالب مباشرة بواسطة البكتريا بل ينتص مخلوقات نموها سواء منها النافعة أو الضارة فيكسب القشدة الطعم والرائحة المرغوبة أو غير المرغوبة .

وعما تجدر الاشارة اليه هنا أن نمو البكتريا بالقشدة يسرع في خلال الثمانى والأربعين ساعة الأولى حتى يبلغ ١٠٠٠ مليون في السنتيمتر المكعب أو أكثر ثم يتناقص بعدئذ تدريجاً كما يتضح من التجربة الآتية التى حفظت فيها القشدة على درجة ٦٨ ف (٢٠ س) :

obeikandi.com

وقد لوحظ أنه في مثل هذه الأحوال تبدأ جميع أنواع البكتريا الموجودة بالقشدة في التكاثر فيزيد عددها ، ولكن لا تلبث بكتريا حامض اللبكتيك أن تصبح الغالبة فتصير نسبتها بعد انقضاء ٤٨ ساعة من ٩٥ — ٩٩ ٪ من جملة العدد الموجود ، وهذه تثبط نمو الأنواع الأخرى تدريجاً ، وإذا تركت القشدة حتى تبلغ حموضتها حداً عالياً فإن ميكروبات حامض اللبكتيك تقف عن النمو وتأخذ في الاختفاء وتظهر أنواع من الفطر وخاصة الخميرة والاوليد يوم لاكتس كما هو الحال في اللبن ، كما تنمو ميكروبات أخرى قد تضر فيما بعد بخاصية حفظ الزبد وتكسبه رائحة غير مرغوبة .

والغرض من قلب القشدة بضع مرات يومياً هو جعل الاختار في أجزائها المختلفة منتظماً ، كما أن قلبها عند كل إضافة جديدة يؤدي إلى امتزاج القشدة الحديثة بالتى بدأ فيها التخمر امتزاجاً تتوزع به ميكروبات التخمر على جميع الأجزاء أما ترك القشدة لمدة ١٢ ساعة بعد إضافة آخر كمية إليها فهو لكي يتم اختارها كلها قبل أن تبدأ عملية المخض .

ويراعى في اتباع هذه الطريقة ضبط درجة الحرارة التى يجرى عليها التخمر بقدر الإمكان إذ أنه لو أجرى على درجات منخفضة فإن بكتريا حامض اللبكتيك يصعب نموها بينما تشجع الميكروبات المسببة للبرادة والطعم المكروه في حين أن إجراءه على درجات عالية يشجع نمو الميكروبات المكونة للغازات . وعادة يستدل في هذه الطريقة على تمام عملية الاختار من لون القشدة وقوامها ورائحتها غير أنه من الأفضل دائماً تقدير نسبة الحموضة بالطرق الكيماوية لمعرفة النقطة التى يوقف عندها التخمر ، وقد وجد من التجارب أن أفضل درجة للحموضة تناسب صناعة الزبد تحت الظروف العادية هى ٠,٤ — ٠,٥ ٪ (مقدره كنسبة مئوية لحامض اللبكتيك) ، ومتى بلغت الحموضة الحد المناسب وجب وقف التسوية وذلك بمخض القشدة أو تبريدها إذا لم يتيسر المخض مباشرة حتى تقف البكتريا عن النمو .

٢-١-١-٢ — النتائج عمه إضافة مواد مخمرة : وجد أن استعمال الطريقة السابقة كثيراً ما يؤدي

إلى ظهور عيوب في الزبد الناتج واكتسابه طعماً ورائحة مقبولين علاوة على أن صنفيه لا يكون على الدوام متجانساً ، ويرجع ذلك إلى تكاثر بعض الأنواع الضارة بالقشدة في خلال مدة الاختار 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 مخمرة ثم استنبط بعدئذ استعمال مزارع نقية من بكتريا خاصة ، وعرفت الأولى باسم الروبات الطبيعية والثانية باسم الروبات الصناعية أو التجارية وسنصف فيما يلي كلا منهما ونشرح طريقة استعمالها .

الروبات الطبيعية (Natural Starters) : تشتمل هذه الروبات على لبن حامض تم اختباره في المعمل

تحت الظروف العادية أو على لبن مخيض متحصل عليه من معمل ألبان معروف بإنتاج زبد جيد ذى طعم ورائحة طيبة والطريقة الأكثر شيوعاً في تحضيرها هى الآتية :

تنتخب ماشية سليمة من الأمراض ويغسل ضرعها وحلماتها بعناية ثم يحلب لبنها مع الاستغناء عن الجزء

الأول منه ويحلب الباقي في وعاء نظيف معقم ثم يغطى الوعاء بعدة طبقات من الشاش أو الموسلين لوقايته من الغبار والذباب الخ ويترك في مكان دافئ نوعاً تتراوح حرارته بين درجة ٦٥° و ٧٠° ف (نحو ١٨-٢٢ س) صيفاً ونحو ٧٥ ف (٢٤ س) شتاء لمدة ٢٤ الى ٤٨ ساعة حتى تتجبن ، على أنه ينبغي أن يراعى عدم تجاوز درجة الحموضة في مثل هذا اللبن ٦ ، ٧ ، ٪ حتى لا تتأثر بكمثريا حامض اللاكتيك كما أشرنا الى ذلك من قبل .

تقشط بعدئذ القشدة المتسكونة على سطح هذا اللبن ويستعمل الباقي بعد تقليبه في تلقيح القشدة المراد اختتمارها ، وإذا 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 ١ ساعة مع تبريده الى درجة ٧٠ - ٧٥ ف قبل التلقيح ويترك ليحمض كما شرحنا آنفا .

وينبغي أن تفحص مثل هذه الروبات قبل الاستعمال وإن تختبر بالمذاق والشم وأهم ما يلاحظ فيها أن تكون الخثرة المتسكونة صلبة غير محتوية على شرش أو غازات وذات طعم ورائحة مقبولين .

ويفضل الكثيرون عدم استعمال اللبن الذي يحمض من تلقاء ذاته في التلقيح بل يستحسنون دائماً استعمال اللبن الفرز الملقح به أو لبن فرز لقمح من الأخير المرة الثانية أو بمعنى آخر لا يستعملون اللبن الأصلي حتى يتكرر تلقيحه في لبن فرز مبستر عدة مرات .

والمقدار المستعمل في مثل هذه الأحوال من اللبن المختمر لتلقيح اللبن المبستر في كل مرة هو في المعتاد حوالي ١ رطل لكل عشرة أرطال (أى نحو ٥ ٪) ، أما كمية اللبن المختمر اللازم لتلقيح القشدة المراد انضاجها فتوقف على كمية القشدة ودرجة الحرارة التي يجرى عليها الاختمار ، على أنه في المعتاد يستعمل ١ رطل من اللبن المذكور لتلقيح عشرة أرطال من القشدة الحديثة الفرز .

ولا تخلو هذه الطريقة من العيوب فالروبات الطبيعية وليدة الصدق إذ أنها عرضة للتلوث بأنواع من البكتريا غير المرغوب فيها التي قد تضر بطعم القشدة ورائحتها وتخفف صنف الزبد المصنوع منها ولذا لا يمكن الاعتماد عليها في انتاج زبد متجانس على الدوام كما هو الحال في طريقة الاختمار الذاتي .

الروبات الصناعية أو التجارية (Commercial Starters) : كان لاكتشاف البكتريا ومعرفة

الدور الذي تلعبه في الطبيعة أثراً هاماً في 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 لخلط بالقشدة المراد اختتمارها لانضاجها مع منع حدوث التغيرات غير المرغوب فيها .

ويعود الفضل في استنباط طريقة استعمال المزارع النقية الى عبقرية العالم الدنمركي ستورش (Storch) ونتيجة لأبحاثه ، فقد درس هذا الباحث عدة ميكروبات من مصادر مختلفة كاللبن المخيض والقشدة الناضجة والزبد ووجد اختلافاً كبيراً في الطعم والرائحة التي تنتجها الميكروبات المكونة للحامض وفي سنة ١٨٨٩ بدأ كون (Conn) الأمريكي تجاربه كذلك عن الميكروبات المتعلقة بانضاج القشدة وتأثير هذه الميكروبات على نوع الزبد الناتج ، كما اشتغل ويجمان (Weigman) الألماني في نفس الوقت على الموضوع ذاته ، وقد

وضع هؤلاء العلماء الأسس التي بنى عليها استعمال الروبات التجارية وذاع استعمالها منذ سنة ١٨٩٠ في جميع الممالك التي تعنى بصنع الزبد .

تقوم عدة معاهد وشركات موثوق بها في الوقت الحاضر باعداد الروبات التجارية أما بحالة سائلة أو بحالة جافة ، وتحضر الاولى عادة بانماء ميكروبات خاصة في لبن أو شرش أو بويون أما الثانية فتجهز كالاولى ثم تضاف المزرعة السائلة الى كمية من مادة متعادلة معقمة كاللاككتوز أو النشاء أو مسحوق اللبن وتجفف على درجة حرارة منخفضة .

وتمتاز المزارع السائلة عن الجافة بأنها أكثر نقاوة ونشاطا إذ أن طريقة تحضير الأخيرة تؤدي إلى تلوثها بميكروبات خارجية ولكن تحت الظروف العادية تضمحل هذه الميكروبات الملوثة تدريجيا عند ما تنمو الأنواع الأصلية المرغوبة بنشاط . أما أهم ميزات المزارع الجافة فهي امكان حفظها مدداً طويلة ولذا يمكن ارسالها الى جهات بعيدة ، بخلاف الحال في المزارع السائلة التي يتحتم استعمالها في وقت قصير ، ذلك لأن الميكروبات تعيش في بيئة تسمح باستمرار نموها فلا تايث المتحصلات المتسكونة أن تؤثر في نشاطها فتصبح عدمة الفائدة ، على أن عملية التجفيف من جهة أخرى تؤدي إلى قتل بعض الميكروبات ، والميكروبات التي يحويها تبقى بحالة سبات (dormant) نظراً لقلة الرطوبة ولذا يلزم أن تنشط المزارع الجافة قبل الاستعمال بنقلها في لبن عدة مرات .

هذا ولا ينصح دائماً باستعمال المزارع الجافة متى أمكن الحصول على المزارع السائلة ، وينبغي أن تستعمل المزارع الاولى في بحر بضعة أسابيع من وقت تحضيرها لأن قوتها كذلك تضمحل بطول مدة حفظها ولذا يبين دائماً على الزجاجات التي تحوى هذه المستحضرات التواريخ التي يتعين استعمالها قبل حلولها .

الميكروبات الروبية : أجريت تجارب كثيرة كان الغرض منها تعيين أنواع الميكروبات التي ينسب إليها التأثير المرغوب في عملية انتاج القشدة وقد عزلت بالفعل أنواع كثيرة واختبر كل منها على حدة فلم يوجد لأية عند نموه بحالة نقية قدرة انتاج الطعم والرائحة الطيبة التي يمتاز بهما الزبد الجيد .

كان المعتقد منذ وقت طويل أن سترتوبوكوكس لاكتس هو الميكروب الوحيد الموجود بالروبة رغم وجود أدلة تنفي هذا الزعم ، فقد أظهرت الأبحاث التي على الروبة مثلاً أنها تنتج مقادير كبيرة من الأحماض الطيارة في 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 بخلاف سترتوبوكوكس لاكتس يمكن عزلها منها ، هذا فضلاً عن أن الروبة الجيدة لا يمكن تحضيرها من مزرعة نقية لاستربتوبوكوكس لاكتس ولقد اعتبر أورلا جينسن (Orla Jensen) أن الروبة لا تحتوى إلا على ميكروب واحد أطلق عليه اسم سترتوبوكوكس كريمورس (Str. cremoris) وأن ميكروب حامض اللبكتيك السبحي إنما يعتبر وجوده في الروبة كتلوث غير ضار ، وفي سنة ١٩١٩ اتفق عدة علماء في جهات مختلفة على أن الروبة تحتوى على ميكروبات بخلاف سترتوبوكوكس لاكتس تنسب إليها الرائحة المرغوبة وأن هذه الرائحة تظهر كنتيجة للنتجوات الثانوية (bye-products) التي تسكونها ، وقد تمكن هامر وبيلي (Hammer & Baily) بالفعل

من عزل ميكروب من الروبة له القدرة على إنتاج كمية كبيرة من الاحماض الطيارة وله أهمية في إنتاج الرائحة، ثم عادا فقسماه إلى قسمين أطلقا على أحدهما اسم ستربتوكوكس ستروفورس (Str. citrovorus) والآخر اسم ستربتوكوكس باراستروفورس (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 اللاكتيك عند نموه باللبن على حين أن الأول ليست له هذه القدرة، كما وجد أن كليهما ينتج أحماضاً طيارة (volatile acids) من حامض اللاكتيك. وعلى ذلك فإذا نمي كل منهما بحالة نقية في اللبن يلاحظ أن الباراستروفورس ينتج أحماضاً طيارة بنسبة أكبر مما ينتجه الستروفورس نظراً لقدرة على إنتاج حامض اللاكتيك كما قلنا،

وهن أبرز خواص هذين الميكروبين قدرتهما على تخمير حامض الستريك (Citric acid) مع إنتاج حامض طيار نتيجة لهذا الاختمار، ولذا كان من أهم الفروق التي لوحظت بين تأثير المزرعة القمية لأستربتوكوكس لاكتس والروبة عند نموهما باللبن أن الأولى لا تسبب إنخفاضاً في محتويات اللبن من حامض الستريك على حين أن الثانية تحدث ذلك.

ولا تعتبر الخواص المورفولوجية لهذين الميكروبين ذات أهمية كبيرة في تمييزهما إذ أنه عند صبهما يظهران تحت الميكروسكوب مشابهيين للميكروبات السبجية الأخرى التي توجد باللبن وخاصة ستربتوكوكس لاكتس، وقد كان هذا هو السبب في اعتبار الروبة في 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 دائماً، فبعض مزارع الباراستروفورس مثلاً تنتج حموضة كافية لتخثير اللبن في حين أن البعض الآخر لا يخثره، كما يلاحظ اختلاف في مقدار الحموضة الطيارة (volatile acidity) التي تنتجها مختلف مزارع الستروفورس، ولهذا فإن لاختلاف المزارع التي تتألف منها الروبة أثر كبير في مدى جودتها، ففي حين أن بعض المزارع تؤلف روبة تعطي نتائج مرضية بانتظام إذ البعض الآخر لا يحدث ذلك.

وعادة تعزل الميكروبات الشريكة بطريقة الاطباق مع استعمال آجار الشرش فيجرب تلقيح البيئة المذكورة بقطعة من الروبة وتحفظ الاطباق على حرارة الحجرة العادية ثم تلقح أنبوبة لبن لتسي بكل من المجموعات التي تظهر وتختبر المزارع التي يختلف تأثيرها في البيئة المذكورة عن تأثير ستربتوكوكس لاكتس بواسطة الميكروسكوب وتدرس خواصها المورفولوجية كما تختبر قدرتها على إنتاج الاحماض الطيارة في لبن مضاف اليه حامض الستريك وآخر لم يضاف اليه الحامض المذكور وتكمل تنقيتهما على بيئة آجار الشرش.

وقد دلت التجارب التي أجريت على عزل هذه الميكروبات من الروبة أن نسبتها فيها أقل بكثير من نسبة وجود ستربتوكوكس لاكتس.

ويظهر أن الميكروبات المذكورة كثيرة الانتشار في أدوات اللبن، كما أنه أمكن عزل الباراستروفورس

مراراً من اللبن الحامض والقشدة ، أما الستروفورس فتعزل عادة من اللبن أو القشدة الملذين حمضاً ذاتياً 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 حامض الخليك والكربونيك وأن الطعم والرائحة المقبولة تنسب جزئياً إلى ثانى أكسيد الكربون الناتج واتضح أن اشتراك هذه الميكروبات فى المعيشة مع بكتريا حامض اللكتيك يزيد من قدرة الأولى على إنتاج الأحماض الطيارة وثانى أكسيد الكربون ، كما ظهر من تجارب أخرى بعض الأدلة على أن رائحة الزبد تعزى رئيسياً إلى المركب المعروف باسم دياسيتيل (diacetyl) الذى وجد بالروبة ، واتضح علاوة على ما تقدم أن إضافة حامض الستريك تؤدي 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 رئيسياً بالروبة عن عمل سترتوكوكس لاكتيس كما أشرنا إلى ذلك من قبل ، فهو قد يكون مصدراً للأحماض الطيارة كما سبق القول علاوة على أنه يمنع نمو الميكروبات غير المرغوب فيها التى تصل إلى الروبة إذ أن ميكروبات الروبة العادية تتحمل الحوضة العالية ومن ثم يمكنها المعيشة والنمو فى ظروف لا تسمح بنشاط الكثير من الأنواع 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 ، فإن كل ما يبذل من جهد ووقت فى هذه الأعمال لا يقاس بجانب ما يجنى منها من مزايا وأرباح ويحسن أن نقسم الكلام فى هذا الموضوع إلى قسمين نتناول فى أولهما الكلام عن إعداد الخيرة التى تحضر منها الروبة ونبحث فى ثانيهما كيفية تحضير الروبة وكثارتها .

أولاً — إعداد الخيرة التى تحضر منها الروبة : ليس من الميسور إعداد الخمائر التى تحضر من الروبات

إلا فى معاهد الأبحاث ومعامل الألبان الكبيرة حيث تتوفر المعدات اللازمة لهذا العمل ويعهد به إلى أشخاص لهم إلمام تام بالأعمال البكتريولوجية . ومن أهم ما ينظر إليه فى إعداد هذه الخمائر خلوها من جميع الميكروبات فيما عدا الأنواع المرغوب فيها ، والمعتاد فى إعدادها أن تخلط الزرعة من سترتوكوكس لاكتيس بزرعة من أحد الميكروبات الشريكة السالفة الذكر فى إن معقم مباشرة ، أو تنمى الميكروبات الشريكة فى إن لمدة بضع ساعات أولاً ثم تضاف إليها سترتوكوكس لاكتيس وعند ما يتجهن اللبن الملقح بالزرعة المختلطة ينقل بجانب منه إلى إن معقم وتكرر العملية عدة مرات إلى أن يصبح التجهن سريعاً وحينئذ يجرى التلقيح فى إن مبستر .

ومن المهم أن تنتخب سلالة من ستربتوكوكس لا اكتس تلتج الحامض بسرعة ولا تكسب اللبن طعماً أو رائحة غير مقبولة على أن تنشط بثقلها عدة مرات في لبن على فترات قصيرة .

ولا تعطى الخميرة المحضرة بهذه الكيفية نتائج مرضية على الدوام ، ففي بعض الاحيان يلاحظ أنها لا تنتج الطعم والرائحة المرغوبة ، وهذا يحدث في الغالب بسبب عدم نمو الميكروبات الشريكة ، على أنه لا ينبغي الحكم على عدم صلاحية الخميرة إلا بعد أن تلتج في لبن مبستر نحو عشر مرات وسنعدد فيما يلي أهم الاحتياطات التي تتخذ لضمان نقاوة الخميرة واستمرار نشاطها مدة طويلة :

- ١ — يلاحظ أن تنمي المزارع التي تتكون منها الخميرة على درجة الحرارة الملائمة لها .
- ٢ — يعنى أكبر عناية بحودة اللبن المستعمل في تحضير الخميرة وتكرار زرعها كما تعطى عناية خاصة الى طريقة معاملته ، فن المهم أن يكون طازجا جيد الطعم والرائحة وأن يحتوى على أقل عدد ممكن من البكتيريا ، وعند تعتيمة أو بسترته يلاحظ في الحالة الاولى التأكد من خلوه من جميع الميكروبات ويفضل تعتيمة بالطريقة المتقطعة التي أشير اليها من قبل ، أما البسترة فتجرى في 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 في الوعاء المعقم الذى سيستعمل فيه مباشرة اذ أن بسترته على حدة ثم صبها في الوعاء المذكور تؤدي الى تلوثه .
- ٣ — تنبذ ملاحظة تطهير الاواني المستعملة تطهيراً جيداً ومن المستحسن استعمال زجاجات ضخمة الفوهة في حفظ اللبن الذى تزرع به الخميرة فهذه الاواني تمتاز بعدم تأثرها بالمزارع كما يحدث في الاواني المعدنية أحيانا كما يمكن ملاحظة التغيرات التي تحدث بداخلها ، علاوة على قلة تعرضها لخطر تلوث محتوياتها بميكروبات الهواء الى حد بعيد عند فتحها .

٤ — يلزم أن تكون الكمية المستعملة في التلقيح كل مره متساوية بالضبط ولهذا يفضل استخدام ماصات معقمة في هذا الغرض ، وتوقف هذه الكمية على عوامل متعددة منها نشاط الخميرة ودرجة الحرارة التي يحفظ عليها اللبن ومدة التخمر ، وعادة يلقح اللبن المعقم أو المبستر عند تلقيحه ثانياً مرة بمقدار يتراوح بين ٢٥ و ١٪ من مزرعة اللبن الاول ، ثم تعدل الكمية المستعملة في التلقيح تبعا لمدة التخمر التي تتراوح في 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 فالتابع تبريد اللبن في الوعاء الذى أجرى فيه تسخينه بعد انقضاء الوقت المخصص لعملية البسترة الى درجة ٧٠ — ٧٢ ف (٢١,١ — ٢٢,٢ س) ثم يلمح مباشرة ويوضع بعدئذ في محضن خاص نظمت حرارته على الدرجة المذكورة ، ولا ينبغي أن يعتمد الى تقصير مدة الاختمار أو اطالها برفع درجة حرارة الحضانة أو خفضها بل يجب أن تنظم هذه المدة اذا استدعى الحال بتعديل المقدار المستعمل في التلقيح .

٦ — من الضروري وقف عملية الاختمار بعد تمامها مباشرة وذلك بتبريد اللبن الى درجة ٥٠ ف إلا إذا كان في النية استعماله في التلقيح ، ذلك لأن ترك المزرعة على الدرجة المناسبة لنموها مدة طويلة يؤدي الى

ارتفاع حموضتها إلى حد كبير مما ينتج عنه أضعاف نشاط البكتريا وانحطاط قوتها . ويعتبر تجنب اللبن دليلاً جيداً على تمام الاختيار إذ يمكن مراقبة حدوث هذا التغير دون حاجة إلى فتح الوعاء . وتعرض محتوياته للتلوث الخارجى ، وتختلف حموضة اللبن في وقت التجبن باختلاف الظروف ولكنها تتراوح في المعتاد بين ٠,٦٥ — ٠,٧٠ ٪ وقد ترتفع الحموضة إلى ١,١ ٪ إذا تركت المزارع مدة طويلة على درجة الحرارة الملائمة لنموها .

٧ — يتحتم اتخاذ الحيطة التامة لمنع تلوث المزرعة سواء من الأواني التي توضع فيها الأدوات التي تنقل بواسطتها أو من الهواء ، ولتجنب التلوث من المصدر الأخير يشترط إجراء العمليات الخاصة بتلقيح الخميرة وحفظها في مكان نظيف خال من تيارات الهواء والغبار وأن يقشط الجزء العلوى من اللبن المختمر قبل أن يلقى به اللبن الجديد .

٨ — من الواجب نبذ الخميرة إذا فقدت نشاطها أو ثبت تلوثها بميكروبات خارجية ويستدل عادة على التلوث من ظهور شرش كثير أو فقاعات غازية أو طعم ورائحة غير مقبولين .

ثانياً — كيفية تحضير الروبة واكثارها : وكما تلغى العناية بحفظ الخميرة ومعاملتها يلزم كذلك مراعاة الدقة التامة في تحضير الروبة من الخميرة ، ولسنا في حاجة إلى زيادة التأكيد بضرورة الاقتصاد على استعمال الألبان الجيدة في تحضير الروبات وملاحظة العناية بنظافة وتطهير الأواني والمعدات المستعملة في هذا الغرض ووقاية الروبات من التلوث الخارجى .

تحضر الروبات في المعتاد بكميات كبيرة تكفى لمعاملة القشدة المراد تخميرها في الوقت المناسب ولذا يستعمل في أعدادها أوان متسعة كصفائح أو أحواض كبيرة مزدوجة الجدران يوضع بها كمية من اللبن تتناسب مع كمية القشدة المراد تخميرها ويلقى اللبن المذكور إما بالخميرة النشطة مباشرة أو بكمية من اللبن المختمر الملقى بالخميرة .

والطريقة الآتية هي المتبعة عادة في تحضير الروبة :

يؤخذ المقدار المناسب من اللبن الفرز في وعاء معقم مزدوج الجدران ذى غطاء يحتوى الخارجى منه على ماء أو يوضع اللبن في جردل من الصاج ويوضع الجردل في وعاء آخر أكبر منه يحتوى على ماء ثم يستر اللبن بتسخين الماء حتى تصل حرارة اللبن إلى درجة ١٨٠ — ١٨٥ ف ويحفظ على هذه الدرجة لمدة نصف ساعة وبعدئذ يبرد إلى درجة ٧٠ — ٧٢ ف باستبدال الماء الموجود في الأناة الخارجى بماء بارد ، ويلقى بكمية من الخميرة النشطة تتناسب مع كمية اللبن والوقت المراد اتمام الاختارفيه وتقلب به جيداً ويحفظ اللبن الملقى بعد تغطيته على الدرجة المذكورة حتى يتجنب ثم يستعمل في تلقيح القشدة .

واتباع الطريقة السابقة جائز في حالة استعمال خميرة نشطة أما إذا استعملت المزارع التجارية الجافة غير النشطة في الملقح فيلزم تكرار زرعها عدة مرات في لبن مغلى أو مبستر حتى تسترد نشاطها وتؤدي الغرض منها على الوجه الأكمل ، والمتبع حينئذ هو إضافة ملعقة صغيرة من المزرعة الجافة إلى لتر من اللبن الفرز على أن يسخن قبل ذلك إلى درجة الغليان لمدة خمس دقائق أو يبستر بالطريقة السابقة الذكر ويبرد إلى درجة ٧٠ — ٧٢ ف ثم تخلط الخميرة به جيداً وتغطى وتحفظ على الدرجة المذكورة حتى يتجنب ، بعد ذلك تقشط

الطريقة السطحية منه ويقلب الباقي بواسطة ملعقة معقمة حتى يصير سائلا وتلقح كمية أخرى من اللبن المغلى أو المبستر بـ ٥ ٪ من اللبن المختمر أى حوالى $\frac{1}{4}$ رطل لكل عشرة أرطال من اللبن الجديد وبعد أن يتجنب هذا اللبن تكرار العملية بضع مرات فى لبن مبستر حتى تتسكون روبة نشيطة يمكن استعمالها فى انضاج القشدة . وينبغي ألا يستعمل فى عملية التلقيح الأخيرة 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 لأن التسخين الى الدرجات العالية التى تستخدم فى الحالة المتقدمة علاوة على أنه يفقد اللبن قوته المطهرة فانه يبيد معظم الميكروبات التى يحويها .

وبما تجب الإشارة اليه هنا أن حفظ اللبن الملتصق على حرارة تقل عن الدرجات المذكورة يؤدى الى بطل 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 الأخيرة حساسة للحموضة فان نمو ميكروبات الروبة بسرعة على الدرجات الملائمة لها يوقف نموها بسهولة .

أهمية الروبة : مهما روعى من عناية فى تحضير الروبة والحفاظ عليها فانها بتوالى الاستعمال مدة

من الزمن تتلوث بميكروبات خارجية غير مرغوب فيها ويتأثر نشاطها ولذا فعادة تستبدل بين حين وآخر روبة جديدة محضرة من خميرة محفوظة بالمعمل أو من مزرعة تجارية ، ويمكن الحكم على صلاحية الروبة للاستعمال والوقوف على مميزاتها وعيوبها بملاحظة النقاط الآتية :

(١) **المذاق والرائحة :** تتميز الروبة الجيدة بالمذاق الحامض 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 تثقل اليها غالباً من الأوعية أو الادوات وقد يرجع الى ردها نوع اللبن المستعمل فى تحضيرها .

(٢) **المظهر العام :** ينبغي أن يكون التجبن متجانسا وأن تكون الحثره صلبة ملساء خالية من الشرش

والفقاعات الغازية وخاصة ما يظهر فى قاع الاناء ، وعند ظهور غازات منتشرة بالمزرعة جميعها ينبغي الاستغناء عنها واستبدالها بغيرها .

(٣) **القوام والتركيب :** تختبر بتكسير الروبة بالرج ، فالروبة الجيدة تكون ذات قوام أملس دهنى خالية

من التجبن واللزوجة .

معاملة القشدة قبل اضافة الروبة اليها : لكي يتم انضاج القشدة على الوجه المرضي يفضل

دائما بسترتها قبل اضافة 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 صانع 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 في بسترة اللبن وذلك للأسباب الآتية :

أولاً : أن القشدة تحتوى على ميكروبات كثيرة من أنواع متباينة ومن المرغوب فيه التخلص منها كلها تقريباً ، بمعنى أن البسترة تكون أقرب إلى 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 موجوداً باللبن الخام أصلاً .

ثانياً : أن الحرارة العالية توقف عمل الانزيمات التى يخشى أن يستمر عملها الضار فى الزبد على درجات الحرارة المنخفضة عند حفظها بالخزن البارد .

ثالثاً : 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 البكتيريا الموجودة بالقشدة فقد وجد مثلاً أن بعض ميكروبات اللاكتر باسلس قد قاومت التسخين إلى درجة ١٩٤ ف (١٠ س) عند وجودها بالقشدة على أنها أبيت على الدرجة المذكورة فى اللبن .

رابعاً : أن القشدة لا تتأثر من حيث الطعم بتعريضها للحرارة العالية بالدرجة التى يتأثر بها اللبن السائل .

وتجرى بسترة القشدة إما بالطريقة السريعة أو بالطريقة البطيئة ، فى الحالة الأولى تسخن عادة إلى درجة ١٩٤ ف ثم تبرد مباشرة ، وفى الثانية تسخن إلى درجة ١٦٠ — ١٦٥ ف (٧١ — ٧٤ س) ويستمر التسخين على هذه الدرجة لمدة ٢٠ دقيقة قبل أن تبرد ، وينبغى ملاحظة تقليب القشدة طول مدة التسخين حتى تنوزع الحرارة على جميع أجزائها بانتظام .

وتختلف المعدات والأجهزة المستعملة فى هذه العملية باختلاف كمية القشدة المراد بسترتها ، وفى حالة المقادير الصغيرة يكفى استعمال وعاء من الألومنيوم أو النحاس المطلى بطبقة سميكة من القصدير وتوضع به القشدة ويوضع الوعاء بداخل وعاء آخر أكبر منه يحتوى على ماء ، ثم يسخن الماء حتى إذا بلغت حرارة القشدة الدرجة المطلوبة يستبدل الماء الساخن بماء بارد ويغير باستمرار حتى 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 ألواح وقد سبق وصفه ، وفيه تدفع القشدة الآتية من الفراز حيث تسخن إلى الدرجة المطلوبة بالماء الذى يدفع إلى الجانب الآخر من الألواح 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 المردات المكشوفة خصوصاً فى جو يكثر فيه الغبار والذباب ، أما إذا اتبعت الطريقة البطيئة فتعامل القشدة عادة فى صهرج مستطيل مصنوع من النحاس

المطلى بالقصدير ومحاط بصهريج آخر من الفولاذ له غطاء مبطن بمادة رديئة التوصيل للحرارة وتُمر به من أحد جانبيه إلى الجانب الآخر أنبوبة ملتوية تدور حول نفسها فتوضع القشدة في الصهريج الداخلي وترفع حرارتها إلى الدرجة المطلوبة بمرور ماء ساخن أو بخار في الحيز الموجود بين الصهريجين وفي الأنبوبة الملتوية التي تدور طول مدة التسخين ، ثم تخفض حرارتها في نفس الصهريج بمرور ماء بارد بين الصهريجين ومرور محلول ملح التبريد في الأنبوبة الملتوية .

هذا ويلزم أن يتم تبريد القشدة بسرعة وأن تخفض حرارتها إلى الدرجة المناسبة لعملية الانضاج (أى ٧٠ ف) إذا كان في التية إضافة الروبة إليها مباشرة ، أما إذا أريد حفظها أو خضنها دون انضاج فتبرد إلى درجة ٤٠ ف

الانضاج القشرة : بعد أن تبرد القشدة إلى الدرجة المناسبة لعملية الاختار تخلط بها الروبة التي أسلفنا شرح طريقة تحضيرها ، ومن أهم ما ينبغي ملاحظته هنا أن تكون القشدة وقت عملية الخلط على درجة الحرارة المناسبة لعملية الاختار (٧٠ ف) وأن تحفظ على هذه الدرجة حتى يتم اختارها ، كما يلاحظ قشط الطبقة السطحية من الروبة ثم تقليبها جيدا قبل استعمالها ومن الأفضل أن تصب الروبة في صهريج الانضاج قبل القشدة إذا أمكن ثم تمزجان وبذلك يبدأ التحميص عقب البسترة والتبريد مباشرة فإذ ذاك لا تنهأ الفرصة لنمو الأنواع الباقية بعد البسترة أو التي تكون قد تلوثت بها القشدة عقب بسترتها من المبرد أو الانايبب مثلا ، وينبغي أن تقلب القشدة من وقت لآخر في أثناء مدة الاختار حتى يكون الانضاج منتظما وتختلف الكمية التي تضاف من الروبة إلى القشدة باختلاف مدة النضج ودرجة الحرارة التي تحفظ عليها وهي تتراوح في المعتاد بين ٦٧.٣٪ من وزن القشدة ، ويتم الانضاج عادة في 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 لكي تقف البكتيريا عن العمل والازادت الحموضة عن الحد المطلوب وتجن الكازين بتأثير حامض اللكتيك وإذ ذاك لا ينفصل من الزبد في وقت الحُض ويظهر فيه على هيئة بقع بيضاء فيضرب بمظهره علاوة على أن وجوده يؤثر في قابلية الزبد للحفظ إذ يفسد عن تحلله سرعة فساد الزبد .

وليس المقصود من تبريد القشدة بعد انتهاء الاختار وقف عمل البكتيريا لحسب بل تهية القشدة كذلك لعملية الحُض ، فتخفض حرارتها إلى درجة ٤٠ ف وتحفظ على درجة أقل من ٥٠ ف نحو ست ساعات وبذا تتصلب الدهون التي كانت سائلة ومنتشرة بالقشدة في أثناء مدة الانضاج فيسهل تجمعها بعضها ببعض عند الحُض مما يقلل من الوقت اللازم لعمل الزبد ويقل الفاقد من الدهن في اللبن المخيض ويزيد ناتج الزبد ويحسن قوامها

ومن المهم دائما مراعاة توافر الشروط الصحية في 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 نختتم الكلام عن تخمر القشدة نذكر الإشارة إلى أن بعض معامل الزبد تستورد قشدة من جهات نائية على فترات طويلة ومثل هذه القشدة يحدث بها في المعتاد تخمرات غير مرغوب فيها قبل وصولها الى المعمل ، فلذلك يزال منها الطعم والرائحة غير المقبولين وتصير صالحة للاستعمال تتبع غالبا عدة طرق فقد تخفض حموضتها بإضافة بعض المواد القلوية حتى يمكن بسترتها وقد يمرر فيها تيار من الهواء لتهويتها فيساعد ذلك على إزالة الطعم والرائحة السكرية 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

بانتهاى عملية الانضاج يتم الدور النافع الذى تقوم به البكتريا في اعداد القشدة لصنع الزبد ولذا يوقف عملها كما قدمنا القول متى بلغت الحوضة حداً معيناً بتبريد القشدة ، ويتلو ذلك عدة عمليات كالمخض والغسل والتليح 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 الجوانب الأكبر من الماء . وتحقيق الغرض الثاني 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 لا يكون عرضة لتغيرات كثيرة كما هو الحال في 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 في 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 في 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 التي تكون قد أضيفت إلى الزبد في أثناء الصنع كالمالح والملونات والخوافظ الكيميائية الخ. ومن أكثر الميكروبات وجوداً ستربتوكوكس لاكتيس وبكتريوم فلورسفس والخمائر الخمرة للاكتوز وبعض أنواع الفطر مثل ميوكر وبيسليوم وخاصة أويديوم لاكتيس وعدد من الميكروكوكس والسارسينا وتوجد بالاصناف الرديئة من هذا الزبد باسلس القولون وبكتريوم ابروجنيس كما توجد بعدد قليل الأنواع المتجرثمة مثل ستلس وميزتريكس وأميليوبكتريوم، وفي أحوال خاصة قد توجد بعض الميكروبات المرضية. أما الزبد المصنوع من قشدة مبسترة وناضجة فيحتوى رئيسيا على ميكروبات الروبة وبعض الميكروبات الأخرى التي قاومت حرارة البسترة يضاف إلى ذلك ما تكون قد تلوثت به كذلك في أثناء الصنع.

ويتوقف عدد الميكروبات في عينات الزبد عقب صنعها مباشرة على ما تحويه القشدة التي صنعت منها من ميكروبات وعلى مدى التلوث الذي عرضت له في أثناء الصنع سواء من الأدوات أو الهواء أو العمال أو المواد التي أضيفت إليها، ودائما يحتوى الزبد المصنوع من قشدة مخمرة أى أضيفت إليها الروبة وتمت فيها عملية الإنضاج على عدد من البكتريا يفوق كثيراً ما يحويه الزبد المصنوع من قشدة لم تضاف إليها الروبة ولم تخمر ويتراوح عدد البكتريا في السنتيمتر المكعب من الزبد الطازج بين آلاف قليلة في حالة صنعه من قشدة مبسترة وغير مخمرة إلى ملايين عديدة في حالة صنعه من قشدة أضيفت إليها الروبة وتم إنضاجها.

وإذا قورن عدد البكتريا في السنتيمتر المكعب من الزبد الطازج بعددها في مقدار مماثل من القشدة التي صنعت منها يوجد أن الأولى تحتوى على عدد أقل بكثير من الثانية، وهذا يرجع إلى أن غالبية الميكروبات التي تحويها القشدة تبقى مع اللبن المخيض في أثناء عملية الخفض كما يلاحظ زيادة العدد في لبن الخفض عنه في القشدة الناتجة منها ويعود ذلك على الأرجح إلى تكسر كتل أو سلاسل البكتريا في أثناء الخفض.

ويختلف عدد الفطر والخمائر في عينات الزبد كثيراً، فقد لا يظهر في السنتيمتر المكعب من بعض العينات شيء منها على حين يظهر في البعض الآخر بضع مئات الآلاف في مقدار مماثل، ويعتبر ارتفاع عددها أو انخفاضه دليلاً على مدى العناية التي اتخذت في أثناء الصنع، فانخفاض العدد مثلاً يدل على أن بسترة القشدة قد أجريت بدقة وأن الاحتياطات التي اتخذت في صناعة الزبد كانت كافية لمنع تلوثه بعدد كبير من الفطر والخمائر.

ومع أن القشدة قد تلوث بالفطر والخمائر من مختلف الأدوات المستعملة إلا أنه يظهر أن أهم مصادر التلوث هو الممخض، وقد استدل على ذلك من أن الزبد المصنوع في ممخض جديد من قشدة أجريت بسترتها بدقة يحتوى عادة على عدد قليل من الخمائر، كما أنه في حالة استعمال الممخض عدة مرات يومياً فإن الزبد المصنوع في الدفعة الأولى يحتوى على عدد من الخمائر أكبر مما تحويه الدفعات التالية.

ويتأثر عدد البكتريا في 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 التي اتخذت في 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 ، ففي العينات المحتوية على نسبة من المواد السالفة الذكر أعلى من المعتاد تنمو البكتيريا بسرعة فيتزايد عددها مدة من الزمن ، على أنه يعود فينخفض دائما فيما بعد نظراً لقلة التهوية في الداخل ونقص المواد الغذائية ، والجدول الآتي يوضح نتيجة تجربة أجراها جنسن (Jensen) ومنه يلاحظ انخفاض العدد بمضى المدة في عينة من الزبد مصنوعة من قشدة مخمرة ويشاهد الفرق بين عدد الميكروبات على السطح وفي الداخل :

العدد في الجرام الواحد	عينة طازجة	بعد أسبوع	بعد أسبوعين	بعد أربعة أسابيع
من الطبقة السطحية				
جملة العدد	١٣٠٠٠٠٠	١٤٠٠٠٠٠	١٦٠٠٠٠٠	٢٧٠٠٠٠٠
ميكروبات مذيبة للجيلاتين	٢٠٠٠٠	٢٠٠٠٠	—	—
أويديوم لاكتيس من الجزء الداخلي	٨٠٠٠٠	٥٨٠٠٠٠	٢٠٠٠٠٠	٤٨٠٠٠٠
جملة العدد	١٢٠٠٠٠٠	٢٠٠٠٠٠٠	٢٠٠٠٠٠٠	٣٦٠٠٠٠٠
ميكروبات مذيبة للجيلاتين	٢٠٠٠٠	١٢٠٠٠	—	—
أويديوم لاكتيس	٨٠٠٠٠	٢٠٠٠٠٠	٤٠٠	—

وبما تجدر الإشارة إليه أن انخفاض العدد في الزبد المصنوع من قشدة مخمرة يكون أسرع منه في المصنوع من قشدة غير مخمرة ذلك لأن ميكروبات الروبة التي تؤلف الجانب الأكبر مما يحويه النوع الأول تموت بسرعة لعدم ملائمة الظروف لمعيشتها ، وقد وجد جريمس (Grimes) من تجاربه ان عدد البكتيريا في الزبد المصنوع من قشدة أضيفت إليها الروبة ونخرت 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 ٣٠ ٪ ولم يتجاوز ٦٥ ٪ في حالة الزبد المصنوع من قشدة طازجة مبسترة حفظت على نفس الدرجة مدة بمائة .

ويتأثر نمو البكتيريا التي 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 انخفاضاً من ذلك ، ولما كان للملح المتضاف إلى الزبد تأثير ضار في نمو البكتيريا فإن عددها يزداد عادة في الزبد غير المملح عنه في الزبد المملح .

مصادر تلوث الزيوت بالميكروبات

قلنا أن لعدد الميكروبات بالزبد وأنواعها علاقة وثيقة بعددها وأنواعها في القشدة المصنوع منها ، هذا فضلاً عن أن التلوث الذي يتعرض له الزبد أثناء الصنع وعقبه دخلاً كذلك في انخفاض أو ارتفاع محتوياته من الميكروبات وسنشرح فيما يلي أهم مصادر تلوث الزبد بالميكروبات :

(١) الماء المستعمل في غسل الزبد : إذا لم تراعى نقاوة الماء المستعمل في غسل الزبد كان مصدراً لانتقال أنواع مختلفة من الميكروبات مثل بكتريوم فلورسنتس وميكروبات اللزوجة وأحياناً باسلس اميلوبكتري ، وتؤثر هذه الميكروبات تأثيراً سيئاً في صنف الزبد إذا وجدت فيه بعدد كبير وكانت الظروف ملائمة لنموها نظراً للتغيرات غير المرغوب فيها التي تحدثها .

ويفضل دائماً إذا لم يمكن الوثوق من نقاوة الماء أن يجري غليه قبل الاستعمال .

(٢) الملح المضاف إلى الزبد : قد يكون الملح المضاف إلى الزبد من مصادر تلوثه بالميكروبات فقد وجد أنه يحتوى أحياناً على ميكروبات لها قدرة مقاومة تأثير المواد المطهرة ، ولهذا ينبغي دائماً استعمال ملح نقي من الوجهتين البكتريولوجية والكيميائية وأن يحفظ هذا الملح جافاً في مكان نظيف جاف .

(٣) الأواني والأدوات المستعملة في صنع الزبد : تضيف الأواني والأدوات إلى الزبد في أثناء صنعه عدداً آخر من الميكروبات إذا لم تكن تامة النظافة والتعقيم ، ويعتبر الممنخض كما قلنا من أهم الأدوات أثراً في إحداث التلوث . ومع أن المماخض المعدنية أسهل في التنظيف والتعقيم إلا أنها تؤثر في الطعم المرغوب فيه في الزبد ولذا تفضل المماخض الخشبية رغم صعوبة تنظيفها وتعقيمها إذ أنها تتأثر بالبخار والحرارة الجافة ولذا يستعمل في تطهيرها أحياناً بعض المواد الكيميائية .

وينبغي أن توجه عناية خاصة إلى اتقان تنظيف جميع الأدوات المستعملة في صناعة الزبد وخاصة الممنخض نظراً لاحتوائه على زوايا تتجمع بها المواد التي تسمح للميكروبات وخصوصاً الفطريات بالتقرب من مرات الاستعمال ، ومن أفضل الطرق في معاملته أن يشطف أولاً بالماء الفاتر التنظيف بعد الفراغ من استعماله مباشرة ثم يغسل بماء ساخن مضاف إليه بعض مسحوق الغسل مع رفع حرارة هذا الماء إلى درجة الغليان بواسطة البخار ، ويحسن استعمال فرشاة خشنة لاجادة التنظيف وإزالة الدهن ثم يصرف مابه من ماء ويعاد شطفه بالماء المغلي ثم يملأ إلى نحو ثلثيه بالماء المذكور ويحكم قفله ويدار عدة دورات بسرعة وأخيراً يفرغ منه الماء ويصفى جيداً ويترك مفتوحاً لكي يجف .

وتعامل المعصرة بالطريقة السابقة أما الأحواض فتعامل بالبخار بعد تنظيفها وتجفيف بين مرات الاستعمال وينبغي 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 في لف الزبد : لف الزبد في ورق جيد يقيه من الفطريات ، على أن استعمال ورق يحتوي على مواد عضوية ذاتية كالدكسترين أو الجلوسرين يساعد من جهة أخرى على نمو الميكروبات على سطح الزبد حتى ولو لم يكن ذاته مصدراً للتأثر ، ويفضل البعض معاملة مثل هذا الورق قبل الاستعمال لإزالة المواد المذكورة وقتل الميكروبات العالقة به في الوقت ذاته وذلك بغليه في محلول ملحي قوته ٢٥ ٪ . وينبغي أن يحفظ ورق اللف على الدوام في مكان نظيف جاف .

التغيرات التي تحدث بالزبد

يظراً على الزبد في بعض الأحوال تغيرات من أنواع مختلفة يؤثر بعضها في طعمه أو رائحته أو لونه أو قوامه الخ ، ومن هذه التغيرات ما تظهر بالزبد الطازج ومنها ما لا تلاحظ إلا بطول مدة حفظ الزبد ، وهي أما أن تنسب إلى تغيرات باللبن أو القشدة المصنوع منهما الزبد أو إلى خطأ في اجراء العمليات التي تتعلق بصنعه أو إلى تغيرات حدثت بالزبد في أثناء الحفظ ، والعوامل التي تعزى اليها هذه التغيرات قد تكون بكتريولوجية أو أنزيمية أو كيميائية وقد تسبب في بعض الأحيان عن عوامل أخرى ثانوية كامتصاص الروائح الغريبة من المواد القريبة منها مثلاً .

وإيس من السهل دائماً التفرقة بين التغيرات المسببة عن عوامل بكتريولوجية وأنزيمية وكيميائية فالظروف التي تلائم عمل البكتريا تناسب كذلك غالباً فعل الأنزيم وتساعد أحياناً حدوث التفاعل الكيميائي ، وتعتبر التغيرات الناشئة عن الأنزيم أقل أهمية من تلك المسببة عن العاملين الآخرين ، ذلك لأنه وإن كانت القشدة التي يصنع منها الزبد تحتوي على الأنزيمات التي توجد طبيعياً باللبن وكذا الإنزيمات الخارجية التي تكون قد كونتها الميكروبات التي نمت بها أو باللبن الذي صنعت منه فإن بستره القشدة قد تتلف بعض الأنزيمات وتقل من فعل البعض الآخر ، هذا فضلاً عن أن إنزيمات اللبن الطبيعية لايجوز اعتبارها من العوامل الهامة في تلف الزبد نظراً لقله كميتها من جهة ولعدم ملائمة درجات الحرارة التي يخزن عليها الزبد في المعتاد لعملها .

أما من حيث التغيرات البكتريولوجية فيمكن أن نذكر هنا أن نمو البكتريا في الزبد المحفوظ على درجات الحرارة العادية قد يؤدي إلى ظهور تغيرات غريبة في طعمه أو رائحته الخ ولكن لما كانت درجات الحرارة الكبيرة الانخفاض التي يحفظ عليها الزبد تحت الظروف التجارية لا توافق نمو البكتريا فإن التغيرات التي تحدث حينئذ تسبب في الغالب عن تفاعلات كيميائية أو عوامل أخرى سيأتي بيانها فيما بعد .

وسنبحث فيما يلي أهم التغيرات التي تحدث بالزبد ونشرح أولاً ما ينشأ منها عن عمل الميكروبات ثم نصف المسببة عن العوامل الأخرى .

أولاً — التغيرات الفاعلة عن فعل الميكروبات

أكثرها حدوثاً ما يتعلق بطعم الزبد ولونه وأهمها الآتية .

(١) الترنخ : هو كما ذكرنا من قبل ينشأ رئيساً رئيساً عن تحلل الدهن تحليلاً مائياً وقد يحدث بالزبد نتيجة

لعمل بعض الميكروبات مثل بكتريوم فلورسنس وبكتريوم بروديجيوسم وأويديوم لاكتيس وكلا دوسبوريوم بيوتري (*Cladosporium butyri*) وبفسليوم جلوكم (*Penicillium glaucum*) وكذلك بعض أنواع الخمائر السكاذبة أى التوريولا التى تعيش معيشة تبادلية مع بكتريا حامض اللبكتيك ، كما أنه قد يكون لأنزيم الليباز بعض الأهمية فى أحداث هذا التغير .

وينسب الطعم الزنخ إلى المركبات الأولى من سلسلة الأحماض الدهنية أى ما تعرف بالأحماض الدهنية الطيارة وكذلك إلى كيتونات (ketones) وإسترات (esters) خاصة ذات رائحة تشبه رائحة الفاكهة مثل بيوترات وخلات الأثيل والمثيل (ethyl & methyl butyrates & acetates) والمركبات الأخيرة تنتج عن انحلال الجلوسرين المتكون .

ولما كانت الميكروبات المحللة للدهن لا تكون جراثيم كبيرة المقاومة لتأثير الحرارة فانها تقتل بالحرارة بسهولة نسبياً ، وقد لاحظ هنزيكر (Hunziker) أن الزبد المصنوع من قشدة بسترة لم يظهر به ترنخ فى أثناء الحفظ أما المصنوع من قشدة خام أى لم تعامل بالحرارة ولكن روعيت النظافة فى إنتاجها يظهر به ترنخ أحياناً على حين أن الزبد المصنوع من قشدة ملوثة يظهر به التغير المذكور فى أغلب الأحيان ، ومن هذا يتضح أهمية المادة الأولية المستعملة وأثر المعاملة فى ظهور الترنخ ، على أن فائدة البسترة من جهة أخرى تضيق إذا ما استعمل ماء ملوث أو ثلج ملوث فى أثناء صناعة الزبد إذ أن بكتريوم فلورسنس وهى من أكثر الميكروبات انتشاراً فى الماء تنقل إليه بهذه الوسيلة فيكون هذا التلوث أشد خطراً من التلوث الذى يسبق بسترة القشدة ولذا ينبغى كما قدمنا القول العناية بمقاومة الماء أو غليه قبل الاستعمال فى غسل الزبد أو تنظيف الأدوات .

وعادة تنقل الفطريات المحللة للدهن إلى الزبد إما من الروبة أو الهواء أو المواد المستعملة فى اللب ، ولما كانت هذه الفطريات والميكروبات الأخرى التى تحدث هذا التغير هوائية فإن حفظ الزبد بعيداً عن الهواء فى أوعية محكمة الإقفال يعتبر وقاية هامة من الترنخ .

هذا وقد وجد أن للبلح تأثيراً فى حدوث الترنخ 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 الحامض : 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 بدلاً من إنتاج الطعم والرائحة المرغوبة ، كما أن احتواء الزبد على كمية كبيرة من لبن الخض قد يؤدى إلى ظهور الطعم الحامض .

ويمكن تجنب هذا العيب باستعمال روبة جيدة والعناية بغسل الزبد .

(٣) طعم الخميرة : يفسد طعم الخميرة (yeasty flavour) بالزبد رئيسياً عن نمو الخائثر الخميرة اللاكتوز بالقشدة التي صنع منها . ولما كانت هذه الميكروبات تنشط على درجات الحرارة المرتفعة نسبياً فإن هذا التغير يغلب حدوده في أشهر الصيف الحارة ، وهو لا يظهر إلا في القشدة الحامضة نظراً للملحمة الوسط الحامضي لعملها .

وتجنب هذا التغير ينبغي 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 بالمبشرة إلا أنها لا تنبت في بيئة حامضة .

واستعمال لبن نظيف في صنع القشدة وماء نقي في غسل الزبد يساعدان على منع التلوث بهذه الميكروبات .

(٥) القوام غير العادي : قد يكون الزبد الناتج أحياناً ليناً وهذا يعود في 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 بستر 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 نظراً لحاجتها إلى الأكسجين على أنها قد تنمو في الداخل إذا وجدت بالزبد شقوق تسمح بنفوذ الهواء إلى أجزائه الداخلية ، وتغيرات اللون أكثر ظهوراً في زمن الصيف للملحمة درجات الحرارة المرتفعة نوعاً لنمو الفطريات المذكورة .

وتختلف الألوان التي يتلون بها الزبد باختلاف أنواع الفطريات التي تنمو عليه ودرجة نموها ، فالبنسليوم مثلاً يلونه بلون أخضر والايديوم بلون برتقالي أو أصفر وبعض أنواع الاكتينومييسز بلون بني .

ولا يؤدي نمو الفطريات المذكورة على الزبد إلى تلونه لحسب بل يؤثر كذلك في طعمه ورائحته ، وخاصة الاكتينومييسز الذي يكسبه رائحة التراب .

وتنشأ تغيرات اللون غالباً في 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 تثقل إلى الزبد إما من القشدة أو من الأدوات المستعملة في صنعة وخاصة الممخض أو من ورق اللف أو أيدي العمال أو ملابسهم أو من الماء أو الملح . الخ . .

ومن أهم الاحتياطات التي تساعد على تلافي هذا العيب جودة بستر القشدة والعناية بنظافة جميع الأواني والأدوات وتعقيمها والحفظ على درجة حرارة منخفضة في غير وجود الهواء ، ولما كان ارتفاع نسبة الرطوبة بالزبد يساعد على نمو الفطريات فإن 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 الشمعى : يصحب انحلال الدهن بواسطة الميكروب في أحوال كثيرة أكسدة أكسدة

ذاتية مما ينشأ عنه ظهور طعم ورائحة بالزبد تشبه طعم الشحم الحيوانى ورائحته ، ويلاحظ التغير الأخير بوضوح عند تعرض الزبد لأشعة الشمس المباشرة في وجود الهواء ولو لمدة قصيرة ، وهو يظهر بالطبقة السطحية ويصعبه في 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 ، وبما تقدم يتبين أن التشحم يرجع إلى تأثير الهواء أى أن مذهب الأكسدة وأن الضوء يسرع الأكسدة .

وقد ثبت أن العوامل الأخرى التي تسرع الأكسدة تساعد كذلك على حدوث التشحم ، فوجود مقادير صغيرة من معادن خاصة كالنحاس والحديد أو أملاح هذه المعادن يؤدي إلى سرعة ظهور التغير المذكور ، وقد اعتبر التشحم في وقت ما ناتجا عن أكسدة حامض الأوليك غير أن الأبحاث قد أظهرت فيما بعد أن التغير المذكور ليس نتيجة مباشرة لوجود حامض الأوليك المتأكسد بل أنه يعود إلى المنتحلات التي تتكون بالزبد في أثناء امتصاص الأكسجين بواسطة الحامض المذكور .

ويختلف التشحم عن التزنخ من عدة وجوه أهمها أن التغير الأول غير ميكروبي بدليل حدوثه في الدهن النقي والزبد المعقم ، على حين أن الثانى ينسب رئيسيا كما قدمنا إلى عمل الميكروبات المحللة للدهن .

أما الظروف التي تساعد على منع حدوث التشحم فهي حفظ الزبد بعيداً عن الهواء في مكان مظلم منخفض الحرارة ، وهذه الظروف تساعد كذلك كما سبق القول على وقف نمو الميكروبات التي تحلل الدهن وتسبب التزنخ .

(٢) طعم السمك : قد يتسبب عن هذا التغير الذى يلاحظ أحيانا بالزبد خسائر مالية كبيرة ، وهو

أكثر ظهوراً في الزبد المحفوظ منه في الزبد الطازج كما أنه يلاحظ غالباً في 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 عموماً أنه ينشأ عن تغير كيمائى في بعض مشتتات الزبد يؤدي إلى إنتاج مركبات ذات طعم ورائحة تشبه طعم السمك ورائحته ، وقد لوحظ أن ارتفاع الحموضة ووجود الهواء ومواد خاصة كأملاح الحديد والنحاس تلأثم حدوثه .

وقد تمكن سبيل (Supplee) من إنتاج هذا التغير عند خلط أمين الميثيل الشلالى أى التراى ميثيلين

(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 بيروكسيد (peroxide) وفعل هذا البيروكسيد على اللستين ينتج امين المائل الثلاثى الذى يكسب الزبد طعم السمك . ويعزى السبب فى ظهور هذا التغير على الاغلب بالزبد المملح إلى أن اللستين يذوب بسهولة فى المحلول المالحى ومن ثم يتحلل بسرعة أكبر .

وقد أشار سومر وسميت (Sommer & Smit) إلى أن بستره القشدة تساعد على منع ظهور طعم السمك بالزبد وعلا ذلك بعدة أسباب منها أن العملية المذكورة تؤدي إلى انحلال اللستين جزئياً فتفقد نواتج الانحلال فى لبن الخض .

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 بـ ميكروب خاص يعرف باسم باسلس اثيوسميس (Bac ichtyosmuis) ستأتى الإشارة إليه فى مكان آخر على أنه وجد أنه لعمر القشدة وحوضتها أثراً فى إنتاج هذا التغير بالزبد .

(٣) الطعم المطبوخ : يلاحظ أحياناً احتواء الزبد الطازج المصنوع من قشدة مبشرة على طعم

المواد المطبوخة ، وقد يكون الطعم ضئيلاً أو شديداً كما أنه قد يختفى بعد أيام قلائل أو يستمر طوال مدة الحفظ . وهو يتسبب عن بستره القشدة على درجة حرارة مرتفعة أو تسخينها لمدة طويلة .

(٤) الطعم المعدنى : يظهر بالزبد فى بعض الأحيان طعم يشبه طعم بعض المعادن ويلاحظ هذا التغير

كذلك فى لبن الخض ، وقد دلت الأبحاث على أن حدوثه لا يرجع إلى سبب واحد بل إلى عدة أسباب ، فقد يعزى إلى امتصاص القشدة لآثار من المعادن المصنوعة منها الأواني 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 الأرجح إلى ظهور تغيرات أخرى فى طعمها تختفى الطعم المعدنى

ولما كان هذا التغير متعلقاً بالقشدة فإنه يظهر بالزبد عقب صنعه مباشرة

(٥) طعم الغراء : يعود طعم مواد الغذاء بالزبد إلى وجود هذا الطعم بالقشدة التى صنع منها أو بالروبة

التي استعملت فى تخمير هذه القشدة

(٦) الطعم المر : قد يتسبب هذا الطعم عن احتواء الملح المستعمل فى تمليح الزبد على امسلاح

المغنسيوم بكثرة

(٧) طعم ورائحة الماشية: ينتقل هذا الطعم إلى الزبد إما من اللبن أو القشدة المستعملة في 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 والكرف والصل الخ ولكن غالباً ما ينشأ طعم ورائحة هذه المواد به نتيجة انتقالها اليه من القشدة التي وجدت بالقرب من المواد المذكورة في مكان الاناج أو أثناء النقل الخ

(٩) فقدان الطعم والرائحة: قد يرجع هذا العيب إلى كثرة غسل الزبد في أثناء صنعه فان ذلك يؤدي إلى فقد المواد الطيارة التي ينسب اليها الطعم اللذيذ والرائحة الطيبة اللتان يمتاز بهما الزبد الجيد كما أنه قد يعود إلى استعمال روبة رديئة أو غير تامة التضج في تسوية القشدة او إلى عدم انضاج القشدة الى الدرجة المطلوبة .

(١٠) القوام غير العادي: تنسب ليونة الزبد أحياناً 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 العادي. يظهر بالزبد في بعض الأحيان بقع بيضاء وهذه تسبب 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 التي أشير اليها في الكلام عن الطعم الشحمي .

الوسائل المؤدية الى تحسن قابلية الزبد للحفظ

ذكرنا في صدد الكلام عن التغييرات التي تحدث بالزبد الوسائل التي يمكن بها تجنب هذه التغييرات وسنعود هنا إلى إجمال بعض العوامل الهامة التي تؤدي 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 التي يصنع منها من حيث انتاجها وفرزها وبسترة القشدة الناتجة واستعمال بادى جيد وتخميرها إلى الدرجة المناسبة والعناية بتبريدها ومخضها بدقة وغسل الزبد بماء تقي 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 ينبغي أن تجرى عند ظهور حبيبات الدهن على هيئة كرات صغيرة محجم

« حبوب الدحرج ، أى قبل أن تتجمع إلى كتل كبيرة فيتعذر فصل المواد اللبنية المحجوزة بين جزيئاتها بما ينشأ عنه تبقع الزبد وسرعة فساده ، كما لا ينبغي تكرار عملية الغسل أكثر من اللازم حتى لايزال عن الزبد طيب رائحته ولذيذ طعمه إذ ان المواد التى تتكون فى أثناء الاختيار وتكسب الزبد الرائحة والطعم المطلوبة تفقد بتكرار الغسل بالماء

وأهم الوسائل التى تؤدى إلى تحسن قابلية الزبد للحفظ خلاف ما سبق ذكره هى الآتية :-

أولاً : الحفظ فى غبر وهو 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 .

ثانياً : التمليح : يمزج الزبد فى أثناء صنعه بكمية من الملح وهذه العملية تعرف بالتليح ولها اهمية فى حفظ الزبد . وتتوقف كمية الملح اللازمة لوقف نمو الميكروبات بالزبد على ما يحويه الأخير من ماء إذ أن الدهن لا يذيب الملح بل أن الملح يذوب فى الماء فقط ، وقد وجد أن تركيز الملح بنسبة ٢٥ ٪ فى الماء الموجود بالزبد يمنع نمو البكتيريا 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 البكتيريا المحللة للدهن حساسة جداً للملح ووجد أن إضافة الملح بنسبة ٢,٥ - ٣ ٪ يقي الزبد عمل هذه الميكروبات ، على أن الفطر يستمر فى النمو تحت هذه الظروف مالم يمنع ذلك بحفظ الزبد بعيداً عن الهواء أى فى اوعية 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 فضلاً عن ان احتواء الملح على بعض أملاح المغنسيوم قد يسبب مرارة الزبد كما أشير إلى ذلك من قبل .

ثالثاً : استعمال الحرارة . لما كانت الرطوبة والمواد الغذائية التى تحويها الزبد ذات ارتباط بسرعة

تلفها إذ أنها تشجع أنواعاً مختلفة من الميكروبات على النمو فتحدث تغيرات غير مرغوب فيها فان تسخين الزبد إلى درجات عالية لاذابته يساعد على استخلاص المواد المذكورة فضلاً 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 تماماً وفى أثناء ذلك يتبخّر 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 عيى فى اوعية محكمة القفل ووضع فى مكان منخفض الحرارة ، وهذا هو السبب فى طول مدة حفظ السمن إذا قورن بالزبد .

رابعاً : استعمال المطهرات : استعمال المطهرات في حفظ الزبد جائز في بعض البلدان كإنجلترا ، والمواد الأكثر استعمالاً في هذا الغرض هي حامض البنزويك والبنزوات وحامض البوريك ، أما النسب التي تستعمل بها فهي ٧٥ ٪ من حامض البنزويك أو ٢ ٪ من بنزوات الصوديوم أو ٥ ٪ من حامض البوريك أو مخلوط من ٥ ٪ حامض البنزويك و ٥ ٪ بنزوات الصوديوم .

الميكروبات المرضية في الزبد

إذا استعمل لبن ملوث بميكروبات مرضية في صنع القشدة فإن جانباً من الميكروبات المذكورة يترفع القشدة في أثناء عملية الفرز ، وإذا صنع الزبد من هذه القشدة الملوثة دون بسترتها بسترية جيدة أصبح هذا الزبد مصدراً للعدوى بالميكروبات المرضية التي اشتمل عليها اللبن الأصلي كما أن الزبد المصنوع من قشدة مبسترة قد يكون وسيلة لنقل الأمراض إذا ما تلوث بميكروبات مرضية في أثناء الصناعة والتداول .

وقد دلت الأبحاث على أن أهم الميكروبات المرضية التي توجد بالزبد أحياناً هو ميكروب السل فوجد سافاج (Savage) عند اختبار عدد كبير من عينات الزبد في إنجلترا أن ما لا يقل عن ١٠ ٪ منها ملوث بالميكروب المذكور على أن الأبحاث التي أجريت في البلدان الأخرى التي تعنى ببسترة القشدة وخاصة الدنمارك تدل على أن نسبة العينات الملوثة بهذا الميكروب أقل من ذلك بكثير ، ويعزى ذلك بالطبع إلى أثر العملية المذكورة في إبادة ميكروب السل .

وقد أجريت تجارب عديدة لتقدير مدى معيشة ميكروب السل في الزبد ، وصنع الزبد في بعض هذه التجارب من قشدة لقحت صناعياً بالميكروب المذكور واستعمل في صنعه في البعض الآخر لبن ناتج من ماشية مصابة بتدرن الضرع ، فأتضح منها على وجه العموم أن هذا الميكروب قادر على المعيشة في الزبد والاحتفاظ بخواصه المعدية مدداً طويلة بلغت في بعض الأحوال أربعة أشهر وفي البعض تسعة أشهر ويستدل من ذلك على أن التليخ والحفظ على درجات حرارة منخفضة لم يبيدا الميكروب .

ووجد من تجارب أخرى أن ميكروبي التيفود والدفتريا يمكن أن يعيشا بالزبد وقتاً غير قصير كذلك ولهذا تنبغي العناية باستعمال مواد غير ملوثة في صنع الزبد ووقايته من التلوث في أثناء الصنع وبعده .

الباب الخامس عشر

بكتريولوجيا اللبن المختمرة

تصنع اللبن المختمرة (Fermented milks) في أنحاء كثيرة من العالم القديم والحديث، وهي منتشرة في جنوب روسيا وبلاد البلقان وعلى الأخص تركيا وبلغاريا وانتقلت منها إلى مصر وغيرها من بلدان شمال أفريقيا ومعظم جهات أوروبا وأمريكا.

ولقد نشأت صناعة اللبن المختمرة أولاً في 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 تخميصه يساعد على حفظه بحالة تسمح بتناوله مدة غير قصيرة.

ولا يعرف تاريخ صنع هذه اللبن على وجه التحقيق ولكن الثابت أنها كانت مستعملة منذ قرون عديدة وربما كانت أقدم الصناعات اللبنية عهداً، وهي تباع بأسماء متعددة تختلف باختلاف الجهات التي تصنع فيها، على أن بعض أصنافها وإن اختلفت اسماً إلا أنها متفقة تقريباً في طبيعتها وطريقة اختبارها.

ويرجع انتشار هذه اللبن وكثرة الإقبال عليها إلى ما تمتاز به من قيمة غذائية عالية وما يعزى إليها من فوائد صحية وطبية متعددة. فعلاوة على اشتغالها على جميع العناصر الغذائية بنسب أعلى مما توجد باللبن المصنوعة منه فإنها أسهل منه هضماً وألذ طعماً وأطيب رائحة، ذلك لأنه في أثناء صنعها يتبخر بعض الماء الذي يحويه اللبن فتصير المشتملات الصلبة باللبن المختمر أكثر تركيزاً منها في اللبن الأصلي، أضف إلى ذلك أنه يفسأ عن عمل البكتيريا في أثناء الاختمار ترسب السكاكين وتجزئته إلى جزئيات دقيقة مما يزيد من قابليته للهضم كما تنتج مواد تكسب اللبن طعماً ورائحة مستحبين وتجعله ذا تأثير مرطب وخاصة في البلاد الحارة.

أما من حيث فائدة هذه اللبن من الوجهة الصحية فقد لوحظ منذ أمد بعيد أن شعوب البلقان التي تتغذى باللبن المختمرة بوفرة تزيد فيها نسبة المعمرين عن سواها من الشعوب، وقد تنبهت أذهان بعض العلماء وخاصة ميتسنيكوف (Metschnikoff) لهذه الحقيقة فعزى ذلك إلى ما لميكروبات التخمر التي تحويها هذه اللبن من أثر في وقف العمليات التعفن التي تحدث بالأعماق ولذا أشار باستعمالها كوسيلة لاطالة الحياة وكعلاج لكثير من أمراض القناة الهضمية، وقد أدى ذلك إلى ذبوعها وانتشار صنعها في البلدان المتقدمة وتتوقف صناعة اللبن المختمرة على نشاط ميكروبات خاصة تختلف باختلاف أصنافها، غير أن أساس صنعها جميعاً متفق تقريباً ويتلخص في تلقيح اللبن بعد شلبيه أو بسترته أو تعقيمه بمزارع نقية من ميكروبات

معينة هي في الغالب أصناف من بكتريا حامض اللبكتيك وبعض الخمائر أو بمادة متخمرة تحتوي على هذه الميكروبات، ثم يحفظ على درجة حرارة مناسبة لنموها وتكاثرها فتؤثر الميكروبات المذكورة في اللاكتوز وتحوله رئيسياً إلى حامض اللبكتيك وهذا يسبب ترسب السكازين وتجبن اللبن كما تفتج في الوقت ذاته منتجات أخرى أهمها الكحول وثاني أكسيد الكربون بكميات يختلف مقدارها باختلاف صنف اللبن المختمر.

وغنى عن القول أن مثل هذا التخمر يمتاز عن التخمر الذاتي — أى الذى يتم فى اللبن والقشدة إذا تركا معرضين للهواء — بأنه يؤدي إلى تغيرات منتظمة مرغوب فيها على حين أن التخمر الذاتي يجعل اللبن والقشدة كما قدمنا القول عرضة لتغيرات كثيرة قد يكون بعضها ضاراً لما ينتج عنه من مواد تؤثر في طعم اللبن أو لونه أو رائحته الخ نظراً لتعدد أنواع الميكروبات التي يحويها في هذه الحالة وعدم ضمان تطلب الأنواع المرغوب فيها على ما عداها من أنواع أخرى، هذا فضلاً عن إمكان احتواء اللبن المتخمر ذاتياً دون غلى أو بسترة على بعض ميكروبات مرضية خطيرة.

وقد اشتغل كثير من العلماء ببحث التغيرات التي تحدث في أثناء صنع الألبان المتخمرة ودرسوا معظم أنواع الميكروبات التي تضمها مختلف أصناف هذه الألبان وميزوا ما يدينها من فروق مورفولوجية وفسيولوجية، وقد أظهرت الأبحاث أن الأنواع المذكورة تعيش متعاونة أو متبادلة النفع في أغلب الأحوال بمعنى أن عمل بعضها لا يتم إلا بتعاون البعض الآخر واشتراكه معه في المعيشة.

وتجدر الإشارة إلى أنه وإن كان سكر اللبن أى اللاكتوز سكر ثنائى مشابه في تركيبه لسكر القصب أى السكروز وسكر المولت أى المولتوز اللذين يستعملان في صنع المشروبات الكحولية إلا أنه لا يخمر بسهولة كالسكرين الآخرين، فلا توجد غير أنواع قليلة من الخمائر معروفة بقدرتها على تكوين الكحول وثاني أكسيد الكربون من اللاكتوز أما مباشرة أو بعد تأديته بواسطة أنزيماتها أو بواسطة بعض البكتريا المشتركة معها في المعيشة. ومثل هذه الخمائر هي التي تقوم بعملية الاختيار الكحولى في أثناء صنع الألبان المخمرة.

وسنشرح فيما يلي طريقة صنع بعض الأصناف الهامة من الألبان المخمرة ونصف التغيرات التي تحدث بها والميكروبات المسببة لهذه التغيرات

أولاً - اليوغورت

اليوغورت (Yoghurt) أو اليورت من أكثر الألبان المخمرة ذيوفاً وهو من الأغذية الشائعة في بلغاريا ورومانيا واليونان وتركيا ويعرف في مصر باسم الزبادى، وتصنع أصناف قريبة الشبه منه في بعض الممالك الأوروبية الأخرى تعرف بأسماء مختلفة ولو أنها لا تختلف عنه في فروق جوهرية، فقد وجد جنس مثلاً أن الجودو (Gioddu) المصنوع في صقلية يحتوي على نفس الميكروبات التي يحويها اليوغورت

ويستعمل في صنع اليوغورت لبن الجاموس أو الأبقار أو الأغنام أو الماعز ، ولتحضيره يغلى اللبن غلياً جيداً مدة من الزمن على النار المباشرة أو يوضع في وعاء مزدوج الجدران ويسخن إلى درجة ١٩٠ - ٢٠٠ ف لمدة تتراوح بين ربع ونصف ساعة ، فتؤدي هذه العملية إلى إبادة معظم الميكروبات التي يحويها اللبن بما في ذلك الميكروبات المرضية وجل الأنواع الأخرى غير المرغوب فيها التي تسبب أحياناً فساد طعم الناتج ورأى محتته ، كما يفتيح عنها تبخر جزء من الماء وتتكف اللبن تبعاً لذلك ، على أنه ينبغي أن يراعى في هذه العملية استمرار تقليب اللبن لتوزيع الحرارة بانتظام ، ثم يبرد اللبن بسرعة عقب انتهائه تسخينه مباشرة إلى حوالي درجة ١٠٧,٦ ١١٣ ف (٤٢ - ٤٥ س) أما بواسطة مبرد أو باستبدال الماء الساخن المحيط باللبن بماء بارد ، والدرجات المذكورة هي أنسب الدرجات لنمو ونشاط ميكروبات التخمر التي تعمل في هذه الحالة ، ثم يجري تلقيح اللبن بخميرة مناسبة وهي في المعتاد قطعة من لبن مختمر مصنوع في اليوم السابق ، وأخيراً يحفظ اللبن بعد تلقيحه على الدرجات السابقة الذكر أما في محضن أو في صندوق خشبي ذي رفوف مثقبة يحتوي في أسفله على مدفأة حتى يتجنب وهذا يتم عادة في 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 في عملية التلقيح استعمال خميرة نشطة بكمية تتناسب مع مقدار اللبن المراد تلقيحه وتتراوح نسبة الخميرة المضافة في المعتاد بين ٣٪ من وزن اللبن ، كما ينبغي أن يحتاط من تنوُّث الخميرة بميكروبات خارجية ولذا يقتضى أن تزال الطبقة السطحية من اللبن المختمر قبل أن يؤخذ منه المقدار اللازم للتلقيح ، ومن الضروري أن توزع الخميرة في اللبن بانتظام ولهذا يفضل خلطها أولاً بمقدار صغير من اللبن المعقم ثم إضافة هذا اللبن إلى اللبن المعد لصنع اليوغورت وتقليبه فيه جيداً .

ويأزم أن يراعى كذلك في عملية التخمر احتياطات خاصة أهمها ضبط درجة الحرارة وانتظامها طول مدة التخمر ومراعاة نظافة المكان الذي تجرى فيه وخلوه من الغبار والتيارات الهوائية ، ووقف العملية عند تمامها مباشرة أي حال تجمد اللبن بدرجة كافية .

ومع أن المتبع في صنع اليوغورت تجارياً هو تلقيح اللبن كما قلنا بقطعة من لبن مختمر قديم غير أنه وجد أن هذا الإجراء قد يؤدي إلى ظهور تغيرات غير مرغوب فيها إذا استمر مدة طويلة ، ولذا تعنى المعامل التي تحرص على إنتاج يوغورت جيد ذي صفات متشابهة على الدوام باتباع الأساليب القائمة على قواعد العلم الحديث فتعد روبات خاصة مكونة من مزارع نقية من الميكروبات المرغوبة وتعمل على حفظها بعيدة عن كل تلوث وتستعملها في التلقيح ، على أن تستبدل بأخرى جديدة إذا ضعف نشاطها أو ظهر بها تلوث خارجي ، وتشبه الطريقة المتبعة عادة في أعداد هذه الروبات طريقة تحضير الروات المستعملة في تخمير القشدة وهي تلتخص في انماء كل من الميكروبات التي تتألف منها الروبة في لبن فرز معقم يحفظ على الدرجة المناسبة حتى يتجنب فيعد تلقيح لبن فرز معقم بجزء من كل من هذه المزارع ويحفظ كذلك على الدرجة المناسبة حتى يتجنب فيعد تلقيح لبن فرز معقم بجانب من المزرعة المختلطة الأخيرة وتكرر هذه

العملية ثلاث أو أربع مرات حتى يلاحظ تجبن اللبن في وقت مناسب أى لا يتجاوز خمس ساعات وحيفئذ يجوز استعمال هذه الروبة فى تحضير اليوغورت .

ومن أهم الاحتياطات التى تراعى فى إعداد الروبة وصيانتها العناية التامة بنقاوة اللبن المستعمل فى التلقيح ، وتمام تعقيم الاوانى والادوات المستخدمة فى هذا الغرض ، وتجديد الروبة يوميا بتلقيح قطعة منها فى ابن معقم .

وقد يكون من المفيد أن نلخص هنا إحدى الطرق التى تتبعها بعض معامل الألبان الانجليزية فى إعداد اليوغورت الذى أخذ فى الانتشار بترك 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 وتقل بعد انتهائه مباشرة . تلقح أنبوبة ابن فرز معقم بميكروب اليوغورت (لاكتوباسلس بلجاريكس) أو بمخلوط من هذا الميكروب مع بعض الميسكروبات الأخرى (مثل لاكتوباسلس اسيدوفيلس وستروبتوكوكس ثرموفيلس) وتحفظ على درجة ١٤٠ ف (٤٠ س) لمدة ٢٤ ساعة فيتجنس اللبن ، ثم تلقح إحدى الزجاجات السالفة الذكر بأنبوبة اللبن المتجنس 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 اختباره والسابق تجنيسه وتعقمه بنفسه 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 جاقة أو سائلة لغرض ابتداء صنع اليوغورت ، على أنه وجد أن مثل هذه المستحضرات لا تؤدى أحيانا لغرض المطلوب نظرا لعدم احتوائها على الميسكروبات المرغوبة بحالة حية أو نقية ، وتتبع فى بعض الأحوال طريقة بسيطة لبدء الاختمار تنلخص فى حفظ أنبوبة اختبار بها لبن طازج نظيف فى محضن على درجة ١٠٧,٦ ف (٤٢ س) حتى يتجنس 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 اللاكتيك العصوية بنسبة كبيرة ، ويمكن استعمال مثل هذا اللبن كبادى لصنع يوغورت جيد .

وقبل أن نختم الكلام عن طريقة صنع اليوغورت تقتضى الإشارة إلى أن المتبع فى صنع اللبن الزبادى المصرى تجاريا يختلف من نواح متعددة عن أى من الطرق السابقة فى بعض الأحيان يغلى اللبن على النار المباشرة لمدة نحو ساعة مع استمرار تقلبيه فى أثناء هذه المدة فيتبخر نحو عشر حجمه ثم يعبأ فى السلاطين إلى نصفها وبعد أن يبرد إلى درجة ١٠٤ — ١١٣ ف (٤٠ — ٤٥ س) يضاف الى كل سلطانية ملء معلقة شاي من لبن زبادى متخمر فى اليوم السابق بعد خلطها بقليل من اللبن أو الماء العادى ، ثم تسكل السلاطين بلبن سبق غليه وتبريده قليلا وتوضع فى صندوق يحتوى فى أسفله على مدفأة الى أن يتجنس اللبن . وفى أحيان أخرى يجرى تسخين اللبن على النار مباشرة حتى يرتفع دون تقلبيه فى أثناء التسخين ، ثم يترك الى صباح اليوم

التالى لكى تتكون طبقة القشدة على سطحه وبعد أن نقشط هذه الطبقة لشباع على حدة يصب بقية اللبن فى السلاطين إلى نصفها وتضاف اليه الخيرة وتكمل السلاطين بلبن كامل الدهن بعد تسخينه بالطريقة السابقة وتبريده قليلا ثم توضع بالصندوق السالف الذكر حتى يتجهن اللبن . ومن الواضح أن الطريقة الأولى تفضل الأخيرة من حيث أثرها فى إبادة الميكروبات التى يحويها اللبن المعد لصنع الزبادى

والميكروبات الهامة فى تخمر اليوغورت هى لاكتوباسيلس بلجاريكس الذى سبقته الإشارة اليه فى اختمار حامض اللكتيك ويصحب هذا الميكروب فى أغلب الاحوال ميكروبان آخران احدهما كروى أو منبج ويوجد غالبا زوجيا أو فى سلاسل قصيرة وهو ينسب الى طائفة ستربتوكوكس لاكتس والثانى نوع من الخيرة . أما التغير الرئيسى الذى يحدث أثناء التخمر فهو تحول اللاكتوز إلى حامض لكتيك كما قد ينتج عن عمل الخيرة بعض السكحول .

ويحتوى اليوغورت الذى استمر صناعه من يوغورت قديم مدة طويلة على أنواع مختلفة من البكتيريا 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 صناعه 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 الأول غالبا 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 عن الاغلب إما عن عدم النضج أو انخفاض درجة الحرارة التى أجرى عليها التخمر عن الحد المناسب لنمو اللاكتوباسيلس 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 ثقبود دقيقة إذا كان انتاج الغاز ضعيفا أو تسبب انتفاخ اليوغورت وزيادة حجمه إذا كان شديدا ، ويرجع ذلك غالبا

إلى قذارة اللبن المستعمل في صنعه وعدم تمام بسترته أو تلوث الروبة بميكروبات القولون ، ويمكن تلاقى هذا العيب بمراعاة شروط النظافة وتجديد الروبة المستعملة .

الفقرة الصوبة لليوغورت : قلنا أن ارتفاع نسبة المعمرين في بلدان البلقان حيث يكثر التغذية على اليوغورت قد وجهت أنظار العلماء أمثال متشمكوف منذ وقت غير قصير إل أهمية الألبان المختصرة في تحسين الصحة وما قد ينتج عن ذلك من إطالة الحياة ، وقد علل هؤلاء العلماء النتائج الطبية المتحصل عليها من استعمال تعايطي اليوغورت بقدرة الميكروبات التي يحويها على وقف العمليات النغفنية التي تحدث بالامعاء إذ من المعروف أن ميكروبات التعفن توجد بكثرة في القناة الهضمية للإنسان وخاصة القولون ، وأنها تقوم بتحليل المواد البروتينية فتسكول الأندول والكاتول (skatole) وغيرهما من المتحصلات ذات الرائحة الكريهة والسامة ، فإذا نتجت هذه المواد بقلّة أمكن للجسم التخلص منها بسهولة ، ولكن إذا تجمعت بكثرة أضرت بالصحة وقد تحدث ما يعرف بالتسمم الذاتي (autointoxication) ، فيتعايطي اللبن المختمر يزيد عدد الميكروبات المسكونة للحامض بالقناة الهضمية ويفتج عن ذلك إيجاد وسط حامضي لا يلائم معيشة ميكروبات التعفن وتكاثرها ، وبذلك ينخفض عددها ويبطؤ عملها فيقل إنتاج المواد السالفة الذكر ومن ثم يحدث التحسن في الحالة الصحية .

وقد كثرت الأبحاث في السنوات الأخيرة حول فائدة اليوغورت وغيره من الألبان المختصرة في علاج كثير من أمراض الأمعاء والاضطرابات الهضمية كالتهاب القولون والاسهال المزمن الخ وأدى ذلك إلى استعمال مزارع نقية من اللاكتوباسلس بلجاريكس في هذا الغرض حيث استخدمت على حالة مستحضرات تجارية بشكل أقراص أو سوائل أو مساحيق تباع تحت أسماء مختلفة كاللاكتوباسلن (lactobacilline) ومسحوق اليوغورت (yoghurt-powder) على أن الأبحاث الدقيقة قد أثبتت أن ليس لميكروب اليوغورت أي البلجاريكس القدرة على المعيشة في الأمعاء كما أسلفنا القول في وصف هذا الميكروب ، فضلاً عن أنه أنضح أن الكثير من المستحضرات التجارية للسالفة الذكر التي يبالغ صانعوها كثيراً في وصف فوائدها لا تحتوي في معظم الحالات إلا على عدد قليل من بكتريا حامض اللكتيك بحاله حية وانما كثيراً ما تحتوي على ميكروبات ملوثة وخاصة أنواع متجربة مثل باسلس ميكويدس ، ولهذا اتجه الاهتمام إلى صنع ألبان مختصرة تحوي ميكروبات أقدر على المعيشة والاستيطان بالامعاء وأهمها لاكتوباسلس اسيدوفيلس وعرف هذا اللبن باسم لبن الاسيدوفيلس

لبن الاسيدوفيلس

انتشرت صناعة لبن الاسيدوفيلس (Acidophilus milk) في السنوات الأخيرة انتشاراً كبيراً عندما ثبتت فائدته الطبية ، وهو يصنع بتلقيح مزرعة نقية للميكروب لاكتوباسلس اسيدوفيلس الذي سبق وصفه في لبن مبستر أو معقم ويحفظ اللبن الملقح على الدرجة المناسبة لنمو هذا الميكروب إلى أن يتجبن ثم يبرد .
ففي حالة صنعه بكميات كبيرة يوضع اللبن في أحواض متسعة مزدوجة الجدران ويسخن بالماء الساخن إلى درجة ٢٠.٥ ف (٩٦ س) لمدة ١.٥ - ٢ ساعة ثم يبرد إلى درجة ٩٨.٦ ف (٢٧ س) باستبدال الماء

الساخن بماء بارد ويلقى بالمزرعة النقية للميكروب المذكور بقسبة ٢ - ٣ ٪ من وزن اللبن ويقلب جيدا ويترك على الدرجة السالفة الذكر حتى يتم التجبن ، وهذا يستغرق عادة من ١٥ - ١٨ ساعة ، ثم تسكر الحثرة وتبرد إلى درجة ٥٠ ف وتعبأ في زجاجات وتسد بأحكام وتحفظ في مكان منخفض الحرارة حتى يحين توزيعها . أما المتبع في المعامل الصغيرة فهو غالبا تعبئة اللبن في زجاجات تسد بأغطية قطنية ويعقم تعقبا كاملا بتسخينه إلى درجة ٢٤٨ ف (١٢٠ س) لمدة ١٥ - ٢٠ دقيقة ثم يبرد إلى درجة ٩٨,٦ ف وتلقى الزجاجات بالمزرعة النقية كل منها على حدة مع الاحتياط من تلوثها بتعقيم فوهاتا قبل التلقيح وبعده وإعادة سدها بسرعة ، ثم تحفظ على الدرجة السالفة الذكر حتى يتم التجبن وتبرد إلى درجة ٥٠ ف .

ومن أهم ما يراعى في صنع هذا الصنف من اللبن المختمر العناية التامة بنقاوة المزرعة المستعملة وهذا يقتضى اختيارها بكتريولوجيا بين حين وآخر وكذلك استعمال لبن نظيف جيد التعقيم في صناعته ، واستبدال الروبة بأخرى جديدة متى ظهرت تغيرات غير مرغوب فيها باللبن المختمر كتكون غازات أو طعم غريب الخ . ويفضل اللبن المعقم على اللبن المبستر في زرع اللاكتوباسلس اسيدوفيلس ، لأن هذا الميكروب ينمو ببطء ، والحرارة الملائمة لنموه هي عادة بين ٩٥ و ١٠٠ ف (٣٥ - ٣٧,٨ س) وهي موافقة جداً لنمو الأنواع المقاومة للبسترة أى التى لا تنيدها العملية المذكورة .

التخمير الهضمي للبن الاسيدوفيلس : قلنا أن الميكروب لاكتوباسلس اسيدوفيلس أقدر على المعيشة

والنمو في الأمعاء من اللاكتوباسلس بلجاريكس ، لأنه يتحمل درجة من التوتر السطحي أكثر انخفاضاً مما يحتمله الميكروب الثانى ، ولهذا فإن استمرار تعاظم لبن الاسيدوفيلس يؤدى إلى استيطان هذا الميكروب بالأمعاء وتغلبه على الأنواع التعفنفة ، على أنه قد وجد أن الفائدة تكون أهم إذا روى الاكثار من تناوله الفاكهة والمواد اللشوية والاقلال نسبيا من المواد البروتينية كاللحوم والبيض ومحوها .

وتجدر الإشارة إلى أن الابحاث قد دلت على أن تعاظم كمية كبيرة من سكر اللبن يوميا يؤدى إلى إزدياد عدد اللاكتوباسلس اسيدوفيلس إذ أن هذا الميكروب يوجد على الدوام في الأمعاء بعدد قليل ، على أن البجائة باس (Bass) قد وجد من جهة أخرى أنه من الضروري لكى يسود هذا الميكروب بالأمعاء ويتغلب على الميكروبات الأخرى أن لا يقل ما يتعاطاه الشخص من اللاكتوز يوميا عن ٣٠٠ جرام ، وغنى عن القول أن إمكان تعاظم مثل هذه الكمية لمدة طويلة أمر بعيد الاحتمال ولذا فإن تعاظم لبن الاسيدوفيلس أسهل وأكثر ضما لنا 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 البجائة الآنف الذكر باختيار عدة أصناف من هذه الاقراص والسوائل فلم يجد بمعظم الأولى أكثر من ألف خلية حية بالقرص الواحد ، فاذا فرض أن هذه الخلايا جميعها هي لاكتوباسلس اسيدوفيلس لكان ما يحويه ١٠٠٠ مليون قرص (أى ما يزيد وزنه عن ٢٠ ملنا) من الخلايا الحية معادلا لما يحويه ١٠٠٠ سم^٣ من لبن الاسيدوفيلس وهى الكمية اللازم تعاظمها 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 هي

لاكتوباسلس أسيدوفيلس فانه يلزم للشخص أن يتعاطى من معظمها ما بين سبعة وثمانية جالونات يوميا لكي 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 واستخدمها في صنع لبن الاسيدوفيلس بمعمل البكتريولوجيا بكلية الزراعة بالجيزة ، واختبره في علاج عدة أشخاص مصابين بالتهاب القولون وبالإسهال المزمن فحصل على نتائج مرضية للغاية .

ثالثا - الكفير

الكفير (Kefir) من أقدم الألبان المخمرة ، 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 اختار حامضى وغازى به فى ذات الوقت ، كما تختلف طريقة صنعه عموما 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 تنفع الحبيبات الجافة السالفة الذكر أولا فى ماء دافى ويغير الماء بضع مرات ، ثم تنقع بعدئذ عادة فى لبن دافى على أن يجرى تغييره باستمرار كذلك قبل أن يتجنب 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 ١ لتر 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 سمكة الجدران ذات سدادات لولبية دون أن تملأ ملاء تام ثم تقفل بأحكام وتحفظ على الدرجة السالفة الذكر لمدة يوم أو يومين مع رجها بين حين وآخر لتوزيع الكايزن المترسب ، ثم تحفظ على درجة حرارة منخفضة لحين الاستعمال ، والكفير الناتج شراب فوار منعش لذيد الطعم يحتوى على حموضة تتراوح بين ١,٥% و ٢,٥% وعلى كحول تبلغ نسبته نحو ٠,٢٥% .

وبما تجدر الإشارة اليه أن حفظ اللبن فى أثناء الاختبار على درجات أعلى من المذكورة قد تؤدى الى كسر الدرجات نتيجة الضغط الشديد للغازات المتكونة على جدرانها كما أن اطالة مدة الاختبار أكثر من اللازم يسكسب 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 حيفا خارج المساكن أما فى الشمس أو الظل تبعا لدرجة حرارة الجو وشتاء فى داخلها حيث تكون درجة الحرارة مرتفعة عما هى فى الخارج ، ويحاط

عند فتح هذه الاكياس لتفريغ بعض محتوياتها ألا تتسرب الغازات الموجودة داخلها الى الخارج ولذا يحجز القدر اللازم سحبه في جانب من الكيس ويربط عند نقطة خاصة قبل فتح فوهته

ويمكن صنع الكفير باضافة جزء من كفير مختمر الى لبن طارج بنسبة ٣:١ - ٤ ، على أن استعمال الحبيبات تؤدي الى انتاج صنف من الكفير أفضل مما ينتج باستعمال اللبن المختمر

حبيبات الكفير : تبدو هذه الحبيبات صفراء اللون وهى جافة ، وعند نقعها في الماء أو اللبن أولا ترسب الى القاع ثم تلين ويصبح لونها مائلا الى البياض ولا تابت أن تدفعها الغازات المتكونة الى السطح وتضخم 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 في المعيشة وتبادل المنفعة ، واذا فحص قطاع من هذه الحبيبات ميكروسكوبيا يشاهد على هيئة شبكة مؤلفة من بكتريا عصوية طويلة وقصيرة تضم بينها خلايا الخيرة

والنوع الرئيسى من البكتريا العصوية التى تحويها حبيبات الكفير يعرف باسم باسل كوكاسيكس (*Bac. caucasicus*) ويشبه في خواصه الجوهرية ميكروب اليوغورت أى لاكتوباسلس بلجاريكس فهو عصوى طويل نوعا غير متجرحم وغير متحرك يبلغ طوله ٥ الى ٦ ميكرونات وعرضه ٤ الى ٥ ميكرون ويظهر في الغالب مقوسا وكثيرا ما تظهر بكلا طرفيه حبيبات تشبه الجراثيم ، وهو يجن اللبن وينتج حامض اللكتيك بكثرة ويمكن عزله وانماؤه على آجار خلاصة الخيرة ، وتوجد الى جانب هذا الميكروب خميرة تخمر السكر والموالوتز 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 تحتوى على ميكروبات سلبية لجرام مذيبة للجيلاتين بخلاف ميكروبات حامض اللكتيك وهذه تنمى لطائفة بروتيس ، ويظهر بالكفير المخضر من مثل هذه الحبيبات بعض الميكروبات السبجية وهى تشترك في انتاج الحامض ولو أن وجودها يعتبر عرضيا .

وتزيد حبيبات الكفير في الوزن باستمرار بتوالى الاستعمال ، فقد وجد جنسن زيادة تبلغ ٣٠ ٪ في مدة أسبوع و ٨٠ ٪ في مدة أسبوعين ، على أن الزيادة تكون أعظم من ذلك بالتهوية الصناعية اذ تبلغ ٥٠ ٪ في المدة الأولى و ١٠٠ ٪ في 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 في الماء الدافئ أولا كما أسلفنا القول ثم في اللبن حتى تنشط الميكروبات التى بقيت ساكنة طوال مدة الجفاف .

الكفير الصناعي : من الممكن صنع لبن مختمر محتو على غازات كثيرة مشابهة للكفير دون استعمال الحبيبات ، وذلك بأن يؤخذ مقدار من لبن الخض المختمر ويوضع في زجاجة ويضاف اليه ٤ ٪ من سكر

القصب ويذاب فيه السكر مماسا ، ويوضع من جهة أخرى قليل من خميرة البيرة في ماء معقم وتخلط به جيدا وتلقح زجاجة اللبن السالفة الذكر بحزمة صغيرة من هذا الماء ويحكم قفل الزجاجاة لكي تحبس الغازات الناتجة في أثناء التخمر ، ويفضل استعمال زجاجات سميكة الجدران ذات سدادات لولبية في هذا الغرض .

تحفظ الزجاجاة بعد تلقيحها على درجة ٧٠ ف (٢١,١ س) وترج بين حين وآخر لتكسير كتل الكازين المتجمين الى جزيئات دقيقة ، وعندما يبلغ الاختار حدا مناسبيا يبرد اللبن لكي يوقف نشاط الميكروبات ويقل ضغط الغازات الناتجة على جدران الزجاجاة وبذا يقل خطر كسرها وما يلاحظ أن إضافة سكر القصب الى اللبن ضرورية لأن الخميرة المستعملة لا تخمر سكر اللبن .

وفي الامكان الاستعاضة عن اللبن بالشرش وفي هذه الحالة يكون الخطر من كسر الاواني الزجاجية المستعملة الناتج عن ضغط الغاز المتكون أقل منه في حالة استعمال اللبن .

الفهمية العصوية الكفير : للكفير قيمة غذائية عالية لأن الكازين المتجمين 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 في الأمعاء على حين تهضم الخميرة كلية إذ لم يعثر في البراز إلا على جدرانها الخلوية فارغة ، وتعزى فائدة الكفير في علاج أمراض خاصة الى محتوياته من الخميرة

هذا وقد وجد أن تعاطى الكفير يساعد كذلك على الهضم بالنسبة للنسبة الكبيرة التي يحويها من ثاني أكسيد الكربون ، كما أنه يفيد في حالة نقص محتويات المعدة من حامض الكلورودريك شأنه في ذلك شأن اليوغورت نظرا لارتفاع ما يحويه من حامض اللكتيك .

رابعاً — الكوميس

ومن أصناف اللبن المختمر النوع المعروف باسم الكوميس (Koumiss) وأصله من روسيا وهو منتشر الآن في بعض جهات من شرق أوروبا وكذلك في غرب وأوسط آسيا ، ويميز باحتوائه على نسبة عالية من الكحول (١ — ٢ ٪) وثاني أكسيد الكربون ويحدث به الاختار الحامضي والغازي معا وهو يصنع من لبن الخيول والجمال .

ويحضّر 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 في تحضيره نظرا لاحتوائه على نسبة من اللاكتوز أعلى مما يحويه لبن الابقار لذا فهو أنسب لأجراء الاختار الكحولي ، وتحضر بعض قبائل سيبيريا مشروباتها الروحية بتقطير هذا الصنف من اللبن المختمر ولم تعرف على وجه التحقيق أنواع الميكروبات التي تعمل في إنتاج الكوميس ، ولكن وجد بعض الباحثين أنه يحتوي على خميرة لاكتوز وهي المنتجة للكحول وثاني أكسيد الكربون وبكتريا عصوية تنتج نحو ١ ٪ حامض لكتيك .

التخمير المصنوع للكوميس : يشبه الكوميس من حيث قيمته الصحية الكفير فهو مشروب منعش ذو رغوة بيضاء وطعم حامض شديد . وهو يساعد على الهضم لارتفاع محتوياته من ثاني أوكسيد الكربون ، كما أنه في ذاته سهل الهضم لترسب كازينه بحالة دقيقة في أثناء الاختيار والتحلال جزء منه إلى البيومينوزات .

وقد قيل في وقت ما أن الكوميس مفيد في علاج السل ومرض السكر وفقر الدم غير أن الأبحاث العلمية لم تؤيد هذا الزعم .

هذا ونصنع عدا الأصناف الأربعة السالفة الذكر أنواع أخرى من الألبان المخمرة في جهات مختلفة من العالم مثل الماتزون (Matzoon) في أرمينيا والجيدو (Gioddu) في صقلية والدادهي (Dadhi) في الهند واللبن (Lebben) في سريريا والجزائر والسيدو (Cieddu) في سردينيا ، وكلها تحضر من ألبان الأبقار والجاموس والأغنام وتشبه في طريقة صنعها اليوغورت كما أن الميكروبات التي تعمل على اختيارها تشبه ميكروبات اليوغورت أي أنها أصناف محلية من بكتيريا حامض اللكتيك والخمائر ، على أن هناك نوعا من اللبن المخمر يعرف باسم تاي (Taette) يختلف عن الأصناف السابقة من بعض الوجوه وهو شائع في أسكانديناوه وهولنده وشمال فرنسا حيث الجو منخفض الحرارة ولذا تفوق الاستربتوكوكس أنواع اللاكتوباسلس والخمائر في التكاثر وهذه تنتج إلى جانب حامض اللكتيك كميات كبيرة من المواد المخاطية ولذا يظهر هذا اللبن بعد تخمره بشكل جيلاتيني متماسك ويعرف هذا النوع باسم سترتوكوكس لاكتس هولنديكس (S. lactis var. Hollandicus) .

ويعتبر لبن المخض من الألبان المخمرة 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 إليها بعد بسترها كان لبن المخض الناتج ذا طعم ورائحة مقبولين ، أما إن كانت القشدة قديمة وحدث بها اختلالات 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 إليه عصير الليمون أو عصير الفاكهة .

الميكروبات المرضية في الألبان المخمرة

قد يحتوي اللبن المخمر على ميكروبات مرضية وبشأ ذلك غالبا عن تلوث اللبن الأصلي الذي استعمل في صنعه أو الاواني 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 الاواني وتطهيرها والتحقق من خلو العمال من الأمراض المعدية .

هذا وقد ذكرنا في الكلام عن معاملة اللبن بالحرارة أنه قد ظهر أن طريقة غلي اللبن المتبعة أحيانا في مصنع اللبن الزبادى تجاريا بمصر — أى مجرد تسخينه على النار المباشرة حتى يرتفع سطحه — قد لا تؤدي إلى إبادة ميكروب السل إذا كان ملوثا به ، فضلا عن ذلك فقد دلت النتائج الأولى لبعض التجارب التي أجريت بمعمل البكتريولوجيا بكلية الزراعة بالجزيرة على أن لبن الزبادى المصنوع من لبن لقمح بميكروب السل وعومل بطريقة التسخين السابقة كان لا يزال يحتوى على هذا الميكروب بحالة نشطة بعد انقضاء ٢٤ ساعة من وقت صنعه بدليل أنه أتيق المرض في الارانب الهندية عند حقنها به ، ويستفاد من ذلك أن الحوضنة التي تتجت 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 كفيصلة 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 فإن الميكروب يوجد بعدد كبير في الحالة الأولى وبعدد قليل في الثانية مما يدل على أن الحوضنة المتكونة تحت الظروف المذكورة لم تؤد إلى إبادة ميكروب التيفود كله ، وهذه النتيجة تتعارض مع نتائج بعض التجارب الأخرى التي أشير إليها في صدد الكلام عن الأمراض التي تنتقل بواسطة اللبن ومنتجاته .

وجدير بالذكر هنا أن التلوث الذى يحدث عقب تسخين اللبن يعتبر أشد خطورة من الذى يحدث قبله ولذا فإن الإهمال في تنظيف الاواني التي يعبأ فيها اللبن — وهى من أهم مصادر التلوث — ومجرد غسلها بماء ساخن وتجفيفها بخرقة عادية كما هو المتبع أحيانا قد يؤدي إلى نتائج خطيرة وخاصة إذا كانت هذه الاواني مرتبعة من أماكن أسيء فيها استعمالها أو وجد بها أشخاص مصابون بأمراض معدية .