الرقابة الصحية للألبان وتقاناتها

نظري

السنة الرابعة

قسم

د. محمد قباوي

الأحياء الدقيقة في الحليب الخام Raw milk microbiology

مقدمة: Introduction

لقد بينا في الفصل الأول بأن الحليب هو عبارة عن غذاء كامل يؤمن كل الاحتياجات الأساسية للأطفال وحديثي الولادة وكذلك لصغار الحيوانات. يشكل الحليب بيئة الملائمة لنمو الكائنات الحية الدقيقة التي قد تلوثه وذلك نظر اً للقيمة الغذائية العالية وذلك عند توافر الظروف الملائمة لها. يحتوي الحليب على جميع العناصر الغذائية اللازمة لنمو الجراثيم من سكر وبروتين ودهون وفيتامينات بالإضافة إلى درجة الحموضة المعتدلة (نحو pH=6.8).

يحصل على الحليب من إناث الحيوانات اللبونة وبشكل خاص من الأبقار التي تحتاج إلى شروط تربية خاصة وكذلك إلى عناية صحية ومهارة ، في بلادنا، فإن ظروف المناخ المعتدل والحار وغياب الوعي الصحي لدى المربين) غياب دارات التبريد، غياب النظافة في الحظائر (هما عاملان مساعدان لنمو الجراثيم التي ستتطور بسرعة وتصل إلى تعداد يتجاوز 10^5 CFU/ مل من الحليب . إن ارتفاع التعداد الجرثومي في الحليب سيزيد من احتمالية وجود الجراثيم الممرضة التي يمكن أن تصيب الإنسان وتصل إليه عن (طريق الحليب) . في البلدان الأوربية والبلدان الشمالية من القارة الأمريكية، يساعد المناخ البارد (حيث تكون درجات الحرارة قريبة من 0 م°) على كبح تكاثر الجراثيم في الحليب .على الرغم من هذه الظاهرة الطبيعية، فإن قوانين هذه البلدان تحتم على منتجي الحليب تجهيز منشآتهم بمعدات التبريد الحراري السريع حيث يبرد الحليب الخارج من الضرع (درجة حرارة نحو ٣٧ م°) إلى درجة حرارة ٤ م° ويحفظ عند هذه الدرجة حتى وصول الصهاريج المبردة المسؤولة عن نقله إلى معامل الإنتاج .

مجاميع الأحياء الدقيقة في الحليب الخام:

من وجهة نظر تصنيعية يحتوي الحليب على مجاميع جرثومية متنوعة هي:

١ .الجراثيم قَاريّة الحرارة psychrotrophs وهي الجراثيم القادرة على النمو عند درجة حرارة ٧ م ° مثل الزائِفَة Pseudomonas، الأَمْعائِيةE nterobacter ، الفلافوبكتيريوم Flavobacterium ، الكلِبْسيلة Klebsiella .

٢ .الجراثيم المقاومة للحرارة وهي تلك القادرة على البقاء على قيد الحياة بعد البسترة مثل المكيرات Micrococcus،Microbacterium ، Alcaligens.

٣ .الجراثيم سلبية الغرام والتي يعُد وجودها في الحليب دليلا على إنتاج غير صحي للحليب وإدارة سيئة للمزرعة وكذلك الجراثيم إيجابية الغرام وخاصة تلك المتبوغة مثل أنواع جنس العُصَيات Bacillus والمطِثيات Clostridium .

٤ . الجراثيم الممرضة مثل العُنْقُودِية الذهَبِية Staphylococcus aureus

الليستريا وحيدة النواة Listeria monocytogenes، السلْمونيلَة Salmonella ،المتفطرة نظيرة السلية tuberculosis.

مصادر الأحياء الدقيقة في الحليب:

توجد مجموعة كبيرة من مصادر التلوث التي يمكن أن تنتقل الأحياء الدقيقة منها فالحيوان ذاته وكل ما يحيط به هو من مصادر التلوث .يمكن إجمال مصادر التلوث للحليب بشكل عام في ثلاث مجموعات رئيسة هي:

-التلوث من داخل الضرع.

-التلوث من خارج الضرع والحلمات.

-التلوث من معدات الحلابة والتخزين.

أما طرق التلوث التفصيلية فيمكن أن نذكر أهم هذه الطرق التي تنحصر بالتالي :

1- **الضرع** : يفرز الحليب من الأسناخ الضرعية المكونة للنسيج المفرز في من الجراثيم، لكن سرعان ما يتلوث الحليب عند حوض الضرع حيث توجد الأحياء الدقيقة المنتقلة عبر قناة الحلمة إلى حوض الضرع . تحتوي السحبات الأولى من الحليب على أعداد كبيرة من الأحياء الدقيقة بينما يقل التعداد في الأخيرة.

٢- **التهاب الضرع تحت السريري** :يشكل التهاب الضرع تحت السريري مشكلة حقيقية حيث إن الأبقار المصابة لا تظهر عليها أية علامات سريرية مما يتسبب في ارتفاع الحمولة الجرثومية في الحليب.

٣- **جسم الحيوان** :أثناء الحلابة، تتساقط الأوساخ العالقة بجسم الحيوان التي يكون مصدرها الروث والفرشة وخصوصاً في منطقة الذيل والفخذين والضرع إلى آنية الحليب .تحمل هذه الأوساخ أعداد كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة منها جراثيم القولونية والمعوية والبرازية . لقد وجد بعض العلماء بأن الغرام الواحد من الروث يحتوي مابين 1.6×10^5 CFU و 6.2×10^8 CFU/ غ وبالتالي فإن الأهمال بنظافة الحيوان في الإسطبل سيؤدي إلى وصول كم هائل من الأحياء الدقيقة إلى الحليب عند الحلابة.

٤- **الإسطبل** :إن تجمع الأوساخ والروث في الإسطبل وصالات الحلابة يساعد على زيادة الأحياء الدقيقة المعلقة في الهواء وبالتالي يصبح مصدر اً لتلوث الحليب بالأحياء الدقيقة .كذلك عند تبديل فرشة الحيوان أو توزيع العليقة للحيوانات فإن حمولة الهواء من الجراثيم تزداد لذلك يجب تجنب إثارة الغبار أو توزيع العليقة أثناء عملية الحلابة حتى لا نزيد من التلوث الجرثومي للحليب.

٥- **أدوات وأواني الحلابة** :تعد أواني الحلابة من أهم مصادر التلوث بالجراثيم وخصوصاً عندما لا تنظف الأواني بشكل جيد وسليم .عند عدم تنظيف الأواني وزجاجات التعبئة بعد البسترة بشكل جيد، فإن بقايا الحليب تعمل كوسط لنمو الجراثيم التي ستنتقل إلى الحليب عند إعادة استعمال هذه الأواني.

٦ – **الحلابين والقائمين بالعمل** :قد يكون الشخص القائم بالعمل مصدراً من مصادر تلوث الحليب .فقد تنتقل الجراثيم سواءً الممرضة أو غير الممرضة من أيدي الحلابين أو ملابسهم أو أنوفهم.....وتعتبر الأيدي المبللة ببقايا الماء الذي تغسل به الحلمات والضرع واسطة لنقل الجراثيم الموجودة على جلد الضرع إلى الحليب .تمنع القوانين العمال المصابين بالأمراض المعدية من العمل في تحضير المواد الغذائية للاستهلاك البشري كالحليب ومشتقاته .يكثر انتقال العنقودية الذهبية من العمال وذلك بسبب وجود هذه الجراثيم بشكل رئيس على الجلد والأغشية المخاطية.

التحاليل الجرثومية للحليب الخام :Microbial analysis of raw milk

إن معرفة المحتوى الجرثومي للحليب الخام وتحديد نوعيته هدف اً للمزارع المنتجة وكذلك لمعامل الصناعات اللبنية .بحسب المواصفات الأمريكية فإن التعداد الجرثومي الكلي في الحليب الخام يجب ألا يتجاوز ٥١٠CFU/مل بينما في الحليب المبستر فإنه يجب ألا يتجاوز ٢٠٠٠٠ / CFU مل .إن وجود أعداد كبيرة من الجراثيم في الحليب الخام سيؤدي إلى خفض كفاءة عملية البسترة وبالتالي بقاء أعداد كبيرة من الجراثيم في الحليب المبستر مما يشكل خطورة على المستهلكين .بسبب التغيرات التي تحدثها الكائنات الحية الدقيقة في الحليب فإنه يعتمد على العديد من الاختبارات لتحديد جودة الحليب ومنها:

١ .**التعداد الجرثومي الأولي على طبق الآجار**: Plate Count Agar (PCA)

يعد هذا الاختبار من المؤشرات الهامة على الإنتاج الصحي للحليب وكذلك نوعيته (الجودة للحليب) خلال مراحل مختلفة من عملية الحلابة والتخزين والنقل والتجميع. يستخدم هذا الاختبار PCA مع أو بدون إضافة الحليب لإجراء التعداد الجرثومي متبوعاً بالتحضين بشروط هوائية للأطباق على درجة حرارة (٣٠ –٣٢م^5 لمدة ٢ إلى ٣ أيام بحسب درجة الحرارة) . هذا الوسط ليس انتقائياً حيث تشكل الأحياء الدقيقة مستعمرات مختلفة الشكل والقوام عليه .الأهمية الصحية لهذا الاختبار هي بإجراء تعداد كلي لجميع المستعمرات المتشكلة على هذا الطبق .بحسب المعيار

الأمريكي، فإن التعداد الكلي للكائنات الحية الدقيقة بوساطة هذا الاختبار يجب ألا يتجاوز ١٠^{5}CFU/ مل .في بريطانيا، يعتمد على التعداد الجرثومي العام لتحديد سعر الحليب حيث تجرى أربعة تحاليل كل أربعة أسابيع ووفقاً لنتائج التعداد الجرثومي يقسم الحليب إلى ثلاث مجموعات أو زمر:

– زمرة آ يكون فيها التعداد الجرثومي الحليب المنتج ≤١٠^4 CFU/مل. هذه الزمرة يضاف على سعره مكافأة تشجيعية.

– زمرة ب يكون فيها التعداد الجرثومي بين مل٢ × ١٠^4 و ١ × ١٠^5 CFU/ مل . يعطى الحليب في هذه المجموعة سعر الحليب الطبيعي.

– زمرة ج يكون فيها التعداد الجرثومي > ١٠^5 CFU/مل .يخضع المنتج لهذا الحليب لغرامة مالية)يخفض سعر الحليب (نتيجة لتجاوزه الحد المسموح به ويزداد مبلغ الغرامة بمقدار خمسة أضعاف بعد ستة أشهر من فرضها في حال لم تتحسن نوعية الحليب.

إن اختبار PCA لا يحدد نوع الجراثيم ولا يحدد مصدر التلوث بها ولا من أي مكان وصلت إلى الحليب، بل يشير إلى الحالة العامة للحليب ويمكن أن يحدد المرحلة التي زاد فيها التعداد الجرثومي الكلي عند إجرائه في مراحل مختلفة من سير العملية الإنتاجية.

٢ . تقنية التصوير الجرثومي: BactoScan

يستخدم في هذه التقنية نوعين من الصباغ المتألق وذلك لإجراء التعداد للخلايا الجرثومية .عند تطبيق هذه التقنية، فإنه يجب التخلص من الخلايا الجَسَدِيّة والحبيبات الدهنية والجسيمات الكازئينية بطريقة كيميائية ثم يجرى بعدها عملية التثفيل للحصول على المحتوى الجرثومي بشكل راسب في أسفل أنبوب الاختبار. هناك العديد من أنواع العتيدات المستخدمة لهذه التقنية وهنا سنأخذ مثال عنها وهو العتيدة Live/Dead Bclight Bacterial Viability Kits .

هناك نوعان من الصباغ المتألق بحسب الشركة المنتجة لهذا العتيدة ، الصباغ المتألق الأول يسمى Syto 9 وهو صباغ يلون الأحماض النووية بلون Green fluorescent nucleic acid stain أخضر والصباغ المتألق الثاني هو من مركبات اليودPropidium Iodide وهو يلون الأحماض النووية بلون أحمر red fluorescent nucleic acid stain .

يختلف هذان الصباغان عن بعضهما في العديد من الخصائص وبشكل رئيس في قدرتهما على اختراق الجدار الخليوي للخلايا الجرثومية السليمة

عند استخدام الصباغ Syto 9 فإن هذا الصباغ يلون جميع الخلايا الجرثومية الموجدة سواء تلك التي بجدار خليوي سليم أم متضرر .بالمقابل، عند إضافة الصباغ اليودي فإنه يخترق الجدار الخليوي للخلايا المتأذية (المتضررة) مما يؤدي لإرجاع الصباغSyto 9.

عند استخدام الصباغين بشكل متزامن، فإن الخلايا ذات الجدار الخليوي السليم تتلون باللون الأخضر المتألق أما تلك ذات الجدار الخليوي المتأذي فإنها تتلون باللون الأحمر المتألق .يتم فحص الشرائح بوساطة المجهر المتألق حيث يستعمل لإظهار الصباغ المتألقSyto 9 طول موجة بين ٤٨٠ / ٥٠٠ نانومتر، بينما لإظهار الصباغ اليودي فإنه يستعمل طول موجة بين ٤٩٠ / ٦٣٥نانومتر .لتقدير مدى صحة هذه الطريقة فإنه يجرى تعداد معياري للخلايا الجرثومية على أوساط صلبة حيث يعبر عن النتيجة بعبارة وحدة مشكلة للمستعمرة Colony Forming Units (CFU)

بينما في تقنية التصوير الضوئي فإنه يتم إجراء تعداد لكل خلية جرثومية على حدى .تبرز مشكلة الفرق بالتعداد بين الطريقتين في الجراثيم من جنس العقدية Streptococcus spp وفي الجراثيم من جنس العنقودية Staphylococcus spp . حيث تجتمع الجراثيم إما بشكل حبات المسبحة أو بشكل عناقيد العنب مما يعني بأنه يشترك في تشكيل المستعمرة على الأطباق الصلبة أكثر من خلية جرثومية واحدة.

٣ . اختبار الجراثيم المقاومة للحرارة

يسمى هذا الاختبار بالتعداد الجرثومي للحليب المبستر مخبرياً The Laboratory Pasteurized Count. في هذا الاختبار تسخن عينة الحليب لدرجة حرارة بين 62,8 و 63 م° لمدة ٣٠ دقيقة قبل القيام بإجراء أهمية هذا الاختبار أنه يحدد (PCA). التعداد الجرثومي على الطبق المعياري بشكل تقريبي تعداد الجراثيم المقاومة للحرارة التي يمكن أن تبقى على قيد الحياة بعد إجراء عملية البسترة.

٤ .الاختبارات الانتقائية

عن طريق هذه الاختبارات يمكننا التمييز بين مجاميع جرثومية مختلفة ذات أهمية كبيرة في الصناعات الغذائية وتعطي مؤشراً هاماً عن جودة الحليب المنتج. تتسبب الجراثيم قارية الحرارة Psychrotrophs بظهور روائح غير محببة وطعم سيء في الحليب وذلك لقدرتها على إنتاج أنواع مختلفة من الإنْظيْمات التي تسبب تغيرات كيميائية في الحليب .يجرى تعداد هذه المجموعة من الجراثيم عن طريق الزراعة على الأوساط الصلبة والتحضين على درجة حرارة 7 م° لمدة 7 إلى 10 أيام .تتسبب العِقْدِية الأجلكتية S. agalactiae بالتهابات ضرع مما يترافق مع زيادة في الخلايا الجسمية . يستخدم الوسط إدوارد Eolwards medium لعزل العِقْدِية مما يعطي دلالة على صحة القطعان ومدى كفاءة برامج مكافحة العِقْدِيية الأجلكتية في المزارع . يستعمل وسط الآجار بالصفراء والحمرة البنفسجية وذلك بتحضين(VRBA) Violet Red Bile Agar الأطباق لمدة ٢٤ ساعة على حرارة ٣٢ م° لتعداد جراثيم الكولي فورم (القولونِيات) حيث إن تزايد أعداد هذه الجراثيم في الحليب ذي دلالة على إنتاج سيء للحليب .

٥ .تعداد الخلايا الجَسَدِيّة في الحليب : Somatic Cells in milk

يعد تعداد الخلايا الجَسَدِيّة في الحليب من المؤشرات الهامة على جودته .إن وجود أعداد كبيرة من الخلايا الجَسَدِيّة في الحليب يؤثر في جودته في نواحٍ مختلفة منها:

١ .التأثير في المردود الإنتاجي حيث إن زيادة تعداد الخلايا الجَسَدِيّة سيؤدي إلى نقص في كمية الحليب المنتج .

٢.زيادة عمليات الحلمهة للدهون والبروتينات عن طريق زيادة كمية إنْظيْمات الليباز والبروتياز .

٣ .إن زيادة تركيز إنْظيْمات الليباز والبروتياز سيؤدي إلى تغيرات في رائحة وطعم الحليب (تزنخ دهني، تزنخ بروتيني).

يوجد ثلاثة أنواع من الخلايا الجَسَدِيّة يمكن مشاهدتها في الحليب:

١- الخلايا الطلائية (الظهارية) وهي الخلايا المتوسفة من ظهارة الغدة الضرعية.

٢ -البالعات الكبيرة وهي تلك النوع من البالعات الذي يعبر من الدم إلى الضرع.

٣ -كريات الدم البيضاء ذات النواة متعددة الشكل PolyMorphoNuclear leukocytes (PMN)

في الحليب الناتج عن ضرع سليم، تشاهد على الغالب الخلايا الطلائية والبالعات الكبيرة بينما يشاهد زيادة كبيرة في عدد الكريات البيضاء العدِلة في حالات التهاب الضرع من دون زيادة في تعداد بقية الأنواع من الخلايا الجسمية .

<u>التغيرات التي تحدثها الأحياء الدقيقة في الحليب</u>

رغم التقدم العلمي سواء في مجال تربية الحيوان أو في مجال صحة ونظافة أدوات الحلابة إلا أن الحصول على حليب خالٍ من الجراثيم الممرضة أو غير المرغوبة أمر لا يزال من الصعب تحقيقه . لقد مكنت الدراسات الحديثة من تقليل التعداد الجرثومي في الحليب وذلك بفضل أنظمة الإدارة الحديثة واستعمال الحلابة الآلية للحصول على الحليب الجيد بشكل عام سواء كانت الأحياء الدقيقة الموجودة في الحليب مفيدة أو ضارة أو غير مرغوبة فإنها تحدث تغيرات في الطبيعة الكيميائية

للحليب وفي خواصه الفيزيائية والحسية وتؤثر في القيمة الغذائية له سلبا أو إيجاباً .من أهم هذه التغيرات التي تحدثها الكائنات الحية الدقيقة في ال حليب.

1- انتاج الحموضة Acidification

تعُد الجراثيم اللبنية هي المصدر الرئيس لإنتاج حمض اللبن بتخمير سكر الحليبب بوساطة الإنْظيْمات المنتجة من قبل الأجناس المختلفة منها .عندما يصل تركيز حمض اللبن بين 6 إلى 7 غ/لتر من الحليب فإن هذا يؤدي إلى تخثر الحليب وهو ما يسمى بالتخثر الحامضي تستعمل الجراثيم اللبنية في صناعة الألبان أو الأجبان، من أهم الأجناس المسؤولة عن تخمر سكر الحليب، جنسي المكَورَة اللبنية Lactococcus وجنس العصيات اللبنية Lactobacillus. إن جنس المكَورَة اللبنية وبعض أنواع العصيات اللبنية هي ذات تخمر متجانسHomofermentaire حيث تخمر سكر الحليب وتنتج بشكل رئيسي حمض اللبن، ومن الجراثيم اللبنية التي تخمر سكر الحليب جنس leuconostoc الليكنوستوك وهي ذات تخمر غير متجانس Heterofermentaire حيث تخمر سكر الحليب إلى حمض لبن وخل وكحول إيتيلي وغاز ثاني أوكسيد الكربون.

2- انتاج الغاز Gas formation :

تنتج بعض أنواع العصيات اللبنية وجنس الليكنوستوك كميات من غاز ثاني أكسيد الكربون عند تخميرها لسكر الحليب .بينما تنتج العُصَيات القولونية كمية كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز كبريت الهيدروجين الذي يتسبب بظهور رائحة غير مرغوبة في الأجبان .تنتج المطثيات,clostridim وخاصة النوع الزبدي منها كمية كبيرة من الغاز والأحماض الدهنية الطيارة مما يعطي ظاهرة الأجبان المتفسخة وخاصة عندما تخزن الأجبان لعدة أشهر في وسط لاهوائي.

3- إنتاج اللزوجة

تسبب بعض الكائنات الحية الدقيقة عند نموها في الحليب زيادة اللزوجة ويصبح قوام الحليب لزجاً وتسمى هذه الحالة من التخمر Stringy أوRopy وتعزى هذه الظاهرة إلى إنتاج عَدِيْدُ السكريد

التي تصنعها الأحياء الدقيقة وأهمها عصيات viscolactis Alcaligenes الموجودة عادة في التربة والماء ومياه المستنقعات من الجراثيم اللبنية، هناك جنس المكَورَة اللبنية الزبدية Lactococcus cremoris تتميز بعض ذراريها بالقدرة على إنتاج عَدِيْدُ السكريد

4- التحلل البروتيني Protiolysis

بالإضافة إلى تخثر الحليب بوساطة إنتاج حمض اللبن هناك نوع آخر من التخثر وترسيب الكازئين بدون تكوين حمض ويسمى التخثر الحلو وفيه يتم إنتاج إنْظيْم شبيه بإنْظيْم الرينين بوساطة جراثيم خاصة مما يؤدي إلى تخثر البروتين ثم هضمه وتحلله إلى عديدات الببتيد التي تختلف بحسب نوع الكائن الحي المفرز للإنْظيْم وهذا يعطي للحليب الطعم المر ورائحة الروث ودرجة حموضة قلوية .من أهم الأجناس المسببة لهذا النوع من التحلل :جنس العُصَيات وجنس الزائِفَة وجنس المكورات العِقْدِية.

5- تحلل الدهن

تفرز بعض الأحياء الدقيقة إنْظيْم الليباز الذي يحلل الجليسيريدات الثلاثية الموجودة في الحليب إلى أحماض دهنية وغليسيرول وبالتالي ظهور الطعم المتزنخ للحليب ومن أهم هذه الأحياء الدقيقة المنتجة لهذا الأنظيم جراثيم جنس الزائِفَةُ المتَأَلقَة pseudomons florescens وجنس Achromobacter lipolyticum وخمائر canidia lipolytica اما من الفطور فطور penicillum وجيتركيوم كانديوم Geotrichum candium

6- تأثير الإنْظيْمات الثابتة حرارياً Heat-Stable Enzymes

يحتوي الحليب بشكل طبيعي على أنواع مختلفة من الإنْظيْمات التي يمتاز معظمها بأنه غير مقاوم للحرارة ويتم تخريبها عند إجراء عملية البسترة .عند تلوث الحليب بالكائنات الحية الدقيقة فإن الجراثيم تنتج أثناء تكاثرها واستقلابها عددا من الإنْظيْمات التي تكون بصورة عامة ثابتة حراريا وتحتفظ بفاعليتها بعد البسترة، تنمو الجراثيم القاريّة الحرارة أثناء عمليات التخزين للحليب بدرجة

4م° وخلال هذا النمو تنتج الإنْظيْمات الثابتة حراريا عند إجراء عملية البسترة يتم التخلص من الكائنات الحية الدقيقة ولكن تبقى إنْظيْماته يشكل إنْظيْم الليباز وإنْظيْم البروتياز خارج الخليوي الإنْظيْمان الرئيسان الثابتان حراريا ويتسببان بحالات التزنخ الدهني والبروتيني في المشتقات اللبنية المبسترة.

7- تأثير التهاب الضرع في نوعية الحليب

يمتلك التهاب الضرع تأثيراً مباشراً وغير مباشر في نوعية الحليب، يظهر التأثير المباشر لالتهاب الضرع في نوعية الحليب بزيادة عدد الخلايا الموجودة في الحليب والتي تصل إليه عن طريق الضرع الملتهب، أما التأثير غير المباشر فيظهر في زيادة عدد الخلايا الجَسَدِيّة في الحليب، حيث لوحظ في دراسات علمية بأنه في الحليب المبستر الحاوي على ٨٤٩٠٠٠ خلية جسدية/مل كانت عملية حلمهة الدهون أسرع بثلاث مرات وعملية حلمهة الكازئين أسرع بمرتين منه في الحليب المبستر الحاوي على ٤٥٠٠٠ خلية جسدية/مل .أيضا لوحظ ظهور عيوب مثل الطعم المتأكسد والطعم المالح وكذلك المعدني في الحليب الحاوي على أعداد كبيرة من الخلايا الجَسَمية بينما لم تظهر هذه العيوب في الحليب ذي الحمولة المنخفضة من الخلايا الجسمية على الرغم من أن تعداد الجراثيم القَاريّة وجراثيم القولونِية كان متقاربا في كلا العينتين، الخلاصة السابقة تبين بأن الخلايا الجسمية تؤثر في نوعية الحليب بشكل مستقل عن تعداد الخلايا الجرثومية فيه. يعزى تأثير الخلايا الجَسَدِيّة في نوعية الحليب إلى قدرتها على تحرير إنْظيْمات خاصة بها تتسبب بتحلل دهني وبروتيني في الحليب، إن زيادة عملية التحلل الدهني والبروتيني في الحليب سيؤدي إلى خفض المردود في صناعة الأجبان نتيجة لخروج الببتيدات مع المصل.

التحكم بالأحياء الدقيقة في الحليب الخامControl of microorganisms in milk

تقول الحكمة درهم وقاية خير من قنطار علاج، لذلك فإنه من الحكمة أن يعمل منتجوا الحليب بطريقة علمية تهدف إلى تطبيق الإجراءات الصحية المناسبة عند القيام بعملية الحلابة وقبلها

والمحافظة على صحة الضرع وصحة البيئة المحيطة بالحيوان .هذا الإنتاج الصحي يحتاج إلى تعاون متبادل بين المربي والطبيب البيطري .يجب على الطبيب البيطري أن يأخذ دوره في مكانه بحيث يكون مرشداً وموجهاً يسعى للحفاظ على صحة الإنسان من خلال المحافظة على صحة الحيوان ومنتجاته .أما بالنسبة إلى مصنعي المشتقات اللبنية فعليهم أن يدركوا أنه لا يمكن الحصول على منتجات لبنية جيدة بدون حليب ذي نوعية جيدة .انطلاقا من الإيمان بهذه القاعدة فقد سعى عدد من مصنعي الألبان في سورية إلى إنشاء مراكز تبريد في مناطق الإنتاج بهدف المحافظة على جودة الحليب ووصله إلى مصانعهم بنوعية جيدة

1- التبريد Refrigeration

تفرض القوانين في البلدان المتطورة على المزارع المنتجة للحليب أن تكون مجهزة بدارات تبريد تمكنها من خفض درجة حرارة الحليب إلى ٤ م بعد الحلابة مباشرة بهدف إيقاف نشاط الكائنات الحية الدقيقة التي تلوث الحليب .إن هذا الخفض السريع لدرجة الحرارة يوقف نمو الجراثيم أَليفُة الحَرارَة العالية وكذلك تلك معتدلة الحرارة كذلك يخفض من نشاط إنْظيْماتها الاستقلابية .رغم ما يقدمه التبريد من محاسن إلا أنه لابد من التركيز على أن يكون الوقت بين الحلابة والنقل الى معامل التصنيع أقصر ما يمكن وذلك تفادياً للمشاكل التصنيعية التي قد تحدث في الحليب المبرد . ايضا ، لابد من التذكير بالمحافظة على نظافة الخزانات وتعقيمها حتى لا تكون بؤرة تلوث تضاف للبؤر السابقة

2- المعالجة الحرارية للحليب Heat treatment of Milk

كما اسلفنا سابقا فإن قصر الفترة الزمنية بين الحلابة والمعالجة الحرارية يعتبر عاملا هاما في خفض الأضرار التي يمكن أن تسببها الأحياء الدقيقة في الحليب. تساهم المعالجة الحرارية في القضاء على غالبية الجراثيم الممرضة ولكنها تخضع لانتقادات بسبب التغيرات التي تحدثها في الخصائص البيوكيميائية لمكونات الحليب وخفض قيمته الغذائية يمكن أن يضاف لمساوئ المعالجة

الحرارية أنها تقضي على الأحياء الدقيقة المفيدة في الحليب التي لها خصائص تكنولوجية وتعطي لبعض المنتجات التقليدية طعمها وجودتها

.تتوقف كفاءة المعالجة الحرارية على عوامل ثلاثة مهمة وهي:

- درجة الحرارة العظمى (الحقيقية) التي يصل إليها الحليب .
- المدة الزمنية التي يبقى عندها الحليب على الدرجة العظمى .
- مقاومة الأحياء الدقيقة في الحليب للتحطيم الحراري .

تتعلق مقاومة الجراثيم للتحطيم الحراري بعوامل متعددة منها:

١ .النشاط المائي للمنتج الذي يقيس كمية الماء غير المرتبط الموجودة في محلول أو منتج .كلما كان النشاط المائي للمنتج عاليا اقترب من ١ وعندها تكون مقاومة الجراثيم للمعاملة الحرارية أقل . يعود السبب في هذه الظاهرة إلى عملية التخثر الحراري للبروتينات الجرثومية بوجود الماء. يتحكم بالنشاط المائي للحليب محتواه من البروتين والسكر والدهون والأملاح.

٢ .درجة الحموضة :تنمو معظم الجراثيم بشكل أفضل عندما تكون قيم pH قريبة من ٧ .لا تؤثر درجة pH للحليب إلا عندما يحصل زيادة في الحموضة في الحليب بفعل الكائنات الحية الدقيقة.

٣ .كمية البروتينات والمركبات الغروية الموجودة .إن وجود البروتينات والمركبات الغَرَوانِية يشكل عامل حماية للجراثيم مما يزيد في مقاومتها للحرارة حيث تشكل هذه البروتينات عامل حماية (دارئ)للجراثيم.

٤ .عدد الجراثيم الموجودة وحالتها الفيزيولوجية .زيادة أعداد الجراثيم في الحليب يفعل فعل البروتينات والمركبات الغروانية .تكون الخلايا الجرثومية أكثر حساسية للمعاملات الحرارية في مرحلة النمو النشط منها في مرحلة ثبات النمو.

٥ .وجود المضادات الحيوية وكابحات النمو الجرثومية المقاومة للحرارة يخفض من قدرة الكائنات الحية الدقيقة على تحمل المعاملة الحرارية.

3- التثفيل أو الطرد المركزي

إن التثفيل هو عبارة عن مجموع عمليتين تقنيتين هما الاظهار (التشفيف Clarification) والطرد الجرثومي Bactofugation مما يؤدي لأثر حقيقي في التخلص من الجراثيم والملوثات الأخرى العالقة في الحليب .تؤدي عملية التثفيل إلى التخلص من الجراثيم والأوساخ العالقة والخلايا الجَسَدِيّة وأشعار الحيوانات والأبواغ الجرثومية بينما تعبر المواد الدهنية والكازئينات إلى خطوط الإنتاج . تساعد هذه التقنية في التخلص من ٩٩ % من الأبواغ الجرثومية في الحليب.

4- التصفية أو الترشيح Filtration

التصفية الدقيقةMicrofiltration والتصفية فائقة الدقة Ultrafiltration يساعدان في التخلص من أكبر عدد ممكن من الأحياء الدقيقة في الحليب مع المحافظة على كامل خصائصه البيوكيميائية .تسمح المرشحات فائقة الدقة بمرور مكونات الحليب بينما تمنع مرور الجراثيم والأجسام الغريبة التي تلوث الحليب من الجدير الإشارة هنا إلى أن هذه التقنية تعطي حليبا ذا حمولة جرثومية قد تصل نسبة الإزالة إلى ٩٩,٩٩ % من التعداد الكلي للأبواغ تتحدد كفاءة هذه التقنية بكفاءة المرشحات المصنعة وفعالية وحدة التنقية .تختلف فعالية وحدة التصفية خلال اليوم حيث تكون في بداية اليوم أفضل منها في نهايته لذلك ينصح باستبدال الفلتر في منتصف اليوم ليصار لتنظيفه والمحافظة على فعالية جيدة للوحدة.

الجراثيم اللبنية في الحليب الخام

تؤدي الجراثيم اللبنية في الحليب والجبن دورا رئيسيا في تشكيل الحموضة وإنتاج حمض اللبن نتيجة لاستقلاب سكر الحليب .يؤدي إنتاج حمض اللبن دورا رئيسيا في عملية تصنيع اللبن وكذلك الجبن وإعطائهما الطعم الخاص بهما .

تشكل جراثيم العصيات اللبنية .المكورات العقدية اليفة الحرارة والمكورات اللبنية جزءا هاما من هذه المجموعة ونظرا لدورها واهميتها ، فقد تم اختيار العديد من الذراري من بين هذه الجراثيم كمكونات للبادئات المستخدمة في المجال الصناعي سواءً لإنتاج حمض اللبن أو لإنتاج المركبات العطرية وبحسب نوع التخمر لسكر الحليب فإن لهذه الجراثيم المقدرة على إنتاج حمض اللبن فقط عندما يكون التخمر متجانسا أو حمض اللبن بالإضافة لإنتاج غاز ثاني أوكسيد الكربون والإيتانول مع الخلات في التخمر غير المتجانس مما يحتم على العاملين في مجال الصناعات اللبنية التعرف على الجراثيم اللبنية وخصائصها وخصائص المنتج وذلك قبل اقتراح أي نوع من البادئات يمكن استخدامه.

- ***<u>إن أهمية الجراثيم اللبنية</u>*** في الصناعات الغذائية هي نتيجة العمل الذي تقوم به المتمثل بأوجه متعددة منها:

- في الصناعات اللبنية: تستطيع الجراثيم اللبنية تخمير سكر اللاكتوز والغلوكوز الموجودين في غالبية الأغذية التي يتناولها الإنسان فتنتج بوساطة هذا التخمر حمض اللبن الذي يعتبر اساسيا في صناعة الأجبان والألبان المتخمرة.

- تنتج الجراثيم اللبنية مواد عطرية كثنائي الأسيتيل والإيتانول والأستيل ألدهيد التي تحسن من الطعم والنكهة وكذلك القوام .

- مع أن قدرة الجراثيم اللبنية على حلمهة البروتينات هي متوسطة، إلا أن الجراثيم اللبنية تحسن معدل الهضم للمادة الغذائية عن طريق حلمهة البروتينات إلى بيبتيدات أو عديدات الببتيد.

- تؤدي الجراثيم اللبنية دورا هاما في حفظ الأغذية ذات المنشأ النباتي وإكسابها المذاق والطعم الخاص بها (زيتون، مخللات، ملفوف، فول.....الخ)

- تستعمل ايضا في صناعة السيلاج، فوجود الجراثيم اللبنية ذات التخمر المتجانس هو أمر ضروري في صناعة السيلاج وذلك لمنع نمو الجراثيم الضارة وتلك غير المرغوب فيها.

– في الحصول على أغذية سليمة وخالية من المسببات المرضية أو خفض مستوى الجراثيم غير المرغوب بها إلى الحد الأدنى، فتمتاز بعض ذراري الجراثيم اللبنية بالقدرة على إنتاج مركبات تمنع نمو الجراثيم الأخرى مثل (H2O2 الماء الأوكسيجيني) وثنائي الأسيتيل ومبيدات الجراثيم(Bacteriocins.مضادات الجراثيم)

. ما هي الجراثيم اللبنية؟

تطلق تسمية الجراثيم اللبنية على مجموعة من الأحياء الدقيقة المتغايرة من الناحية الشكلية والفيزيولوجية التي تتصف بقدرتها على إنتا ج كميات كبيرة من حمض اللبن .وهي عبارة عن خلايا حية من بِدائِيات النواةProcaryote متغايرة الحُبَيبات Heterophilic ذات تغذية كيميائية عضوية .

تتصف الجراثيم اللبنية بالصفات العامة التالية:

– جراثيم إيجابية الغرام

– صفاتها الشكلية إما مكورة أو عصوية مكورة أو عصيات

– غير محبة للأوساط الهوائي

– سلبية الكاتالاز(بعض ذراري الجراثيم اللبنية يمكن أن تحوي على إنْظيْم شبيه الكاتالاز عندما يكون تركيز السكر منخفضا)

– تتميز بغياب إنْظيْم السايتوكروم أوكسيداز

– تحول سكر الغلوكوز بشكل رئيس إلى حمض اللبن (تخمر متجانس) أو حمض اللبن، غاز ثاني أكسيد الكربون، حمض الخل و/أو الإيتانول (تخمر غير متجانس)

– غير متبوغة

–غير متحركة بشكل عام

– سلبية للإنْظيْم المرجع للنترات وغير قادرة على استعمال أملاح الأمونيوم كمصدر وحيد للآزوت .

– ذات متطلبات غذائية معقدة لنموها وخاصة فيما يتعلق بالبيبتيدات والأحماض الأمينية والفيتامينات.

–نسبة الغوانين والسايتوزين G+C أقل من ٥٥%.

بعض الأسس المعتمدة للتمييز بين الجراثيم اللبنية

1– **الخواص الشكلية** : نميز هنا ثلاث مجموعات كبيرة بحسب الصفات الشكلية:

- الجراثيم كروية الشكل
- الجراثيم عصوية الشكل المنتظمة
- الجراثيم عصوية الشكل(غير المنتظمة) عصوية مكورة

2– الخصائص الفيزيولوجية والكيميائية الحيوية

يتم الاعتماد على عدد من الخصائص منها:

– بحسب نوع حمض اللبن المنتج إما LD أو L, D

– المقدرة على إنتاج الغاز انطلاق اً من سكر الغلوكوز وهنا إما أن تكون:

– ذات تخمر متجانس (إنتاج حمض اللبن فقط)

– ذات تخمر غير متجانس (إنتاج حمض اللبن بالإضافة لمركبات أخرى أهمها غاز ثاني أكسيد الكربون والإتانول وحمض الخل..... الخ)

– بحسب درجة الحرارة الدنيا والعليا والمفضلة لنموها:

– أَليفُة الحَرارَةِ المعتدلة Mesophile درجة الحرارة المثلى للنمو بين s (٢٥ و ٣٠ م)

- أَليفُة الحَرارَة Thermophiles درجة الحرارة المثلى للنمو بين (٤٠ و ٤٥م)

هذه الخصائص المختلفة تسمح بتقسيم الجراثيم اللبنية إلى أجناس مختلفة نستعرضها في الجدول التالي :

الجدول (١,٤): بعض أجناس الجراثيم اللبنية وخصائصها الشكلية والبيوكيميائية

الشكل	المكَوَّرَةُ			العُصَيَّات	
	بيضوية، مزدوجة أو سلاسل	كروية من أربع خلايا	رزمية بسلاسل مزدوجة	منتظمة. مفردة، مزدوجة أو سلاسل	غير منتظمة
نوع التخمر	متجانس	متجانس	غير متجانس	متجانس أو غير متجانس	متجانس
حمض اللبن	L	L أو DL	D	D أو DL	L
حرارة النمو	منخفضة أو عالية	منخفضة	منخفضة	منخفضة أو عالية	
اسم الجنس	*Lactococcus* *Enterococcus* *Vagococcus* *Streptococcus*	*Aerococcus* *Tetragenococcus* *Pediococcus*	*Leuconostoc* *Oenococcus* *Weissella*	*Lactobacillus* *Carnobacterium* *Weissella* *Atopobium*	*Bifidobacterium*

-إنتاج الأمونياك انطلاقا من الأرجنين

- القدرة على حلمهة الأسكولين

- المقاومة لأملاح الصفراء وكذلك النمو في درجات حموضة مختلفة.

- المقدرة على تخمير السكاكر وهنا نذكر بأن الذراري الجرثومية ضمن النوع نفسه يمكن أن تختلف في مقدرتها على تخمير السكاكر ولذلك فإن اختبار تخمر السكاكر يجب أن يتم في أوساط مخبرية محددة بدقة متناهية.

- صفات أخرى :التحلل الدموي وخاصة للمكورات العقدية، إنتاج ثنائي الأستيل والأسيتون وكذلك الدكستران عند Leuconostoc وكذلك الحاجة للفيتامينات عند العصيات اللبنية.

3- الاختبار ات المصلية

إن مقدرة بعض المكونات الكيميائية للخلايا الجرثومية على أن تسلك سلوكا شبيها بالمستضدات Antigens وبالتالي تحرض على إنتاج الأضداد Antibody عند الحيوانات الفقارية هي الأساس في علم المصليات .فيكفي أن تحقن الحيوان بالمستضدات المرتبطة سواءً بالجدار الخلوي لكل نوع جرثومي وبالتالي يتولد عن عملية الحقن هذه عند الحيوان مصل يحتوي على الأضداد .إن جمع الأمصال الحاوية على الأضداد الناتجة عن هذا التفاعل المناعي سيستخدم في الاختبارات لتحديد الأنواع الجرثومية في حال طلب تصنيفها .لقد استخدمت الاختبارات المصلية مند عام ١٩٣٣ وذلك لتصنيف المكورات العقدية وبناء على ذلك تم تقسيم العقديات إلى مجموعات مصلية مختلفة .أما بالنسبة للمستضدات فقد تكون عبارة عن عَدِيْدُ السكاريد المرتبطة بالجدار الخليوي أو حمض التيخوئيك المتوضع بين الجدار الخليوي والغشاء السيتوبلاسمي أو عبارة عن بروتينات وعَدِيْدُ السكاريد.

4- الخصائص البنيوية (الحمض النووي الريبيRNA)

لقد تعاظمت أهمية الحمض النووي الريبي في مجال التصنيف الحيوي للجراثيم خلال العقدين الماضيين .فكما هو معروف، فإن الحمض النووي الريبي يشارك بشكل فعال في ترجمة المعلومات الوراثية وبالتالي تخليق الإنْظيْمات اللازمة في الاستقلاب الخليوي .وكما هو معلوم ايضا بأن الحمض النووي الريبي عبارة عن سلسلة مفردة من الأحماض النكليوتيدية ويوجد ثلاثة أنواع منه بحسب وزنها :

1 -الحمض النووي الريبي الريبوزومي(rRNA)

2- -الحمض النووي الريبي الناقل(tRNA)

٣ -الحمض النووي الريبي الرسول (mRNA)

لكن الوحيد الذي اكتسب أهمية في مجال التصنيف الجرثومي هو الحمض النووي الريبي الريبوزومي . وفي الحقيقة فإن الrRNA عبارة عن جزيئات ثابتة مرتبطة مع بروتينات لتشكل الريبوزومات التي تشكل بدورها .المختبر الحقيقي لتشكيل الانظيمات المختلفة اللازمة للاستقلاب الخلوي هذه الريبوزومات تتشكل من عدة اجزاء من الحمض النووي الريبي الريبوزومي والتي يمكن فصلها عن بعضها حسب الاختلاف بسرعة الترسب S(SVEDBERG)

إن التطور الذي شهده علم تطور السلالات phylogeny كان بفضل القراءة التسلسلية أو التعاقبية (sequence) للحمض النووي الريبي الريبوزومي . إن أول جزئ من ال rRna أختير للدراسة كان 5s RNA حيث أن لصغر حجمه كان من السهل إجراء القراءة التسلسلية له . النتائج التي تم الحصول عليها من تحليل هذا القسم سمحت بإنشاء الخطوط العريضة للتطور ولكنها لم تكن لتسمح بتحديد الجنس والنوع الجرثومي بشكل دقيق . أما بالنسبة للجزء 16S RNA فإنه بفضل حجمه الذي يبلغ عشرة أضعاف ال 5S RNA تقريباً فقد أصبح اكثر أهمية وفائدة في مجال التصنيف الجرثومي .

إن إجراء التحاليل على الجزيء 16S RNAيظهر بأنه توجد هناك مناطق منه متغيرة وأنه هناك مناطق قد تم المحافظة عليها منذ الجيل الاول . وفي الحقيقة فإن الأجزاء التي تم المحافظة عليها عبارة عن تراكيب بنيوية ثانوية تسمح بالحصول على ريبوزومات وظيفية اما المناطق المتغيرة (المناطق التي تغيرت مع مرور الزمن بطريقة غير منتظمة) تسمح بمقارنة لأحياء القريبة من بعضها بينما الأحياء المتباعدة فإنها تقارن فيما بينها بواسطة المناطق التي تم المحافظة عليها في الوقت الحاضر يتم استخدام طريقة القراءة التسلسلية للجزء 16S RNA بشكل واسع من أجل إنشاء العلاقة بين تطور السلالات والتصنيف العلمي للجراثيم حيث أنه يعتمد في الوقت الحاضر على الخواص الشكلية والفيزيولوجية والكيميائية الحيوية بالإضافة لإجراء القراءة التعقبية للجزء 16SRNAلتصنيف أي نوع جرثومي جديد .

يمكن بالاعتماد على المادة الوراثية الموجودة في الخلايا الجرثومية تحديد النوع الجرثومي وذلك بإجراء تقنية التهجين Hybridization بين شريط مفرد السلسلة من ال DNA للنوع الجرثومي المراد تصنيفه مع شريط مفرد السلسة من DNA معلوم أو بين شريط مفرد السلسلة من ال DNA للنوع الجرثومي المراد تصنيفه مع شريط من ال RNA الريبوزومي

بعض أجناس الجراثيم اللبنية ذات الأهمية التطبيقية

جنس العِقْدية Streptococcus genus

إن جنس العِقْدية يحتوي على مجموعة من الجراثيم المكورة التي تتمتع بصفات الجراثيم اللبنية فهي إيجابية الغرام ، سلبية الكاتالاز ، غير متبوغة وذات تخمر متجانس. إن وجود المستضد في غلافها يؤدي دوراً هاماً في عملية تصنيف الجراثيم ضمن هذا الجنس بالطرق المصلية .وبحسب تصنيف Bergey في Manual of Systematic Bacteriology لعام ١٩٨٦ فهناك ست مجموعات مصلية:

- العِقْدِية القيحية :تضم المجموعات المصلية A, B, C, G, L, P, U, V

والجراثيم المحللة للدم من النمط ألفا أو بيتا . هذه المجموعة ممرضة للإنسان والحيوان.

- العِقْدِية الفموية :تضم المجموعات المصلية A, C, E, F, G, H, O,K

وغالباً ذات تحلل دموي من النمط ألفا .توجد أفرادها عادة في التجويف الفموي والممرات التنفسية العليا وهي جراثيم ممرضة.

- العِقْدية البرازية أو المكَورَةُ المعِوِية *E nterococcus*:

وتضم المجموعة المصلية D وتوجد في القناة الهضمية للإنسان وبعض الحيوانات وهي جراثيم ممرضة انتهازية.

– العِقْدِية اللبنية أو المكَورَة اللبنية *Lactococcus*:

وتضم المجموعة المصلية N وقدرتها ضعيفة على تحليل الدم وهي غير ممرضة .توجد في الحليب الخام والمنتجات اللبنية المخمرة.

– العِقْدِية اللاهوائية المجبرة :وليس لها تصنيف مصلي .غير محللة للدم أو تحلل الدم بشكل ضعيف .أحيان اً توجد في القناة الهضمية للإنسان وفي بعض الظروف هي ممرضة.

أنواع أخرى من العِقْدِية :ليس لها تصنيف مصلي .غير محللة للدم.

ضمن هذه المجموعة نجد العِقْدِية أَليفُة الحَرارَة ***Streptococcus thermophiles***

التي توجد ضمن الحليب المتخمر، اللبن وبعض أنواع الأجبان.

من بين أنواع جنس العِقْدِية فإن العِقْدِية أَليفُة الحَرارَة هي النوع الوحيد المهم في مجال الصناعات الغذائية وخاصة اللبنية .خلايا هذا النوع بيضوية تنتظم في سلاسل وتخمر الغلوكوز تخمر متجانس وتنتج حمض اللبن النظير +L.

تتصف خلاياها بعدم وجود أي مستضد معروف على السطح وبالحرارة اللازمة لنموها. الحد الأدنى من الحرارة للنمو بين ١٩ و ٢١ م° والمثلى بين 42 و ٤٥ م. °

وتتصف بقدرتها على النمو عندما يكون تركيز ملح الطعام 4% وكذلك عند pH ٦,٩.

– جنس المكَورَةُ اللبنية Lactococcus genus

إن جنس المكَورَة اللبنية تم اقتراحه من قبل Schleifer et al .1986 وذلك لإعادة تصنيف العِقْدِية المجموعة N وبعض أنواع الملبنة . إن المكَورَة اللبنية عبارة عن جراثيم إيجابية الغرام، تنتظم بسلاسل أقصر من السلاسل التي تنتظم بها العِقْدِية

ذات تخمر متجانس تنتج بشكل رئيس حمض اللبن النظير +L . درجة الحرارة المثلى للنمو 30 م ° وهي غير قادرة على النمو عندما تكون ph 9.6 أو عندما يكون تركيز ملح الطعام 6.5 % .

يضم جنس المكَورَة اللبنية خمسة أنواع:

- المكَورَة اللبنية غارفي *Lactococcus garvieae*.

- المكَورَة اللبنية بيسيوم *Lactococcus piscium*.

- المكَورَة اللبنية رافينولاكتيس .Lactococcus raffinolactis

- المكَورَة اللبنية بلانتاروم *Lactococcus plantarum*.

-المكَورَة اللبنية اللبنية *Lactococcus lactis* التي تنقسم بدورها إلى ثلاث (تحت نوع).

Lactococcus lactis subsp. *Lactis* المكَورَة اللبنية اللبنية تحت النوع اللبنية

Lactococcus lactis subsp. *cremoris* المكَورَة اللبنية اللبنية تحت النوع القشدية.

Lactococcus lactis subsp. *Hordniae* المكَورَة اللبنية اللبنية تحت النوع هاردنيا

وجود المكَورَة اللبنية في المنتجات اللبنية

تعُد الأعلاف ذات المنشأ النباتي سواءً كانت خضراء أو دريس المصدر الرئيس لتلوث الحليب بالمكَورَة اللبنية، ولذلك نجد بأن هذا الجنس من الجراثيم اللبنية قد تم عزله من العديد من المنتجات ذات المنشأ الحيواني بما فيها الأجبان. يقدر العلماء بأن المكَورَة اللبنية تشكل ٣٨ بالمئة من نسبة الذراري التي تم عزلها وتصنيفها من الأجبان الأوربية ويمكن أن يصل مستواها إلى ١٠٠ مليون CFU/ الغرام الواحد من الجبن منذ الأيام الأولى للإنتاج . بالنسبة للمكورات اللبنية غارفي فأنها فقد عزلت وصنفت من الحليب والعديد من أنواع الأجبان منها أجبان السان نيكتير، بعض الأجبان المصرية وبعض الأجبان في المغرب العربي والأجبان الإيطالية.

جنس المكَورَةُ المعَوية Enterococcus genus

كما هو حال في الجنسين السابقين، فإن المكَورَةُ المعِوية أيضاً ذات تخمر متجانس وتنتج أيضاً حمض اللبن النظير +L. تنتظم جراثيم هذا الجنس بسلاسل قصيرة 2-3 خلية .

يمكن تفريق جراثيم هذا الجنس عن غيرها من المكَورات من الجراثيم اللبنية بوجد المستضد D في غلافها وبقدرتها على النمو على درجة حرارة 10م° وكذلك ٤٥ م°بوجود ملح الطعام بتركيز ٦.٥ % أو ٤٠ % من أملاح الصفراء عند 6.9 ph. توجد المكَورَةُ المعِوية بشكل طبيعي في الأمعاء عند الحيوانات ذات الدم الحار وكذلك على النباتات والحشرات. ونتيجة لوجود المكورة المعوية في الوسط المحيط فإنها توجد في الحليب وكذلك في المنتجات اللبنية .جراثيم هذا الجنس قادرة على حلمهة الأسكولين Esculine. من الممكن تصنيف المكورة المعوية بوساطة اختبار التهجين بين DNA/RNA حيث يتوافر في الأسواق عتيدة Kit خاصة (Acu-Probe *Enterococcus*) لشركة (GenProbe) تسمح بتحديد الجنس وكذلك غالبية الأنواع من المكورة المعوية .

الإمراضية للمكورات المعوية

عند الإنسان :إن الأنواع التي تصادف غالباً في الحالات المرضية عند الإنسان هي

هي المكَورَةُ المعِوية البِرازِية Enterococcus faecalis والمكَورَةُ المعِوية فيسيوم *Enterococcus faecium* ولكن هناك بعض الأنواع الأخرى التي قد تقطن الأمعاء ويمكن عزلها من الوسط المحيط وبعض الحيوانات كما هو الحال في المكَورَةُ المعِوية الغَائِطِية (القاسية) Enterococcus durans والمكَورَةُ المعِوية الطيرِية *Enterococcu s avium* .

إن المكَورَةٌ المعِوية غالباً ما تكون مشاركة مع جراثيم أخرى في الالتهابات المعوية وكذلك التهاب شغاف القلب والالتهابات البولية وقد تسبب كل هذا منفردة .إن الأنواع المرضية للإنسان هي غالباً تلك الأنواع القادرة على إحداث تحلل دموي الذي يمكن أن يكون كعامل ضراوة.

عند الحيوان :كما هو الحال عند الإنسان، فإن المكورَةٌ المعِوية يمكن أن تسبب العديد من الالتهابات والتسممات الدموية بالمشاركة مع أنواع جرثومية أخرى.

عند الطيور تتسبب المكَورَةٌ المعِوية بالتهابات تنفسية.

تطبيقات المكَورَة المعوية

بالنسبة للمكورات المعوية، فإنه من المعروف بأن هذه الجراثيم تسهم في إنتاج مواد تحسن من طعم الأجبان ولكن استخدامها الحقلي لا يزال قليلا نظرا لعدم تمتعها بمعايير السلامة المطلوبة للاستخدام في المجال الغذائي .أيضاً بما أن انتشار المكَورَةٌ المعِوية واسع، فأن وجود جراثيم هذا النوع يشير إلى الشروط الصحية غير الكافية وإلى حصول تلوث بالبراز .إذ اً وجود المكَورَةٌ المعِوية يشير إلى حالة تلوث برازي مباشر أو غير مباشر أو تطبيق سيء للمعايير الصحية في المزرعة . أما بالنسبة لاستخدامها كبادئ فقد لوحظ أنه:

– في بعض أنواع الأجبان التقليدية وجود للمكَورَةٌ المعِوية فيسيوم *Enterococcus faecium* وأن هذه الجراثيم تعطي لهذه الأجبان خصائصها الذوقية المميزة .كذلك لوحظ بأن لبعض ذراري المكَورَةٌ المعِوية المقدرة على أن تمنع نمو بعض الذراري الجرثومية الأخرى وخاصة سلبية الغرام منها وذلك بإنتاج مبيدات الجراثيم Bacteriocin .

تستخدم المكَورَةٌ المعِوية في عملية إنتاج السيلاج، حيث إن لها القدرة على النمو في بداية عملية الإنتاج عند وجود كميات من الأوكسجين وتخمير السكريات المختلفة.

جنس النسْتُق Leuconostoc genus

إن جراثيم النسْتُقَةُ Leuconostoc هي الوحيدة من بين الجراثيم المكورة التي تخمر سكر الغلوكوز تخمر غير متجانس فتنتج بذلك غاز ثاني أكسيد الكربون والإيتانول (أو حمض الخل) بالإضافة لحمض اللبن النظير –D.يتميز نوع النسْتُقَةُ الخَمْرِية Leuconostoc oenos عن باقي الأنواع بقدرته على تحويل حمض النمل إلى حمض اللبن النظير +L. هناك صفتان تميزان جراثيم النسْتُقَةُ عن جراثيم الملبنَة هما:

– عدم قدرتها على إنتاج الأمونياك انطلاقاً من الأرجينين.

– إنتاجها لحمض اللبن النظير –D انطلاقاً من تخمير الغلوكوز.

إن الخلايا الجرثومية لجنس النسْتُقَةُ إما أن تكون حلقية أو عدسية متوضعة بأزواج أو سلاسل يمكن أن يحدث خلط بين النسْتُقَةُ المتطاولة وبعض الملبنَة القصيرة ذات التخمر غير المتجانس وللتفريق بينهما فإنه لابد من إجراء إما اختبار التهجين DNA–DNA وتحديد نوع حمض اللبن المنتج وبإجراء الاختبارات البيوكيميائية.

بحسب الأنواع، فإن النسْتُقَةُ يمكنها التكاثر عند درجات حرارة بين ١ و ٣٠ م°والحرارة المثلى للنمو هي بين ٢٥ و ٣٠ م°وتحتاج لنموها إلى أوساط مخبرية غنية كما هو حال المَلمسَة والملبنة . وتتميز بنموها البطيء، من أجل الحصول على نمو جرثومي جيد لابد من التحضين على درجة حرارة ٣٠ م°لمدة ٢٤ ساعة.

توجد النسْتُقَةُ بكثرة في الطبيعة، حيث تشكل النباتات المسكن الرئيس لها فتوجد على الأوراق والحبوب وعناقيد العنب ولذلك يمكن اعتبارها من النبيت الجرثومي للخضروات الطازجة.

تطبيقات جراثيم النسْتُقَة

تلوث النسْتُقَةُ بيئة إنتاج الحليب وعندها توجد في الحليب الخام أو المبستر حيث

توجد بشكل رئيس النوع.Leu Mesenteroides. mesenteroides subsp

وبشكل أقل كلاً من Leu. Lactis و Leu amelibiosum و Leu. paramesenteroide.

في المنتجات اللبنية المتخمرة: النسْتُقَةُ لا تنتج بكثرة حمض اللبن في الحليب ولكن مقدرتها على إنتاج المركبات العطرية وخاصة مركب ثنائي الأستيل Diacetyle جعلت منها مكوناً في العديد من البادئات في صناعة الزبدة ، الكريمة وكذلك الأجبان. تستعمل في البادئات كلا من الأنواع Leu.lactis . و Leu. mesenteroides subsp.cremoris .

جنس المُلبنَة(العصيات اللبنية) Lactobacillus genus

عندما نذكر المُلبنَة(العصيات اللبنية) فإنه يجب التفكير مباشرة بإنتاج اللبن الخاثر وبادئات اللبن الخاثر. إن جنس المُلبنَة يحتوي مجموعة كبيرة من الأنواع المتغايرة فيما بينها بينما صفاتها العامة هي :عصيات إيجابية الغرام، لا تملك إنْظيْم الكاتالاز (بعض الذراري تملك إنْظيْم شبيه الكاتالاز). جراثيم عصوية الشكل أو بشكل مكورات عصوية مفردة أو قد تكون منتظمة في سلاسل أحياناً طويلة غير متحركة بشكل عام وبعضها يمكن أن يكون متحركا بفضل وجود الأهداب. غير متبوغة، لا هوائية مخيرة، غير قادرة على إرجاع النترات أو حلمهة الجيلاتين.

أما بالنسبة لاستقلاب السكر، فإن المُلبنَة يمكن أن تكون ذات تخمر متجانس فتنتج حمض اللبن بنسبة ٨٥ % انطلاق اً من تخمر الغلوكوز، أو أن تكون غير متجانسة التخمر فتنتج حمض اللبن، حمض الخل وأحياناً غاز ثاني أوكسيد الكربون. بحسب نوع الذراري، فإن المُلبنَة قد تنتج حمض اللبن بشكليه L;D معاً، أو حمض اللبن النظير +L أو النظير –D. تنمو الملبنة عندما تكون درجات الحرارة بين ٢ و ٥٣ م°وهي جراثيم محبة للحموضة و ال ph المفضل لنموها بين ٥,٥ و 6.2 ..

تقسيم جنس المُلبنَة

بحسب التصنيف الجيني الذي قام به Kandler et Weiss (1986) فإن الملبنة تم تقسيمها إلى ثلاث مجموعات:

المجموعة الأولى :تشتمل على الملبنَة ذات التخمر المتجانس المجبرة التي تخمر سكر الهيكسوز فتنتج بشكل أساسي حمض اللبن ولكنها لا تخمر البنتوز ولا الغلوكونات.

المجموعة الثانية :عبارة عن الملبنة ذات التخمر غير المتجانس المخيرة فتخمر الهيكسوز لتنتج سكر اللبن بشكل رئيس والأسيتات أو الإيتانول كما يمكنها تخمير البنتوز إلى لاكتات وأسيتات.

المجموعة الثالثة :وفيها الملبنة ذات التخمر غير المتجانس المجبرة وهي تخمر الهيكسوز إلى حمض اللبن والأسيتات أو الإيتانول وكذلك غاز ثاني أكسيد الكربون .كما يمكنها تخمير البنتوز إلى لاكتات وأسيتات.

جنس الشّقّاء Bifidobacterium genus

يختلف هذا الجنس عن باقي الجراثيم اللبنية بكثير من الصفات ولكن مقدرته على إنتاج حمض اللبن والتشابه في بعض الخواص الاستقلابية جعلت العلماء تصنفه ضمن الجراثيم اللبنية. صنفت هذه الجراثيم في البداية ضمن جنس العُصَيات Bacillus صنفت بعد ذلك ضمن جنس المُلبِّنة Lactobacillus. في عام ١٩٥٧ بين العالم Dehnert بأن هذه الجراثيم متنوعة فيما بينها ولا يمكن أن توجد ضمن نوع واحد . وقد بينت الدراسات بأن نسبة G+C% هي بين ٥٥ و ٦٧ % وهي بعيدة جد اً عن تلك للمُلبنَات حيث النسبية أقل من ٥٥%.

الصفات العامة لجنس الشّقّاء Bifidobacterium genus

يحتوي هذا الجنس على ٣٦ نوعاً معروفاً حتى الآن وجراثيم هذا الجنس هي إيجابية الغرام، غير متحركة، غير متبوغة ولا هوائية (أحياناً بعض الأنماط الحيوية لبعض الأنواع تتحمل الأوكسجين بوجود غاز ثاني أكسيد الكربون).درجة الحرارة الدنيا للنمو هي بين ٢٥ و ٢٨ م°والمثلى بين ٣٧ و ٤١ م°ويمكنها أن تنمو عند درجة حرارة ٤٥ م °كحد أعظمي .لا تتحمل جراثيم هذا الجنس درجات ال PH الحامضي ، حيث PH المثلى هي بين6.5و 7.0 ولا يمكنها النمو على درجات PH بين 4.5و 5.0 أو بين 8.0 و . 8.5 من الناحية الشكلية فإن الخلايا تأخذ أشكال متنوعة، عصوية

أو كروية متطاولة مع الميول للاجتماع بشكل Y والذي يسمى بيفيد Bifide باللغة اللاتينية ومنه اشتق اسم هذا الجنس باللغة اللاتينية وقد تجتمع بشكل v غالبية الأنواع هي سلبية الكاتالاز ماعدا نوعين Bf. Indicum ، Bf. Asteroids وهما نوعان إيجابيان للكاتالاز وذلك عندما تزرع في وسط هوائي مع أو من دون وجود الهيمين . كل الأنواع لا تملك الإنْظيْم المرجع للنترات ومع ذلك هي قادرة على إرجاع النترات في حال وجود الهيمين.

تنفرد جراثيم الشّقّاء عن باقي الجراثيم اللبنية بنمطها الاستقلابي الفريد فهي تخمر سكر الهيكسوز لتنتج ٣ مول من حمض الخل، ٢ مول من حمض اللبن، كميات قليلة من حمض النمل .النوع Bifidobacterium animalis subsp. Lactis

ينتج كمية كبيرة من حمض النمل والإيتانول ولكن لا تنتج غاز ثاني أوكسيد الكربون كما هو حال الجراثيم ذات التخمر غير المتجانس.

وجود جراثيم الشقاء

تستعمر جراثيم هذا الجنس القناة الهضمية عند الإنسان ، عند الحيوانات المنزلية، عند الحشرات والكرش عند المجترات. من بين الأنواع المعروفة من هذا الجنس هناك عشرة أنواع توجد بشكل طبيعي في القناة الهضمية للإنسان، وبشكل خاص في القولون. من بين الأنواع التي توجد عند الأطفال نذكر:

Bf. bifidum, Bf. breve, Bf. Infantis ,Bf.pseudocatenulatum,

وعند البالغين نذكر: ,*Bf. adolescentis* ، *Bf. Gallicum* ، *Bf. Catenulatum*

Bf.angulatum, و *Bf .Longum.*

أهمية وتطبيقات الشقاء Bifidobacterium

تؤدي جراثيم الشقاء دوراً هاماً في القناة الهضمية فقد بينّ الباحثون أهمية هذا النوع الجرثومي في المحافظة على توازن النبيت الجرثومي المعوي مما دفع الباحثين إلى استخدام هذه الجراثيم إما للوقاية أو العلاج من النزلات المعوية أو لخلق توازن جرثومي في أمعاء حديثي الولادة وعند الأشخاص البالغين الذين تعرضوا لمعالجة طويلة بالمضادات الحيوية.

استخدام الجراثيم اللبنية في تغذية الإنسان

إن العديد من المواد الغذائية تتم عليها عملية تخمر قبل أن تصبح جاهزة للاستهلاك البشري .إن عملية التخمر تتم بشكل أساسي بوساطة أنواع من الجراثيم اللبنية حيث تؤدي هذه الجراثيم الدور الأساسي والجوهري في إعطاء المواد الغذائية المتخمرة خصائصها الحسية أو البنيوية إضافة لسلامتها الصحية. تختلف أنواع الجراثيم اللبنية المستخدمة وفقاً لنوعية المادة الغذائية المراد تخميرها إن العمل الذي تقوم به الجراثيم اللبنية في المواد الغذائية المخمرة ليس عملا مؤتمتاً (آلياً) بل يمكن القول بأنه ربما يكون مزاجياً.

تؤدي الظروف البيئية وكذلك خواص المنتج وتقانات تصنيعه دوراً رئيساً في توجيه عمل الجراثيم اللبنية ونشاطها في عملية التخمير .إن تكنولوجيا صناعة المشتقات اللبنية من لبن خاثر وأجبان وكريما والزبدة تحتم علينا استخدام أنواع جرثومية معينة تختلف باختلاف المشتق اللبني .إن الاستخدام الواسع للجراثيم اللبنية في الصناعات الغذائية هو عائد لأسباب متنوعة نذكر منها:

١- تشكل الجراثيم اللبنية النبيت الجرثومي الطبيعي في معظم هذه المنتجات الغذائية.

٢ – تتميز جميع أنواع الجراثيم اللبنية بعدم إنتاجها لأي نوع معروف من السموم أو الذيفات التي يمكن أن تكون مضرة لصحة الإنسان.

٣ – تتميز جميع أنواع الجراثيم اللبنية بغياب المستضدات السطحية التي تحرض ردود فعل مناعية لدى المستهلكين التي تعد أحد عوامل الضراوة لدى الجراثيم الحاملة لها.

لا توجد دراسات تؤكد بأن الجراثيم اللبنية قادرة على إحداث إمراضية لدى الإنسان أو الحيوان على الرغم من وجود بعض الدراسات التي تشير إلى عزل هذه الجراثيم بالإضافة لبعض الأنواع الجرثومية الأخرى من بعض العينات المرضية (التهابات ضرع، خراجات، التهابات شغاف قلب)مما يطرح سؤالا حول الإمراضية للجراثيم اللبنية في الحالات المشتركة مع جراثيم أخرى ممرضة بحد ذاتها .

في الوقت الحاضر يشهد استخدام الجراثيم اللبنية تطوراً ملحوظاً لمصلحة الإنسان وتحسين حياته بحيث يكثر استخدامها الآن كمعينات للحياة Probiotic أو كحاملات لبعض الجينات التي تحرض ردود فعل مناعية لدى الإنسان وبالتالي يمكن أن تشكل نافذة جديدة في علم التحصين والمناعة. تتطلب عملية الفهم المعمق لآلية الاستفادة من الجراثيم اللبنية لدراسة النظام الاستقلابي عندها ولذلك سنحاول وبشكل مقتضب التطرق إلى الاستقلاب لدى الجراثيم اللبنية.

جدول (٢,٤): أنواع الجراثيم اللبنية في المواد الغذائية المخمرة

المنتج الغذائي	الأنواع الجرثومية المستخدمة
المشتقات اللبنية (الأجبان، اللبن الخاثر، الكافير)	*Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* biovar *diacetylactis*.
	Lc. lactis subsp. *cremoris*
	Leuconostoc mesenteroides, Leu. lactis
	Streptococcus thermophilus
	Lactobacillus helveticus, Lb. delbrueckii subsp.*bulgaricus* and subsp.*lactis*
	Lb. acidophilus, Lb. kefir, Lb. casei
	Bifidobacterium bifidum, Bf. longum.
اللحوم المخمرة	*Carnobacterium divergens, Cb.piscicola*
	Lactobacillus sake, Lb. curvatus
المنتجات السمكية المخمرة	*Pediococcus halophilus, Lactobacillus buchneri, Lb. brevis*
	Leuconostoc mesenteroides
الخضروات المخللة أو المخمرة (زيتون، مخللات)	*Lactobacillus plantarum, Lb. brevis, Lb. fermentum*
	Leuconostoc mesenteroides
	Pediococcus pentosaceus, Pd. damnosus
المشروبات (خمور، بيرة، الخل)	*Leuconostoc oenos, Lactobacillus delbrueckii*

الجراثيم اللبنية والمشتقات اللبنية

تدخل الجراثيم اللبنية في إنتاج غالبية المشتقات اللبنية (أجبان، ألبان، زبدة، ألخ...). تؤدي الجراثيم اللبنية الدور الرئيس والأساس في عملية تصنيع اللبن الخاثر حيث إنها هي المسؤولة عن زيادة الحموضة في الحليب بحيث تصل إلى قيمة 4.6 p H وهي الدرجة التي يترسب عندها الكازئين (يتحول الكازئين من الشكل المعلق إلى الشكل الراسب).

في اللبن الخاثر: تستعمل بشكل رئيس جراثيم العِقْدِية أليفة الحرارة وكذلك الملبنة البلغارية في عملية الإنتاج . في صناعة شراب اللبن يضاف في بعض الأحيان(إضافة لما سبق) جراثيم المكَورَة اللبنية وأحياناً يضاف بعض أنواع جراثيم النسْتُقَة . على الرغم من التنوع الواسع لأنواع اللبن الخاثر(نوع الحليب، نوع البادئات المستخدمة، اختلاف تكنولوجيا التصنيع) إلا أن القاسم المشترك فيما بينها هو اعتمادها على العِقْدِية أَليفُة الحَرارَة و الملبنة البلغارية في عملية التخمر.

إن القدرة على التحكم بعملية الاستقلاب لدى هذين النوعين صعبة وخاصة في حالة الزراعة التشاركية (Co–culture) مما ينتج عنه خللا في نوعية اللبن الخاثر كمنتج نهائي .يحدث تأثير متبادل بين الأنواع الجرثومية المختلفة في حالة الزراعة التشاركية مما قد يحفز أو يكبح نمو بعض الأنواع الجرثومية وبالتي يقود إلى خلل في التوازن الجرثومي المفروض تحقيقه في المنتج النهائي . تحطم العِقْدِية أَليفُة الحَرارَة سكر اللاكتوز لتنتج حمض اللبن +L بينما تحطم الملبنة هذا السكر لإنتاج حمض اللبن –D . تنتج الجراثيم اللبنية إنْظيْم اللاكتيز الذي يحطم سكر اللاكتوز إلى مكونيه) الغلوكوز والغالاكتوز (وتجد الجراثيم من السهولة استقلاب سكر الغلوكوز لإنتاج حمض اللبن للوصول إلى Ph 4.5 (ترسيب الكازئين) مما يؤدي لارتفاع نسبة سكر الغالاكتوز مقارنة بسكر الغلوكوز في اللبن الخاثر.

إن زيادة الحموضة في اللبن الخاثر ستحدث خللا في بنية المعقد فوسفوكازئينات الكالسيوم بتحول الكالسيوم من الشكل المرتبط إلى الشكل الحر .يعزى الطعم الخاص باللبن الخاثر إلى تشكيل مركب الأستيل ألدهيد بالإضافة إلى إنتاج بعض المركبات العطرية الأخرى كالأسيتون .تعُد النسبة 2/8 بين الأستيل ألدهيد الأسيتون نموذجية لإعطاء طعم مثالي للبن الخاثر .إن إنتاج مركب

الأستيل ألدهيد بوساطة الجراثيم اللبنية أَليفُة الحَرارَة ليس نتيجة لاستقلاب سكر اللاكتوز بل هو نتيجة عملية تحطيم الثريونين Threonine بوساطة إنْظيْم الثريونين ألدولاز

Threonine–aldolase وينتج عن هذا التفاعل الأستيل ألدهيد والحمض الأميني جلايسين Glycine. وفقاً لشروط الزرع الجرثومي في اللبن الخاثر فإن نشاط إنْظيْم الثريونين ألدولاز عند الملبنة هو أعلى مما لدى العِقْدِية .من أنواع اللبن الخاثر السائل نذكر شراب الكافير الذي هو ناتج عن عملية تخمر مختلطة(تخمر لبني مع تخمر كحولي) ينتج عنها لبن سائل حامضي مع طعم كحولي خفيف وحاويا على الغازات. كما أشرنا سابقاً، زادت الدراسات الهادفة للاستفادة من الجراثيم اللبنية كمعينات حيوية Probiotic وبذلك توسع استخدام جراثيم الشقاء و الملبنة الجبنية وكذلك الملبنة الحَمِضَة في صناعة هذه المشتقات اللبنية .ينصح الأطباء بتناول المشتقات اللبنية الحاوية على الجراثيم الداعمة للحياة في حالات عدة منها بعد المعالجة من الإصابة بالنزلات المعوية والرغبة باستعادة التوازن للنبيت الجرثومي المعوي الطبيعي وكذلك للتخلص من بعض المشكلات الهضمية مثل سوء الاستقلاب عند الأطفال واضطرابات الهضم عند الكبار.

في الأجبان :فإن عملية التجبن – في الغالب –هي نتيجة فعل مشترك بين إنْظيْمات التجبن (الكَيموسين) وزيادة الحموضة في الحليب بفعل الجراثيم اللبنية.

إن زيادة الحموضة في خثرة الأجبان سيؤدي إلى انتقال الأملاح الموجودة في الحليب وبشكل خاص فوسفات الكالسيوم من الشكل المرتبط إلى الشكل الذائب .يساعد انخفاض ph خثرة الجبن على سرعة التخلص من المصل وبالتالي التخلص من اللاكتوز من الخثرة .أيضاً عند وصول ph الخثرة إلى 5.2 فإن هذا يعطي الخثرة خاصية المرونة وقابلية الأستطالة(قابلية السحب) التي تعد

ضرورية في صناعة الأجبان الخيطية .لا يقتصر دور الجراثيم اللبنية في الأجبان على إنتا ج حمض اللبن فقط بل يتعداه إلى إنتاج المركبات العطرية وكذلك عمليات الهضم والتحلل البيوكيميائي لمكونات خثرة الجبن خلال مرحلة الإنضاج على سبيل .المثال، في الأجبان الطازجة

Fresh cheese يشكل مركب ثنائي الأستيل المركب العطري الأساسي فيها وهذا المركب عبارة عن نتيجة لاستقلاب مركب السترات بوساطة الجراثيم اللبنية .في الأجبان المخمرة، تعد إنْظيْمات التحلل البروتيني التي تفرزها الجراثيم اللبنية أساسية في إتمام الفعل الذي تقوم به إنْظيْمات التجبن وكذلك إنْظيْم البلاسمين الموجود طبيعياً في الحليب .إن عمل إنْظيْمات التحلل البروتيني خلال مرحلة الإنضاج سيقود إلى إنتاج ببتيدات صغيرة الحجم وكذلك أحماض أمينية حرة وهي بمجموعها تعُد ضرورية في عملية تركيب المركبات العطرية في الأجبان المخمرة .تختلف أنواع الجراثيم اللبنية المستخدمة في صناعة الأجبان باختلاف نوعية الجبن المراد تصنيعه حيث يكثر استخدا م العِقْدِية أَليفُة الحَرارَة والملبنة في الأجبان ذات الخثرة المضغوطة المطبوخة في حين تستخدم المكَورَة اللبنة وجراثيم النسْتُقَةُ في الأجبان الطرية.

الاستفادة من المشتقات اللبنية الحاوية على الجراثيم اللبنية من أجل صحة الإنسان

إن أول الباحثين الذي طرحوا فرضية تأثير المشتقات اللبنية في حياة الإنسان وأنها يمكن أن تؤدي دور المعينات الحيوية لتحسين حياة الإنسان كان العالم الروسي علي ماتشنيكوف عام ١٩٠٨ حيث أشار إلى علاقة طردية بين معدل العمر عند بعض شعوب القوقاز ونوعية الغذاء الذي يتناولونه والمكون بشكل رئيس من المشتقات اللبنية وكذلك ارتباط اً عكسي اً بين معدل المشكلات الهضمية وتناول المشتقات اللبنية .إن الأنواع الجرثومية التي ستستخدم كمعينات حيوية يجب أن تحقق الخواص المذكورة في بحث انتقاء الذراري اللبنية في صناعة البادئات وأهمها القدرة على تحمل حموضة المعدة وتركيز أملاح الصفراء إضافة إلى قدرتها على التعشيش في الأمعاء .تؤثر الجراثيم اللبنية في صحة الإنسان من خلال تأثيرها في:

التأثير في النبيت الجرثومي في الأمعاء

لقد سبق وذكرنا بأن الجراثيم اللبنية تستخدم لاستعادة التوازن للنبيت الجرثومي الطبيعي في الأمعاء بعد المعالجة من الإسهالات وكذلك في حالات سوء التغذية عند الأطفال .إن الجراثيم اللبنية تؤثر في الجراثيم المسببة للإسهال عند الإنسان بطرق متعددة نذكر منها:

1-خفض درجة ال pH في الوسط الذي تعيش به الجراثيم اللبنية مما يعيق نمو الجراثيم الممرضة في هذا الوسط.

2- إنتا ج المركبات مثل (الماء الأوكسيجيني ، حمض اللبن، حمض الخل، حمض النمل) وهي مركبات تمنع نمو الإِشْريكِيةُ القولونِية بشكل مباشر.

3- نزع السمية التي تسببها الجراثيم الممرضة وذلك عن طريق استقلاب أو تحطيم ذيفاناتها وسمومها التي تفرزها.

4-منع تشكيل مركبات الأمين السامة التي تتسبب باضطرابات قلبية ووعائية.

5-التعشيش في القناة الهضمية وبالتالي تمنع الجراثيم الممرضة من استعمار سطح الأمعاء وإنتاج ذيفاناتها.

6-تستهلك الجراثيم اللبنية بعض المعادن الضرورية لنمو الجراثيم الممرضة وبالتالي تحرمها من القدرة على التكاثر وإنتاج الذيفانات داخل الجهاز الهضمي.

إن جراثيم الملبنة البلغارية ذات قدرة ضعيفة على التعشيش في الجهاز الهضمي وكذلك هي حساسة للوسط الحامضي في المعدة، لذلك عند البحث عن خاصية المعينات الحيوية فإنه يفضل استخدام الملبنَة الحَمِضَة حيث إنها تتميز بقدرتها على التعشيش في الأمعاء وكذلك بمقاومتها للوسط الحامضي .يمكن للمُلبنَات الحَمِضَة أن تمنع نمو العُنْقُودِية الذهَبِية والإِشْريكِيةُ القولونِية إضافة لجراثيم السلْمونيلَة والمطِثية الحاطمة وذلك بآليات مختلفة .إضافة لتأثير الجراثيم اللبنية في الجراثيم الممرضة في الأمعاء فإنها تؤثر أيضاً في النبيت الجرثومي الطبيعي في الأمعاء حيث تقوم الجراثيم اللبنية بخفض فعالية الإنْظيْمات المنتجة من النبيت الجرثومي الطبيعي وبخاصة إنْظيْمات

(β.glucuronidase) (Azoreductas, Nitroreductase). إن خفض فعالية هذه الإنْظيْمات يعُد هاماً جداً حيث إنها تعُد من العوامل المهيئة للإصابة بالسرطانات.

تحسين القدرة على تحمل اللاكتوز

يظهر عند بعض الأشخاص بعض الاضطرابات الهضمية عقب تناول الحليب وهذا مرتبط بعدم القدرة على تحمل اللاكتوز نتيجة لنقص في كمية إنْظيْم اللاكتيز أو (β. galactosidase) المفرز من الغشاء المخاطي للأمعاء اللازم لاستقلاب هذا السكر .إن اعراض عدم التحمل للاكتوز هي الألم البطني، المغص وأحياناً إسهالات حامضية .تشير الدراسات بأن اعراض عدم التحمل للاكتوز لا تظهر بالدرجة نفسها في حال تناول الأشخاص المشتقات اللبنية المتخمرة كاللبن الخاثر .إن تراجع حدة الاعراض عند تناول اللبن الخاثر هو ناتج عن تأثير المعاملة الحرارية في سكر اللاكتوز إضافة لعملية التخمر لهذا السكر بوساطة الجراثيم اللبنية مما يؤدي لتغير في البنية الكيميائية للسكر.

تؤثر الجراثيم اللبنية في قدرة الإنسان على تحمل سكر اللاكتوز عبر إنتاجها لإنْظيْم اللاكتيز بشكل مباشر (تأثير مباشر) أو تحفيز بطانة الأمعاء على زيادة إنتاج هذا الإنْظيْم منها

(تأثير غيرمباشر) .بناءاً على ما سبق، فإنه من غير المنصوح به إجراء معاملة حرارية للمشتقات اللبنية المتخمرة بعد انتهاء عملية التخمير، لأن هذه المعاملة الحرارية ستؤدي للقضاء على الجراثيم اللبنية وكذلك تخريب الإنْظيْمات التي تنتجها الجراثيم ومنها إنْظيْم اللاكتيز.

التأثير في الاستجابة المناعية

تبين العديد من الدراسات بأن إعطاء الجراثيم اللبنية الحية للإنسان أو الحيوان عن طريق الجهاز الهضمي يؤثر بشكل معنوي في الاستجابة المناعية عند من يتناولها .تؤثر الجراثيم اللبنية في المناعة لدى المضيف في مستويات مختلفة منها:

1-قوية الدفاعات للأعضاء ضد الجراثيم الضارة.

2-تحفيز المناعة العامة(مناعة غير متخصصة بمسبب مرضي)وذلك عن طريق زيادة أعداد الخلايا البالعة والكريات البيضاء وحيدة النواة.

3-تحفيز المناعة النوعية المتعلقة بإنتاج الخلايا اللمفاوية T4 مع تحفيز إنتاج الأنترلوكين ١ Interleukin 1 إضافة إلى الخلايا اللمفاوية T8 واللمفاويات B المنتجة للأضداد.

4-تناول اللبن الخاثر الحاوي على الجراثيم اللبنية الحية سيحفز النشاط المناعي للجهاز اللمفاوي المرتبط بالجهاز الهضمي
(Gut Associated Lymphoid Tissue (GALT)).

إن الدراسات المتعلقة بتحسين الاستجابة المناعية لدى الإنسان عن طريق إعطائه مشتقات لبنية حاوية على جراثيم لبنية حية تبين بأن المرحلة الأولى في تحسين الاستجابة المناعية هي في زيادة نشاط الخلايا اللمفاوية الدوارة في الدم وزيادة قدرتها على إنتاج الأنترفيرونات .أيضاً، لوحظ سرعة في شفاء حالات الإسهالات المتسببة بفيروسات الروتا عندما تم إعطاء المرضى مشتقات لبنية حاوية على الملبِّنة الجبنية *Lactobacillus casie*. في حالة إعطاء اللبن الخاثر الحاوي على الملبِّنة الحمضة *Lactobacillus acidophilus* فقد لوحظ زيادة في قدرة البلعمة لكريات الدم البيضاء الدوارة في الدم بشكل خاص تجاه الإشْريكِيةُ القولونِية . أما عند إعطاء اللبن الخاثر الحاوي على الملبنَة الحَمِضَة وجراثيم الشقاء فقد لوحظ تحسن في الاستجابة المناعية تجاه لقاح السلْمونيلَة التيفية TY 2 وذلك عند إعطائه عن طريق الفم .

في نهاية هذه الفقرة يمكن القول بأن الجراثيم اللبنية بشكل عام و الملبِّنة بشكل خاص تحفز عند الإنسان استجابة مناعية موضعية مرتبطة بالجهاز اللمفاوي للجهاز الهضمي. حاولت دراسات عديدة إبراز الدور الذي تؤديه الجراثيم اللبنية في الحد من الإصابة بالأورام إلا أن الخلاصة النهائية لهذه الأبحاث كانت عبارة عن العلاقة بين النظام الغذائي المتبع والإصابة بالأورام .هناك العديد

من النظريات التي تحاول تفسير العلاقة بين تناول المواد الغذائية المتخمرة وانخفاض نسبة الإصابة بالأورام نذكر منها:

١ .قدرة الجراثيم اللبنية على منع تشكيل أو إنتاج مركبات مسببة للسرطان في القناة الهضمية.

٢ .تحفيز الاستجابة المناعية لدى خلايا المضيف مما يساعد في الحد من ظهور حالات السرطان.

٣ .خفض فعالية الإنْظيْمات المنتجة بوساطة النبيت الجرثومي في الأمعاء(سبق ذكرها)التي تعد من العوامل المهيئة للإصابة بالسرطانات

<u>التأثير في امتصاص الكالسيوم والأملاح الأخرى</u>

تتباين نتائج الدراسات العلمية المتعلقة ذا الموضوع بتباين النظام الغذائي الذي يتبعه الإنسان في حياته اليومية .تركز الدراسات على عنصري الكالسيوم والفسفور وذلك لأهميتهما في غذاء الإنسان . من الخلاصات التي توصلت لها الأبحاث العلمية أن:

1. إعطاء كميات زائدة أو منخفضة من المشتقات اللبنية المخمرة ليس له أي تأثير سلبي في امتصاص الأملاح من القناة الهضمية.
2. عطاء اللبن الخاثر للأشخاص المصابين بعدم تحمل اللاكتوز سيؤمن لهم القدرة نفسها على امتصاص الأملاح من دون أن يكون لزيادة الحموضة في اللبن الخاثر أي تأثير في عمل الزغابات المعوية.
3. لوحظ زيادة في امتصاص الأملاح المعدنية من القناة الهضمية عندما يستخدم اللبن الخاثر كمتمم غذائي للنظام الغذائي الأساسي للإنسان بينما لم يلاحظ هذا التأثير في نسبة امتصاص الكالسيوم. يمكن أن يفسر عدم الزيادة في امتصاص الكالسيوم من الأمعاء بأن غذاء هؤلاء الأشخاص يحتوي على نسبة مرتفعة من الكالسيوم قادرة على سد

الاحتياجات الغذائية للجسد وبذلك تمتص الزغابات المعوية حاجة الجسم ويطرح الزائد من الكالسيوم.

4 . يلاحظ بأنه لا فائدة من زيادة كمية الكالسيوم في المشتقات اللبنية عن حدود الحاجة اليومية للإنسان التي يكون بمقدور هذه المشتقات أن تغطيها.

التأثير في مستوى الكوليسترول في الدم

لا تزال نتائج الدراسات المتعلقة بهذا الموضوع تحت التدقيق والبحث المعمق لفهم الدور الذي من المحتمل أن تؤديه الجراثيم اللبنية للتأثير في مستوى الكوليسترول في الدم. إن التباين الحاصل في نتائج الدراسات يمكن أن يعزى إلى التباين في نسبة الكوليستيرول في اللبن الخاثر الذي يرتبط بالتباين الحاصل في نوعية الجراثيم اللبنية المستخدمة في التصنيع. عند الإنسان، تواجه الدراسات صعوبات في كيفية تحديد قدرة الجراثيم اللبنية على خفض الكوليستيرول وذلك بسبب صعوبة إخضاع الإنسان لنظام غذائي أساسه فقط المشتقات اللبنية.

إنتا ج عَدِيْدُ السكَّاريد Polysaccharide

تنتج بعض الجراثيم اللبنية عَدِيْدُ السكاريد خارج خلوية Exopolysaccharide (EPS) . إن عَدِيْدُ السكاريد هي عبارة عن سلسلة طويلة متفرعة من السكاكر تنتجها الخلايا الجرثومية إلى الوسط الخارجي عبر استقلابها لأنواع مختلفة من السكاكرالأحادية أهمها الغلوكوز والغالاكتوز الناتجة من حلمهة سكر اللاكتوز (الشكل ٤,١٤). تختلف عَدِيْدُ السكاريد الخارج خلوية EPS عن المحفظة الجرثومية المكونة من عَدِيْدُ السكاريد أيضاً بإنها لا تبقى ملتصقة بجدار الخلية الجرثومية وإنما تتحرر إلى الوسط المحيط بالخلية الجرثومية .تعُد عَدِيْدُ السكاريد ذات أهمية تطبيقية في صناعة الألبان بشكل خاص صناعة اللبن الخاثر .في اللبن الخاثر حيث يحتاج إلى خثرة منغلقة لا يحصل لها ظاهرة انفصال المصل، فإن عَدِيْدُ السكاريد تؤثر في قوام المنتج وخصائصه مما يؤمن للمستهلك القوام الناعم والطعم الكريمي .يمكن اعتبار عَدِيْدُ السكاريد مكثفات طبيعية biothickeners حيث إنها ناتج استقلابي للجراثيم اللبنية التي تتمتع بمعايير الأمن والسلامة

(GRAS) وبالتالي فإن وجود الذراري المنتجة لعديد السكريد يقلل الحاجة إلى استخدام المثبتات كالبكتين أو النشاء أو الجيلاتين كذلك يمكننا من إنتاج مشتقات لبنية ذات محتوى منخفض من الدهن من دون التأثير في القوام وكلها متطلبات يبحث عنها المستهلكين في الوقت الحاضر. الشكل (15.4) يبين تأثير عَدِيْدُ السكاريد والجراثيم المنتجة لها في صحة المستهلكين .تساعد عَدِيْدُ السكاريد في الشفاء من القرحات من خلال التصاقها بالغشاء المخاطي للمعدة والقناة الهضمية وكذلك زيادة قدرة الجراثيم اللبنية على التعشيش في القناة الهضمية والاستفادة من خواصها العلاجية.

لا تستخدم الجراثيم عَدِيْدُ السكاريد كمصادر للطاقة بل إن عَدِيْدُ السكاريد ذو أهمية كبيرة في حماية الجراثيم من العديد من العوامل المؤذية لها مثل العاثيات والمعادن الثقيلة والمركبات السامة والمضادات الحيوية وإنْظيْم الليزوزيم .يؤدي عَدِيْدُ السكاريد دوراً في عملية الالتصاق الجرثومي وكذلك في الارتباط فيما بين الجراثيم لتشكيل الفيلم الحيوي .يختلف الوزن الجزيئي لمركبات عديد السكريد

(أساسها سكر الغالاكتوز) بين 5 x10^5 و 10^6 دالتون. بالنسبة للمكورات اللبنية القشدية فإن إنتاج عَدِيْدُ السكاريد يتم التحكم به بوساطة جين موجود على البلاسميدات .بالنسبة للجراثيم غير المكثفة مثل العِقْدِية أَليفُة الحَرارَة *Sc. thermophilus* والملبنة البلغارية *Lb. delbrueckii bulgaricus* subsp.

فإنها تنتج أقل من ٥٠ ملغ/لتر من عَدِيْدُ السكاريد بينما الذراري المكثفة من جنس النستُق فإنها تنتج من ١٠٠ إلى ٤٥٠ ملغ/لتراً.

نظراً لأهمية عَدِيْدُ السكاريد لصحة الإنسان فإن الباحثين يعكفون الآن على التوسع في استخدام التقانات الحيوية لزيادة قدرة الجراثيم اللبنية على زيادة الكمية المنتجة منها .أضف لذلك فإن

الباحثين يبذلون جهوداً لمحاولة فهم الآلية الاستقلابية لإنتاج عَدِيْدُ السكاريد وتحديد شروط الزراعة الجرثومية المثلى لإنتاجها.

نواتج الاستقلاب الجرثومي المثبطة للنمو

إن مصطلح المركبات المثبطة لنمو الجراثيم يشمل بشكل تقليدي الأحماض العضوية كحمض اللبن وحمض الخل إضافة للماء الأوكسيجيني عند بعض ذراري الجراثيم اللبنية. حديثاً، يضاف لهذه المركبات مجموعة من البيبتيدات صغيرة الحجم التي يطلق عليها مصطلح مبيدات الجراثيم Bacteriocins. إن بحث التحكم والسيطرة بالجراثيم الممرضة في المشتقات اللبنية سيعرض لهذه الفقرة بشكل أوسع.

الفصل الخامس :صناعة البادئات

Starters Technology

مقدمة :اكتشاف البادئات

لقد بينا في الفصل السابق الجراثيم اللبنية وفوائدها في مجال الحياة سواء لتحسين أو حفظ المنتجات الغذائية أو لجهة تحسين حياة الإنسان .لقد استعمل الإنسان عملية التخمر في إنتاج العديد من المنتجات فهي استعملت لحفظ اللحوم

(اللحوم المتفسخة)والأسماك والخضروات والفواكه وكذلك في صناعة اللبن الخاثر وفي صناعة النبيذ من قبل أن يعرف الإنسان الأحياء الدقيقة ويفهم ما تقوم به من عمليات حيوية .إن أول ما جذب اهتمام الباحثين هو الرغبة في فهم عملية تخثر الحليب وإنتاج اللبن الخاثر وقد بدأت أولى الدراسات في الدانمارك من قبل Storch, 1890 ثم توالت الدراسات في أمريكا conn 1889 ثم في ألمانيا Weigmann, 1896 وكلها أجمعت على أن عملية تحويل الحليب إلى خاثر نتاج عملية حيوية تقوم بها جراثيم مسؤولة عن حموضة الحليب ومسؤولة أيضاً عن إنضاج الكريما .في عام ١٨٩٧ تم عزل العِقْدِية *Streptococcus* من قبل Von Freudenreich . أما في عام ١٩١٩ فقد بدأ عهد جديد في علوم الجراثيم بشكل عام وفي مجال الجراثيم اللبنية بشكل خاص مع نشر العالم Orla Jansen أول بحث يتحدث عن تصنيف الجراثيم وفق أسس علمية .منذ ذلك العهد بدأ تصنيف الجراثيم اللبنية لاستخدامها في المجال الصناعي نظرا لأهميتها في الحصول على منتجات بخصائص مميزة متطابقة بمرور الوقت.

تركيب البادئات

بحسب التطور التاريخي فإنه هناك نوعين من البادئات ينبغي علينا الحديث عنهما في هذا الموضع حتى نزيل لبساً يمكن أن يقع بين ما يسمى بالبادئات الطبيعية وبين البادئات المنتقاة أو المختارة.

البادئات اللبنية الطبيعية Naturals starters

لقد استخدم الإنسان البادئات الطبيعية منذ القدم ولا تزال تستخدم في وقتنا الحاضر للحصول على المنتجات التقليدية .تعرف البادئات اللبنية الطبيعية بإنها تلك البادئات التي يتم الحصول عليها من حليب لم يخضع لأي معالجة سواءً حرارية كالبسترة أو فيزيائية كعملية الترشيح الدقيق Microfiltration ويوجد منها نوعان :

- البادئات الطبيعية أَليفُة الحَرارَة T hermophiles:

البادئات لإنضاج الأجبان المطبوخة مثل أجبان (Grana Gruyereو Emmental, Sbrinz) في منطقة جغرافية تشتمل على مناطق شرق فرنسا وسويسرا وألمانيا والسويد وشمال إيطاليا . تحضر هذه البادئات بإدخال أجزاء من منفحة العجول الصغيرة في المصل المنزوع الألبومين (ينزع الألبومين بوساطة التسخين) وبذلك تتكون هذه البادئات من إنْظيْم التخثر والجراثيم اللبنية المتبقية في المصل منزوع الألبومين .هذا النوع من البادئات يمكن أن يشتمل على أنواع جرثومية متعددة مثل الملبِّنات (*Lb. fermentum, Lb. helveticus,*

Lb. delebrueckii subsp. *Lactis, Lb. delbrueckii*

subsp. Pulgaricus و Lb. acidophilus) والعِقْدِية أَليفُة الحَرارَة *Streptococcus thermophiles* وأحياناً بعض أنواع المكَورَةُ المعِوِية *Enterococcus* .

-البادئات الطبيعية أَليفُة الحَرارة المعْتَدِلَة Mesophiles : تستعمل هذه البادئات في عملية تصنيع الزبدة و كذلك في تصنيع العديد من الأجبان وخاصة تلك غير المطبوخة .هذا النوع من البادئات يحتوي بشكل رئيس على جراثيم لبنية ذات قدرة عالية على إنتا ج حمض اللبن من أجل خفض درجة التأين الهيدروجيني .يضاف إلى هذه الجراثيم غالبا جراثيم لبنية أخرى قادرة على *إنتاج مواد منكهة أو عطرية .في مجال الصناعات اللبنية يوجد أربعة تراكيب من هذه البادئات:*

– البادئ N أو O يتكون هذا النوع من البادئات من جراثيم ذات قدرة عالية على إنتا ج حمض اللبن وهي بشكل رئيس من جنس المكَورَة اللبنية.

– البادئ B أو L ويتكون هذا النوع من البادئات من جراثيم منتجة للنكهة من جنس النسْتُق.

– البادئ D يتكون من نوع واحد هو

Lactococcus lactis subsp *lactis var diacetylactis* وهي جراثيم منتجة للنكهة

– البادئ BD او LD يتكون من جراثيم من جنس النسْتُق *Leuconostoc* والنوع

Lactococcus lacti s subsp *lactis var diacetylactis* من جنس المكَورَة اللبنية.

البادئات اللبنية المنتقاة أو المختارة

هذا النوع من البادئات يتكون من ذرية جرثومية واحدة أو خليط من الذراري التي عزلت وصنفت في المخبر .نقصد بذرية جرثومية نقية مجموع الخلايا الجرثومية المشكلة لمستعمرة جرثومية واحدة معزولة بمفردها على طبق بتري يحتوي على وسط من الآجار المغذي وهذا يعني بأن المستعمرة الجرثومية قد تشكلت انطلاقاً من خلية جرثومية واحدة.

الشكل التقليدي للبادئات

في الشكل التقليدي يتم الاستفادة من الأثر المتبقي في الأواني من أجل زيادة الحمولة الجرثومية وتسمى هذه التقنية بتقنية الأثر المتبقي وخير مثال على هذا هو استعمال آنية وقوالب من الخشب في صناعة الأجبان (كالعكاوي أو البلدي في سورية وجبن ال Salers في فرنسا). تقوم هذه التقنية على أساس أنّ جزءا من المنتج أو أثراً منه يمكن أن يبقى على الآنية وبالتالي سينتقل بعدها مباشرة إلى الحليب في اليوم التالي .حديثا تم استخدام طرق جديدة تقوم على استعمال البادئات المحضرة في المخابر على شكل سائل أو مجفد حيث يؤخذ جزء من البادئ ثم يتم تحضير خثرة

من هذا البادئ في المزرعة ثم تقسم الخثرة إلى تسعة أجزاء بحيث يستعمل كل جزء لإنتاج كمية من البادئ كافية بحسب كمية الحليب المعد للإنتاج.

- البادئات المركزة أو المكثفة

بدأ استعمال هذا النوع من البادئات مع بداية السبعينات من القرن الماضي على شكل بادئات مجمدة حيث يتم بوساطة التثفيل ترسيب الخلايا الجرثومية ثم يضاف إليها وسطاً مغذياً بحسب التركيز المراد الحصول عليه وبعدها تنقل الأنابيب إلى التجميد حيث تحفظ .في الوقت الحاضر أصبح من النادر استخدام هذا النوع من البادئات حيث أصبح استعمال تقنية التجفيد (تجفيف بالتجميد) Lyophilisation شائعاً في تحضير البادئات. من ميزات البادئات المركزة أو المكثفة إنها تمكن المنتجون من الحصول على منتجات ذات خواص متطابقة مع مرور الوقت وكذلك تلغي الحاجة لوجود قسم خاص في المصنع لتحضير البادئ قبل الاستخدام بحيث يمكن إضافتها مباشرة إلى الحليب.

خصائص الذراري الجرثومية المنتقاة

في المرحلة الأولى من العمل لإنتاج بادئ جرثومي، يقوم فريق عمل بعزل عدد كبير من الذراري الجرثومية .ليس كل هذه الذراري المعزولة من الممكن استخدامها في صناعة البادئات لذلك لابد من وضع أسس نقوم على أساسها بعملية انتقاء الذراري الأكثر ملائمة للواقع والهدف الذي نريد تحقيقه .يمكننا أن نحدد مجموعتين من الصفات أو الخصائص للذراري الجرثومية التي نقوم على أساسها بعملية الانتقاء.

تحضير وإكثار البادئات في أماكن الاستعمال

كما أشرنا سابقاً، فإن الإنسان ظل لفترة من الزمن يستهلك المنتجات اللبنية أو الزراعية المتخمرة من دون أن يستطيع فهم وآلية إنتاجها وماالعوامل التي تؤثر في هذا الإنتاج . في الحقيقة حتى بداية القرن الماضي، ظلت صناعة المنتجات اللبنية في أوربا تعُد حرفة لا تقوم على أساس علمي ولم

تكن بعد بدأت الدراسات حول الجراثيم اللبنية وما يمكن أن تحدثه من تبدلات في الحليب .إن تقنية الأثر المتبقي شكلت أول مرحلة من مراحل استخدام البادئات وإكثارها كما أشرنا إلى ذلك عندما تحدثنا عن البادئات التقليدية .يتمثل الهدف من تحضير وإكثار البادئات في أماكن الاستخدام بالحصول على الكميات المطلوبة للاستخدام وحفظ التنوع والتوازن الجرثومي الذي كان موجوداً في البادئ الأم بالإضافة إلى المحافظة على نشاط الخلايا الجرثومية العالي(إنتاج حموضة، إنتاج مواد عطرية، إنتاج غازات، حلمهة بروتينات.....الخ) بحيث نحصل على منتجات لبنية متطابقة خلال أيام الإنتاج المختلفة.

تحضير البادئ الأم

تتم عملية تحضير البادئ الأم في المخابر المختصة .فهي تتعلق بالتعامل مع حجم معين من الجراثيم ثم العمل على إكثار هذا الحجم بوساطة الأدوات المستخدمة في المخابر من أوساط زراعة، مثفلات وأجهزة تجفيد وأشخاص مدربين ليتم الحصول على المنتج النهائي.

١ .***جراثيم البادئ ووسط الزراعة*** :في مجال الصناعات اللبنية التقليدية، فإنه يتم التركيز على المجاميع الجرثومية الطبيعية التي تحضر بحسب الوصفات التقليدية التي تختلف من مكان إلى آخر .في الوقت الحاضر في أوربا، يتم الاعتماد على المخابر لتخليق مزيج من الذراري الجرثومية المنتقاة التي يمكن استعمالها للغرض نفسه ويحفظ هذا المزيج بوساطة التجفيد حتى وقت الاستعمال .يستخدم حليب البودرة منزوع الدسم الخالي من الم واد الكابحة للنمو في تحضير البادئ الأم .يتم تحضير الحليب بحل ١١٠ أو ١٢٠ غ من البودرة في لتر من الماء المقطر ثم يعقم الحليب على درجة حرارة بين ١١٠–١١٥ م°. أن زيادة كمية بودرة الحليب المضافة عن ١٢٠ غ/لتر ليس له أي تأثير معنوي على النمو بل على العكس فإنه يجعل عملية تحضير البادئ أصعب .بالمقابل، فإن إضافة خلاصة الخميرة بتركيز ٣ إلى ٥ غ/لتر يحسن من نمو الجراثيم التي تطلب في نموها مصدراً جاهزاً من الآزوت.

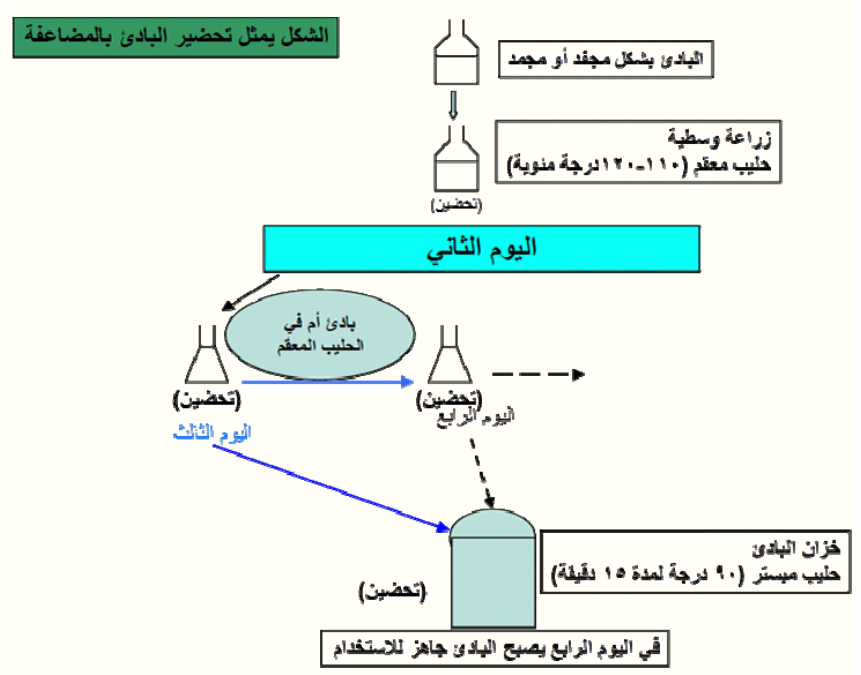
2- ***طرق تحضير البادئ الأم والبادئ الخاص بالتصنيع*** :

إن أفضل طرق التحضير هي تلك التي تحتاج إلى مراحل أقل من العمل التي تتطلب أقل تدخل ممكن من الأشخاص وذلك لتجنب التلوث .لكن هذا يتعلق بكل مزرعة وبعدد الأشخاص المتوافرين والأدوات المستخدمة.

توجد الجراثيم المخصصة للبادئ عادة بشكل مجفد أو سائل مجمد لذلك من الضروري إجراء مرحلة من الزراعة – نسميها زراعة وسطية –تحت شروط محددة من الحرارة والزمن بحيث نحافظ على التوازن بين الذراري المشاركة في تشكيل الخليط وبالوقت نفسه تستعيد هذه الجراثيم قدرتها على النمو في الحليب .هناك طريقتان معتمدتان من أجل تحضير البادئ الأم.

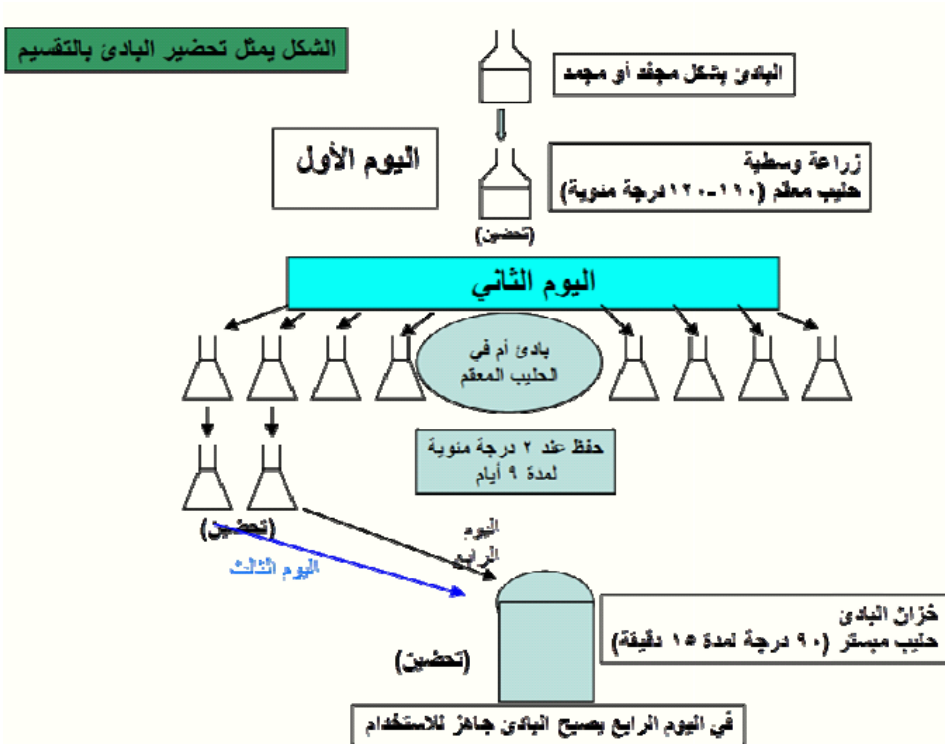
الطريقة الأولى :تسمى تحضير البادئ عن طريق التقسيم حيث إن هذه الطريقة من أفضل الطرق التي تؤمن الحصول على بادئ أم بأفضل جودة .هي طريقة سهلة التطبيق يمكن تطبيقها في مزارع إنتاج بكل سهولة ويسر، وتكون نسبة خطر التلوث فيها وعدم الحصول على خليط جرثومي متوازن نسبة ضعيفة .

في حالة الرغبة بالمحافظة على الذراري نقية أو على الخليط من الذراري فإنه يجب إجراء مرحلة ثانية من الزراعة الوسطية في أنابيب حاوية على ١٠ إلى ٢٠ مل من الحليب المعقم المضافة له جراثيم البادئ بنسبة ١٠ % ثم توضع الأنابيب في الثلاجة على درجة حرارة بين – ٣٥ و –٤٥ م °حيث تحفظ لفترة لا تتجاوز ٣ أشهر أو على درجة حرارة بين– ٨٠ و –١٩٦ م°حيث تحفظ لعدة سنوات. من أجل كل زراعة أو تحضير، يكفي إخراج أنبوب من الثلاجة وأتبع خطوات التحضير المبينة بالشكل التالي



الطريقة الثانية تسمى طريق التحضير بالمضاعفة

حيث إن هذه الطريقة تتطلب إمكانيات أقل من حيث التجهيز والمعدات ولكنه يعاب عليها بأنه يوم بعد يوم من التحضير تزداد الخطورة من حدوث تلوث جرثومي للبادئ وفي حالة البادئات المختلطة يحدث خلل التوازن بين نسبة الذراري المشكلة للبادئ. الشكل التالي يمثل تحضير البادئ بالمضاعفة .



بالنسبة لشروط التحضين ، فهي تختلف بحسب نمط الذراري المطلوب إكثارها. بشكل عام، بالنسبة للجراثيم أليفُة الحَرارَةِ المعْتَدِلَة فإن التحضين يتم على درجة حرارة ٢٤ أو ٢٥ م°لمدة ١٠ إلى ١٢ ساعة وهذا يعني حتى الوصول إلى Ph بين 4.7 و 4.8 بينما بالنسبة للأنواع أليفُة الحَرارَةِ فيتم تحضينها على درجة حرارة بين ٤٢-45 م°حتى الحصول على تخثر في للحليب و pH بين 5.1 و 4.8

مراحل تحضير البادئ

١- **انتخاب الحليب** :ذكرنا بأنه يفضل أخذ الحليب البودرة لتحضير المرحلة الأولى من البادئ، لكن في حال تعذر ذلك ينتقى الحليب من أبقار سليمة غير مصابة بأي نوع من الالتهابات ولم تعط مضادات حيوية أو مواد مانعة لنمو الجراثيم .كما هو معلوم يطرح جزء من المضادات الحيوية مع الحليب وبالتالي سيعيق نمو جراثيم البادئ .كما أنه يجب أن يكون الحليب طازج اً ولم يحدث له تحلل دهني بفعل إنْظيْم الليباز حيث إن الأحماض الدهنية تؤدي لمنع نمو الجراثيم اللبنية .يجب ألا تقل نسبة المادة الصلبة الكلية في الحليب عن ١١%.

٢- **معاملة الحليب بالحرارة** :يفضل بالنسبة للحليب الذي سيتم استخدامه في المرحلة الأولى من التحضير أن يكون معقم ا كما أشرنا سابقاً .أما الحليب المستعمل في المراحل اللاحقة فيفضل أن يكون مبستراً .يبرد الحليب مباشرة إلى درجة حرارة التحضين لمنع ظهور اللون الكريمي في الحليب نتيجة لحرق السكر.

٣- **توزيع الحليب في زجاجات أو عبوات خاصة** :يجب أن تكون نظيفة معقمة قبل توزيع الحليب فيها .يجب التأكد من خلو الزجاجات من آثار المنظفات.

٤- **زرع البادئ** :تتراوح كمية البادئ عند الزرع بين ٥ و ١٠ % من كمية الحليب المضاف إليه . تختلف كمية البادئ المضاف بحسب نوع الجراثيم المستعملة وحالة البادئ عند الزراعة.

٥ -.**التحضين** :وهي عبارة عن عامل الحرارة والزمن اللازمان لنمو البادئ ولتصل درجة الحموضة إلى الدرجة المطلوبة كما أشرنا سابقاً .

٦ - **التبريد** :بعد الوصول إلى درجة الحموضة المطلوبة، يبرد وعاء تحضير البادئ إلى درجة حرارة ٢ م °ويحفظ البادئ عندها لحين الاستخدام. بشكل عام يفضل عدم حفظ البادئ لفترة أطول من أسبوع إلى ٩ أيام إنه يبدأ بفقدان فعاليته.

المسؤولية الشخصية في تحضير البادئ

إن الشخص الذي يتولى مهمة تحضير البادئ يجب أن يكون مدرك اً لأهمية العمل الذي يقوم به . يجب أن يكون هذا الشخص حاصلا على كل المعلومات اللازمة في صناعة البادئات وطرق تحضيرها كذلك يجب أن يمتلك المعلومات المعمقة حول المشكلات التي يمكن أن يتعرض لها في أثناء تحضير البادئات وما المخاطر التي يمكن أن تحصل في حال الخلل في التطبيق أو حصول أي نوع من التلوث.

كذلك هذا الشخص هو المسؤول عن العلاقات بين الشركات أو المخابر المزودة للذراري وتلك المزودة لأوساط الزراعة الجرثومية .أيضاً المخبر الذي يحضر البادئات يجب أن يعلم ما هي حاجة منتجي المنتجات اللبنية من البادئات من حيث النوعية والكمية .من أجل التأكد بأن إدارة الإنتاج للبادئات وتحسين المنتج عبر الوقت فإن إدارة المخبر يجب أن تسجل كل المعلومات التالية في سجلاتها:

١ .مصدر الذراري الجرثومية المستخدمة وتاريخ تصنيفها.

٢ .تركيب المنبت الجرثومي المستخدم وشروط تعقيمه.

٣ .شروط التحضين وكيفية المحافظة على التوازن بين الذراري الجرثومية في حالة البادئات المختلطة

٤ .تطور منحنى ال Ph وكذلك منحنى الحموضة.

٥ .نتائج التحليل المخبري من أجل التحكم بالعاثِيَات.

٦. الكمية التي يجب إضافتها من البادئ إلى الحليب، نمو البادئ في الحليب أثناء التصنيع، حالات الفشل في النمو، العيوب التي يمكن أن تظهر في المنتج حتى نهاية تاريخ الصلاحية للاستهلاك.

– في النهاية أحب التأكيد بأنه لا نزال في بلدنا نعاني من جهل ونقص في المعلومات حول البادئات تركيبها وكيفية استخدامها ودورها في المنتجات اللبنية لدى الغالبية من منتجي المنتجات اللبنية وربما لدى العديد من الدارسين الذين يقع على عاتقهم مراقبة صحة المنتجات اللبنية .لذلك أهيب بكم أن تدركوا بأنه بقدر الأهمية العلمية والتصنيعية للبادئات هناك أهمية اقتصادية مادية يمكن أن تجنى لدى المبتدئين في حياتهم العملية .يجب أن نتذكر دائماً بأننا في البداية مسؤولون

صحيون يقع على عاتقنا تأمين غذاء سليم صحياً ويحتفظ بقيمته الغذائية الكاملة وأن المنفعة المادية هي أمر ثانوي يأتي في مرحلة لاحقة.

صناعة الأجبان

Cheese Processing

.مقدمة

في هذه المحاضرة سنتكلم عن عموميات في صناعة الاجبان دون الخوض في تفاصيل جميع المراحل للتصنيع وذلك نتيجة لضيق الوقت وما تمثله صناعة الاجبان من محيط كبير يحتاج لبحارة مهرة للخوض فيه ويلزمهم الزمن والصبر للوصول الى شاطئ السلامة. تتعلق عملية تصنيع الأجبان بأقدم الطرق التي استخدمها الإنسان للحفاظ على المكونين الرئيسين في الحليب(البروتين والدهن)لفترة زمنية طويلة مع المحافظة على قيمتهم الغذائية والسلامة الصحية للمنتج الحاوي عليهما. يعرف الجبن حسب المواصفات القياسية الفرنسية لعام 1988 على أنه مشق حليبي متخمر او غير متخمر منضج او بدون انضاج تم الحصول عليه بالاساس من مواد حليبية المنشأ (حليب كامل او منزوع الدسم ، كريما او زبدة) تستخدم بشكل مفرد او مشترك وتتم عليها عملية التجبن من اجل التخلص من جزء من ماء المزيج. أذا الجبن هو عبارة عن عملية تركيز العناصر الاساسية في الحليب تحت تأثير الحموضة او انزيمات التخثر (التجبن)

تمر عملية تصنيع الجبن بخمس مراحل أساسية وهي:

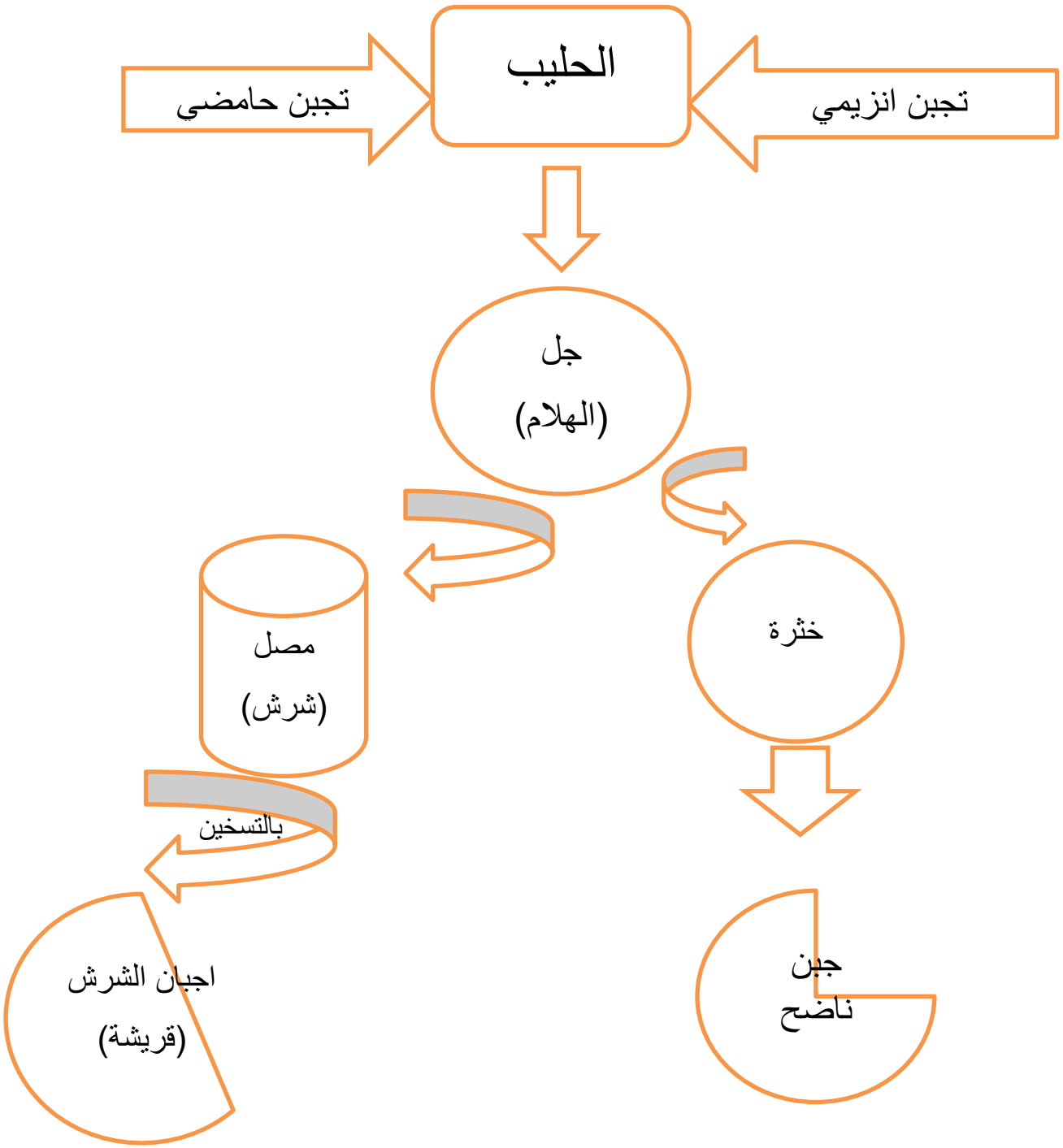
١ .الضبط (معايرة)المزيجStandardisation

٢ .التجبين(التخثر)إنْظيْمي أو حامضي.

٣ .التصفية (التقطير)ونزع المصل

٤ .التمليح(بحسب نوع الجبن)

٥ .الإنضاج أو التسوية


الحليب
تجبن حامضي
تجبن انزيمي
جل
(الهلام)
مصل
(شرش)
خثرة
بالتسخين
اجبان الشرش
(قريشة)
جبن
ناضح

مخطط يبين المراحل الاساسية لصناعة الجبن

أولا:ضبط أو تجهيز الحليب من الناحية الفيزيائية والكيميائية والجرثومية لصناعة الجبن:

تهدف عملية الضبط لمكونات الحليب في بداية عملية تصنيع الجبن إلى المحافظة على طبيعة العمل للحصول على منتج جيد ذي نوعية وخصائص متطابقة عبر الزمن وبمردود إنتاجي مقبول . كما بين الدكتور عمار في القسم الأول من كيمياء الحليب بأن الحليب عبارة عن وسط معقد ومتغاير التركيب وأن هناك مجموعة من العوامل التي تؤثر في تركيبه مثل الحلابة وعمر الحيوان والفصل وموسم الحلابة والتغذية والعرق..... الخ .نتيجة لهذا الاختلاف في التركيب يحدث اختلاف في الخصائص التصنيعية في معامل الإنتاج مما يجعل من عملية الضبط للحليب في بداية سلسلة التصنيع عملية ضرورية للتخلص من هذه الاختلافات وللمحافظة على خصائص تصنيعية واحدة .في عملية الضبط يتم التركيز في البداية على: نسبة البروتين في المزيج وتصحيح التغيرات التي قد تنشأ عن الاختلاف في تركيب الحليب .تهدف عملية تصحيح المحتوى البروتيني للحليب إلتحسين خواص التجبن للحليب وبالتالي تحسين المردود الإنتاجي في صناعة الأجبان .

بشكل عام، ينصح بضبط معدل البروتين في صناعة الأجبان بين ٣٥ و ٤٠ غ/لتراً من الحليب.

ايضا يتم العمل على ضبط نسبة الدهن في المزيج المعد لصناعة الجبنة وفق المواصفات القياسية (حيث يطلب نسبة الدهن بالنسبة للمادة الجافة) وبحسب النسبة بين البروتين والدهن الخاصة بكل نوع من أنواع الأجبان.

يتم إضافة كلور الكالسيوم $cacl_2$ الى الحليب بمعدل 10 – 20غ /١٠٠ ل ترا من الحليب وذلك لتصحيح الاضطراب الذي قد يحصل في نسبة الكالسيوم نتيجة لتبريد الحليب أو المعاملة الحرارية له .إن إضافة كلور الكالسيوم يؤدي لتحسن في قوام الخثرة الناتجة نتيجة لتعديل النسبة بين الكالسيوم المنحل والكالسيوم المرتبط.

تقوم مصانع الأجبان بإجراء عملية ضبط لPH الحليب وذلك حسب نوع الجبن المراد إنتاجه حيث تساعد عملية ضبط الحموضة على تحديد الزمن اللازم للتصنيع ودرجة التخلص من الأملاح في الخثرة .يتم ضبط الحموضة إما عن طريق الإنضاج بالجراثيم أو بالإضافة المباشرة
أو بإضافة GDL للأحماض مثل الغلوكانولاكتون او حقن غاز Co_2 أو باضافة بروتينات المصل .
بالنسبة لعملية الضبط الجرثومي كما أسلفنا تستعمل المعامل تقنيات متعددة للتخلص من الجراثيم الموجودة في الحليب الخام مثل البسترة والتصفية فائقة الدقة وعملية التثفيل الجرثومي ثم يتبع ذلك عملية إضافة لجراثيم البادئ المنتقاة . في هذه العجالة سنذكر هنا وبشكل موجز عملية انضاج الحليب من اجل الحصول على درجة ال PHالمطلوبة حيث يوجد نوعان من الإنضاج للحليب :

اولا:الإنضاج البطيء :حيث يترك الحليب لليلة كاملة على درجة ١٦ م.° في هذا النوع من الإنضاج، يستفاد من الكائنات الحية الموجودة في الحليب الطبيعي .أما إذا كان المحتوى الجرثومي للحليب ضعيفاً فإنه يضاف له بادئات حمض اللبن .إن الإنضاج على درجة ١٦ م °يحدد طبيعة الجراثيم اللبنية القادرة على التكاثر وإنتا ج الحموضة) جراثيم أليفة الحرارة المعتدلة حيث يبلغ عددها في نهاية فترة إنضاج الحليب نحو 10^6 \ UFCمل وتكون درجة ارتفاع الحموضة ضعيفة1−2 D
أن هذه الطريقة قديمة واستعمالها محدود وتستخدم عادةً في تصنيع الأجبان
من الحليب غير المبستر للاستفادة من خواص الجراثيم الموجودة في الحليب.

ثانيا− الإنضاج السريع :يضاف إلى الحليب 0.5 – 1 من الجراثيم اللبنية قبل ساعة من إضافة المنفحة .تتأثر درجة الحموضة بنوع الجراثيم
المضافة ودرجة الحرارة التي يتم عليها إنضاج الحليب ويستخدم عادةً
إضافة نوعين أو أكثر من الجراثيم اللبنية حيث إن النوع الأول ينشط
ويتكاثر أثناء فترة التجبن على درجة ٣٤ م °أما النوع الثاني فينشط
ويتكاثر خلال مرحلة إنضاج الأجبان وخاصة المضغوطة لإنها تحتاج إلى
فترة إنضاج طويلة(أكثر من ٤ أشهر)

ثانيا: .الحصول على الخثرة (عملية التجبن حامضي او انزيمي)

تخثر الحليب بالطريقة الحامضية يتم فيها خفض PHالحليب ويكون :

إما مباشرة بإضافة حمض كلور الماء :حيث يحمض الحليب على درجة حرارة ٤ م °بإضافة حمض كلور الماء .إن الحليب لا يتخثر على تلك الدرجة وإنما يصبح سميكا ويحصل على الخثرة عند تسخين الحليب على ٧٥ م .°تستخدم هذه الطريقة بإنتاج جبنة الكوتج Cottage وجبنة الموزاريلاMozarella .إن هذا النوع من الأجبان لا يحتاج إلى إنضاج . ويحضر بشكل سريع حيث يمكن تصنيعها خلال ٣٥ دقيقة للحصول على الخثرة وغسلها .الخثرة الناتجة تكون هشة وطرية وتحتوي على نسبة عالية من الكالسيوم المحتجز ضمن الخثرة مقارنة بالأجبان المحضرة بطريقة التجبن الإنْظيْمي بالمنفحة.

أو بالتحميض غير مباشر باستخدام اللاكتون :إن إضافة مادة جليكونودلتالاكتون إلى الحليب نحصل على خثرة حامضية ذات طعم حامضي لطيف نتيجة إنتاج حمض الغليكونيك CH2(OH)CHOHCOOH الناتج عن التحلل البطيء لمادة جليكونودلتالاكتون الذي يخفض درجة حموضة الحليب إلى PH = 4.5 الحصول على الخثرة الحامضية باستخدام الجراثيم اللبنية :

لقد تم شرح هذه الطريقة قسم كيمياء الالبان المتخمرة.

التخثر بالمنفحة : تم شرح ميكانيكية التخثر بالمنفحة في قسم كيمياء الالبان

الانزيمات المخثرة للحليب:

تستخدم الإنْظيْمات ذات المصدر الحيواني(معدة العجول) في صناعة الأجبان أما الإنْظيْمات الأخرى البنكرياسية مثل التربسين والكيموتربسين لا تستخدم في هذه الصناعة بسبب عدم تخصصها في تحليل الروابط الببتيدية إضافةإلى قوة فعاليتها ويمكن تقسيم الإنْظيْمات المخثرة بحسب مصدرها إلى:

أ- الإنْظيْمات المستخلصة من معدة العجول

الرينين أو الكَيموسين أو المنفحة Chymosin : ان فعالية المثلى للكيموزين تتم في وسط حامضيPH = 5.5 ويوجد هذا الانزيم في معدة صغار الحيوانات المجترات (العجول والخراف)

غير المفطومة. يعتبر الانزيم الاساسي والفعال للمنفحة . يفرز هذا الانزيم على شكل طليعة الكيموزين من الجدار الداخلي لمعدة هذه المجترات ويتحول الى انزيم فعال عند وجوده في وسط حامضي حيث يحدث انفصال للمجموعة البيبتيدات القاعدية الموجودة في القسم النهائي الازوتيوبالتحديد الرابطة N44 نتيجة لوجود عنصر لهيدروجين في الوسط . ان هذا الانزيم ذو اختصاص عالي في تحليل وقطع الروابط الببتيدية . يؤثر هذا الانزيم على بروتين كابا كازئين على مستوى الرابطة الببتيدية 105 – 106 ويحدث تحلل لهذا البروتين حيث يتحرر نتيجة لذلك غليكوماكروببتيد Glycomacropeptide (GMP) أو كازئينوماكروبيبتيد Caseinmacropiptide (CMP) وهذا الجزيء يحتوي على نسبة مرتفعة من الجذور الامينية الاليفة للماء مع الباراكازئين الذي يظهر وكأنه كاره للماء.

إنْظيْم الببسين

.انزيم فعال على درجة حموضة ph = 2 وهو الانزيم السائد في معدة المجترات ومعدة العجول المفطومة ويوجد في معدة الابقار على شكل ببسين 2 . فعاليته تشبه الكيموزين ولكنه يعطي خثرة سيئة نظرا لفاعليته على درجة حموضة PH أعلى من 6.8 يستخدم مع المنفحة على شكل خليط 20 او 50 %

جاسترزين Gastriesine ويدعى ايضا ببسين 1 او ببسين B كميته ضعيفة وخصائصه قريبة من ببسين 2.

.

ب-إنْظيْمات من أصل جرثومي

تم استخلاص من بكتيريا .B.subtilis و B.cereus وغيرها ان استخدام هذه الانزيمات ضعيف جدا نظرا لفعاليتها في تحليل البروتينات مما يؤدي الى انتاج خثرة ضعيفة

ت-انزيمات من اصل فطري

وتستخلص من فطر *Endothia parasitica* وهو عبارة عن فطر يتطفل على شجر السنديان او فطر *Mucor miehei* وهو فطر موجود في التربة . تستخدم انزيمات هذه الفطور في صناعة الاجبان وخاصة نوع mucor مع العلم انه يجب استخدام هذه الانزيمات بعد التاكد من ان هذه الفطور لا تنتج مواد سامة وخاصة السموم نوع الفا a–toxin

ث–إنْظيْمات من أصل نباتي

إن هذه الإنْظيْمات لها القدرة على تخثير الحليب وتحليل البروتينات ولكن استخدامها الصناعي ضعيف أو حتى معدوم نظر اً لفاعليتها ودم اختصاصها العالي بالاضافة الى اعطاء خثرة من النوع السيء من ناحية القوام بالإضافة إلى الطعم غيرالمقبول ومن أهم هذه الإنْظيْمات

الفيسين Ficine ويستخرج من شجرة التين. بروميلين Bromelineويستخرج من ساق الأناناس .

العوامل التي تؤثر في تخثر الحليب إنْظيْميا

1- **المعاملات الحرارية** : ان الحليب المستخدم في صناعة الاجبان يجب ان يكون مبسترا حسب القوانين والاعراف الدولية بهدف القضاء على الجراثيم الممرضة . هناك بعض الاستثنائات لتصنيحع الاجبان من الحليب الخام ولكن تبقى الصعوبة لهذه الاجبان في تصديرها الى دول اخرى وخلوها من المسببات المرضية.

بشكل عام تتم بسترة الحليب المعد لصناعة الأجبان على ٧٢ م °مدة ١٥ ثانية ان هذه المعاملة الحرارية تسبب تاخرا في عملية تخثر الحليب وتكون الخثارة الناتجة اقل قساوة في حال استعمال الحليب المبستر ويعود السبب في ذلك الى الترسي الجزئي لفوسفات الكالسيوم اضافة الى تشكل معقد من الالبومين والغلوبولين المصل مع k– كازئين بفعل عملية البسترة يعتقد ان هذا المعقد له تأثير مثبطا لعمل انزيم المنفحة يمكن تصحيح لك بأضافة 0.1 – 0.2 غ من كلور الكالسيوم لكل ليتر من الحليب المبستر قبل اضافة المنفحة.

2- **تبريد الحليب** :إن عملية جمع الحليب من المزارع في أوربا تتم كل يومين أو ثلاثة لذلك يتم تخزين الحليب وحفظه في المزارع على درجة حرارة 3 –4 م إن تبريد الحليب يؤخر عمل انزيم المنفحة ذلك بسبب التغيرات الفيزيائية التي تحدث للحليب المبرد وبشكل خاص التغيرات الفيزيائية على الكازئين والأملاح المعدنية حيث إن التبريد يسبب زيادة في ذوبان– β.كازئين الذي يغادر الحالة الجسيمية إلى الحالة الذائبة حيث إن نسبة الكازئين الذائب على درجة حرارة 20 –25 م تقدر ب 4 – 6 % مقارنة ب 15 – 16 % عند حفظ الحليب على ٤ م .°إن حفظ الحليب على ٤ م مدة ٢٤ ساعة ينتج عنه إذابة ١٨ % من – βكازئين ، 5% αS– كازئين ، 5 % من k– كازئين. من ناحية اخرى فان تبريد الحليب على 4 % يزيد وبشكل معنوي من محتوى الكالسيوم والفوسفات المعدنية الذائبة. بعد حفظ الحليب على درجة حرارة 4 م لمدة 48 ساعة يؤدي الى زيادة الكالسيوم الذائب والكالسيوم الإيوني بنسبة 10 –20 %و 8– 10 % زيادة من الفوسفور المعدني .إن هذه النتائج متعلقة بذوبان فوسفات الكالسيوم الأحاديةCaHPO4 على درجة الحرارة المنخفضة التي تؤدي بشكل غير مباشر إلى نقص حجم جسيمات الكازئين وزيادة إماهتها.

إن التغيرات الفيزيائية عكوسة فترك الحليب على درجة حرارة ٢٤ م °مدة يوم يسمح بالحصول على الصفات الفيزيائية للحليب قبل حفظه 2 – 4 م مدة يومين يمكن إعادة الجزء الذائب من الاملاح الى الحالة الغروية. بينما بالنسبة ل β –كازئين لا يمكن ان يعود الى حالته الاصلية وموقعه ضمن جزيئات الكازئين.

<u>الإجراءات التي تستخدم لتصحيح تخثر الحليب المبرد منها</u>:

يمكن اعتبار هذه الاجراءات عامة لتحسين تخثر الحليب والحصول على خثرة ذات قوام وتماسك جيد ومن اهم هذه العوامل :

☒ إضافة0.2 غ من كلور الكالسيوم لكل لتر حليب مبرد يؤدي الى خفض وقت التخثر وزيادة قوة الخثرة مع خفض نسبة الفقد في الخثارة.

- ☒ تسخين الحليب على درجة ٤٥ م °مدة 1.5ساعة يلغي إضافة كلور الكالسيوم ويسمح بتنظيم سرعة تكوين الخثرة.
- ☒ خفض ال PH يساعد على تكوين خثرة متينة وخفض الوقت اللازم لعملية التخثر ويتم ذلك بأضافة 0.1 % من الجراثيم اللنية وتحضين الحليب على 10 – 12 م مدة 15 ساعة.
- ☒ رفع نسبة البروتين في الحليب ويتم ذلك:

-إما بتركيز الحليب بنسبة10 % بوساطة الترشيح فوق العالي Ultra-filtrationوهذا ما يؤدي إلى الحصول على خثرة متينة ويقلل نسبة الفقد في الخثرة في المصل بمقدار ٢٠ %

-أو بإضافة حليب البودرة إلى الحليب بنسبة 10 – 20 % بالإضافةِ إلى كلور الكالسيوم يساعد على تحسين نوعية الخثرة وقابلية التخثر بالمنفحة.

ثالثا:تركيز الإنْظيْم في الوسط :إن زيادة إنْظيْم المنفحة تتناسب عكساً مع زمن التخثر فكلما كانت كمية الإنْظيْم المضافة أكبر كلما كان زمن التخثر أقل وذلك ضمن الحدود الطبيعية لتلك العملية ويمكن أن يُعبّر عن ذلك بالعلاقة التالية: $T=K\ 1\backslash E$

حيث :K:ثابت ، E:كمية انزيم المنفحة ، T: الوقت اللازم للتخثر.

ان هذه العلاقة صالحة على درجة حرارة بين 25 – 40 م وضمن التراكيز المناسبة فأن تخثر الحليب يكون بين 2 -40 دقيقة

رابعا:عوامل غير مباشرة :

تركيز المنفحة في الخثرة تبعا لل Ph: ففي الوسط الحامضي ال ph=5.2 تحتفظ الخثرة على 80 % من كمية المنفحة المضافة في حين على Ph=6.4 فأنها تحتفظ على حوالي 5 %.

كل العوامل التي تخفض مستوى الكالسيوم الشاردي المرتبط بالكازئين مثل المركبات المرسبة للكالسيوم وبالتالي تأخر عملية التخثر وهذا ما يحدث عندما تصل PH الى نقطة التعادل الكهربائي 4.6 = ph فأن الحليب لا يتخثر بالمنفحة نتيجة تحول فوسفات الكالسيوم الثلاثية المرتبطة بالكازئين من الحالة الغروية الى الحالة الذائبة .كما لوحظ ان انخفاض ال ph ضمن حدود تساعد عملية التخثر وقد اثبتت الدراسات ان الحليب يحتاج الى 200 ثانية للتخثر على ph=6.7 تحت نفس الظروف فأنه يحتاج الى 50 ثانية على ph=6.1 30 ثانية على ph=5.7 ولكن عند ph=4.6يقف فعل المنفحة في تخثير الحليب وتشكيل الخثرة.

ثالثا: عملية التقطير (فصل الشرش)

تتعلق عملية التخلص من المصل(الشرش) من الخثرة بشكل أساسي بطريقة

التجبن المتبعة للحصول على الخثرة(تجبن حامضي أم إنْظيْمي).

تتميز عملية التخلص من المصل في الخثرة الناتجة عن التجبن الحامضي بإنها بطيئة وتنتج عنها خثرة غير متجانسة وتكون فيها الخلاصة الجافة متوسطة نتيجة لصعوبة التخلص من المصل .

الخثرة الناتجة عن التجبن الحامضي تتميز بإنها لا تتحمل الضغوط الميكانيكية .

تتميز الخثرة الناتجة عن التجبن الإنْظيْمي بترابطها ومرونتها وكذلك

بمساميتها العالية . يتم التخلص من المصل في هذا النوع من الخثرة بسرعة بعد

إجراء عملية التقطيع والضغط والتمليح

في الجدول التالي بعض الفروق بين الخثرة الحامضية والخثرة الإنْظيْمية

المعطيات	طبيعة الخثرة	
	تجبن حامضي	تجبن انزيمي
التقطير	ضعيفة	عالية

المحتوى من الماء	عالي	ضعيف
المحتوى من الاملاح	ضعيف	عالي
القدرة الدارئة	ضعيفة	عالية
المحتوى من اللاكتوز المتبقي	عالي	ضعيف
بنية الكازئين	مفككة	بقاء الحالة الجسيمية
PH	حامضي< 4.6	عالي > 5.00
القوام	بلاستيك ،هشة	مطاطة ،ثابتة
مدة الحفظ	عدة اسابيع	عدة شهور

<u>ان انفصال الشرش عن الخثرة يتأثر بعوامل اما ان تكون مباشرة اوغير مباشرة :</u>

<u>العوامل المباشرة المؤثرة في عملية التقطير:</u>

1-المعاملات الحرارية :إن ارتفاع درجة الحرارة يزيد من انفصال الشرش.

أثبتت التجربة أنه خلال ساعة واحدة يمكن الحصول على مادة جافة ٥٤ % إذا تم انفصال الشرش على ٥٠ م ٥ .في حين أن نسبة المادة الجافة تصل إلى ٣٥% إذا تم الانفصال على درجة حرارة ٢٣ م .°لذلك فانه للحصول على أجبان ذات محتوى مرتفع من المادة الجافة (60%) يتم التخلص من الشرش على 55م .

أما في حال الرغبة بالحصول على أجبان طرية ذات نسبة ضعيفة من المادة الجافة 20% فان انفصال الشرش يتم على درجة20 م ٥

2-العوامل الميكانيكية (تقطيع الخثرة ، تقليب الخثرة ، وضع الخثرة في قوالب و ضغطها)

كل هذه العوامل تزيد من سرعة انفصال الشرش .بعد الحصول على الخثرة يتم تقطيعها إلى مربعات مناسبة بوساطة أسلاك أو سكاكين بهدف زيادة سطح الخثرة التي تساعد في انفصال الشرش .نلجأ إلى تحريك قطع الخثرة للمساعدة في انفصال الشرش .كما يلجأ إلى غسيل قطع الخثرة بالماء الفاتر أو بمحلول ملحي وترك الماء مع الخثرة يؤدي إلى خروج الشرش من داخل الخثارة وتطبق غسل الخثارة في صناعة الأجبان المضغوطة.

.العوامل غير المباشرة المؤثرة في عملية الترشيح

1-حموضة الخثرة :إن انخفاض درجة الحموضة pH يساعد في انفصال الخثرة: إن انخفاض ضمن حدود يقلل من كمية الماء اللازمة لإماهة الكازئين الجسيمي(المرتبط) والتي تؤدي إلى انحلال جزء من أملاح الكالسيوم مع تنشيط الروابط الثانوية الضرورية لتقليص الخثرة وطرد الشرش .وبشكل عام إن انخفاضPH إلى ٩,٤ يزيد من انفصال الشرش ولكن هذا الانفصال بطيء .ويصبح سريعاً على درجة حموضة5,5 حيث ان زيادة الكالسيوم في الشرش تعمل على بطء عملية انفصال الشرش.

2-كمية الإنْظيْم المستخدمة :إن إمكانية انفصال الشرش عن الخثارة يتعلق بقساوة الخثرة وقوتها التي تختلف مع كمية الإنْظيْم المستخدم .فعند استخدا م. زيادة من إنْظيْم المنفحة عن الحدود المنصوح بها فإننا نحصل على خثرة قوية ومتماسكة وغير نفوذة مما يجعل من عملية انفصال الشرش عملية صعبة.

3-عوامل مرتبطة بالحليب :إن المادة الدهنية الموجودة في الحليب لا تشارك في تكوين الخثرة وإنما توجد ضمن الخثرة بدون فعالية .إن زيادة نسبة الدهن والبروتين يقلل من انفصال الشرش.

4-إن وضع الخثرة في قوالب يساعد على انفصال الشرش إضافة إلى أخذ الجبنة شكلها النهائي بعد انفصال تام للشرش.

رابعا :التمليح

من أهداف التمليح:

١ .الحماية من الأحياء الدقيقة غير المرغوب بها وخاصة المنتجة للغازات.

2-الاستمرار في عملية الترشيح للخثرة وفقاً لقاعدة الضغط الأزموزي.

٣ .يقوم الملح بدور عامل انتقاء لنوعية الأحياء الدقيقة التي ستشارك في مرحلة الإنضاج وبالتالي يحصل استبعاد للأحياء الدقيقة غير المتحملة للملوحة ونمو تلك المتحملة لها.

٤ .إن التمليح له تأثير في طعم الأجبان والخواص الحسية كما أنه له تأثيراً في فعالية الإنْظيْمات وخاصة التي تشارك في عملية إنضاج الأجبان. يتراوح تركيز الملح الوسطي في الأجبان بين ١ - ٢ %وقد يصل إلى ٣ - 4% في الأجبان الزرقاء وجبنة الماعز .يضاف الملح بشكل مباشر للحليب بنسبة ١٥ % لصناعة الجبن الدمياطي .يتم التمليح بشكل عام على درجات حرارة منخفضة نسبياً (١٥ م)وبعد انفصال الشرش .أحيانا ، يتم التمليح على درجة حرارة عالية لزيادة انفصال الشرش .إن إضافة محلول ملحي ٢ %لغسيل الخثرة على درجات حرارة عالية نسبياً يؤدي إلى زيادة ملوحة الشرش ويعيق استخدامه في تغذية الحيوان أو الاستخدامات الأخرى .

يكون التمليح بإحدى الطرق التالية:

1-إضافة الملح إلى الخثارة المقطعة قبل وضعها في القوالب .

2-إضافة الملح الجاف على سطح الأجبان يدوياً أو آليا .

3-استخدا م محلول ملحي تغطس فيه الأجبان بعد نزعها من القوالب .

4-إضافة الملح إلى الحليب قبل إضافة المنفحة أو خلط الحليب بماء مالح قبل عملية التخثر.

إن الطرق الأكثر استخداما هي التمليح باستخدام الملح الجاف أو استخدام محلول ملحي . تستخدم الطريقة الأولى في تمليح الأجبان القاسية مثل جبن الشيدر Cheddar والكانتال Canatal وتستخدم الطريقة الرابعة في مصر وحوض البحر الأبيض المتوسط في صناعة الجبن الدمياطي . في حال استخدام محلول ملحي من كلور الصوديوم بتركيز١٦-18% على درجة حرارة 10-15 م فإن فترة بقاء الاجبان ضمن هذا المحلول تختلف فالأجبان الطرية مثل الكامامبير Camembert

تترك مدة ساعة واحدة في المحلول ومدة ١٠ ساعات للاجبان المضغوطة و 48 ساعة للأجبان القاسية المطبوخة.

إن كمية الأملاح الممتصة تعتمد على :

١ .تركيب الجبنة :كلما ازدادت الرطوبة ارتفعت كمية الملح الممتص

٢ .تركيز المحلول الملحي : يزداد الامتصاص زيادة تركيز المحلول الملحي

٣ .طريقة التمليح :إن نفوذ الملح يكون أبطأ باستخدام الملح الجاف مقارنةمع المحلول الملحي.

٤ .ظروف التمليح :إن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة انتشار الملح والكمية الممتصة خلال وقت قصير.

٥ .تركيب الخثرة :يتغلغل الملح ببطء إلى المركز في الأجبان الكبيرة الحجم (50كغ)ويكون المركز أقل ملوحة من المحيط في حين يكون المركز أكثر ملوحة من المحيط في الأجبان الطرية

خامسا)انضاج الاجبان :

إن إنضاج الأجبان هو عبارة عن مرحلة توضع فيها الأجبان لفترة زمنية محددة وفق كل نوع من الأجبان تحت ظروف بيئية معينة حتى تقوم الإنْظيْمات بعملية هضم لمكونات الخثرة .تلعب الكيمياء الحيوية دورا رئيسيا في فهم آلية الإنضاج

وهي معقدة لعدة أسباب نذكر منها:

1-القالب الناتج عن صناعة الجبن متغاير من حيث الشكل والتركيب وفقا لطريقة التصنيع الخاصة بالجبن.

2-الإنْظيْمات التي تدخل في عملية الإنضاج متغايرة المنشأ وطريقة العمل .

3-اختلاف الشروط البيئية التي قد تساعد أو تبطئ من نشاط الجراثيم

والإنْظيْمات على الخثرة.

تتميز عملية الإنضاج بأربع ظواهر بيوكيميائية أساسية وهي:

1 –تخمير سكر اللاكتوز حيث يحصل تحلل كلي أو جزئي لسكر اللاكتوزبحسب طول مرحلة الإنضاج.

2–التحلل الدهني.

3 –حلمهة البروتينات.

4 –استهلاك جزئي لحمض اللبن من قبل الفطور مما يؤدي إلى ارتفاعPH الخثرة.

إن هذه التغيرات تحدث ضمن شروط فيزيائية وكيميائية تتعلق بنشاط الأحياء الدقيقة وفعالية وفعالية انزيماتها ضمن PH الخثرة ومحتوى الجبنة من الأملاح وخاصة السطح الخارجي لها.

الإنْظيْمات التي تشارك في عملية الإنضاج للأجبان

هناك مجموعة كبيرة من الإنْظيْمات التي تشارك في عملية الإنضاج وهي من مصادر مختلفة . منها الحليب وإنْظيْمات التجبن والإنْظيْمات المنتجة من قبل الأحياء الدقيقة الموجودة في الجبن.

أولا الإنْظيْمات الموجودة في الحليب :(سبق ذكرها في قسم الكيمياء الحيوية للحليب) و نذكر منها هنا مايلي:

1–البلاسمين Plasmine:إنْظيْم محلل للبروتين وهو مقاوم للحرارة ويشارك : بشكل أساسي في إنضاج الأجبان ذات الخثرة المضغوطة المطبوخة.

2–الفوسفاتاز القلوي :يتخرب عند بسترة الحليب لذلك ليس له أي دور فيإنضاج الأجبان المصنعة من الحليب المبستر ولكن أثره يظهر في الأجبان المصنعة من الحليب الخام.

3–الليباز :الإنْظيْم الموجود في الحليب بشكل طبيعي هو حساس للمعاملة الحرارية بينما ذلك الذي تنتجه الجراثيم فهو مقاوم للحرارة .يبدو تأثير الليباز بشكل واضح في الأجبان المصنعة من حليب الأغنام أكثر منه في تلك المصنعة من حليب البقر وهذا عائد إلى ان قطر حبيبات الدهن في حليب الأغنام أصغر من قطر حبيبات الدهن في حليب الأبقار.

ثانيا:إنْظيْمات التجبن :يؤثر بشكل رئيس في تشكيل الخثرة وتأثيره المحلمه للبروتين هو تأثير عام . يؤثر بشكل رئيس في الأجبان المضغوطة غير المطبوخة وينتج عديدات الببتيد.

ثالث:الإنْظيْمات ذات المنشأ الحيوي :يتم الحصول على هذه الإنْظيْمات من خمس مجاميع مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة وهي:

- الجراثيم اللبنية :حيث تضاف الجراثيم اللبنية كجراثيم بادئ وهي إما ذات تخمر متجانس أو غير متجانس.
- جراثيم البروبيونيك :تستقلب هذه الجراثيم حمض اللبن المنتج من قبل الجراثيم اللبنية لتنتج حمض البروبيونيك.
- جراثيم السطح أو القشرة :هي جراثيم غالبا متحملة للملوحة ومنها المكَورَة الدقيقة والجراثيم الوتدية وتتميزان بنشاط عالٍ في حلمهة البروتينات والدهون.

الخمائر :توجد الخمائر بشكل أساسي على سطح الجبنة وبخاصة*Geotrichum candidum* وهي تستهلك حمض اللبن وتنتج الإيتانول

- الفطور :يوجد نوعان من الفطور مستخدمان بشكل واسع في إنضاج الأجبان

وهما بنسليوم كمومبرتي *Penicillium camemberti* وهو العفن الأبيض الذي ينمو على سطح الأجبان ويشكل طبقة بيضاء على السطح والفطربنسليوم روكفرتي

penicillium requeforti وهو الفطر الذي ينمو ضمن الخثرة .ينتج عن نشاط الفطور مركبات مثل مركبات الميثيلين والأسيتون والكحول.

العوامل المؤثرة على إنضاج الأجبان

1- **التهوية** :حيث تسمح بتأمين الأكسجين للأحياء الدقيقة الموجودة على سطح الأجبان كالفطور والخمائر والجراثيم أما الفطور الداخلية فتكون كمية الأكسجين المستهلكة من قبل الفطر ضعيفة.

2-**الرطوبة** :الأجبان الطرية تنضج قبل الأجبان القاسية لسهولة نمو الجراثيم فيالوسط ذي الرطوبة العالية.

3-**درجة الحرارة** :تنشط الخمائر والفطور على درجة 20 -30 م و30 – 35 للجراثيم اللبنية . إن درجة الحرارة المثلى لفعالية الإنْظيْمات تتراوح بين 35 – 45 م .عملياً فإن الإنضاج يتم على درجة أقل من الدرجة المثلى لنشاط الإنْظيْمات وذلك لتأخير عملية الإنضاج في بدايته وبالتالي إنتاج المواد المسؤولة عن الطعم ، درجة حرارة الإنضاج تكون بحدود 5 – 8 م لأجبان الركفور ، 7 – 20 م للاجبان الطرية ، 10 – 12 م للأجبان المضغوطة ، 16 – 20 للأجبان المطبوخة .إن إنضاج الأجبان يتم عادة في كهوف حيث تؤمن التهوية والرطوبة ودرجة الحرارة المناسبة.

4-**درجة الملوحة** :ينظم الملح نسبة الماء الحر في الأجبان ويُسهم في اختيار الأحياء الدقيقة وفي أغلب الأحيان تصل نسبة الملوحة إلى 2 – 2.5 % وهناك نوع من الجراثيم المتحملة لدرجة الملوحة تصل حتى 6 %.

5-**درجة الحموضة pH**: إن الpH تتعلق باختيار أنواعٍ من الفطور والخمائر التي عادةً ما تحبذ الوسط الحامضي لنموها وتكاثرها في حين أن الجراثيم تفضل **الوسط المتعادل و القلوي لذلك فإن ال PHتعتبر شرطا من شروط انتشار الجراثيم و اختيارها** . إن الوسط الحامضي لا يتناسب مع تحلل البروتينات لذلك لا بد من تعديل الحموضة و الذي يكون من خلال نمو الفطور والجراثيم و استهلاكها لحمض اللبن او يتم عادة تعريض الاجبان الى وسط فيه الامونياك مع العلم ان تحلل البروتينات ينتج عنه الامونياك. اما الاجبان القاسية والمطبوخة فتكون الخثرة اقل حموضة 5.4 – 5.2 = ph لذلك يتم تحليل البروتينات على تلك الحموضة.

.تأثير مرحلة الإنضاج في تشكل الطعم والنكهة في الأجبان

إن إعطاء الطعم والنكهة في أي نوع من أنواع الأجبان هو رهن مجموعة التبدلات والتحولات التي تطرأ على الخثرة نتيجة للنشاط الحيوي خلال مرحلة الإنضاج .سبق وذكرنا عددا من المركبات التي تشارك في إعطاء المنتجات اللبنية خصائصها المذاقية والحسية مثل حمض اللبن ومركبات ثنائي السيتيل والأسيتون والألدهيدات يعتبر البروتين عديم الطعم في الحالة الطبيعية بينما تتميز المركبات الناتجة عن تحلله بخواص مذاقية مختلفة بحيث تتعلق بنوع المركب الناتج عن تحلل البروتينات .مثلا ، الببتون له طعم مر وكذلك الأمر بالنسبة للأحماض الثريونين والليوسين واللايسين بينما يكون للأحماض الأمينية الألانين والسيرين طعم
سكري .وتعتبر الأحماض الأمينية ذات أهمية كبيرة في إعطاء النكهة كونه الأساس للمواد المؤثرة في الطعم مثل ميتان ثيولCH3–SH المتكون من المثيونين Met الذي يعتبر المكون الأساسي لطعم جبنة الشيدارCheddar إن المواد الناتجة من استقلاب اللاكتوز كحمض الخل وحمض البربيونيك والدي أسيتيل والأمونياك الناتجة عن تحلل البروتينات تشارك وبشكل فعال في إعطاء النكهة والطعم المميز لكثير من الأجبان أما حمض اللبن فإنه يعطي الطعم الطازج للأجبان.
أما المواد الدسمة فيكفي كمية قليلة من حمض الزبدة لإعطاء الجبنة طعماً حاداً أما الطعم القوي و الحاد في الأجبان الزرقاء وخاصة جبنة الركفو فناتج عن تحرر الأحماض الدهنية الطيارةC3>>>C10.إن بربيونات الكالسيوم المتشكلة هي المصدر في إعطاء الطعم اللطيف للأجبان المطبوخة.

مشاكل وعيوب في صناعة الجبن

نتيجة للتعقيد في تركيب الحليب وكذلك التعقيدات في تقنيات الإنتاج فإنه يجب الأخذ بالحسبان كل الحوادث والمشاكل التي قد تظهر خلال الإنتاج لأن أي مشكلة في خط الإنتاج ستترافق مع ظهور عيب في الأجبان لاحقا .يمكن أن نصنف عيوب الأجبان في مجموعتين رئيسيتين.
-عيوب التخثر (التجبن) والتقطير (التخلص من المصل)
-عيوب الانضاج او التسوية

أولا: عيوب التجبن والتقطير

كما بينا سابقا بأن الجراثيم اللبنية تلعب دورا مهما في صناعة الأجبان وذلك من خلال دورها في إنتاج حمض اللبن الذي يؤثر بدوره في نشاط إنْظيْم التخثر وكذلك على عملية التقطير للخثرة وتحديد درجة التخلص من الأملاح في الخثرة .يحتوي الحليب على جميع المكونات التي تساعد الجراثيم اللبنية على النمو بشكل سليم ولكنه بالوقت نفسه يحتوي على العديد من المركبات التي قد تحد من نشاطها .إن عدم قيام الجراثيم اللبنية بدورها الصحيح في الحليب سيؤدي إلى ظهور بعض العيوب في الخثرة مثل:

1-طول زمن التخثر .-2-سوء تخلص الخثرة من المصل .-3-عدم حدوث انغلاق كامل في الخثرة-4- تشكل خثرة طرية .-5-انخفاض المردود في صناعة الأجبان .

ثانيا:عيوب الإنضاج أو التسوية

يمكن أن تصنف عيوب الإنضاج ضمن ثلاث مجموعات رئيسة وهي:

1-عيوب القوام (الانتفاخ الأجبان) .

2-عيوب المظهر(طبقة من الفطور الغير مرغوبة)

3-عيوب الطعم والنكهة (الطعم المر ، التزنخ الدهني)

عيوب القوام:يمكن ان يظهر الانتفاخ في الاجبان (قوام اسفنجي) نتيجة :

1-خلل تصنيعي(خثرة جافة، ملتصقة)

2-نتيجة لعدم التخلص من المصل بشكل كامل(بيوت المصل)

3–نتيجة لنشاط جرثومي لجراثيم منتجة لغاز ثاني اوكسيد الكربون مما يسبب الانتفاخ المباشر(اليوم التالي ليوم الانتاج) وهذا نتيجة تلوث الاجبان بالجراثيم المعوية Coliformes او استخدام خاطئ لبادئات ذات تخمر غير متجانس .

4–اما الانتفاخ المتاخر (بعد عدة شهور)فينتج عنه نمو ابواغ المطثيات

عيوب المظهر :وهي تتعلق بلون ومظهر القشرة التي تتشكل للأجبان خلال مرحلة الإنضاج .يكون المسبب الرئيس في عيوب المظهر على الغالب الفطور التي تتسبب بعيوب مثل عيب شعر القطة وهو عبارة عن طبقة عفن أسود داكن على سطح الجبنة أو ظهور بعض الألوان على سطح الجبنة كاللون البني والمصفر والشاحب .يمكن أن يلاحظ وجود بقع سوداء أو بنية ناتجة عن استعمال مواد قابلة للصدأ في صناعة الأجبان .كما يمكن أن نجد في بعض الأجبان وجود بقع زرقاء أو خضراء على سطح الأجبان نتيجةً لنمو فطر بنسليوم كلوكوم *P. glaucum*.

عيوب الطعم والرائحة :نتحدث هنا عن بعض العيوب في الطعم مثل:

1_الطعم المر :عيب يكثر مشاهدته في الأجبان ذات الخثرة المضغوطة والأجبان الزرقاء وكذلك الأجبان الطرية .تتسبب الكازئينات وخاصة بيتا كازئين(كازئين كاره للماء بشدة)في إعطاء الببتيدات ذات الطعم المر .إن تحلل الكازئين يتمبتأثير الإنْظيْمات المحللة للبروتينات من منشأ مختلف (بقايا إنْظيْم الكَيموسين ،البلاسمين ، فطور البنسلينيوم أو الجراثيم القَاريّة الحرارة) كذلك يلاحظ الطعم المر عند استخدام بعض عترات الجراثيم اللبنية ذات النشاط العالٍ في تحليل البروتينات(بروتياز عالٍ) للحد من هذه الظاهرة(ظاهرة الطعم المر)يمكن اتخاذ الإجراءات التالية:

- ❖ إنقاص كمية الإنْظيْم المختر إما برفع درجة حرارة الخثرة بهدف خفض فعالية الإنْظيْم أو تفكك نسبة كبيرة من الإنْظيْمات المخثرة المتبقية في الخثرة.

- ❖ رفع pH لأن الخثرة تحتفظ بِ ٥ %من الإنْظيْم المختر على pH=6.4 بالمقارنة مع ph=5.2 فإن الخثرة تحتفظ بِ ٨٠ %
- ❖ انتخاب سلالات من الجراثيم اللبنية ذات نشاط إنْظيْمي عالٍ لإنْظيْم أمينوببتيداز Aminopeptidaseلتحليل المجموعة الجانبية .
- ❖ منع استعمال بعض ذراري الجراثيم اللبنية ذات النشاط الإنْظيْمي العالٍ المحلل للروابط الداخلية في البروتينات(انزيماتEndopeptidases)
- ❖ تخفيض درجة حرارة الإنضاج للحد من تكاثر الجراثيم المنتجة للطعم المر مع زيادة تركيز الملح.

2_الطعم المتزنخ : كما اسلفنا ينتج الطعم المتزنخ نتيجة للنشاط الزائد لإنْظيْم الليباز المحلل للدهون حيث تتحرر الأحماض الدهنية ذات السلسلة الكربونية القصير(أقل من8 ذرات كربون) التي تعطي الطعم المتزنخ للمنتج.

3_الطعم الكرتوني والطعم المعدني :في الأجبان نتيجة لأكسدة المادة الدهنية وخاصة الفوسفولبيدات .

حساب المردود في صناعة الأجبان

يُعرف المردود على أنه معدل تحويل الحليب إلى جبنة .تقدر كمية الحليب عادةً بِ 100 أو 100 ليتر من الحليب المتحولة الى x كغ جبنة ويمكن تقديرها أيضا بكمية الحليب اللازمة لتصنيع أو إعطاء ١ كغ من الجبنة .ويتم تقديرالمردود بعدة حسابات وعلاقات رياضية والأكثر استخداماً العلاقة التالية: مر=(أ x ب) +(ث x د)

حيث ان:

مر :المردود مقدراً بكمية الجبن بالكغ الناتج عن تجبن ١٠٠ كغ حليب.

ب :محتوى الحليب من البروتين مقدراً ب غ/كغ حليب.

د :محتوى الحليب من المادة الدسمة مقدراً بِ غ/كغ حليب

أ ، ث :ثوابت

يحسب المردود للأجبا ن القاسية:

مر=(0.218x ب)+ (0.058xد)

ويحسب المردود للأجبا ن الطرية:

مر=(0.327 x ب)+(0.09 xد)

نستنتج من العلاقة الرياضية السابقة أنه من الواجب تقدير محتوى الحليب من البروتين والمادة الدسمة لحساب المردود.

والجدول التالي يعطينا فكرة عن مردود الحليب لبعض أنواع الاجبان

الاجبان	الطازجة	العفنة	الزرقاء	نصف قاسية	قاسية	مطبوخة
المادة الصلبة %	25	44-40	50	45	55	62
المردود: كغ جبن /100 ليتر حليب	19	14-13	12-11	11.5	10.5	9-8

الأنواع الأساسية للأجبان (غير مطلوبة ولكن للاطلاع)

تقسم الاجبان حسب طريقة التخثر وطبيعة الخثرة الناتجة اضافة الى مقدار او محتوى المادة الجافة في الاجبان

الأجبان المصنعة عن طريق تخثر الحليب بالمنفحة :وتتم بأضافة عدد محدد من المليليترات من المنفحة بقوة 10.000 لتخثر 100 لتر من الحليب ويختلف العدد حسب الجبنة المراد تصنيعها.

الأجبان الطازجة :لا تتعرض هذه الأجبان للإنضاج ويكون محتوى هذه الأجبان من المادة الجافة ٣٠ % أو أقل مع نسبة عالية من الرطوبة .بشكل عام يتم تصنيع هذه الأجبان ببطء خلال ٣٠ ساعة مع استخدام كمية قليلة من المنفحة 2- 5 مل وعلى درجة حرارة ٢٠ م وتكون الخثرة حامضية نتيجة لاستخدام الجراثيم اللبنية.

فكرة عن صناعة بعض الأجبان المحلية

إن ما سنذكره في هذا القسم من دراستنا النظرية لمقرر صحة الألبان وتقاناتها يتعلق بما يوجد في السوق المحلية من أنواع الأجبان المختلفة .المشكلة في هذا البحث أنه لا توجد مراجع مفصلة تتضمن شرح للنقاط المختلفة المهمة في صناعة كل نوع ولا توجد دراسات تتعلق بخواص الأجبان الفيزيائية والكيميائية.

.الجبنة البيضاء White cheese :

لقد ذكَرتُ هنا مصطلح الجبنة البيضاء لأنه هو المصطلح العلمي المستخدم لوصف الأنواع المختلفة من الأجبان المنتجة في منطقة البحر الأبيض المتوسط. بالنسبة لما هو مذكور في كتاب الأجبان الطبعة الثالثة (cheese، chemistry, physics and microbiology)

فإن مصطلح الجبنة البيضاء يطلق على الأجبان المنتجة في مصر والسودان التي يضاف فيها الملح للحليب قبل إضافة إنْظيْم المنفحة بينما يتم إنضاج هذه الأجبان في مصل الحليب المضاف له ملح الطعام .في سورية ولبنان يوجد ما يسمى الجبن العكاوي (نسبة الى مدينة عكا في فلسطين)، وهو ما سنتطرق في دراسته بشيء من التفصيل هنا :

الجبن العكاوي Akawi cheese

ينتج هذا الصنف في بلاد الشام وتركيا وبعض دول أوربا الشرقية مثل اليونان والتشيك .
يوجد نوعان من الجبن العكاوي النوع الاول الجبن العكاوي البلدي والنوع الثاني هو الجبن العكاوي التشيكي(نسبة لدولة التشيك)يختلف هذان النوعان اختلافا كليا في خصائصهم وطريقة تصنيعهم وما يجمع بينهم شكل القالب فقط (يصنع الجبن ضمن قوالب مربعة الشكل) لذلك سأتطرق بشيء من التفصيل لهذين النوعين

١ .الجبن العكاوي البلدي :

يصنع هذا النوع من حليب الأغنام فقط أو المضاف له قليلا من حليب الماعز في فترة الربيع (من نهاية شباط إلى أواسط شهر أيار)بشكل أساسي حيث يكثر حليب الأغنام ويكثر معها وجود جبنة العكاوي في الأسواق المحلية ويسارع الناس لشرائها قبل غلاء الثمن ليصار إلى تخزينها على مدى العام .أما بالنسبة لطريقة تصنيعها فهي مبينة في الشكل

الشكل (٧,٨): مخطط إنتاج الجبن العكاوي التقليدي من حليب الأغنام.

عند وصول الأجبان إلى المستهلك تكون نسبة الملوحة عالية بها وتكون الجبنة أخذت القوام الصلبالذي يسمح بأجراء باقي المعاملات عليها.

.طبعا لا تستهلك الجبنة العكاوية البلدية عند هذه المرحلة بل يمكن القول انه عند هذه المرحلة تبدأ مرحلة انضاج الجبن العكاوي البلدي.

<u>بعض عيوب الجبن العكاوي البلدي</u>:

١ .ظهور الثقوب ضمن قالب الجبن بعد يوم واحد من التصنيع .الحديث عن الثقوب يعني ظاهرة الانتفاخ الغازي السريع أو المباشر الذي يحدث منذ اليوم الأول وتتسبب به إما جراثيم اللوكونوستوك (أجبان ذات طعم جيد) أو جراثيم الكولي فورم (طعم غير مقبول)

٢ .التطور الزائد للحموضة في الخثرة .سبق وذكرنا بأنpH الخثرة يجب أن يبقى أعلى من5.8 . إن زيادة الحموضة عن هذا الحد سيؤدي إلى ذوبان الجبنة وتحولها إلى جبنة طرية جد اً (خصوصا عندpH أقل من 5.4) وبالتالي لا يمكن أن نقوم بعملية طبخ للجبنة ضمن الماء المالح

المغلي(عملية تسنير) .تحدث هذه الحالة على الغالب في فصل الصيف(درجة حرارة عالية) مما يساعد على زيادة نشاط الجراثيم اللبنية

٣ .ظهور حالة التزنخ الدهني :نتيجة لزيادة نشاط إنْظيْم الليباز وخاصة الليباز الجرثومي يظهر حالة من التزنخ الدهني في الأجبان المحفوظة لفترة طويلة ضمن المحلول الملحي وبوسط لا هوائي (جبن منشح).

٤ .قد تشاهد ظاهرة الجبن المنشح(التزنخ الدهني)بسبب نشاط جراثيم الكولستريديوم(المطثيات) وتكون هذه الحالة مترافقة مع إنتا ج حمض الزبدة وظهور ثقوب ضمن القالب.

التحكم والسيطرة على الجراثيم الممرضة او غير المرغوب بها في المنتجات اللبنية

يشكل حليب الحيوانات الممرضة مصدرا للعدوى عند الانسان في العديد من الامراض المشتركة.في هذه المحاضرة لسنا بصدد التحدث عن الامراض المشتركة بين الانسان والحيوان والاعراض السريرية ولكننا سنحاول التطرق ولو بشكل سريع الى بعض الاستراتيجيات والخطط المتبعة للتحكم والسيطرة على الجراثيم الضارة والغير مرغوب بها في المنتجات اللبنية . في الحقيقة فأن الحيوانات المصابة بأي مرض مشترك كمرض السل او بالبروسيلا فانها تعطي حليبا ملوثا بالجراثيم الممرضة والتي هي عبارة عن المتفطرة السلية او البروسيلا على التوالي في هذا لمثال.

على كل الاحوال، فأنه ضمن الظروف التي نعاني منها في بلدنا من حيث قلة الوعي الصحي لدى المنتجين للحليب وانعدام الدراسات التي توضح انتشار بؤر الاصابة على مساحة الوطن ، كل هذا يحتم على المستهلكين للحليب الخام ان يقوموا بعملية بسترة له او تحويله لصناعة اللبن او منتجات لبنية قبل الاستهلاك للتخلص من اكبر قدر مكن من الجراثيم وخصوصا من الجراثيم الممرضة.

<u>بعض الجراثيم التي يمكن ان تتواجد في الحليب وتكون ممرضة للانسان:</u>

1- **المتفطرة السلية Mycobacterium tuberculosis:** تعتبر المتفطرة السلية العامل المسبب لمرض السل عند الابقار وهي ممرضة للانسان ويكثر انتقالها عن طريق الحليب الخام . ان ظهور المرض في منطقة جغرافية معينة يحتم الاعلام الاجباري عنه واتخاذ كافة التدابير لعزل بؤرة الاصابة.

2- **البروسيلا brocellella:** تسبب انواع البروسيلا داء البروسيلا او ما يسمى الحمى المالطية عند الانسان والحيوان . الحليب الناتج عن الحيوانات او القطعان التي يشتبه بأصابتها ، يجب ان يغلى بشكل جيد على الاقل 15 دقيقة قبل الاستهلاك .

3- **السالمونيلا Salmonella:**تسبب جراثيم السالمونيلا من مسببات التسمم الغذائي الجماعي الواسع الانتشار نتيجة لقدرة هذه العترات على انتاج الذيفانات . تعتبر امعاء الحيوانات

المخزن الرئيسي لجراثيم السالمونيلا لذلك فان تلوث الحليب بالبراز بشكل مباشر او غير مباشر سيؤدي الى وصل اعداد كبيرة منها الى الحليب. يتم لتخلص من اعداد كبيرة من جراثيم السالمونيلا بواسطة عملية البسترة ، لذلك فان وجود السالمونيلا في الحليب المبستر هو عبارة عن تلوث بعد عملية البسترة .

4-**المكورات العنقودية الذهبية Staphylococcus aureus:** تتعلق خطورة المكورات العنقودية الذهبية في المنتجات الغذائية بقدرتها على انتاج الذيفانات التب تسبب حالات تسمم جماعي. تتميز ذيفانات المكورات العنقوديو الذهبية بمقاومتها لدرجات الحموضة والحرارة العالية .حسب المواصفات القياسية الاوروبية ' فان تعداد المكورات العنقودية ايجابية انزيم التخثر يجب الا تتجاوز 10 CFU\غ من الجبن . كما اسلفنا بأن البسترة قادرة على القضاء على السالمونيلا فهي قادرة على القضاء على المكورات العنقودية الذهبية و لكنها غير قادرة على إتلاف ذيفاناتها . المشكلة الاخرى ، هي ان جراثيم المكورات العنقودية الذهبية تشكل جزءا من النبيت الجرثومي المتواجد على جلد الانسان وبالتالي امكانية تلوث الاغذية المبسترة نتيجة لتواجد الانسان بعد البسترة .

5-**الليستيريا وحيدة النواة listeria monocytogenes:** تحتتم القوانين الاوروبية ان تكون الاجبان المعدة للاستهلاك البشري خالية من جراثيم الليستيرية . ان جراثيم الليستريا ممرضة للانسان والحيوان وهي تصيب بشكل رئيسي الاشخاص الذين لديهم ضعف في الجهاز المناعي كالمسنين ، النساء الحوامل ، الاطفال حديثي الولادة . تسبب التهاب السحايا ، اصابات دماغية او تسمم دموي عند الاطفال اما عند النساء الحوامل فقد تسبب اجهاضات او ولادات مبكرة .

السيطرة على نمو الجراثيم الممرضة في الغذاء

إن الحليب عبارة عن مركب معقد التركيب يحتوي على أنظمة دفاع متعددة تساعده على البقاء صحيا في حال تم تفعيلها .كما أسلفنا فإن الحليب المفرز من الأسناخ الضرعية هو حليب خالي من الجراثيم لكن سرعان مايتلوث لدى وصوله لحوض الضرع .تشكل العناية الصحية بالحيوان والعناية الصحية أثناء الحلابة والنظافة للإسطبل ولصالة الحلابة الركن الأساسي للحصول على حليب تكون الحمولة الجرثومية فيه منخفضة .إن دول شمال أوربا تنتج أنظف أنواع الحليب حيث لا يتجاوز التعداد الجرثومي الكلي مل من الحليب ١٠٠٠/CFU .نعتمد على العديد من المبادئ في السيطرة على الجراثيم الممرضة في الحليب والمشتقات اللبنية نذكر منها:

١) تفعيل أنظمة الدفاع الطبيعي في الحليب :تختلف أنظمة الدفاع في الحليب بحسب تركيبها وآلية ومنها نذكر:

- بروتينات الحليب :يحتوي الحليب على أنواع مختلفة من البروتينات) راجع الفصل الأول (التي يمكن أن نضعها ضمن مجموعتين رئيستين:

الكازئينات وبروتينات المصل.كل بروتينات الحليب تحتوي على بيبتيدات ذات نشاط حيوي . وسنتطرق وبسرعة إلى أهم البروتينات التي تتميز بقدرة على منع نمو الأحياء الدقيقة:

- ألفا لاكتوألبومين البقريα–lactoalbbumine: إن حلمهة هذا البروتين بوساطة إنْظيْمات البيبتيداز الداخلية يؤدي إلى تحرر ثلاث بيبتيدات ذات تأثير قاتل في الجراثيم Pellegrini. et al.,إن استعمال إنْظيْم التربسين لحلمهة الاكتوألبومين يؤدي إلى تحرر نوعين من البيبتيد LDT 1 و (La digested by trypsine) . LDT2 بينما استعمال إنْظيْم الكيموتربسين يؤدي إلى تحرر بيبتيدLDC ،(La digested by chymotrypsine) هذه الأنواع الثلاثة تعد ذات فعالية أكبر ضد الجراثيم إيجابية الغرام منها ضد الجراثيم سلبية الغرام .كذلك يعد البيبتيد LDT 2 أقواها بينما يتساوى الآخران بالفاعلية الحَيَوِيّة .
- اللاكتوفيرين Lactoferrin: عبارة عن بروتين سكري يشكل فيه اللاكتوفيرين الجزء السكري نسبة ٧ %وهو كذلك بروتين معدني نتيجة لوجود شوارد الحديد في تركيبه .إن قدرة

اللاكتوفيرين على كبح نموالجراثيم تعود إلى ألفة هذا البروتين لشوارد الحديد وبالتالي استنفاذها من الوسط مما يحرم الجراثيم من شوارد الحديد اللازمة لنمو العديد منها .إن حليب المرأة غني باللاكتوفيرين ولهذا السبب فإنه يعتقد بأن هذا البروتين يؤدي دوراً هاماً في حماية الأطفال حديثي الولادة من العدوى المعوية .في الأوساط المخبرية، لوحظ بأن إضافة اللاكتوفيرين تؤدي إلى كبح نمو العديد من القَوْلونِيات.

- الكازئينات :بينت الأبحاث بأن حلمهة الكازئينات بوساطة إنْظيْم التربيسن تؤدي إلى تحرر بيبتيدات سداسية تحرض بشكل لافت معنوي عمل الخلايا اللمفاوية والخلايا البالعة. بينما أوضح.Lahov et Regelson ,1996 بأن , استعمال إنْظيْم الكَيموسين يؤدي إلى تحرر بيبتيد إسراسيدينIsracidine الذي يتمتع بخواص مضادة للجراثيم .لقد لوحظ بأن الجرعة بين ١,٠ و ١ ملغ من هذا البيبتيد قادرة على قتل الجراثيم إيجابية الغرام المختبرة .وقد بينت الدراسات اللاحقة بأن إسراسيدين فعال ضد العنقودية الذهبيةسواء عند اختباره على الأرانب أو الخراف.
- الإنْظيْمات في الحليب :يحتوي الحليب على العديد من الإنْظيْمات منها الليزوزيم وإنْظيْم الاكتوبيروكسيداز اللذين لهما القدرة على منع نمو الجراثيم في الحليب .يعد إنْظيْم الاكتوبيروكسيداز أو ما يسمى بنظام الاكتوبيروكسيداز هو الأكثر شيوع اً واستعمالا حيث سمحت الFAO باستعمال هذا النظام في البلدان الآخذة بالتطور التي تفتقد إلى نظام تبريد لنقل وحفظ الحليب .يمثل نظام الاكتوبيروكسيداز أفضل الأمثلة على القدرة الذاتية للحليب للدفاع حيث توجد كل مكونات هذا النظام من ثيوسيانات وماء أوكسيجيني والإنْظيْم بشكل طبيعي في الحليب .يقوم هذا التفاعل على تحويل الثيوسيانات إلى حمض هيبوثيوسيانات(HOSCN). عندما تكون درجة الحموضة طبيعية في الحليب فإن ال HOSCN يتفكك ليعطي شوارد هذه الشوارد تتفاعل بشكل رئيس مع مجموعة . الهيبوثيوسيانات-OSCN السليفيدريل) الكبريتية (الحرة وبالتالي تؤدي إلى إعطاب عمل العديد من الإنْظيْمات اللازمة لاستقلاب الخلايا الجرثومية وبالتالي نموها .في الوقت

الحاضر توجد ظروف من ثيوسيانات الصوديوم ومن بيكربونات الصوديم التي تضاف إلى الحليب للتنشيط السريع لهذا النظام.

٢) استخدا م الحافظات الحيويةBio preservation: نقصد بالحافظات الحيوية استعمال إما:

جراثيم قادرة على منع نمو الجراثيم الممرضة أو المؤذية :لقد استعرضنا في قسم اختيار الذراري قدرة الذراري اللبنية على منع نمو الجراثيم الأخرى إما عن طريق إنتا ج حمض اللبن أو مبيدات الجراثيم أو الماء الأوكسيجيني أو عن طريق دخولها بتنافس غذائي فيما بينها .وبالتالي عملية إضافة هذه الجراثيم أو تحفيز نموها في الحليب سيؤدي إلى منع نمو الجراثيم الضارة. منتجات جرثومية قادرة على منع نمو الجراثيم :وخير مثال على هذه_ الحالة استعمال النيزينNisin الذي تنتجه بعض ذراري المكَورَة اللبنية *Lactococcus lactis* للسيطرة على الجراثيم الضارة في اللبنية اللحوم.

٣) تطبيق نظام الهاسب Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)

لقد تم اقتراح هذا النظام مع بداية السبعينيات من القرن الماضي نظام اً يمكن أن يساعد على التحكم والسيطرة على الجراثيم الضارة في الأغذية .لقد تم قبول وإدخال نظام الهاسب ضمن القوانين الأوربية في عام ١٩٩٣ . أما اليوم، فيُعْد نظام الهاسب على المستوى الدولي من أكثر الأنظمة فعالية لمعالجة الأخطار الصحية التي يمكن أن تشاهد أثناء إنتا ج المواد الغذائية .إن نظام تحليل الأخطار والسيطرة على النقاط الحرجة (الهاسب) عبارة عن آلية منظمة تسمح في أماكن إنتا ج المواد الغذائية بتقوية عامل الوقاية وتوصيف النقاط التي يتوجب عندها التدخل من أجل خفض الخطر إلى الحد المقبول .لذلك فإن أول ما يبدأ به النظام هو تحليل الأخطار من أجل تحديد اللحظة أو العملية الحرجة ثم العمل على استبعادها أو السيطرة عليها .يقوم نظام الهاسب على مجموعة من المبادئ التي سنستعرضها بشكل سريع (كتاب Science et technolgie du lait) :Carole et al., 2003,

a) تشكيل الفريق المسؤول عن الهاسب :هذه المرحلة تتعلق بإشراك الموظفين من مختلف الاختصاصات في وضع الأساس لنظام الهاسب في المنشأة .في الخطوة الأولى نحتاج إلى مصاد رللمعلومات التقنية والعلمية من أجل القيام بتحليل الأخطار المحتملة ووضع نقاط العلام لخطة الهاسب الفعالة.

b)وصف المنتج وتحديد مجالات الاستخدا م بشكل مختصر :من هذه المعلومات اسم المنتج والعوامل التي تؤثر فيسلامة المنتج واستعمال المنتج (هل المنتج جاهز للاستخدام أم يجب تحضيره وكيفية التحضير) ثم شروط النقل والتخزين..... الخ.

c) رسم وتأكيد المسلك أو الخط الإنتاجي على أرض الواقع في المعمل أو المنشأة ومراحل التصنيع :لكل نوع من المنتجات مخطط إنتا ج وكذلك لكل معمل، لذلك يجب ترقيم المراحل ضمن المخطط من أجل التعرف الدقيق وإمكانية التوصيف بدقة للنقطة والمشكلة وبالتالي يصبح لدينا كل خطر من الأخطار مرتبط اً بمرحلة من مراحل الإنتاج.

.d)تتعلق بتحليل الأخطار وطبيعتها :تعد هذه المرحلة الأولى من المراحل الأساسية في تطبيق نظام الهاسب .هنا نحدد الأخطار، تعرف ويحدد هل يمكن السيطرة عليها أم لا وما هي طرق السيطرة وآلياتها.

e)تحديد نقاط التحكم الحرجة والحدود الحرجة :غالب ا تحدد قوانين البلد الأخطار التي يمكن أن ترتبط بمنتج معين وبالتالي هذه الأخطار يمكن أن تعد كنقاط حرجة يجب التعامل معها .مثلا ، يعد وجود بعض الجزيئات المعدنية ضمن الحليب البودرة خطر اً فيزيائياً يقيم على أنه نقطة من نقاط التحكم التي تختبر وتعتمد من قبل المجلس الوطني للصناعات اللبنية في كندا.

f)إنشاء الحدود الحرجة :فور تحديد النقطة الحرجة يجب تحديد حدودها ونعني بحدودها الحد المقبول والحد غير المقبول .في حالة المثال السابق عن المواد المعدنية في الحليب، فإن المطلوب هو الانعدام الكلي لها في المنتج.

g)إجراءات المراقبة والتحقق :تسمح إجراءات المراقبة بمراقبة النقاط الحرجة وحدودها لنضمن تحقق الاحترام الكامل لهذه الحدود .هذه المرحلة يمكن إنشا ؤها بحسب المواصفات القياسية والقانونية للبلد أو بحسب المعطيات العلمية أو بحسب إمكانية التطبيق.

h)تحديد الإجراءات التي يمكن القيام بها من أجل تصحيح الخلل :في نظام الهاسب، يجب أن نحدد الإجراءات التي يمكن اتباعها في حال لم يتم احترام أو تحقيق الشروط المطلوبة .من الناحية النظرية هذه الإجراءات يجب أن تؤخذ بالحسبان حالة المنتج في حال عدم احترام القوانين ثم تحدد طبيعة المعالجة لتصحيح الخلل.

i)تحديد الإجراءات لتحديد فعالية تطبيق نظام الهاسب :هذه المرحلة تسمح لنا بفحص سلامة التطبيق للنظام المعمول به .هذه المرحلة تؤخذ بالحسبان أيض اً الوثائق وكل التحديثات التي يمكن أن تطرأ على النظام أو الظهور لأخطار محتملة.

j)إنشاء نظام للأرشفة والتوثيق لتسجيل المعلومات :فيه يتم تسجل كل المعلومات المتعلقة بالنظام، بالمنتج، بالمنشأة.....الخ. هذا ويجب العلم بأنه قبل تطبيق نظام الهاسب يجب أن تحقق المنشأة المعايير الخاصة بالبناء والنظافة وخطوط الإنتاج حتى يتمكن العاملون على تطبيق نظام الهاسب من تقديم المطلوب منهم بالكفائة المطلوبة .

٤) تطبيق تقنية العوائق أو الحواجز Hurdle technology تسمح تقنية الحواجز لنا بتحقيق أمان للمنتجات الغذائية من الناحية الصحية مع المحافظة على خواصها من ناحية الذوق والطعم وهي تعتمد على استخدا م مجموعة من العوامل أو المؤثرات التي تؤدي عند مشاركتها مع بعضها إلى أفضل سيطرة على نمو الأحياء الدقيقة بما فيها الج راثيم الممرضة .يعرف الحاجز أو العائق في هذه التقنية على أنه شرط من شروط البيئة أو الوسط المحيط أو أنه عبارة عن مؤثر (Factor عامل) أو مرحلة من مراحل التصنيع التي تحد أو تؤخر من النمو الجرثومي(تأثير موقف للنمو)أو تخفض الحمولة الجرثومية (تأثير قاتل).(من المعلومات التي يجب ذكرها حول هذه التقنية

مايلي: أنه كلما كان الحاجز أو العائق عالياً كلما كان الجهد المبذول من قبل الأحياء الدقيقة لتجاوزه هاماً. إن استخدام حاجز واحد للتصدي لنمو الجراثيم الضارة لا يعد ناجحاً لأن هذا الحاجز قد لا يحقق الأمان الكامل للمنتج وبالتالي يمكن تجاوزه من قبل الأحياء الدقيقة أو أن هذا الحاجز قوي جد اً لدرجة أنه يقضي على كل الأحياء الدقيقة أو النسبة العظمى منها وبالتالي يؤثر في خواص المنتج. الهدف من تقنية الحواجز هو أن نعمل بصورة متعقلة مدروسة للجمع بين المؤثرات المختلفة بنفس الوقت أو بأوقات مختلفة خلال مراحل الإنتاج من أجل السيطرة على الجراثيم الممرضة وبشكل خاص الليستيرية وحيدة النواة والمكورات العنقودية الذهبية يمكن أن نجمع بين عوامل حيوية أو لا حيوية عند تطبيق تقنية الحواجز

الغذاء الآمن Safe food

مقدمة:

الغذاء الآمن عبارة عن مصطلح لمفهوم واحد وهو بكل بساطة أن هذا الطعام لا يسبب أي أذى للأشخاص الذين يتناولونه .يختلف مفهوم الغذاء الآمن لدى المستهلكين باختلاف ثقافة المستهلك وكمية المعلومات التي يمتلكها عن الأخطار أو الأمراض المحمولة على الغذاء Food borne. disease بشكل عام، فإننا نقول عن الطعام إنه آمن عندما يحضر بطريقة لائقة وموثوقة خلال مراحل الإنتاج المختلفة اعتباراً من المادة الأولية لدى المنتج الأولي إلى الوصول إلى المستهلك النهائي مروراً بمرحلة التغليف والتوضيب وبالتالي تتولد لدينا الثقة بأن هذا الطعام لا يسبب المرض أو الضرر للمستهلكين .إذاً المقيم الأساسي للغذاء الآمن هو المستهلك النهائي وهو من يحدد بأن هذا الطعام قد نال الثقة والأمان المطلوبين بحيث يقبل عليه .لذلك من الضروري أن يزود المستهلكين بالمعلومات الضرورية حول الغذاء الذي يتناولونه وكيفية التعامل معه(النقل، الحفظ) أيضاً كيفية تحضيره ليبقى الغذاء آمناً. من الأشياء التي يجب أن تضعها شركات إنتا ج الغذاء بالحسبان هي أن المستهلك النهائي يفكر دائماً بالكلفة الاقتصادية وبالتالي فعلى هذه الشركات أن تعمل على تحسين إجراءات الأمان للمنتج من دون أن يتسبب ذلك برفع الكلفة الإنتاجية بشكل

كبير على المستهلك .إن رفع الكلفة الإنتاجية سيحرم شركات إنتاج الغذاء من مستهلكين من ذوي الثقافة الغذائية الضعيفة وكذلك المستهلكين محدودي الدخل لانهم من الشرائح الاجتماعية التي تفكر بالقيمة المادية قبل القيمة الغذائية .من المعلومات التي يجب على المختصين في المجال الغذائي أن يزودوا بها مايلي:

- أن القاعدة العامة في الصناعات الغذائية هي إننا لا يمكن ان ننتج غذاء جيدا من مادة أولية سيئة .لذلك فإن مطالبة شركات الغذاء بإنتاج غذاء آمن يحتم عليها أن تطالب السلطات أو المنتجين بتأمين مادة اولية آمنة للحصول على منتج نهائي آمن .تحاول معظم شركات إنتا ج الغذاء التي تطبق المعايير الصحية في الإنتاج أن تحصل على مادة أولية تحتوي على الحدود الدنيا وغير الخطرة من المواد الكيميائية كالمضادات الحيوية والمبيدات الحشرية والهرمونات أو من المخاطر الفيزيائية كالقطع المعدنية أو بقايا أو قطع من العظم . كذلك الحد الأدنى من المخاطر الجرثومية كوجود الليستَرِيةُ المسْتَوحِدَة أو السلْمونيلة أو ذيفانات العُنْقُودِية .لقد طورت شركات تصنيع الغذاء وجهة نظر خاصة بها تتمحور حول قدرتها على خفض المخاطر بمختلف أنواعها من خلال تكنولوجيا التصنيع كما هو من خلال عملية البسترة وخفض الخطر الجرثومي.

– إن الملوثات في الغذاء لا تتوزع بشكل متجانس أو منتظم .بناءً على هذه المعلومات فإن عملية الأعتيان) أخذ العينات (هي عبارة عن مسألة خاضعة لمبدأ الاحتمالية والمصادفة .في المنشآت التي تطبق نظام الهاسبHACCP فإنه يطلب أخذ ٣ –٥عينات من كل وجبة وذلك لفحصها والتأكد من خلوها من الأخطار الجرثومية أو الكيميائية أو الفيزيائية .على سبيل المثال، تشير الدراسات بأن نسبة وجود الليستَرِيةُ المسْتَوحِدَة والإِشْريكِيةُ القولونِية في لحوم الأبقار O–H7 157 أو في اللحوم المطبوخة لا تتجاوز ١,٠ % وبالتالي حتى ولو اختبرنا ٦٠ عينة من الوجبة فإن احتمالية أن نجد الجراثيم الممرضة في الغذاء لا تتجاوز ١٠ % بينما هناك احتماية ٩٠ % بأننا لن نجد المسبب المرضي في العينة .هذه المعلومات توجه النظر إلى الاهتمام بتطبيق

المعايير الصحية على طول سلسلة الغذاء وعدم الاكتفاء بتطبيق الاختبارات والفحوصات على المنتج النهائي. نقول عن غذاء آمن بالنسبة للمختصين في الصناعات الغذائية عندما يحقق هذا الطعام متطلبات المستهلكين ويحقق في الوقت نفسه معايير السلامة والأمان الموضوعة من قبل السلطات التشريعية. أن المخاطر التي تهدد صحة المستهلكين متنوعة ولا تقتصر على المخاطر الناتجة عن وجود الجراثيم الممرضة في الغذاء.

تحليل المخاطر ذات المنشأ الكيميائي والجرثومي Risk analysis for chemical and microbial hazards

لقد حاول الإنسان منذ القدم أن يقوم بعملية تقييم للمخاطر وايجاد حلول للتغلب عليها وذلك عبر اتخاذ إجراءات متعددة منها وضع القوانين والتأسيس لمواصفات قياسية .مع التقدم العلمي في العصر الحديث فإن الدراسات التي تتعلق بتحليل المخاطر أخذت تحاول القيام بالتقدير الكمي لطبيعة الخطر وهذا يعتمد بشكل أساسي على احتمالية حدوث هذا الخطر .إن عملية الحساب هذه معقدة حيث إنها تحتاج لأخذ عينات متعددة ومختلفة من المجتمع الذي ربما يتعرض للخطر . بشكل عام، يمكن القول إن المجتمعات الحرة التي تملك حريتها في الرفض والقبول وتملك المعلومات الضرورية عن الخطر هي التي تساعد في التخفيف من المخاطر وتحدد احتمالية حدوثها ومستويات الحدوث .كمثال واقعي، لا يمكنك أن تطلب من مستهلك محلي لا يكفيه دخله الشهري في تأمين احتياجاته الأساسية أن يتناول اللبن الذي تنتجه شركة دانون على سبيل المثال لأن هذا المستهلك سيبحث عن اللبن الأرخص سعراً وبالتالي الذي يمكن أن يكون مصدر اً للخطر .إذاً، قبل الخوض في أنواع الأخطار يجب أن يكون بذهن المختصين بالصناعات الغذائية أن عملية إدارة المخاطر والأزمات الناشئة عنها والتخفيف من حدوثها ونتائجها هي عملية مرتبطة بتطوير المعرفة والفهم والآلية الحسابية لدى المجتمع الذي يتعرض للخطر. وفقاً ل(NACMCF, 1997)فإن المخاطر في الغذاء تعرف على إنها العوامل الفيزيائية والكيميائية والجرثومية (الحيوية) التي تتسبب بالأمراض أو الأضرار في غياب إجراءات التحكم بها.

أنواع المخاطر في الغذاء

المخاطر الجرثومية(الحيوية) :من أهم الأخطار التي يمكن أن يتعرض لها المستهلك حيث إن الأحياء الدقيقة تجد في الغذاء وسطاً ملائماً لنموها وتكاثرها وبالتالي إذا وجدت الجراثيم الممرضة في الغذاء فإنه يجب الأخذ بالحسبان كيف يمكننا أن نلغي خطرها أو نحد منه على صحة المستهلكين .كما هو معلوم فإن الجراثيم الممرضة إما ان تؤثر عن طريق تكاثرها ونموها لدى المضيف وبالتالي تسبب له المرض أو أنها تتكاثر في الغذاء وتنتج ذيفاناتها فيه مما يتسبب بحالات التسمم الغذائي الجماعي. المخاطر الكيميائية :تشمل وجود المعادن الثقيلة في الغذاء كالرصاص والزئبق والزرنيخ إضافة إلى وجود ثمالات المضادات الحيوية ومركبات الفوسفور المستخدمة في المبيدات الحشرية . تشمل المخاطر الكيميائية المخاطر الناشئة عن بقايا المنظفات والمطهرات ومواد التعقيم .يضاف لهذه المخاطر احتمالية وصول الوقود المستعمل في مركبات النقل والزيوت إلى المنتج. المخاطر الفيزيائية :تشمل وجود قطع الزجا ج والخشب والبلاستيك والحجارة والمعادن والعظام في المنتج .إن وجود المخاطر الفيزيائية هو ناتجة عن عملية أهمال في إجراءات المراقبة مما يزعزع الثقة في العملية الإنتاجية وكذلك بين الموزعين للمنتج والمستهلكين له.

إن المناقشة والجدال حول مصطلح توصيف المخاطر Hazard characterization يوصلنا إلى مواضيع متعلقة بالمنتج الغذائي نفسه إضافة إلى المخاطر الموجودة في هذا المنتج الغذائي . استخدم مصطلح توصيف المخاطر لإنشاء خطة أو نظام الهاسب وكذلك تطوير سياسات الأمن الغذائي .يمكن أن نعرض هنا نموذج اً يبين كيفية مناقشة المخاطر الناشئة عن مشكلة السلْمونيلَة في الغذاء كما بينتها الأكاديمية الأمريكية الوطنية للعلوم عام ١٩٦٩ حيث إنها تحدد ثلاثة مخاطر متعلقة بوجود السلْمونيلَة بالغذاء.

١ .المنتجات الحاوية على مكونات Ingredientsموصوفة أو معرفة على أنها بؤرة أو عامل كامن مسبب لمرض السلْمونيلَة (بيض، لحوم دواجن).

٢ .عمليات التصنيع التي لا تشمل على خطوات تحكم بإمكانها قتل السلْمونيلَة.

٣ .وجود احتمال قوي واقعي لنمو الأحياء الدقيقة عند غياب الإدارة الجيدة أو الحفظ السيء للمنتج خلال التوزيع أو عند تحضيره للاستخدام من قبل المستهلك.

المخاطر الجرثومية (الحيوية) في المشتقات اللبنية الجراثيم الممرضة في الحليب والمشتقات اللبنية :

يعد الحليب المنتج من حيوانات مصابة مصدراً أو سبيلاً لنقل العدوى للأشخاص الذين يتناولونه وخاصة عند إصابة الحيوانات بمرض السل أو البروسيلَة . لا توجد في بلدنا دراسات وبائية تشير إلى نسبة انتشار مرض السل لدى الحيوانات بينما هناك العديد من الدراسات التي تشير إلى نسبة مرتفعة من الإصابة بالبروسيلَة في قطعان الأبقار .إن غياب المعلومات والدراسات العلمية حول هذه المسببات يحتم علينا أن نطلب من مستهلكي الحليب أن يبتعدوا عن استهلاك الحليب الخام أو منتجاته وأن يقوموا بإجراء عملية بسترة للحليب للتخلص من العوامل الممرضة .إن الشرط الأساسي لنجاح أي طريقة من طرق البسترة (بسترة بطيئةأو سريعة) هو أن تكون كافية للقضاء على جراثيم المتَفَطرَةُ السلية *Mycobacterium tuberculosis* . في هذا البحث سنستعرض بشكل مقتضب مرض السل وداءُ البرُوسِيلاَ ت وحمى كيو بينما سنستعرض العُنْقُودِيةالذهَبِية والليستريةالمسْتَوحِدَة بشيء من التفصيل.

مرض السل Tuberculosis:

إن العامل المسبب لهذا المرض هي جراثيم المتَفَطرَةُ السلية *Mycobacterium tuberculosis* التي تصيب الأبقار وهي ممرضة أساساً للإنسان وهي يمكنها أن تصل إليه عن طريق الحليب الخام .يعد مرض السل من الأمراض الخطيرة التي يجب الإبلاغ عنها إجباري اً بشكل فوري .إن طرق وصول المتَفَطرَةُ السلية للإنسان متعددة نذكر منها:

١ .وصول المتَفَطرَةُ السلية من أماكن القرحات الجلدية أو القرحات في الأغشية المخاطية.

٢ .استنشاق الغبار الحاوي على جراثيم المتَفَطرَةُ السلية وهذا السبيل الأساسي الذي يصاب عن طريقه عمال المسالخ وعمال المزرعة القائمين على رعاية الحيوانات.

٣ .تناول غذاء حيواني المصدر(حليب، لحم)حاوي على جراثيم المتفطرة السلية.

للتحكم بالمرض فإن التشريعات الناظمة تحتم على السلطة المسؤولة عن مراقبة الثروة الحيوانية أن تقوم بالإجراءات الصحية التالية:

١ .يمنع استهلاك الحليب الناتج عن حيوانات مصابة.

٢ .حجر صحي على الحيوانات في منطقة الإصابة.

٣ .إجراء اختبار السلين على جميع الحيوانات.

٤ .الحيوانات التي تظهر نتيجة إيجابية لاختبار السلين تعدم مباشرة تحت إشراف الرقابة الصحية البيطرية.

٥ .يرفع الحظر بعد الانتهاء من إعدام جميع الحيوانات المصابة وإتمام جميع إجراءات التطهير والتعقيم للأماكن والمزارع التي كانت تؤوي الحيوانات المصابة.

داءُ البرُوسِيلاَت:Brucellosis

إن داءُ البرُوسِيلاَت من الأمراض المعدية التي قد تصيب الإنسان .توجد ثلاثة أنواع من البروسيلَة يمكنها أن تصيب الإنسان وهي:

البروسيلَةُ المجْهِضَة*Brucella abortus* .

البروسيلَةُ المالْطِية *Brucella melitensis*.

البروسيلَةُ الخِنْزيرِية *Brucella suis* .

من المعلوم بأن داءُ البرُوسِيلاَت يصيب بشكل أساسي الجهاز التناسلي عند الحيوانات مما يتسبب بإجهاضات لدى الإناث الحوامل في المراحل الأخيرة من الحمل .يصاب الإنسان بداءُ البرُوسِيلاَت عند تناوله لمواد غذائية حيوانية المصدر مثل المشتقات اللبنية أو اللحوم أو عن طريق احتكاكه بالحيوانات المريضة .عند ظهور المرض فإنه يجب إبلاغ السلطات البيطرية .تحدد السلطات البيطرية الإجراءات اللازمة لعزل المسبب وتحديد الحيوانات المصابة وكيفية التعامل معها. الحليب المنتج من قطعان مصابة بالمرض لا يمكن استهلاكه إلا بعد إجراء عملية البسترة ولا يسمح باستخدامه بدون بسترة في عملية صناعة الأجبان لأن الدراسات تشير إلى أن للبروسيلَ ة القدرة على البقاء على قيد الحياة لفترة أطول في الأجبان منها في الحليب الخام.

السلْمونيلَة:*Salmonella*

تعد جراثيم السلْمونيلَة من مسببات التسمم الغذائي الجماعي الواسع الانتشار نتيجة لقدرة هذه الذراري على إنتا ج الذيفانات .تعد أمعاء الحيوانات المخزن الرئيس لجراثيم السلْمونيلَة، لذلك فإن تلوث الحليب بالبراز بشكل مباشر أو غير مباشر سيؤدي إلى وصول أعداد كبيرة منها إلى الحليب . يتم التخلص من أعداد كبيرة من جراثيم السلْمونيلَة بوساطة عملية البسترة، لذلك فإن وجود السالونيلا في الحليب المبستر هو عبارة عن تلوث بعد عملية البسترة.

حمى كيو :Q fever

إن المسبب لهذا المرض هو الكوكسيلا برونيتي*Coxiella burnetti* تعد الأبقار والأغنام والماعز المصابة مصدر اً للعدوى .ينتقل المرض للإنسان عبر استنشاق الغبار الملوث وكذلك يمكن أن ينتقل عن طريق الحليب المنتج من حيوانات مصابة .يتم القضاء على العامل المسبب ببسترة الحليب لمدة ٣٠ دقيقة على درجة حرارة ٦٣ م .°تلزم القوانين البيطرية الإعلام عن الإصابة بالمرض وعزل الحيوانات المصابة والمشتبه بها .إجراء معالجة مكثفة للحيوانات المصابة وكذلك

للقراد في المنطقة كونه يلعب دور ناقل للعدوى .يرفع الحظر عن الحيوانات بعد شفائها من المرض .لا يسمح باستهلاك الحليب من الأبقار المصابة إلا بعد إجراء عملية البسترة.

جراثيم الليستَرِيةُ المُسْتَوحِدَة *Listeria monocytogense* :

يمكن لجراثيم الليستَرِية أن توجد في البيئة بشكل كبير ولدى أنواع عديدة من الأثوياء وهذا من خواص الليستَرِية (وجودها بشكل كبير في البيئة) التي تساعد على فهم طبيعة وصولها وتكاثرها في المواد الغذائية .تساعد معرفة الخصائص الوظيفية والجينية لليستَرِية على معرفة مصدر التلوث الحاصل في المنتجات الغذائية وذلك عن طريق معرفة خصائص الذراري المعزولة باختلاف الوسط التي تعيش فيه.

العنقودية الذهبية *Staphylococcus aureus* :

وجود أو بيئة العنقودية الذهبيةHabitat of *S. aureus* توجد أنواع جنس العنقودية ة بكثرة في الوسط المحيط .حيث توجد أنواع العنقودية على الجلد والأغشية المخاطية للحيوانات ذات الدم الحار والإنسان وفي ال تربة والهواء والماء وهي تشكل جزء من النبيت الجرثومي الموجود في الحليب والمنتجات المتخمرة والأجبان .يعد غالبية البشر حاملون آمنون للمكورات العنقودية الذهبية حيث يعد التجويف الأنفي والأيدي والجلد مخازن هامة لها .عند الحيوانات، فإن جلد الضرع والحلمات ملوثة بالعنقودية الذهبية