تصنيع جبن ومتخمرات - عملي

المحاضرة الأولى **مدرس المادة**

د. علي حسين جميل

طريقة استخلاص المنفحة وآلية عملها

يعد الحليب من أهم مصادر تغذية الأنسان وقد عرف الانسان الحليب واستعمله قبل آلاف السنين ونظراً لأهميته الغذائية فقد تطورت صناعات الألبان في نهاية القرن الماضي وبداية القرن الحالي وزاد التطور التكنولوجي في صناعة الالبان على مستويات القطاعين الاشتراكي والخاص.

وقد عُرّف الحليب بالعديد من التعاريف ومن أهمها :

التعريف القانوني: والذي ينص على أن الحليب هو الإفراز اللبني الطازج بعد عملية الحلب لبقرة واحدة أو أكثر من الأبقار السليمة باستثناء فترة الحلب من (5) أيام قبل الولادة ولغاية (15) يوم بعد الولادة ويسمى الحليب خلال هذه الفترة اللبأ (السرسوب)

التعريف الفيزيوكيمياوي: ويعرف الحليب بأنه المحلول المائي لبعض الاملاح وسكر اللاكتوز والذي تنتشر فيه المركبات الدهنية بصورة مستحلبة كما وتنتشر فيه البروتينات وفوسفات الكالسيوم بصورة غروية.

هناك تعاريف أخرى اعتماداً على المواصفات التصنيعية للحليب الكامل أو الحليب الفرز ومنها (القشطة ، الحليب المعقم ، الحليب المبستر ، وغيرها) .

الجبن: هو المنتوج المصنع من خثرة مستحصل عليها من حليب كامل الدسم او حليب فرز أو مفروز جزئياً أو من حليب الزبد أو مزج من تلك المنتجات مع بعضها.

المنفحة: عبارة عن الخلاصة التي تستخرج من المعدة الرابعة للعجول الرضيعة المجترة حيث توجد في الغشاء المخاطي المبطن لهذه المعدة حيث تحتوي على أنزيم يدعى بأنزيم الرنين والذي له القدرة على تخثر أو تجبن الحليب ويوجد على شكل مسحوق أو سائل أو أقراص.

يتم استخلاص انزيم الرنين من بعض أجزاء الجهاز الهضمي للحيوانات الرضيعة حيث يتم استخلاصها من المعدة الرابعة للعجول الرضيعة والتي يكون فيها انزيم الرنين بتراكيز عالية بسبب اعتمادها على الرضاعة

فقط حيث وجد بان تركيز الانزيم أكثر بـ 7 أضعاف مما هو عليه في الحيوانات الكبيرة السن، هناك منفحة سائلة وجافة وإن المنفحة الجافة يكون تركيزها أكثر من السائلة بـ 10 مرات.

وإن المنفحة التجارية هي خليط من أنزيم الرنين وعدد من الانزيمات المجبنة للحليب مع العديد من المواد بالإضافة الى الانزيمات التي مصدرها الاحياء المجهرية.

تأثير المنفحة على كازينات الحليب:

إن الكازينات في الحليب تكوّن الجزء الرئيسي من بروتينات الحليب حيث تبلغ 80% من المجموع الكلي لبروتينات الحليب اما الباقي فهي بروتينات الشرش والتي تشمل بيتا لاكتوكلوبيولين و ألفا لاكتوالبومين أضافة الى كميات قليلة جداً من بروتينات أخرى ، والكازينات تكون غير متجانسة وتتكون من مجموعة من البروتينات منها :

الفا أس كازين	αs . Casein	نسبته	50%
بيتا كازين	β . Casein	نسبته	25%
كاما كازين	δ . Casein	نسبته	5%
كابا كازين	K . Casein	نسبته	15%

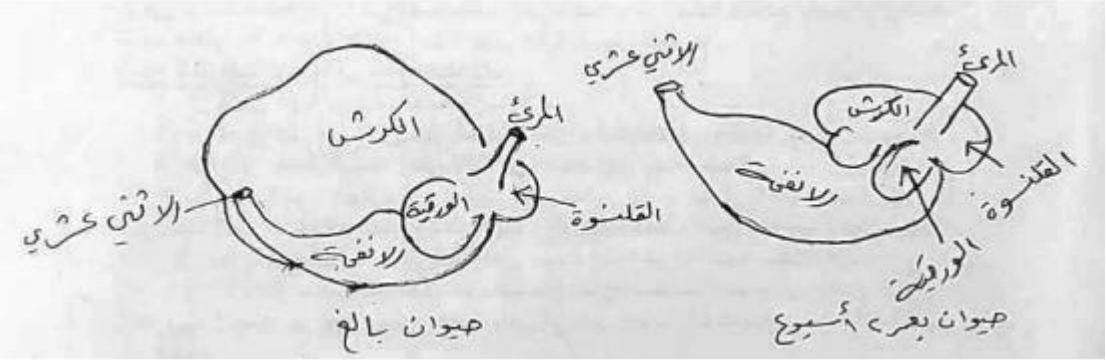
والكازين الأخير هو الذي له الدور الأساسي في الحفاظ على الحالة الغروية للكازينات في الحليب ويمنعها من الترسيب في الظروف الطبيعية .

طريقة صناعة المنفحة:

تتكون معدة الحيوانات المجترة من أربعة اقسام هي الكرش والقلنسوة والورقية والانفحة أو ما تسمى بالمعدة الحقيقية التي تحتوي على انزيم الرنين حيث أن المعدة الحقيقية هي التي تقوم بعمليات الهضم الأساسية لاحتوائها على الغدد المفرزة من الانزيمات الهضمية وحامض الهيدروكلوريك .

يتم إزالة الاغشية المعدية الخارجية الملتصقة بالجدار الخارجي للمعدة الرابعة مع الحفاظ على الغشاء المخاطي الداخلي الذي يحتوي على أنزيم الرنين حتى تسهل عملية الاستخلاص والترشيح مع ملاحظة إزالة الحليب المتجبن وبعض السوائل ومن ثم ربط إحدى نهايتي المعدة ونفخها من الطرف الآخر لغرض تجفيفها

إلا أنه في معظم الحالات تكون المعدة مثقوبة مما لا يسمح بنفخها لذلك يفضل شق المعدة وتمليحها خفيفاً من كلا السطحين الداخلي والخارجي ثم تجفف وذلك بوضعها في مكان جاف معلقة مع امرار تيار هوائي جاف حرارته (20 ـ 30) °م حيث أن المعدة المنفوخة تعلق واما المعدة المشقوقة فترص بطريقة تسمح بمرور الهواء من بينها لغرض إسراع عملية التجفيف.



تحتوي مستخلص المنفحة من العجول الرضيعة على 91% كيموسين و 9% ببسين بينما مستخلص المنفحة من العجول الكبيرة يحتوي على 8% كيموسين و 92% ببسين حيث تزيد كمية الكيموسين في العجول الرضيعة لتساعد على هضم الحليب الذي تتناوله العجول في فترة الرضاعة ثم تقل تدريجياً نسبة هذا الانزيم وتزيد نسبة انزيم الببسين الذي يساعد على هضم مكونات العلائق الذي يبدأ العجل في تناولها بعد فترة الرضاعة . ويوجد الكيموسين في الغشاء المخاطي للمعدة الرابعة للعجول الرضيعة في صوره غير نشطة يطلق عليها بروكيموسين .

إن إضافة الحامض الى المستخلص الخام بهذا الغشاء المخاطي يؤدي الى خفض الأس الهيدروجيني إلى (4.6 ـ 2) مما يؤدي الى تحويل بروكيموسين وبذلك يصل المستخلص إلى أقصى نشاط له إلا انه يجب ملاحظة انه على الرغم من أن عملية التحول هذه يلائمها الاس الهيدروجيني المنخفض إلا ان ثبات الكيموسين الناتج يكون ضعيف على الاس الهيدروجيني الأقل من 5 وخاصة بوجود كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) وهذا يسبب انخفاض في تصافي الجبن الناتج وبصفة عامة فان الاس الهيدروجيني الأمثل لثبات الكيموسين هي من (5.3 ـ 6.3) وبالإضافة الى مستخلص المنفحة من العجول الرضيعة فانه يستخدم ايضاً مستخلص المنفحة من الأغنام والماعز وفي بعض الأحيان تستخدم عجينة المنفحة وهي ناتجة من الاغشية المخاطية في الغنم والماعز في صناعة بعض أنواع الجبن في بعض الدول لكي تعطي الطعم المميز والمرغوب لدى

البعض حيث تحتوي هذه العجينة على انزيمات تعرف بانزيمات اللايبيز التي تقوم بتحليل الدهن وإنتاج احماض دهنية لها طعوم مميزة .

يستخدم كذلك في بعض البلاد انزيم الببسين الناتج من الخنازير وقديما تم انتاج انزيم مجبن للحليب من الدجاج وهو اكثر نشاطاً في تحليل البروتين واقل مقاومة للحرارة من الكيموسين . حيث تعتبر نسبة احتجاز المواد المجبنة في الخثرة بعد الكبس من العوامل الهامة في تسوية الجبن حيث يحتوي حوالي 30% من كمية المنفحة المضافة الى الخثرة قبل الكبس وتنخفض الى 8.5% بعد الكبس وذلك بالنسبة للمنفحة الحيوانية بينما تصل الى 5.3% للمنفحة الميكروبية و 8.3% للببسين لذلك فان الشرش الناتج من الجبن يحتوي على نسبة مرتفعة من المواد المجبنة.

يمكن استخلاص المنفحة بواسطة حامض الهيدروكلوريك المخفف ضمن أس هيدروجيني مقداره (5.5) لكن يعاب على الحامض عدم قابليته على الحفظ لفترة طويلة نتيجة للنشاط الميكروبي الا انه يستخدم أكثر من حامض من الحوامض الضعيفة التأين نسبياً بدلاً عنه مثل حامض اليوريك والبنزويك لإعطاء أس هيدروجيني مناسب وهي في نفس الوقت مادة حافظة مع إضافة القليل من ملح الطعام.

يوجد انزيم الرنين في الغشاء المخاطي على حالة خاملة ويمكن تنشيطه في الوسط الحامضي وعليه يجب اختيار اس هيدروجيني من عملية الاستخلاص.

ان الانزيم يفقد قابليته على تجبين الحليب عند استخلاصه بمحاليل متعادلة لكن يمكن تنشيطه في مثل هذه المحاليل بخفض الاس الهيدروجيني الى (4.7 ـ 3) مع رفع الحرارة الى (25 ـ 37) م ويصبح الانزيم له القابلية على تجبين الحليب حيث انه يكون نشيطاً في الوسط الحامضي.

بعد تحضير محلول الاستخلاص الملائم ووضعه في أواني معتمه تضاف اليه قطع المنفحة لتحضيرها بنسب (1:10) أجزاء من محلول الاستخلاص وبهذه العملية يتم انتقال الانزيم من الغشاء المخاطي الى محلول الاستخلاص وتقلب القطع في المحلول بين فترة وأخرى كما انها تعصر بقوة في الفترة الأخيرة من الاستخلاص وان درجة الحرارة الاستخلاص هي 24°م ومدة الاستخلاص بحدود (2 ـ 3) أيام. وعند انتهاء فترة الاستخلاص تجري عملية تقدير قوة المنفحة ثم يستخلص مرة أخرى لحين الحصول على أقصى قوة تجبينيه للحليب .

تعتبر مدة التخزين هذه فترة تسوية حيث يحدث خلالها تحلل لأنسجة الانفحة بالأنزيمات الداخلية نتيجة ما يعرف بالتحلل الذاتي مما يؤثر على جدار الخلايا ويسهل عملية استخلاص الانزيمات ، وكلما طالت مدة التخزين زادت درجة التسوية وساعدت على سهولة استخلاص الانزيمات وقد تمتد الى عدة اشهر . وتحدد المدة اللازمة لتجفيف والتسوية بحيث يسهل تقطيع المنفحة بمقص أو سكين أو تمزيقها باليد .

آلية عمل أنزيم الرنين:

مرحلة التغيرات الكيمياوية: وتشمل هذه المرحلة بشكل رئيسي تحليل جزيئة الكابا كازين بفعل أنزيم الرنين والذي يعمل على تحليل الآصرة الببتيدية التي تربط الحامض الاميني methionine والحامض الأميني phenyl alanine مسببة شطر الجزيئة البروتينية الى جزيئتين هما Para-k-Casein غير ذائبة في وسط الحليب وجزيئة glycomacropeptied ذائبة في وسط الحليب وبهذه الحالة يفقد الكابا كازين الخاصية الوقائية التي يمتاز بها .

حصول التجبن في الحليب: ويحدث نتيجة ترابط الجسيمات الكازينية مع بعضها البعض بسبب زوال وتحلل البروتين الوقائي وتجمع الحبيبات الكازينية بنظام معين وخطوات متتابعة لتكوين الخثرة من خلال الارتباط الذي يحدث نتيجة وجود أيونات الكالسيوم في الوسط ويزداد سمك هذه التجمعات في المركز حيث تتجمع الحبيبات الدهنية وسطها لينتج عن ذلك التجبن الكلي.

المنفحة النباتية:

هناك عصارات نباتية يمكنها تجبين الحليب من الحالة السالة الى الحالة شبه الصلبة وقد حاول الباحثين الاستفادة من وجود انزيمات مجبنة يمكن استخلاصها من مصادر نباتية في صناعة الجبن وقد تركزت هذه البحوث في البلاد التي تتعارض عقائدها مع استعمال المنفحة القياسية من معدة العجول كما هو الحال في الهند ولكن اكثر التجارب التي أجريت على استعمال هذه المواد المجبنة لم تعطي نتائج مشجعة يمكن عن طريقها تعميم استعمالها في صناعة الجبن على نطاق عالمي.

ومعظم بروتينات البروتييز النباتات لها القدرة العالية على تحليل البروتين وتسبب تحلل الخثرة بدرجة كبيرة مما يؤدي الى انخفاض محصول الجبن وظهور مرارة الطعم مع قوام عجيني، وقد تم التعرف على قدرة بعض العصارات النباتية على تجبين الحليب منذ فترة طويلة وخاصة عصارة أوراق التين حيث

استخدمت هذه العصائر في مناطق زراعة الأشجار وكثير من المستخلصات من مصادر نباتية تجبن الحليب ولكن بعض منها يحلل البروتين بدرجة شاملة مثل البابين من نبات الباباظ والبروملين من الاناناس والريسين من بذور زيت الخروع.

المنفحة الميكروبية:

بالهندسة الوراثية تم فصل الجبن المسؤول عن تخليق الرنين من أنفحة المجترات الرضع ودمجه في التركيبه الجينية لعدة أنواع مختلفة من البكتريا التي تربى في مزارع لإنتاج الرنين الذي يتم تسويقه بشكل جاف. يطلق البعض اسم المنفحة النباتية على المنفحة البكتيرية وهذا غير دقيق وبسبب سوء الفهم لكن مقصدهم من تلك التسمية ان المنفحة ليست حيوانية لكونها من أصل بكتيري وهو ما يهم النباتيين. المنفحة البكتيرية المهندسة وراثياً آمنه صحياً لكن استخدامها في صناعة الجبن يؤدي الى فقد نسبة من البروتين والدهن مع الشرش وان فقد غرامات قليلة من البروتين والدهن خلال تصنيع ملايين اللترات من الحليب يعني خسارة مادية كبيرة.

ويفضل انزيم الرنين المستخلص من المنفحة الحيوانية على بقية الانزيمات لعدة أسباب منها:

1. الرنين هو الانزيم الطبيعي الذي يجبن الحليب في معدة العجول الرضيع ولذلك فمن الطبيعي ان يكون هو أفضل الانزيمات لهذه العملية.
2. يمتاز الرنين بقدرة عالية على تجبين الحليب مقارنة بقدرته على تحليل البروتينات.
3. بالإضافة الى قدرة الرنين على تجبين الحليب عند حموضته الطبيعية فان الخثرة والجبن الناتجين منه أفضل من مثيلاتها الناتجة من الانزيمات الأخرى.
4. من الجدير بالذكر فان فعل انزيمات التجبن باختلاف أنواعها لا يتوقف على احداث تجبين الحليب فقط ولكن يمتد هذا الفعل الى ما بعد صناعة الجبن حيث تقوم هذه الانزيمات خلال فترة تسوية الجبن بتحليل بعض مركبات الحليب مثل البروتين لكي تعطي الجبن الطعم المرغوب فيه.