

## المحاضرة السابعة

### صناعة الجبن

هو المنتج المصنع من خثره مستحصلة من الحليب الكامل أو الحليب الفرز أو المفروز جزئياً أو من حليب الزبد أو من مزج بعض أو كل هذه المنتجات بإضافة القشطة أو عدم إضافتها ويمكن أن يكون مصدر الحليب احد اللبائن وبالدرجة الأولى حليب البقر والجاموس والغنم والماعز وتنتج الخثرة المستحصلة من استعمال بعض الأنزيمات وبشكل خاص أنزيم الرنين أو الحوامض وبالأخص حامض اللاكتيك ويمكن معاملة الخثرة حرارياً أو ميكروبائولوجياً أو كيميائياً لغرض الحصول على ناتج وبمواصفات ثابتة ومحدودة.

#### تركيب الجبن و أنواعه:

يتكون الجبن بشكل رئيسي من المواد البروتينية والمواد الدهنية والماء، وتختلف نسب هذه المكونات اعتماداً على مصدر الحليب ونوع الحليب وطريقة الصناعة وبصورة عامة يمكن القول إن حوالي 95% دهن وكازينات الحليب الكامل مع 50% من المواد المعدنية تنتقل إلى الجبن بينما يفقد في الشرش البروتينات الذائبة وسكر اللاكتوز ونسبة كبيرة من الأملاح المعدنية الذائبة في الماء. أن الاجبان بصورة عامة يمكن أن تصنف على أساسين على الأقل وهما:

أ- نسبة الرطوبة في الناتج النهائي وفيها توجد ثلاث مجاميع:

1- الاجبان الطرية

2- الاجبان نصف الجافة

3- الاجبان الجافة

د.حيدر إبراهيم + د.لينا سمير.....محاضرات مبادئ ألبان

ب-طريقة ودرجة الإنضاج: وفيها تصنف الاجبان استناداً على قوة نكهتها  
ونوع الأحياء المجهرية المستعملة ومنها:

1- الاجبان قوية النكهة

2- الاجبان خفيفة النكهة

3- الاجبان المنضجة بالعفن

4- الاجبان المنضجة بالبكتريا

إن نسبة الرطوبة في الاجبان الطرية يمكن أن تتراوح بين 45-75% في حين تحتوي الاجبان نصف الجافة على 36-42% والجافة على 25-36% وطبيعي يكون ارتفاع نسبة الرطوبة في أي نموذج غذائي على حساب باقي المكونات الغذائية في ذلك النموذج إضافة إلى الدور الكبير الذي يلعبه ارتفاع نسبة الماء في الجبن في قابلية الحفظ وسرعة التلف.

**ويقصد بإنضاج الجبن التغيرات التي تحدث في الصفات الكيميائية والفيزيائية للجبن أثناء تصنيعه وخرزته ومعاملته تحت ظروف معينة ابتداء من مرحلة ترسيب الخثرة وانتهاءً بمرحلة الخزن والتجهيز وتشمل هذه التغيرات مواد النكهة والطعم إضافة إلى القوام والتركيب الكلي للجبن إذ تتحلل البروتينات إلى مركبات بيتايدية وأحماض امينية بسبب الفعل الحامضي أو الأنزيمي أو فعل الأحياء المجهرية المضافة أثناء الصناعة أو تكوين الغازات داخل تركيب الجبن مسببة وجود بعض الفقاعات أو تكوين النكهة الخاصة للصنف المعين، إن أصناف الجبن الموجودة في العالم هي كثيرة جداً وقد تصل إلى أكثر من 800 صنف.**

### **تأثير المنفحة على كازينات الحليب:**

إن الكازينات في الحليب تكون الجزء الرئيسي من بروتينات الحليب إذ تبلغ نسبتها حوالي 80% من المجموع الكلي للبروتينات في الحليب أما الباقي فهي عبارة عن بروتينات الشرش، وتوجد هذه الكازينات متجمعة مع بعضها البعض

د.حيدر إبراهيم + د.لينا سمير.....محاضرات مبادئ ألبان

من خلال أواصر فوسفات الكالسيوم والمغنيسيوم على هيئة جسيمات كازينية غروية تدعى micelle يتراوح قطر الجسيمة الواحدة بين 80-100 مليميكرون وان النظريات التي وضعت لتفهم فعل أنزيم الرنين على كازينات الحليب إذ أثبتت بان بروتين الكابا كازين هو الوحيد الذي يتأثر بأنزيم الرنين خلال الوقت اللازم لتجبن الحليب بهذا الأنزيم وكذلك يفقد 20% من وزنه أثناء تحلله.

إن تأثير الرنين على عملية تخثر الحليب تمر بمرحلتين:

1- مرحلة التغيرات الكيميائية التي يسببها عمل هذا الأنزيم:

تشمل هذه المرحلة بشكل رئيس تحلل جزيئة الكابا كازين بفعل أنزيم الرنين والذي يحلل الأصرة الببتيدية التي تربط الحامض الاميني phenylalanine في الموقع 105 بالحامض الاميني methionin في الموقع 106 في الجزيئة البروتينية مسببة شطر الجزيئة البروتينية إلى شطرين هما:

Para-k-casein: غير ذائب في وسط الحليب.

Glycomacropeptide: ذائب في وسط الحليب.

وتفقد الجزيئة البروتينية بعد التحلل خاصيتها في العمل الوقائي لمنع ترسب بقية الكازينات بوجود أملاح الكالسيوم وعندها تبدأ المرحلة الثانية.

2- حصول التجبن في الحليب:

ويحدث ذلك نتيجة ترابط الكازينات مع بعضها البعض بسبب زوال وتحلل البروتين الوافي(الكابا كازين) وفي هذه المرحلة تتجمع الحبيبات الكازينية بنظام معين وفي خطوات متتابعة لتكوين الخثرة ومن خلال الارتباط الذي يحصل نتيجة وجود ايونات الكالسيوم في الوسط ويزداد سمك هذه التجمعات في المركز إذ تتجمع الحبيبات الدهنية في وسطها لينتج عنها

د.حيدر إبراهيم + د.لينا سمير.....محاضرات مبادئ ألبان

التجبن الكلي ولذا فان عدم وجود الكالسيوم أو انخفاض تركيزه لأي سبب كان يبطئ أو يوقف عملية التجبن في الحليب.

### الأدوات والمواد المستعملة:

- 1- حوض الجبن: ويفضل أن يكون مصنوع من الحديد المقاوم للصدأ وان يكون ثنائي الجدار إذ يستعمل الفراغ بين الجدارين لإمرار البخار أو الماء الحار أو البارد أثناء عمليات التصنيع والغسل.
- 2- قوالب الجبن: يمكن أن تكون اسطوانية أو مستطيلة مصنوعة من الحديد المقاوم للصدأ وفي بعض الأحيان من الخشب وبأحجام مختلفة ويوجد بها ثقوب عديدة موزعة على الجدران لغرض ترشيح الشرش وفصله من الخثرة أثناء عملية الكبس.
- 3- المكبس: أن الضغط المستعمل لغرض كبس الجبن الطري هو ضغط خفيف ويمكن التعويض عن جهاز الكبس بوضع أثقال فوق الخشبة التي تغطي الخثرة.
- 4- سكاكين تقطيع الخثرة: وهي نوعين من السكاكين الطولية والعرضية والغرض منها تقطيع الخثرة إلى مكعبات صغيرة تسهل نضوح الشرش من خثرة الحليب بعد التقطيع.
- 5- محارير وأدوات مختلفة أخرى: هناك محارير طوافة تترك في الحليب لغرض التحكم والتأكد من درجة حرارة الحليب أثناء عملية الصناعة وتستخدم أيضاً أنواع مختلفة من المغارف والمحركات المعدنية أو الخشبية إضافة إلى مصافي الحليب والشرش.
- 6- منضدة الترشيح: ويجب أن تكون مغطاة بطبقة غير قابلة للصدأ ومثبتة بانحدار طفيف لغرض جمع الشرش والتخلص منه.

د.حيدر إبراهيم + د.لينا سمير.....محاضرات مبادئ ألبان

7- أدوات مختبريه: لقياس الحموضة ونسبة الدهن وكثافة الحليب للتأكد من سلامة وجودة الحليب المستعمل للصناعة.

8- غرف مبردة: لغرض حفظ الجبن بعد الكبس.

9- الحاجة إلى المواد الرئيسية التالية: أ- المنفحة: وهي عبارة عن المستخلص الملحي للمعدة الرابعة للعجول الرضيعة وتحتوي اعتيادياً على إنزيم الرنين بصورة رئيسية وأنزيم الببسين بكميات قليلة.

ب-البادئ: وهي عبارة عن مزرعة بكتيرية نقية تحتوي على بعض الأنواع من البكتريا التي لها القابلية على تحويل سكر اللاكتوز في الحليب إلى حامض لاكتيك بالدرجة الأولى وحوامض ومركبات أخرى بالدرجة الثانية والغرض منه إكساب الجبن نكهة خاصة ومرغوبة.

10- أدوات غسل وتعقيم الأجهزة المستعملة في الصناعة.

### خطوات الصناعة:

1- الحليب المستعمل: تعتبر جودة الحليب من أهم العوامل المؤثرة في صناعة الجبن الجيد إذ يجب التأكد من نظافة الحليب ورائحته كفحص أولي ويجب أن لا يكون الحليب حامضي فزيادة الحموضة عن 0.18% يدل على طول عمر الحليب وعدم ملائمته للصناعة إذ يكون الجبن الناتج سريع التلف، وان الحليب المغشوش والمزال منه نسبة من الدهن أو المضاف له نسبة من الماء ينتج جبناً غير مقبول من ناحية القوام والطعم كما ويجب التأكد من سلامة الحليب وخلوه من الشوائب.

2- بسترة الحليب: إن الغاية من إجراء هذه العملية الحرارية هي للقضاء على جميع الأحياء المجهريّة المرضية ومعظم المايكروبات المسببة لتلف الحليب إذ يعامل الحليب بدرجة حرارة 63 م لمدة 30 دقيقة بواسطة إمرار البخار أو الماء الساخن من خلال الفراغ الموجود بين جداري حوض

د.حيدر إبراهيم + د.لينا سمير.....محاضرات مبادئ ألبان

الجبين مع تحريك الحليب بصورة مستمرة لغرض توزيع الحرارة على الحليب وعند وصول الحليب إلى الدرجة الحرارية المطلوبة يقطع المصدر الحراري ويمرر الماء البارد ومع التحريك المستمر حتى تصل درجة الحرارة إلى 30 م ، إن ارتفاع درجة حرارة البسترة عن الحد المعقول يؤدي إلى مشاكل تصنيعية أهمها بطئ عملية التجبن بعد إضافة المنفحة وإنتاج خثرة ضعيفة القوام ويعود السبب في ذلك إلى:-

أ- ترسيب ايونات الكالسيوم: إذ أن الحرارة العالية تؤدي إلى تحول قسم من الكالسيوم الذائب إلى الحالة الغروية مما يؤدي إلى أبطاء عملية التجبن.

ب- إن الحرارة العالية تؤدي إلى تفاعل بروتينات الشرش مع الكابا كازين الذي يحيط الجسيمة الكازينية من خلال تداخل الروابط الكبريتية في كلا النوعين من البروتينات مسببة تأخر عمل المنفحة. ومن الممكن تلافي مثل هذه الحالة بإضافة كمية من كلوريد الكالسيوم بتركيز 0.01-0.02% من كمية الحليب.

3- إضافة المنفحة: تحضر المنفحة بإذابة كمية من المادة الجافة في كمية من الماء البارد مع كمية قليلة من ملح الطعام وتخلط جيداً إلى أن تذوب المنفحة، ويضاف محلول المنفحة إلى الحليب المبستر والمبرد في حوض الجبن ويخلط المزيج جيداً لتوزيع المنفحة على كل أجزاء الحليب في الحوض ويستمر في التحريك حوالي 3 دقائق عندها يغطى الحوض ويترك حوالي نصف ساعة وبنفس الدرجة الحرارية، أما إتمام عملية التجبن فيمكن معرفة ذلك بالضغط على الخثرة في جانب جدار الحوض فتفصل الخثرة عن الجدار بصورة واضحة.

4- تقطيع الخثرة: بعد أن يتم التأكد من إتمام عملية التجبن تجرى عملية التقطيع ويستعمل فيها السكاكين الطولية والعرضية يدوياً أو ميكانيكياً وان

هذه العملية يجب أن تتم بهدوء وببطء حتى لا تتكسر الخثرة عشوائياً إذ يؤدي التكسر المضطرب إلى فقدان نسبة من الخثرة وان الغرض من هذه الطريقة في التقطيع هو السماح للشرش أن ينضح ويخرج من جسم الخثرة وبسهولة لتقليل نسبة الرطوبة في الجبن الناتج.

5- فصل الشرش: تترك الخثرة المتقطعة مدة من الزمن تقدر بحوالي 5-10 دقائق وبدون تحريك، إذ أن التحريك في هذه المرحلة يؤدي إلى تكسر الخثرة وضعف قوامها وفي هذه الأثناء يبدأ الشرش بالانفصال وتحرك الخثرة عندئذ بمغارف الخثرة ومن جميع جوانب الحوض للإسراع بتصريف الشرش وفي بعض الأحيان ترفع درجة حرارة الخثرة عدة درجات مئوية ومع التحريك المستمر مما يؤدي إلى الإسراع في تصريف الشرش وتدعى هذه العملية بالطبخ (cooking) ويستعمل عادة مصفى خاص يوضع في أسفل فتحة الحوض ليتسرب الشرش منها دون الخثرة.

6- إضافة الملح: يضاف الملح عادة بنسبة 1-4% من وزن الخثرة الناتجة وتعتمد النسبة المضافة على طلب المستهلك، ويساعد الملح على إطالة عمر الجبن بسبب عملة لتوقيف نشاط بعض الأحياء المجهرية وكذلك المساعدة على تصريف قدر آخر من الشرش.

7- تعبئة القوالب: تعبأ الخثرة في قوالب معدنية وخشبية وفي بعض الأحيان تبطن هذه القوالب بطبقات من القماش الململ لغرض المحافظة على منع تسرب بعض قطع الخثرة الصغيرة إلى الخارج والسماح للشرش الفائض بالنضوح من خلال طبقة الململ والفتحات الموجودة على جوانب القالب وبعدها توضع الأثقال المناسبة عليها لغرض التخلص من أكبر كمية ممكنة من الشرش المتبقي في الخثرة وتترك فترة تتراوح ما بين 1-2 ساعة وبعدها يرفع الضغط عنها وتوضع القوالب مع الجبن في غرف مبردة (4-5 م) إلى حين التقطيع والتسويق.

د.حيدر إبراهيم + د.لينا سمير.....محاضرات مبادئ ألبان

حساب نسبة التصافي: إن المقصود بنسبة التصافي هو الوزن الناتج من الجبن على هيئته النهائية قبل التسويق من كمية الحليب المستخدمة في الصناعة، وبصورة عامة فإن هذه النسبة تتأثر بالعوامل التالية:

- 1- تركيب الحليب.
- 2- فقدان بعض مكونات الحليب في الشرش.
- 3- المعاملات الحرارية المستعملة أثناء الصناعة.
- 4- نوع الجبن الناتج ونسبة الحموضة التي يصلها الناتج أثناء الصناعة ونسبة الماء في الجبن النهائي.