تصنيع جبن ومتخمرات

المحاضرة السادسة **مدرس المادة**

د. علي الجميل

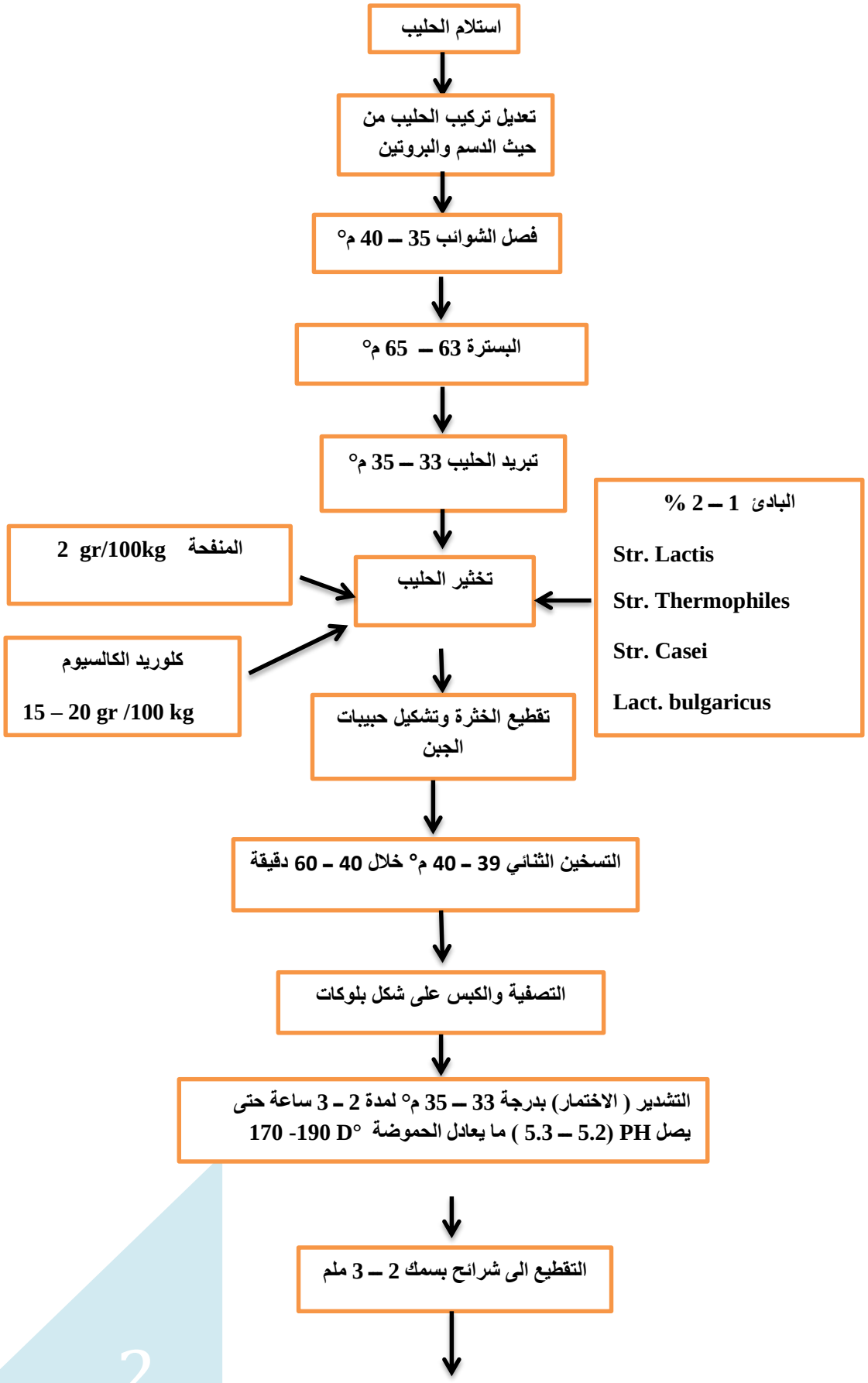
صناعة جبن القشقوان

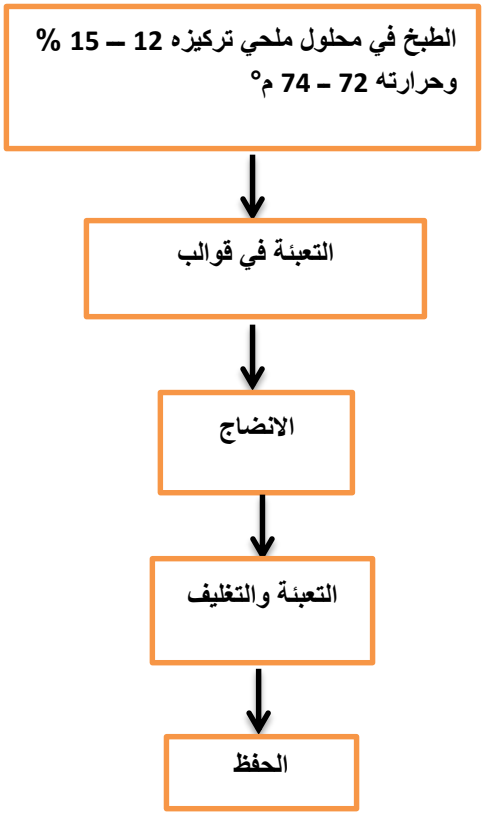
يندرج جبن القشقوان ضمن صنف الاجبان القاسية (الجافة) بدون عفن والتي تتصف بأنها تقطع الى شرائح عند استخدامها ، ولها قوام متماسك ، وتبلغ نسبة الرطوبة فيها حوالي 40% .

يقال بان منشأ هذه الجبنة هي مدينة كاشي كالو Cacciocallo في ايطاليا وتسمى هذه الجبنة في بلاد الترك باسمين هما قاشقاوال وقاشار واليهود في ولاية سيلانك يصنعون جبنة مماثلة للقشقوان يسمونها قشار وان افضل انواع جبن القشقوان تصنع في بلغاريا وهو الجبن الاكثر انتشاراً حيث يحتل المركز الثاني بعد الجبن الابيض ، وأفضله الذي يصنع من حليب الاغنام لارتفاع نسبة الدسم في المادة الصلبة ، كذلك يصنع من حليب الابقار أو مزيج منهما ويعرف هذا الصنف باسم كاشكاوال Kaschkawal ، ويعتبر الجبن الجاف الوحيد الذي يصنع في مصر على نطاق تجاري واسع ، ويدعى بالجبن الرومي ، وهو لم يصنع في مصر قبل عام 1918 أما في سوريا فقد بدء تصنيع هذا النوع منذ فترة قصيرة اعتماداً على حليب الابقار فقط فقد أنشأت أولى معامله في دمشق وحلب عام 1995 وفي عام 1996 أستحدث قسم القشقوان في شركة ألبان حمص بطاقة إنتاجية قدرها 450 ــ 470 كغم من (5) طن حليب أبقار في اليوم وفيما يلي مواصفات القشقوان المصنع من حليب (الأبقار+ الأغنام) :

المؤشرات الكيميائية للجبنة	جبن الغنم	جبن البقر
المادة الجافة %	60 ـ 58	60 ـ 58
الدسم بالنسبة للمادة الجافة %	47 ـ 43	58 ـ 48
البروتين %	34 ـ 30	26 ـ 24
نسبة البروتين المنحل من البرتين الكلي%	25 ـ 20	30 ـ 25
نسبة الملح %	2.5 ـ 2	2.5 ـ 2

مخطط يوضح مراحل تصنيع جبن القشقوان





مراحل التصنيع

استلام الحليب وتحضيره : يتم استلام الحليب من الموردين وإجراء الاختبارات الأولية عليه مثل (البروتين ، الدسم ، الحموضة ، الكثافة ، نسبة الماء) ويجب ان يتمتع الحليب المعد لتصنيع الأجبان بالمواصفات التالية :

1. ان يكون ناتجاً من أبقار سليمة وموجوداً في ظروف طبيعية .
2. ان يتمتع الحليب بصفات حسية مقبولة : طعم ، رائحة ، لون ، قوام طبيعي .
3. أن يكون غير مغشوش من حيث إضافة الماء أو سحب الدهن منه .
4. ان لا يحتوي على حليب السرسوب .

5. أن لا يحتوي على آثار المبيدات المتنقلة عن طريق الاعلاف .
6. أن لا يحتوي على آثار المضادات الحيوية .
7. أن يتمتع بصفات بكتريولوجية جيدة من حيث نظافته وخلوه من البكتريا الضارة ويتم التحقق من ذلك بإجراء اختبار الريدوكتاز باستخدام أزرق الميثيلين .
8. أن يكون طازجاً لا تزيد حموضته عن 20 درجة .
9. أن يعطي نتيجة ايجابية أثناء إجراء اختبار التخثر المنفحي الذي يجري قبل البدء بتصنيع الحليب وليس عند الاستلام .

تعديل تركيب الحليب :

تنظيم محتوى الحليب من المادة الدهنية: تمثل المادة الدهنية حتى 44 % من المادة الصلبة الكلية في الجبن وفقاً لصنف معين ولتركيبه ويتم تنظيم محتوى الحليب المعد لصناعة الجبن من المادة الدهنية بإحدى الطرق التالية :

1. إما أن نطبق عملية فرز للمادة الدهنية في الحليب .
2. أو أن نضيف المادة الدهنية للحليب .

تنظيم محتوى الحليب من المواد البروتينية : تشكل المواد البروتينية العنصر الاساسي للخثرة ، حيث تساهم في ظواهر التخثر وانفصال المصل وتتحلل عند الانضاج ، لذلك فمن الضروري تحسين معدل المادة البروتينية بإضافة بروتينات المصل على شكل مركز بروتيني ، ويمكن أن يضاف الحليب المجفف أو الكازين أو كازينات الكالسيوم والصوديوم الذائبة ، ويمكن أن تطبق عملية الترشيح فوق العالي Ultra filtration .

البسترة : وهي عملية تسخين الحليب الى درجة حرارة اقل من نقطة غليانه لوقت كافٍ للقضاء على

أ- جميع أنواع البكتريا المرضية .
ب-نسبة عالية من البكتريا الأخرى الضارة منها التي تسبب فساد الحليب وجعله غير صالح للغذاء .
ت-الانزيمات وخاصة اللايبيز.

ومن الآثار السلبية لعملية البسترة ترسيب أملاح الكالسيوم ، وفقدان الكازين لجزء من ماء التميه ، وكذلك ترسب بعض بروتينات المصل عليه (بيتالاكتوكلوبيولين) مما يقلل من قابلية الحليب للتخثر بالمنفحة ، أما أهم ايجابيات عملية البسترة فهي زيادة المردود ، وتعزى زيادة مردود الأجبان الناتجة عن حليب مبستر الى ما يلي :

1. تخريب جزء من البروتينات الذائبة والتي تفقد عادةً مع المصل وبالتالي تحويلها الى شكل غير ذائب وابقاؤها في الخثرة .
2. احتجاز المادة الدهنية ضمن الخثرة بشكل أفضل مما يضمن بقاؤها في الخثرة .
3. تحويل جزء من الاملاح الذائبة الى شكل غير ذائب مرتبط مع الخثرة .

وفيما يخص جبن القشقوان تتم عملية البسترة للحليب المنظف على درجة 65 م° لمدة 10 ــ 15 ثانية ولا ينصح برفع درجة حرارة البسترة من أجل عدم حدوث تغيرات في تركيب الحليب من حيث مكونات الحليب البروتينية والاملاح وينعكس كذلك على انفصال المصل .

تبريد الحليب: بعد البسترة يبرد الحليب الى درجة الحرارة الملائمة لعمل أنزيمات المنفحة حتى يتم التخثر ، وهذه الدرجة 33 ــ 35 م° في حال استخدام حليب الابقار .

إضافة البادئ: يتكون البادئ من مزارع نقية بنسب محددة لبكتريا حامض اللاكتيك ، بالإضافة الى انواع اخرى ويشتمل بادئ جبن القشقوان على خليط من سلالات من بكتريا :

إما Str.diacetilactis , Lact.casei , Str.thermophius , Str.lacis

أو Lact. bulguricus , Lact.casei , Str.thermophius , Str.lacis

ويمكن تلخيص دور البادئ في صناعة الجبن بما يلي :

1. مساعدة أنزيمات المنفحة حيث يزداد نشاطها بزيادة الحموضة نتيجة تحول اللاكتوز الى حامض لاكتيك .
2. المساعدة في انفصال المصل وخروجه من الخثرة ، فكلما زادت الحموضة تقلصت الخثرة وانكمشت بسبب تحول أملاح الكالسيوم وغيرها من الحالة الغروية الى الحالة الذائبة وخروجها مع المصل وبذلك يصبح الكازين مطاطاً Elastic وينكمش فيخرج المصل .

3. تسهيل التحام جزيئات الخثرة ببعضها ويحدث هذا نتيجة تغير في صفات الخثرة وتكوين باراكازينات الكالسيوم الاحادية Monocalcuim paracaseim .
4. حفظ الخثرة والجبن من الفساد بسبب تكوين بيئة حامضية غير ملائمة للأنواع التالية من البكتريا :

أ. الميكروبات التي تحتاج لبيئة قلوية . **ب.** الميكروبات غير المرغوب بها مثل عصيات Coliform .

5. تسريع مراحل تصنيع الجبن وتحديد الوقت اللازم لها .
6. إعطاء الطعم والنكهة للجبن نتيجة لتحلل اللاكتوز وحامض الستريك الموجود في الحليب وتكوين مركبات طيارة تساعد في إعطاء الطعم الجيد .
7. المساعدة في إنضاج الجبن .

إضافة كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$: يعزى لكلوريد الكالسيوم إعادة تنظيم رقم حموضة الحليب وبذلك يحسن فعل عمل المنفحة فلا يمكن لكازينات الكالسيوم أن تتحول الى باراكازينات (أي منع حدوث التخثر المنفحي) إلا بوجود كمية من أملاح الكالسيوم الذائبة لأن هذه الاملاح موجبة الشحنة الكهربائية ضرورية لمعادلة الشحنة الكهربائية السالبة للجسيمات التي تعرضت لفعل أنزيم المنفحة فالمعاملات التي تؤدي الى نقصان الكالسيوم الذائب ينتج عنها إطالة زمن التخثر ، كالمعاملات الحارية التي تزيد درجة الحرارة عن 70 م° والتي تؤدي الى تحويل الفوسفات ثنائية الكالسيوم الى فوسفات ثلاثية الكالسيوم وهذه الاخيرة غير ذائبة وتعيق التخثر ، ويجب في هذه الحالة إضافة عنصر الكالسيوم ، مثلاً كلوريد الكالسيوم الى الحليب بأسرع وقت ممكن قبل إضافة المنفحة لتعويض النقص الناتج ويفضل في بداية إنضاج الحليب وبكمية تتراوح من 15 ــ 20 غم من كلوريد الكالسيوم اللامائي لكل 100 كغم من الحليب ويضاف على شكل محلول مائي .

إضافة المنفحة: إن المنفحة اسم خاص للمادة المخثرة من المعدة الرابعة للعجول الرضيعة والتي تبلغ من العمر مالا يزيد عن 15 يوم (قبل الفطام) ، حيث تحتوي على قسمين فعالين الاول السائد الكيموزين (الرينين) ، والثاني موجود بكمية قليلة الببسين ، تضاف بنسبة تتراوح من 1 ــ 3 غم لكل 100 كغم حليب وذلك حسب قوة المنفحة المضافة .

العوامل المؤثرة على تخثر الحليب بالمنفحة :

1. **<u>درجة الحموضة:</u>** تزداد قوة المنفحة بازدياد حموضة الحليب والعكس صحيح ، فزيادة الحموضة عن حد معين توقف عمل ونشاط المنفحة وبذلك تضعف قوتها ونحصل على الخثرة الحامضية التي تختلف تماماً عن الخثرة المنفحية وذلك لازدياد المصل في الخثرة الحامضية وزيادة قساوتها .
2. **<u>درجة حرارة التخثر:</u>** تزداد القابلية للتخثر بارتفاع درجة الحرارة حتى تصل الى 35 ـ 40 م° حيث تبلغ اقصاها ، إذ يتم التخثر في أقصر مدة وتكون صفات الخثرة جيدة ، ويمكن القول بأنه لا يوجد تخثر ملحوظ عندما تكون درجة الحرارة أقل من 10 م° واعلى من 65 م° .
3. **<u>المعاملة الحرارية السابقة:</u>** تنخفض سرعة حدوث التخثر وصلابة الخثرة عندما يسخن الحليب الى درجة 65 م° أو اعلى ، ثم تبريده بإضافة المنفحة الية مباشرة ، ويرجع تأثير المعاملة الحرارية الى تحويلها الكالسيوم والفسفور الى الحالة الغروية المرتبطة .
4. **<u>نوع الحليب:</u>** تختلف قدرة المنفحة على تخثير الحليب حسب مصدره ، فالحليب المأخوذ من بقرة مصابة بالتهاب الضرع لا يتخثر بصورة جيدة رغم أن تركيبه الكيميائي طبيعي ، ويسمى مثل هذا الحليب ببطيء التخثر Slow rennet لتمييزه عن الحليب الطبيعي.
5. **<u>تأثير الاملاح:</u>** تزيد الاملاح عامةً سرعة التخثر وخاصة كلوريد الكالسيوم فتعطي الخثرة تماسكاً ، ومرونة ، وتضعف فوسفات الصوديوم وبورمات الصوديوم والقلويات الكاوية والكربونية عامة وخاصة كربونات الصوديوم تأثير المنفحة في الحليب .
6. **<u>كمية المنفحة:</u>** تؤثر المنفحة في تخثير الحليب وتتناسب كمية المنفحة المضافة عكساً : مع مدة التخثر ، أي كلما زادت كمية المنفحة الموضوعة في كمية محددة من الحليب قلت مدة التخثر والعكس صحيح ، فنسبة المنفحة الى الحليب تتوقف على قوة المنفحة بحيث يحدث التخثر خلال 40 دقيقة عند رقم PH = 6.5 وبدرجة 35 م° .

معلومات تتعلق بكيفية استخدام المنفحة :

1. خفض كمية المنفحة المستعملة أيام الصيف بالنسبة للشتاء.
2. إن الحليب كامل الدسم يحتاج الى كمية أكبر من المنفحة مقارنة مع الحليب الفقير بالدسم.
3. الزيادة في كمية المنفحة تخفف من مرونة الخثرة فتصبح متفتته شديدة القساوة وأجزائها صعبة الالتحام .

4. الاقلال من كمية المنفحة يجعل الخثرة طرية ضعيفة التماسك ويزداد الفاقد في الكازين والمادة الدهنية في المصل.

تقطيع الخثرة وتشكيل حبيبات الجبن: يتم تقطيع الخثرة بسكاكين أو أسلاك خاصة أفقية وعمودية الى مكعبات ذات ابعاد معينة ، يبدأ بعدها خروج المصل من الخثرة ويجب أن يتم ذلك ببطء للحد من فقدان الدسم ، وفي بعض الجبن وخاصة الجافة تقطع الخثرة الى مكعبات صغيرة متجانسة بهدف السماح للجزء الاكبر من المصل بالخروج من الخثرة ، إن تقطيع الخثرة الى أجزاء صغيرة جداً يمنع المصل من الرشح من خلال المسافات البينية الضعيفة ، وينتج عنه بطء رشح المصل خلال عملية التصفية وبالتالي احتفاظ الخثرة بسبة عالية من الرطوبة .

وبالنسبة لجبن القشقوان تقطع الخثرة بأبعاد 7×8 mm ثم تحرك لمدة 10 ـ 15 دقيقة بدرجة حرارة 33 ـ 35 م° حتى تصبح حبيبات الجبن بحجم حبة الحمص .

التسخين الثاني: تسخن خثرة جبن القشقوان مع المصل من 33 ـ 40 م° خلال 40 ـ 45 دقيقة ، أي بمعدل درجة واحدة كل 3 ـ 4 دقيقة . يؤدي رفع درجة الحرارة الى تسريع خروج المصل من الخثرة حيث تخلط الخثرة والمصل مع التسخين غير المباشر عبر الجدران المزدوجة لحوض التخثر . ولهذه العملية أثرين هما :

1. زيادة محتوى الجبن من المادة الصلبة الكلية .
2. احتجاز الأحياء الدقيقة المسؤولة عن عملية الانضاج ضمن حبيبات الخثرة وهي البكتريا المنتجة لحامض اللاكتيك .

حيث تعمل بكتريا حامض اللاكتيك على تخمير اللاكتوز المتبقي في الخثرة الرطبة منتجةً حامض اللاكتيك الذي لا ينتقل مباشرةً الى المصل فيؤدي الى اجراء بعض التغيرات الكيميائية للكازين ، وإذابة جزء من فوسفات الكالسيوم ويسبب تطور الحموضة بداخل حبيبات الخثرة وانكماشها لاحقاً . وكلما كان البادئ نشيطاً تكون سرعة انتاج الحامض كبيرة ، ويزداد تقلص حبيبات الخثرة كما تزداد سرعة طرد الماء ، وتجدر الاشارة هنا الى أن عملية التسخين الثاني تتطلب تحريكاً مستمراً من اجل المحافظة على توزع منتظم للحرارة ضمن خزان التجبن ، وعلى حبيبات الخثرة بشكل معلق ضمن المصل نظراً لأن تراكم الحبيبات على شكل كتل يجعل التخلص من المصل بطيئاً وغير كامل .

التصفية وانفصال المصل: عند الوصول الى التطور المطلوب للحموضة (تزداد حموضة المصل بمعدل 6 ــ 7 درجات حموضة عما كانت عليه عند التقطيع) والتماسك الجيد للخثرة يتم فصل المصل عنها وهذه المرحلة حاسمة عند تصنيع جميع انواع الجبن نظراً لارتباطها بالظروف الفيزيائية للخثرة . تصفى حبيبات الجبن في قطع من القماش وتوضع على طاولة ثم تغطى بلوح من الخشب وتضغط بوزن معين بحيث تتشكل طبقة من الجبن لا تزيد سماكتها عن 25 سم ، وتترك لمدة 1 ــ 2 ساعة بحيث نتخلص من جزء كبير من المصل ، ويترافق مع عملية انفصال المصل خروج مكونات الحليب المختلفة :

- القسم الاكبر من الماء ومعه اللاكتوز.
- البروتينات الذائبة التي تخرج مع المصل .
- كمية قليلة من المادة الدهنية .
- الاملاح المعدنية الذائبة .

ويجتمع في الجبنة الكازين والقسم الاكبر من المادة الدهنية .

الشدرنة (اختمار الخثرة): ترفع الخثرة من تحت الكبس وتقطع الى قوالب وترصف فوق طاولات من الخشب وتغطى بقماش ، وتترك في غرفة خاصة بدرجة حرارة 33 ــ 35 م° الى أن يتم اختمارها ، وتقلب القوالب من 3 ــ 4 مرات خلال هذه المرحلة .

تنشط اثناء عملية الاختمار بكتريا البادئ المنتجة للحامض التي تقوم باستهلاك اللاكتوز وإنتاج حامض اللاكتيك . تؤثر الحموضة الناتجة على صفات الخثرة والنشاط البكتريولوجي وكذلك على التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي تتعرض لها الخثرة في المراحل الاخيرة للتصنيع . تبعاً لنظرية فان سلايك Van Slyke : يوجد الكازين في الخثرة على صورة باراكازين ثنائية الكالسيوم وعند تكوين حامض اللاكتيك يتفاعل مع الباراكازين كالتالي :

الباراكازين الثنائية الكالسيوم + حامض اللبن ← باراكازينات احادية الكالسيوم + لاكتات الكالسيوم

باراكازينات احادية الكالسيوم + حامض اللبن ← باراكازين حر + لاكتات الكالسيوم

إن الباراكازين الحر مركب يختلف بصفاته عن الباراكازين أحادي الكالسيوم .

عندما تتكون الحموضة بكمية مناسبة تعادل 170 ــ 180 °Do و 5.2 ــ 5.3 = PH تبدي الخثرة مرونة ومطاطية ، وتزداد هذه الصفة مع ازدياد الحموضة حتى تصبح الخثرة في النهاية قابلة للمط ، وإذا طبخت أمكن سحبها على هيئة خطوط طويلة ، وتعتبر صفة المطاطية مرغوبة في بعض اصناف الجبن . يجدر بالأجبان الانتباه دائماً الى سير عملية الاختمار ليختار الفرصة المناسبة لطبخ الخثرة كي لا يزداد الاختمار عن الدرجة الموافقة ، وإلا فإذا ما طبخت وكان الاختمار زائداً تفرط الخثرة وتفقد محتواها من الدسم فتصبح الخثرة ذات قوام متفتت ويستحيل جمعها الى بعضها البعض ، وإذا ما جمعت كانت الجبنة متجعدة فقيرة الدسم ، وقد عزى فان سلايك ذلك الى ان استمرار تكوين الحموضة وارتفاع نسبتها يفقد الخثرة كثيراً من صفات المطاطية ، وتصبح قاسية وقابلة للكسر وهذا التغيير يعود الى تكوين الباراكازين الحر إذ إن هذا المركب لا يظهر صفة المطاطية التي يتمتع بها مركب باراكازينات احادية الكالسيوم ، اما إذا لم يكتمل الاختمار تبقى الخثرة رغم حرارة الماء قاسية فلا تلين ولا تجتمع الى بعضها فيصعب عجنها ووضعها في قوالبها الخاصة ، ولهذا فإن لمعرفة درجة الاختمار أهمية كبيرة في صناعة هذه الجبنة . ويتم تعيين وقت الطبخ بالمحلول الملحي بأخذ قطعة صغيرة من الجبنة الطرية المتروكة للاختمار بين وقت وآخر فيضعها في الماء بدرجة حرارة 72 ــ 74 م° ويشدها بعد عجنها في هذا الماء بأصابع يديه فإذا لانت وقاومت الشد من دون انقطاع عرف ان هذا الاختمار أصبح مناسباً فيباشر فوراً بعملية الطبخ بالمحلول الملحي .

<u>التقطيع والطبخ في المحلول الملحي:</u> يضاف ملح كلوريد الصوديوم الى جميع أصناف الجبن تقريباً في مرحلة ما من تصنيعه وذلك عن طريق رشه على سطح القالب أو غمس الجبن في محلول محي مركز . كما يمكن طبخ الخثرة بمصل الجبنة نفسها مضافاً إليه نسبة من الملح على أن لا تزيد حموضة المحلول عن 25 لأنه في حال ارتفاع حموضة المحلول الملحي تنخفض نفوذية الملح الى الخثرة .

وأهم ما يميز جبن القشقوان وما لذلك من أثر كبير على المحتويات الميكروبية له ، هو معاملة قوالب الجبن المتخمرة والمقطعة الى شرائح بسمك 0.3 ــ 0.5 سم بطبخها في محلول ملحي تركيزه 14 ــ 16% ودرجة حرارته 72 ــ 74 م° لمدة 3 ــ 5 دقائق . وتختلف كمية الملح الممتصة حسب درجة تركيز المحلول الملحي ودرجة حرارته والمدة التي بها الجبن داخله وكتلة الجبن (نسبة السطح الى الحجم) وكذلك نسبة الرطوبة في الجبن ، ففي البداية يتركز الملح على السطح ثم يبدأ بالانتشار للداخل حتى يتوزع في النهاية بشكل متجانس .

تؤدي أضافة كلوريد الصوديوم للجبن وضائف عدة أهمها : مساهمته في الطعم الخاص للجبن ، كما يساعد على سهولة تخلص الخثرة من المصل مما يجعل بالإمكان التحكم في نسبة الرطوبة والحموضة ويتمتع الملح بأهمية كبرى في تثبيط نشاط الاحياء الدقيقة الضارة وخاصة البكتريا أثناء فترة إنضاج الجبن فعلى سبيل المثال البكتريا المحللة للبروتين حساسة جداً للملح وفي حدود التركيز الذي يوجد عادةً في أغلب أصناف الجبن تستمر عملية طبخ الخثرة حتى نتوصل الى قوام عجيني وبهذه الطريقة يتم القضاء على الميكروبات المنتجة للغاز بحال وجدت ، وغيرها من أنواع البكتريا التي تسيء الى نوعية الجبن ، بالإضافة الى توقف عمل المنفحة (رينين ، ببسين) وبهذا نحصل على عجينة مطاطية جيلاتينية فيتم القضاء على العصيات المحبة للحرارة العالية والمقاومة لها Lact. casei , Lact. bulgaricus .

الوضع في القوالب: تصب العجينة المطبوخة في المحلول المائي وتكبس في قوالب خاصة موضوعة على طاولة نظيفة مغطاة بقطعة من القماش ثم تقلب كل 10 دقائق وهي ما زالت طرية وساخنة الى أن يستوي سطحها تماماً قبل أن تبرد الخثرة وتتماسك وبذلك يتم التخلص من المصل المتبقي في الخثرة وتتوزع الرطوبة بشكل متساوٍ بين وجهي القالب العلوي والسفلي وتترك على هذه الحال الى اليوم التالي . وفي اليوم الثاني يغلف الجبن بطبقة من البلاستك حيث يضاف على السطح بعض المواد المانعة لنمو الفطر والخمائر ثم توضع في غرف الانضاج درجة حرارتها 12 ــ 14 م° وبعد مرور 25 ـ 30 يوم تنقل أقراص الجبن الى غرفة درجة حرارتها 8 ـ 10 م° ورطوبتها النسبية (75 ــ 80)% مغلفة بطبقة من البلاستك . بعد انتهاء عملية النضج يحفظ بدرجة حرارة (7 ــ 8) م° والرطوبة النسبية (75 ــ 80)% وبعد مرور شهر يمكن تخفيض الحرارة الى 2 م° أو الى الصفر المئوي .

الانضاج: تعرف عملية الانضاج بانها المرحلة الاخيرة من مراحل صناعة الجبن التي يتم خلالها حدوث مجموعة من التغيرات البيوكيميائية المعقدة وتحدث هذه التغيرات على مختلف مكونات الجبن بفعل عوامل حيوية هي في جبن القشقوان : البكتريا والانزيمات التي تفرزها سواءً منفردة او مجتمعة حيث تقوم بتحليل هذه المكونات الى شكلها الابسط .

ويمكن تلخيص أهم العوامل التي تؤثر في عملية الانضاج بما يلي :

1. **نسبة الرطوبة والملح في الجبن:** تزداد سرعة عملية الانضاج كلما زادت الرطوبة وقلت نسبة الملح والعكس صحيح .

2. **<u>حموضة الجبن:</u>** توفر الحموضة المناسبة وسطاً ملائماً لنشاط بكتريا الانضاج وبنفس الوقت تقلل من نشاط الميكروبات الضارة وبالتالي تمنع ظهور العيوب في الجبن .
3. **<u>الرطوبة النسبية:</u>** زيادة الرطوبة النسبية تؤدي الى حدوث التعفن على سطح الجبن ، اما انخفاضها فيؤدي الى الجفاف الزائد لحواف وسطح قوالب الجبن وتشققها وبالتالي يسيء الى المظهر الخارجي ، ينتج هذا عن نفوذية المواد المغلفة للرطوبة الخارجية .
4. **<u>درجة حرارة الانضاج:</u>** يناسب عملية الانضاج درجة الحرارة بين (8 ـ 10) م° ويؤدي انخفاض درجة الحرارة عن ذلك الى بطء الانضاج أو ايقافه ، في حين تؤدي زيادة الحرارة الى حدوث تخمرات غير مرغوبة نتيجة نشاط الاحياء الدقيقة الضارة المحبة للحرارة العالية .

إن التغيرات الكيميائية التي تسبب تحول الجبن الطازج الى جبن ناضج هي عبارة عن تفاعلات أنزيمية وتأتي هذه الانزيمات من المصادر التالية :

1. أنزيمات المنفحة . **2.** الانزيمات الموجودة طبيعياً في الحليب . **3.** أنزيمات تفرزها بكتريا البادئ .
4. أنزيمات الاحياء الدقيقة التي تنمو داخل كتلة الجبن أو على سطحها

ويمكن أن نجمل هذه التغيرات الكيميائية والبيوكيميائية بالاتي :

<u>تحلل السكريات Glycolyse:</u> يتحلل سكر اللاكتوز بفعل بكتريا حامض اللاكتيك ويتحول الى حامض اللاكتيك ، ويكون هذا التحلل سريعاً خلال اليوم الاول الذي يلي عملية انفصال المصل ويمتد لفترة تتراوح ما بين 1 ـ 2 أسبوع حتى الاختفاء الكامل لسكر اللاكتوز . ولكن ليست بكتريا حامض اللاكتيك المسؤولة الوحيدة عن تخمر سكر اللاكتوز ضمن الجبن فبكتريا Coliform يمكن أن تكون أصل تشكيل الاحماض العضوية (الخل ، اللبن ، النمل) ، كذلك بكتريا Clostridium butricum يمكن أن تحول اللاكتوز الى حامض اللاكتيك وحمض الزبدة وحمض الخل وكذلك غاز Co_2 و H_2 .

<u>تحلل المادة الدهنية Lipolyse:</u> يكون تحلل السكريات في الاجبان الناضجة واضحاً بشكل دائم ، ولكن تحلل المادة الدهنية لا يشكل إلا كمية بسيطة منه ومع ذلك فالأحماض الدهنية الناتجة عن التحلل والتي لا تظهر إلا بكمية قليلة جداً تؤثر كثيراً على الخصائص الحسية للأجبان وخاصة الاحماض الدهنية الطيارة (البيوتريك ، كابرويك ، كابريليك ، كابريك) . كما أن تحلل المادة الدهنية ليس دائماً أصل الاحماض الدهنية الحرة فتفكك اللاكتوز يمكن أن يشكل مصدراً لحامض البروبيونيك. ومن جهة أخرى فإن

الاحماض الدهنية الحرة يمكن أن تخضع الى تحولات لاحقة تحرض تشكيل بعض المنتجات الثانوية التي تساهم بدور كبير في طعم الأجبان.

تحلل البروتينات: يوجد الكازين في الجبن الطازج على صورة باراكازينات غير ذائبة في الماء ، وأثناء الانضاج تتحلل الى أبسط قابلة للذوبان في الماء ويحدث هذا التحلل لجميع الباراكازينات أو جزء منها حسب مدى التخمر ، ويمكن تمثيل هذه التغيرات بصورة عامة بالمعادلة التالية :

بروتين ← بروتيوزات ← ببتون ← ببتيدات ← أحماض أمينية

تستطيع الاحياء الدقيقة نزع المجموعة الامينية من الحامض الاميني منتجةً أمونيا وحامض دهني ، وفي بعض الاحياء نزع المجموعة الكربوكسيلية ، وتكوين Co_2 وأمينات . ضمن هذا الاطار يمكن تتبع مدى تحلل البروتين أثناء عملية الإنضاج لتحديد درجة نضج الجبن بعدة طرق ولكن أكثرها انتشاراً وسهولة هي تقدير كمية النتروجين الذائب في المستخلص المائي للجبن في أوقات مختلفة من الانضاج ، إذ تزداد هذه الكمية بازدياد انحلال البروتين كلما طالت مدة الإنضاج . كما يمكن تقدير النتروجين الاميني أو كمية الاحماض الامينية الحرة الموجودة في وزن معين كدلالة على مدى تقدم عملية الانضاج ، ودور أنزيمات المنفحة في هذه المرحلة هو هدم الكازين الى مركبات ذائبة في الماء (ببتونات وبروتيوزات غالباً) بينما تحدث الأنزيمات الميكروبية هدماً أكثر تقدماً من تشكل الأحماض الأمينية وحتى الأمونيا .

وفي جبن القشقوان تكون غالبية الأحياء الدقيقة مكونة من بكتريا حامض اللاكتيك العصوية والكروية الموزعة ضمن كتلة الجبنة وتنتج كميات قليلة من الأنزيمات الداخلية . أما التغيرات الفيزيائية التي تحدث عند الإنضاج فهي مقتصرة على التغيرات في الجسم والطعم والبناء .

يستخدم اصطلاح الجسم Body للدلالة على حالة الجبن فهو يشمل صفات معينة مثل : التماسك ، المرونة ، اللدونة Plasticity ، الالتصاقية Cohesivenes التمغط ، والاكتناز ، تعتبر هذه الصفات نتيجة التحلل الانزيمي للبروتين فيفقد الجسم صفة اللدانة وعسر المضغ ويصبح ناعماً ، وفي حالة الجبن المنخفض الرطوبة تصبح الخثرة هشة سريعة التفتت كما إن انتاج كمية كبيرة من الحموضة عند التصنيع يمكن أن يؤدي الى التفتت أو تقصف الخثرة ويوصف جسم الجبن عندئذ بالقصير بمعنى نقصانه للمرونة .

الحفظ : إن أحد أسباب تحويل الحليب الى جبن هو أمكانية إطالة مدة حفظ مكوناته ، وبصورة عامة تزداد المدة التي يمكن حفظ الجبن بها كلما انخفضت نسبة الرطوبة فمثلاً جبن القشقوان المنتج من حليب الابقار يمكن حفظه لمدة 6 ـ 8 أشهر بالإضافة الى الاختلاف في نسبة الرطوبة بين الحليب والجبن

أهم عيوب جبن القشقوان :

1. **العفن السطحي:** إن تكاثف الرطوبة على سطح الجبن الجاف يسمح للخمائر والفطور والبكتريا المحللة للبروتين وأنواع مختلفة من البكتريا بالنمو مسببة ليونة في مكان نموها وتغيير اللون وحدوث روائح غير مرغوبة تدعى هذه الظاهرة بالتعفن أو التحلل السطحي ويمكن منع حدوث ذلك بحفظ سطح الجبن جافاً .
2. **عيوب الطعم:** يمكن أن يظهر الطعم المر في الجبنة نتيجة لنشاط البكتريا المحللة للدهن .
3. **عيوب اللون:** قد يحدث في جبن القشقوان ألواناً غير طبيعية كظهور بقع على سطح الجبن سببها نموات فطرية.