انضاج الجبن او تسوينه

عند ادخال الجبن الى غرفة الانضـاج او التسـوية يكون الجين نصـف مصـنع بمعنى أن جودة الجبن تتوقف على مدى العناية التي تبذل في أثناء فترة انضـــاجه. وقد تؤدي هذه العناية إلى تحسـين صـفات جبن صـنع من حليب متوسـط الجودة ولم يعط عناية كافية عند تصـنيعه وعلى العكس من ذلك يمكن أن يؤدي الاهمال في متابعة الجبن ومراقبته ورعايته اثناء فترة انضـــاجة الى تدهور صـــفات الجبن مهما بلغت جودة الحليب الذي صـــنع منه ومهما بذل من عناية في تصـنيعه وانتاجه بمعنى أن فترة الانضـاج تعتبر احد خطوات الصـناعة المكملة المهمة اللازمة لانتاج جبن جيد.

ويطلق على الجبن قبل انضـــاجه الجبن الطازج او حديث الصـــنع green cheese وهو لا يتسم بطعم مميز ويكاد يكون عديم الطعم اذا ما قورن بالجبن تام النضج. ولاشك أن طعم الجبن في هذه المرحلة هو حصـيلة اطعمة مكوناته كالبروتين والماء بصـفة رئيسـة ونسـب مختلفة من الـدهن وحـامض اللاكتيـك وملح الطعـام وكميـات قليلـة من اللاكتوز والاملاح ، وتفتقر هـذه المكونات جميعا إلى النكهة ولهذا يكون طعم الجبن خليط من المذاق الحامض الخفيف المالح و يلطف كل من الدهن والبروتين من حدة هذا المذاق . اما قوام الجبن فيكون جامدة مطاطية او شـبيهة به يحتاج الى مدة طويلة من المضـغ لوجود غالبية البروتين في صـورة غير ذائبة كما تكون بنية الجبن وملمسه خشنا خالية من اي فتحات او عيون. وبعد تخزين الجبن تحت الظروف التي سـبق الاشـارة اليها لمدة قد تقتصـر على بضـعة أسـابيع وقد تمتد إلى سـنة او اكثر تتغير صفات الطعم و القوام والبنية و يتحول المطعم الى طعم جبني شهي يعزى لنواتج تحلل البروتين والدهن واللاكتوز والسترات التي تساعد مذاق الملح في خلطها . ويصبح القوام طرية مرنة لينة بدرجه تتوقف على مقدار ما يتحلل من البروتين وما يتحول منه إلى الصورة الذائبة في الاعتبار الأول وتصـبح البنية ناعمة قطيفية بها قليل او من العيون ويصـبح الجبن سـريع الذوبان في الفم، ويطلق على التغييرات التى تحدث في خصائص طعم وقوام وبنية الجبن التسوية أو الانضاج

طرق تسوية الجبن:

يسوي الجبن او يتم انضاجه بأحدى طريقتين مختلفتين : يوضع الجين في الطريقة الأولى تحت ظروف تقلل ولا تشـجع النموات السـطحية على سـطح الجبن. ويقتصـر النشـاط الحيوي فقط على الكائنات الدقيقة والأنزيمات داخل كتلة الجبن وتبع هذه الطريقة في جميع انواع الجبن الجافة جدا

وغالبية الجبن الجافة. وفي الطريقة الثانية بوضـع الجبن تحت ظروف تشـجع النموات السـطحية من البكتريا او الفعلر او الخميرة او من اكثر من نوع منها مكونه طبقة لزجة على السطح وتنتشر الانزيمات التي تنتج في الطبقة السطحية إلى داخل الجين وتشترك في احداث التغييرات المسؤولة عن الانضاج . وتسوى الجين الطرية بهذه الطريقة ما تسوى الجين نصف الجافة سطحية و داخليا اي تجمع بين الطريقتين . ففي جبن الروكفور والبريك مثلا تكون الكائنات الدقيقة والانزيمات داخل الجبن مسؤولة عن معظم تغيرات التسوية و تشترك الفلورا االسطحية بدرجة اقل او اكثر في احداث الطعم بينما في جبن الليمبورجر تتم التسوية بصفة الرئيسية بواسطة النموات السطحية . وتشـبه تسـوية الجبن الأوشـارى تسـوية الأجبان التي يتم انضـاجها سـطحية وداخليا فبالرغم من عدم وجود نموات سـطحية على الجبن الأوشـارى الا أن تخزينه في جلود الحيوانات مع ملء الفراغات بين أقراص الجبن بالبيزا او عجينة اللبن مع الاعشـاب البرية تؤدي دون شـك إلى تسرب الانزيمات سواء أكانت بكتيرية مصدرها ميكروبات اللبن او نباتية من عصارة الأعشاب البرية من سطح الجبن إلى داخله تدريجيا.

عوامل انضاج الجبن :

تشترك عدة عوامل في احداث التغيرات التي تتم اثناء انضاج الجين يلعب كل منها دورا محددة في احداث هذه التغيرات ويعتبر اختلاف الدرجة التي يتم بها فعل هذه العوامل شدة وضعفا الناجمة عن اختلاف الظروف التي تحدث عليها التفاعلات احد العوامل الرئيسية المسئولة عن ظهور فروق في الطعم والقوام والبنية بين أصناف الجبن وتتلخص هذه العوامل فيما يلي :

اولا . الحموضة : في جميع انواع الجين سواء تلك التي حمضت خثرتها في اثناء التصنيع او ذات الخثرات الحلوة التي يتم فيها تجفيف- الخثرة دون أن تتكون مها حموضة تذكر - يتبقي بالخثرة عند وضعها في المكبس وفي المراحل الأولى من الكبس نسبة من اللاكتوز تتراوح بين 2-2.5 ٪ ومهما اختلف الوقت الذي يتكون فيه حامض اللاكتيك فان غالبية اللاكتوز المتبقي بالجبن يتحلل خلال الثمانية والاربعين ساعة الأولى إلى جلوكوز وجالاكتوز يتبقي منها آثار ويمكن كشفها بعد 7-14 يوما .

ثانيا : انزيمات الحليب : بالرغم من وجود عدد كبير من الأنزيمات في الحليب إلا أن القليل منها فقط له أهمية في انضـاج الجين . ويرجع الفعل المحدود لانزيمات الحليب في تسـوية الجبن لعدم ملاءمة الوسط وبصفة خاصة من ناحية حامضيته وتركيزه . واهم انزيمات الحليب مايلي :

آ. البروتييز : Proteaseمن أقدم الانزيمات التي عرفت في الحليب وكان المعتقد أنه يلعب دورا هاما في تسوية الجبن الا ان نتائج الأبحاث

التي أجرايت على صـناعة جبن ادام من حليب حلب تحت ظروف معقمة لايحتوي الا على أعداد قليلة جدا من البكتريا (١٠٠/ سـم2) و بدون اضـافة بادي، لم يحدث بها تسـوية جيدة تذكر. كما ثبت عدم قدرة الأنزيم على تحلل البروتين سـوى لمرحلة البتونات. بمعنى آن انواع الجبن الطرية التي تصـنع من حليب نظيف او بدون اضـافة باديء لاتحتوي عند انضـاجها سوى كميات ضـئيلة من نواتج تحلل البروتين النهائية مثل الأحماض الأمينية . وقد يرجع قصـــور مثل آنزيم بروتييز الحليب في انضاج الجبن إلى عدم ملاءمة حامضية الجبن احيت يقع pH غالبية الجبن الجافة بين 4.7 – 5.8 بينما لايعمل الانزيم الا في وسـط متعادل او قلوي اذ يقع ال pH الامثل له في حدود 8 .

ب. اللابييز : Lipases يتجمع كلا نظامي لابييز الحليب في خثرة الجبن إلى حد كبير حيث يحجز لابييز المصـل مع الخثرة مرتبطا مع الألفا كازين كما يتجمع لابييز الغشـاء على كريات الدهن بالتبريد الحليب غير ثابت نسـبيا حيث يثبط نشـاطه بالملح و الحامض والاكسـدة وتؤدي درجات حرارة البسترة الاعتيادية القضاء تماما عليه .

ثالثا : انزيمات المنفحة : المنفحة التجارية التي تستخدم في صناعة غالبية انواع الجبن تأتي كما سبق أن ذكرنا من مصـارين رئيسين : من المعدات الرابعة العجول الرضـية وهذه تحتوي على غالبية من انزيم الرنين وقليل من الببسـين و المنفحة الميكروبية سـواء كانت من بكتريا او فطر عبارة عن انزيمات محللة للبروتين لها القدرة على تجبين البروتين وعلى هضمه .

وقد دلت نتائج البحوث على ان لانزيم الرنين بالمنفحة بجانب قدرته العالية على تجبن الحليب مقدرة على تحليل الباراكازينات وهي البروتين الرئيســي في الجين إلى مكونات وســطية من ســلســلة التحليل المائي البروتينات وتعني بها البروتبوزات والبيتونات وبشــرط أن تكون البيئة حامضـــية لاتقل الحموضـــة فيها عن 0.3 ٪ . و ان أعلى قدرة للمتفحة على التحليل المائي للكازين تقع عند 5.4 pH وهذا المســتوى يمثل حامضــية الكثير من انواع الجبن وفي مراحل مختلفة من تسـويتها خاصـة الجبن ذات الخثرات الحلوة. ويعني هذا التحلل مرونة الجسـم الجبن ونعومة لبنيته و يقلل من مقدار احتياج الجبن للمضغ. واذا ما جمعنا فعل بروتيز الحليب مع فعل الرنين ومع عدم وجود عوامل تســوية أخرى فإن تحلل البروتين في الجبن يقف عند مرحلة البيتونات ، ويكون الجين في مثل هذه الحالة غير تام النضج

رابعا الكائنات الحية الدقيقة وانزيماتها : وهي تلعب الدور الرئيس

1-. الكائنات الحية الدقيقة : تعتبر الأحياء المجهرية التي تمثل ميكروفلورا الحليب الخام والمبستر والبكتريا التي تضاف على صورة بادىء وتلك تلوث الحليب بعد بسترته والفطر الذي يضاف على صورة جراثيم للخثرة او ينمو على سطح الجبن وداخله وما تفرزه من انزيمات اثناء نشاط وما يتخلف عن التحلل الذاتي لخلاياها بعد موتها - أهم عامل في تسوية وانضاج الجبن ، هذه الكائنات بالاضافة إلى فعلها في ايجاد الوسط الطبيعي والكمياوي الذي يلائم التغيرات المرغوبة اثناء التسوية وخاصة البكتريا التي توجد في مزارع البادئات المضافة فانها تقوم باحداث التفاعلات التي يكون نتيجتها نضج الجبن .

و تقسم الأحياء المجهرية المهمة في تسوية الجين إلى ثلاث مجاميع بسبب البيئة التي تنمو فيها سواء أكان بالحليب او في داخل الجبن او على سطحه او نظرة لان الحليب وسط غذائي غني له pH ملائم وضغط اسموزي منخفض ويحتوي على هواء وجميعها عوامل تلائم نمو أعداد كبيرة من الاحياء الدقيقة فان محتوى الحليب الخام من الكائنات الدقيقة يتوقف على مدى العناية التي بذلت في انتاجه وعلى معاملته بعد الانتاج وتتضمن ميكروفلورا الحليب الخام: ال

Coli-aerogenes, *Enterobacteria (S. Liquifaciens, S. faecalis),* وMicrococci و Corynebacteria،

ومن الأجناس المحبة للبرودة .

Achromobacter, Pseudomonas, Serratia, Alcalingenes Flavobacterium**,**

كما يتلوث الحليب ببكتريا حامض اللاكتيك ومنها S. Lactis

S . Cremoris

2 - انزيمات الكائنات الحية الدقيقة : سبق أن قلنا ان الانزيمات التي تفرزها الكائنات الحية الدقيقة التي تنمو في الحليب او داخل الجبن او على سطحه عند نشاطها أو التي تتحرر بعد موت الخلايا تعتبر العامل الرئيسي في انضاج الجين حيث تساعد في احداث التفاعلات المسئوولة عن المرحلة الأولى من التسوية والتي يتم فيها تحول البروتين إلى احماض امينية ودهن الحليب إلى احماض ادهنية واللاكتوز إلى حامض لاكتيك كما تساعد في احداث التفاعلات المسئولة عن

المرحلة الثانية من التسـوية في الجبن والتي يتم فيها هدم نواتج التحلل إلى مركبات تؤثر بدرجة أكبر على طعم الجبن بمعنى أن درجة او عمق ما يحدث بالجبن من انضـــاج يتوقف على نوع التفاعلات الانزيمية التي تتم على الدرجة التي تتم بها هذه التفاعلات.

ولقد اجريت العديد من البحوث عن نشـاط انزيمات الكائنات الدقيقة التي لها أهمية في صـناعة وتسـوية الجين تحت الظروف المثلى لنشـاطها وفي بيئات تختلف عن الجبن وذلك قياسـا إلى القليل من البحوث التي اجريت على نشاط الانزيمات في الجين نفسه . ويجب الا ننسى أن درجة وعمق التفاعل الذي يحدث في انابيب الاختبار لابد وان تختلف عنه في الجبن كنتيجة للتركيز العالي في مصـل الجبن ولضـيق الحيز الذي يختلف فيه pH الجبن بين 4.7 – 5.8 في جميع انواع الجبن باسـتثناء الطبقة المنزلقة التي تتكون على سـطح الجبن المسـوي سـطحية ولوجود نسبة مرتفعة من الملح اضافة إلى نواتج التحلل والتي قد تكون منشطة او مثبطة لفعل الانزيم

التغيرات التي تحدث في الجبن اثناء انضاجها

التغيرات التي تحدث في الجبن اثناء انضاجها ترجع التحولات التي تحدث في قوام و بنية الجبن عند الانضـــاج من ناحية والتطور الذي يتم في طعمه من ناحية أخرى إلى تغيرات طبيعية تغيرات كمياوية تتم على النحو الآتي :

اولا : التغيرات الطبيعية :

تشـــمل التغيرات الطبيعية التي تحدث في الجبن عند انضـــاجها التغيرات التي تحدث في القوام وفي بنية الجبن اضافة إلى النقص الذي يحدث في وزنه.

ا. التغيرات في قوام الجبن : تقوم عوامل التسوية السابق الاشارى بتحويل حوالي 20 - 40 ٪ من الباراكازينات إلى بروتيوزات واحماض امينية وتكون نواتج التحلل هذه قابلة للذوبان في الماء جزيئيا او كليا بمعنى انها تذوب في مصـل الجبن . ولقد اتجه غالبية الباحثين الى دراسـة هذا الجزء من الباراكازين اي الجزء الذائب او المتحلل. اما التغيرات التي تحدث في الجزء غير الذائب من الباراكازين الذي لم يحدث به تحول والذي يمثل الجزء الأكبر من جســم الجبن فلم يلق سوى اهتمامات قليلة من الدارسين وهذه التغيرات دون شك هي العامل الرئيسي الذي يحدد قوام الجبن.

2. التغير في بنية الجبن عند انضـاجها : يتكون في معظم انواع الجبن نتيجة التخمرات التي تتم عن فعل البكتريا كمية كبيرة او قليلة من الغازات. وقد تكون هذه الغازات لاتذوب في المصـــل مثل الهيدروجين فيظهر على صورة فقاعات صغيرة في الجبن وقد تكون قابلة للذوبان مثل ثاني

أكســـيد الكاربون الا انه اذا كانت كمية كبيرة بالدرجة التي لا يمكن معها ان يذوب في مصـــل الجبن فانـه يكون فتحـات بـالجين يتوقف حجمهـا على كميتـة الغـازات المتكونـة ويتوقف عدد الفتحات على السرعة الان بها الغازات .

٣. النقص في وزن الجبن عند انضـــاجه : يرجه نقص وزن الجبن اثناء انضـــاجه إلى فقد بعض رطوبته بالرشح من السطح السفلي للقوالب وإلى التبخير الذي يمكن ان يتم من جميع أسطح الجبن . ويحدث كلا نوعى الفقد في الجبن صـغير العمر نظرا لعدم تمام انسـداد القشـرة ولوجود نسـبة عالية من الماء الحر. ويتوقف مقدار الفقد في الوزن على عدة عوامل تنظم عملية الفقد يمكن ترتيبها ترتيب تنازليا حسب أهميتها كما يأتي :

أ - درجة حرارة غرف التسوية

ب. نسبة الرطوبة في الجبن

ج- حجم الجبن

د. الرطوبة النسبية في الهواء

هـ. شكل الجبن

وهناك عوامل أخرى مثل التركيب البنائي للجبن .

التغيرات الكمياوية

التي تحدث عند تســـوية الجبن إلى مرحلتين رئيســـيتين من التغيرات . ويمكن أن نطلق على المرحلة الأولى بالتســـوية الأولية وتحدث في جميع أنواع الجبن بدرجات متفاوتة وفيها يتحلل جزء من البروتينات إلى أحماض أمينية ومن الدهن إلى حماض دهنية و غالبية اللاكتوز إلى حامض لاكتيك وهكذا بمعنى أن نواتج التحلل هذه توجد في جميع الفترات الاولى من التسـوية . وفي المرحلة الثانية من بكتيرية التســـوية تتعرض نواتج التحلل الأولية إلى فعل الانزيمات وخاصـة بكترية المصـدر وتكون نتيجتها تكون مركبات اخرى ثانوية . ويؤدي اختلاف الانظمة الانزيمية والســرعة النســبية التي تتم بها كل من المرحلة الأولية والمرحلة الثانوية إلى اختلاف نوع الجبن واختلاف جودته على أنه لايوجد حد فاصـــل بين مرحلتي التســـوية ومن الصـــعب التكهن بالوقت الذي تنتهي فيه المرحلة الأولى وتبدأ المرحلة الثانية .

التغيرات التي تحدث لبروتينات الجبن

سا تتكون بروتينات الجبن قبل انضاجها اساسا من الباراكازبنات التي تحتوي على كمية كبيرة او قليلة من الكالسيوم تتوقف على مقدار ما يتكون من حامض اللاكتيك عند الصناعة مع نسبة قليلة من الأليبوبين والجلوبيولين / تختلف باختلاف المعاملة الحرار ية للحليب المستخدم في صناعة الجبن وعلى ما يحتويه الجبن من رطوبة . ولم تلق التغيرات التي تحدث في بروتينات الشرش او التي تحدث للجزء الذائب من الباراكازين اثناء تسوية الجبن اهمية تذكر من الباحثين نظرا لضآلة الدور الذي يمكن أن تلعبه في التغيرات الظاهرية بالجبن ونظرا لوجود هذه البروتينات على صورة ذائبة في مصل الجبن فقد تتعرض للتحليل المائي في المراحل الأولى من التسوية وتصبح مع المواد الأزوتية غير البروتينية مصدرة للنتروجين اللازم لنشاط البكتريا وخاصة البكتريا التي توجد في البادئات .

اما الجزء غير الذائب من البروتينات والذي يمثل الجزء الأكبر او جسم الجبن فيتعرض للتحلل من بداية التسوية . ويتبع تحلل البروتين في المرحلة الأولى من التسوية الترتيب التالي : باراكازينات كالسيوم عديدة أو أحادية – باراكازين- بر و تيوزات - بنتونات - ببيتيدات عديدة - بيتيدات ثنائية واحادية- احماض امينية

. التغيرات التي تحدث للدهن اثناء انضاج الجبن :

قلل الباحثون القدماء من اهمية التغيرات التي تحدث لدهن الجبن عند انضاجه الا أن البحوث الحديثة اثبتت أن تحلل الجلسريدات مع تقدم عمر الجبن له أهمية كبيرة. وقد مكنت طرق الفصل الحديثة من تشخيص وتقدير العديد من المركبات الناتجة من التحلل الانزيمي للاحماض الدهنية .

ويتحلل الدهن إلى حد معين في جميع انواع الجبن وتختلف الدرجة التي يتم بها هذا التحلل من نوع الاخر اذ يقل في الجبن ذات الخثرات الحلوه التي لها pH مرتفع اذا ماقورن بالجبن ذات الخثرات الحامضية او المسواة في الفطر كما يقل في الجبن المصنعة من حليب مبستر عن المصنعة من حليب خام . وفي الجبن المعرقة بالفطر يكون مثل هذا التحلل كبيرا وضروريا الاظهار طعم الجبن .

ويبدأ التحلل المائي لدهن الجبن بواسطة انزيمات اللايبيز التي مصدرها الحليب بالدرجة ضئيلة وبدرجة كبيرة من الميكروفلورا التي تأخذ دورها في تسوية الجبن ويكون نتيجة هذا التحلل انفراد الاحماض الدهنية ، وهي اما ان تبقى على حالتها في الجين او تتحلل الى العديد من المركبات