تابع صناعة اللبن المجفف

صناعة اللبن المجفف سريع الذوبان Instant Milk Powder

عملية إسترجاع اللبن المجفف ومنتجاته Reconstitutability تتأثر بعدة عوامل وهى:-

١- قابلية اللبن للتبلل Wettability.

٢- القابلية للأمتزاج Sinkability

٣- القابلية للأنتشار Disperability

٤- القابلية للذوبان Solubility

حيث أن عملية الأسترجاع تتضمن الحقائق السابقة والتى تحدث عند مزج اللبن بالماء.

١- خاصية الذوبان Solubility أو الأنتشار Disperability يقصد بها تكوين معلق ثابت مشابهه فى خواصه الطبيعية اللبن الطازج بالأضافة للذوبان الحقيقى للأملاح واللاكتوز وبروتينات الشرش الغير مدنترة.

٢- خاصية الأمتزاج Sinkability ويعزى بها مقدرة جزيئات اللبن المجفف للنفاذ خلال قوة الجذب السطحى للوسط المائى.

٣- خاصية التبلل Wettability. يعنى بها نفاذ الماء فى جزيئات اللبن المجفف .

ولذلك عملية الأسترجاع المثالية هى عندما تمتزج المادة الجافة بالماء دون تقليب تكتسب نفس خواص اللبن الطازج ويعتمد أساسا على تبلل جميع جزيئات مسحوق اللبن.

ولذلك من العيوب الشائعة التى قد توجد فى اللبن المجفف.

١- عدم وبطئ إكتمال عملية الأنتشار.

٢- تجميع المواد الصلبة على السطح أو القاع.

٣- إلتصاق بعض الجزيئات على سطح العبوة.

العوامل التى تؤثر على عملية الأسترجاع أو العوامل التى تؤثر على خواص اللبن المجفف أو العوامل التى تؤثر على سرعة الذوبان

١- التركيب الكيماوى وخواص اللبن الطازج وثباته الحرارى(تأثير اللاكتوز متبلور أو غير متبلور - تأثير البروتين مدنتر ومتحلل - تأثير الدهن حر أم غير حر (الدهن الحر هو الدهن الذى يمكن إستخلاصه بواسطة المذيبات وهو غير محاط بطبقة من البروتين لحمايته)ومن العوامل المؤثرة على نسبته هى عملية التجنيس حيث تقلل نسبة الدهن الحر - الأنزيمات -

٢- ظروف التصنيع من التسخين المبدئى - درجة تكثيف اللبن - التجنيس - نظام التجفيف- أو طريقة إحداث الرزاز.

٣- ظروف الناتج وهى شكل وحجم وكثافة جزيئاته- المحتوى الهوائى للجزيئات- التركيب الكيماوى للناتج (بروتين مدنتر)- درجة التحلل البروتينى- وجود الدهن الحر يقلل من الأسترجاع

٤- ظروف عملية الأسترجاع وهى درجة حرارة الماء واللبن المجفف- طبيعة ماء الأذابة (يسر أو عسر) - مدة وطبيعة عملية التقليب.

والهدف من عملية تصنيع اللبن المجفف سريع الذوبان Instantizing هو تحسين وإكتمال عملية الأسترجاع Reconstitution

إتجهت بعض الشركات حديثا إلى إنتاج نوع من اللبن المجفف يعرف بأسم Instant Milk Powder وهو يتميز بإرتفاع خاصية ذوبانه حيث يذوب وتنتشر جزيئاته فورا Instantly فى المحلول بمجرد خلطه بالماء على درجة الحرارة العادية وهذا اللبن فى الواقع عبارة عن لبن (عادة لبن فرز) مجفف بطريقة الرزاز كما سبق ثم يعامل بعد الصناعة بطريقة خاصة يطلق عليها Instantizing process الغرض منها هو تجميع حبيباته الصغيرة العديدة فى صورة كتل Ciumps أو مجموعات أكبر حجما مما يزيد فى سرعة إنتشارها Disperability عند الأسترجاع بالماء Reconstitution وتتلخص طريقة الحصول على اللبن سريع الذوبان instant milk فى تكتيل اللبن المجفف الناتج بطريقة الرزاز بأن يرطب بالماء بعد الصناعة ويعاد تجفيفة بعد ذلك بالحرارة ثم يبرد كالمعتاد وتجرى المعاملات السابقة

Instantizing process فى وحدة مستقلة عن تلك التى أجرى فيها صناعة اللبن المجفف بطريقة الرزاز.

خطواط الصناعة

١- تبليل سطح جزيئات اللبن المجفف بطريقة الرزاز العادية إلى درجة من الرطوبة تصل إلى ١٥٪ وذلك بأستخدام بخار ماء أو برشاش من الماء أو بمخلوط من الأثنين معا.

٢- عملية تجميع Agglomeration لجزيئات اللبن مكونة مجاميع clusters من اللبن المجفف وذلك عن طريق إلتصاق جزيئات اللبن الكبيرة والصغيرة معا ببعضها ببعض.

٣- عملية إعادة التجفيف فى مجففات خاصة هزازة بالهواء الساخن إلى أن تصل درجة الرطوبة إلى ٣-٣,٥ ٪ وهنا يأخذ المسحوق صورة حبيبات هشه إسفنجية وتتحول كمية كافية من سكر اللبن إلى الصورة البلورية وذلك يجعل الناتج غير شره لامتصاص الماء.

٤- عملية التبريد وتوحيد حجم الحبيبات يخرج اللبن من المجفف بعد تبريده إلى طاحونة خاصة لتوحيد حجم حبيباته ومنها يذهب إلى التعبأة .

ويتميز اللبن الناتج بلون أغمق وكثافة تبلغ نصف كثافة اللبن المجفف العادى الذى لم تجرى علية هذه العملية وكان أول من توصل إلى هذا الناتج هو David Peebles ولذلك قد يطلق على هذا الناتج لبن Peebles .

وأهم مميزات اللبن الناتج بهذه الطريقة ما يلى :-

١- لونه أغمق نتيجة المعاملة الحرارية المزدوجة قبل وبعد الترطيب.

٢- كثافته تبلغ نصف كثافة اللبن المجفف العادى الذى لم تجرى عليه عملية إسراع الذوبان وحبيباته الإسفنجية

٣- كبر حجم جزيئاته نسبيا التى تتفتت إلى حبيبات أصغر عند تداولها بين الأصابع

٤- سرعة الذوبان والتبلل

٥- حرية الأنسياب (درجة انسيابية أقل)

٦- إرتفاع نسبة الكثافة الظاهرية (الغير مرتبة)

٧- إنخفاض نسبة وجود الدهن الحر

٨- إرتفاع محتوى اللبن من مجموعة -SH

٩- إنتقال الإصابة الى سطح الحبيبات نتيجة لدرجات الحرارة فتزيد القابلية للتبلل والذوبان

تأثير مركبات اللبن فى عمليات صناعة التكثيف والتجفيف

Effect of milk components during condensation and drying processes

أولا – بروتينات اللبن :

وهى تتكون من الكيزين واللاكتاالبيومين (٠,٦ ٪ من مكونات اللبن) واللاكتاجلوبيولين (٠,٠٥ – ٠,١٨ ٪) تكون بروتينات اللبن ٣,٤–٣,٨٪ من مكونات اللبن ذات أهمية وهى تتكون من مخلوط كيماوى من عدة أحماض إمينية ، وتعتبر بروتينات اللبن ذات إهمية عظمى من الناحية التكنولوجية فى صناعة أى من الأنواع الألبان المكثفة أو المجففة لحساسيتها للحرارة المستخدمة فى التصنيع حيث إنها ذات تأثير كبير فى تقدير الثبات الحرارى واللزوجة بالنسبة للألبان المكثفة وكذلك القدرة على الذوبان فى الألبان المجففة ويزداد التفاعل الذى يحدث فى اللبن بزيادة درجة الحرارة فتزيد سرعة التفاعل الكيماوى من ٣–٤ مرات برفع درجة الحرارة ١٠°م كما أن معدل دفترة جزيئات البروتين يزيد ألى حوالى ١٠٠ مرة أو أكثر بزيادة درجة الحرارة بنفس المعدل وتحدث عملية الدفترة فى التركيب الثانى والثالث للبروتين خاصة فى سلسلة الببتيدات غير الملفوفة حيث أنها تظهر كثيرا من المجاميع الجانبية النشطة فى عملية التفاعل خاصة على درجات الحرارة العالية وهذه غالبا ما تحدث تغيرات غير عكسية فى البروتين وبذلك ربما تصبح جزيئات البروتينات غير قابلة للذوبان وتفقد الأنزيمات نشاطها وتقتل الميكروبات وهذه التغيرات يمكن معرفتها وتقديرها بقياس معدل الدفترة فى البروتينات ، هذا وقد وجد أن معظم البروتينات تظهر الدفترة بها بسرعة على درجات حرارة تتراوح ما بين ٦٠–٩٠ ° م وهذا يتوقف على عوامل مثل الـ PH والتركيز للايونات والنشاط المائى Water activity وجهد تأكسد اللبن هذا عندما تسخن البروتينات فى محلول مشبع يحدث بعض التفاعلات فى سلسلة البروتينات فى مواضع فوسفات السيرين وثنائى الكبريتد والليسين وربما يسبب ذلك أنشقاق فى بعض روابط الببتيدات كما أن السلاسل الفرعية للكيزين تعتبر ذات مقدرة على إحداث التفاعل بالحرارة كما أن بروتينات الشرش هى من أكثر البروتينات تأثرا بالحرارة .

هذا ولقد أظهرت البحوث لتسخين اللبن النتائج الأتية :

١– يسخن اللبن على درجة ١٢٠° م لمدة نصف ساعة يزيد نيتروجين البروتيوزبتون من ٤,٧ إلى ٦,٠ ٪بالنسبة للنتروجين الكلى كما أن نفس المعاملة زادت النيتروجين غير البروتينى من ٥,٥–٧,٥٪ بالنسبة للنيتروجين الكلى كما أن عملية البسترة وعملية التعقيم بطريقة UHT لا يزيد من نسبة (PPN) نيتروجين البروتيوزبتون و (N.P.N) النيروجين الغير بروتينى.

٢– عملية التسخين تفصل الفوسفات من الكيزين بنسبة ٨٠٪ عند التسخين على درجة حرارة ١٠٠–١٤٠°م لمدة تصل إلى ساعة وتزيد نسبة الفوسفات عندما يكون الـ PH اللبن أثناء التسخين ما بين ٦–٧

٣- التسخين إلى درجة حرارة أعلى من ٧٠°م يؤدى إلى تحرير مجموعة السلفادريل (-SH) الحر وعندما يتم التسخين فى الهواء يتأكسد ألى ثنائى السلفادريل وهذا يزيد بزيادة درجة الحرارة من ٦٠-١٢٥°م لمدة ٢٠ دقيقة بفعل أنزيم Sulthydryl Oxidase أثناء التسخين قبل دفترة الأنزيم نفسه وهذا المركب الأخير (Disul fide) يتأكسد خلال مراحل مختلفة إلى حمض الستيك Cysteic Acide SO_3H بالتسخين هذا وقد يحدث لمركب الداى سلفايد عملية بلمرة وقد أمكن إحداث ذلك لمركب البيتالاكتوجلوبيولين عند تسخينه إلى أعلى من ٧٠°م وكذلك بالنسبة لالفاكتوالبيومين ، والكاباكيزين.

٤- على درجة الحرارة أعلى من ٧٠°م يتفاعل البيتالاكتوجلوبيولين مع الكاباكيزين (Cassine) وبذلك يرتبط بجسيم الكيزين Caseine Micelled ويقل ذلك عند إرتفاع الـ PH عن ٧

٥- بروتينات الشرش تترسب بالتسخين ولكن على ٦,٦ PH وعند إنخفاض الـ PH عن هذا الحد فأن ثباتها يقل لكى يصل حده الأدنى قرب ٤,٥ PH

٦- مركبات السلفادريل المتطايرة H2S يتكون بنسبة جوالى ٠,١٦ ملليجرام / لتر عند تسخين اللبن لدرجة ٩٠°م لمدة ٣٠ دقيقة .

٧- هذا ولقد وجد بعض العلماء أن اللبن الطازج يتجبن على درجة حرارة ١٠٠°م لمدة ساعة أو ١٥٠°م لمدة ٣ دقائق وهذا يرجع إلى ترسيب الكالسيوم بالحرارة مما يترك الكيزين غير ثابت بالنسبة للحرارة أى يتجبن على درجة حرارة أقل

ويعرف الثبات الحرارى للبن المكثف على أنه المقاومة النسبية للبن للتجبن فى المعقم كما عرفه بعض العلماء على أنه الوقت اللازم لبدء تكوين تجبن على درجة حرارة ١١٥°م (٢٣٩°ف).

يحتوي بروتين اللبن وخاصة البيتا لاكتوجلوبيولين علي الأحماض الامينية الكبريتية (مثل السستين والسستئين) المسئولة عن مجموعة السلفاهيدريل SH والداي سلفايد H_2S في بروتينات اللبن. وتتأثر الصفات الطبيعية والكيماوية والحيوية للبروتين تأثرا كبير عند تحول أحد هذين الحمضين إلي الأخر، فمثلا بروتين pre-keratin يكون في الصورة الذائبة القابلة للهضم وهو يحتوي أساسا علي الحمض الأميني سستئين بينما إذا تم أكسدته داخل الجسم إلي سستين فان البروتين المتكون هو الكرياتين keratin ويكون في صورة غير ذائبة وغير قابلة للهضم. كذلك فان هرمون الانسولين يحتوي علي نسبة عالية من السستين وخالي من السستئين وإذا اختزلت كمية قليلة من السستين إلي السستئين فان الفعل الحيوي لهذا الهرمون يتوقف.

وقد بين كثير من العلماء إن مجموعة SH في اللبن توجد علي صورة سستئين وهي ذات تأثير ملحوظ علي طعم كل من اللبن الطازج واللبن المجفف وكذلك علي قوة حفظ اللبن المبخر ، كما لوحظ أيضا تلازم ظهور الطعم المطبوخ مع تحول مجموعة SH إلي H_2S وتكون مركبات أخري. أي أن ظهور الطعم المطبوخ في اللبن نتيجة تأثير المعاملة الحرارية علي بروتينات الشرش وخاصة البيتا لاكتوجلوبيولين حيث ينفصل الجزء الكبريتي من الحمض الاميني سستين الموجود في بروتينات الشرش وتنفرد مجاميع السلفاهيدريل ، ويظهر ذلك بوضوح عند تسخين اللبن إلي ١٦٧° ف وزيادة التسخين تؤدي إلي تطاير هذه

ثانيا – الدهن :-

يتأثر دهن اللبن ببعض معاملات اللبن الحرارية وعملية التجنيس فلقد وجد أن عملية التجنيس للبن تؤدى إلى تكسير حبيبات الدهن وأنفرادها إلى حبيبات صغيرة يزداد مجموع سطحها مما يجعلها عرضة للتفاعل بإنزيم الليبيز ما لم يكن قد سبق تثبيطه بتسخين اللبن مبدئيا قبل إجراء عملية تكثيف اللبن خاصة فى اللبن المكثف المحلى الذى لا يعقم.

هذا ويجب المحافظة على الغشاء البروتينى المحيط بكريات الدهن حيث يحتوى على نسبة عالية من النحاس المرتبط بالبروتين حيث أن ذلك يؤثر على خواص قوة حفظ اللبن المجفف الناتج ، والدهن الحر يسبب صعوبة في عملية الاسترجاع حيث يحيط بحبيبات اللبن المجفف وبالتالي يضعف من خاصية الذوبان والنبلل والانتشار حيث أن الدهن الحر يوجد في صورة غير مستحلبة ، كما أن الدهن الحر يتأكسد أثناء التخزين ويعطي الطعم الشحمي.

وتتوقف نسبة الدهن الحر في اللبن المجفف علي نسبة الدهن في اللبن الخام حيث تزداد نسبته تدريجيا بزيادة نسبة الدهن في اللبن الخام وبالتالي زيادة نسبة الدهن الكلية في اللبن المجفف ، هذا بينما تقل نسبة الدهن في اللبن المجفف إذا أجريت عملي التجنيس

كما يجب تقليل نسبة الدهن الحر Free Fat بمساحيق الألبان المجففة وقد وجد أن عملية التجنيس تقلل من نسبة الدهن الحر فى اللبن المجفف.

وفى هذه الحالة يكون اللاكتوز شره لامتصاص الماء Hygroscopic ويمتص الرطوبة بسرعة من الجو والوسط المحيط به أما إذا كان اللاكتوز فى حالة البلورة فأنه يكون ثابت نسبيا بالنسبة للرطوبة وعند تسخين اللبن الخام أو اللبن المجفف المحتوى على نسبة عالية من الرطوبة يحدث تفاعل بين اللاكتوز والبروتين من خلال تفاعل Maillard Reaction

وهذا التفاعل يتم بين مجموعة الأمين الحرة (التي توجد في الأحماض الامينية التي تحتوي علي مجموعة أمين حرة مثل الحمض الاميني الليسين والارجنين والهستدين) ومجموعة الالدهيد الموجودة بالسكر الأحادي الجلوكوز (حيث يتحلل اللاكتوز مائيا بالحرارة إلي جلوكوز وجالاكتوز) مكونا معقد من الفورفورال والميثايل هيدروكسي فورفورال المسئولان عن اللون البني ، كما يمر هذا المعقد من القناة الهضمية دون أن يهضم وبالتالي يؤدي إلي فقد في القيمة الغذائية.

، هذا وقد يلعب اللاكتوز الذائب فى اللبن دورا هاما فى انواع معينة من أجهزة التسخين حيث ينتج عنه كميات قليلة من الحموضة تقلل من درجة ثبات الكيزين للتجبن بالحرارة حتى ولو كانت الزيادة فى الحموضة بسيطة جدا قد لاتزيد من خفض الـ PH إلى ما لايتعدى ٠,٢ وحدة.

رابعا : أهمية إتزان الأملاح فى التجبن الحرارى للبن أثناء صناعة التكثيف والتجفيف.

أثناء تعقيم اللبن المكثف الغير محلى على الدرجة والوقت اللازمان لجعل الناتج معقما تجاريا فأن الناتج يميل إلى تكوين خثرة ولتجنب ذلك يجب معرفة محتوى اللبن من الكالسيوم والماغنسيوم ألى محتواه من السترات والفوسفات من جهة أخرى حيث أنها تلعب دورا هاما فقد لوحظ أن زيادة الكالسيوم والماغنسيوم ينتج عنها لبن ذو ثبات حرارى ضعيف وعلى ذلك فتعدل نسبتها فى اللبن للحصول على لبن ذات ثبات حرارى كبير حيث وجد أقصى درجات الثبات الحرارى للكيزين تكون عندما يتحد بكمية معلومة من الكالسيوم وعندما تزيد أو تنقص هذه الكمية فأن درجة الثبات الحرارى للكيزين تقل إلى درجة كبيرة .

فإذا كان عدم الاتزان الملحي ناتج عن نقص الكالسيوم أو الماغنيسيوم فأنة يمكن تجنب ذلك بإضافة الكمية المناسبة من أملاح الكالسيوم أو الماغنيسيوم الذائبة مثل خلات أو كلوريد الكالسيوم أو الماغنيسيوم

أما إذا كان عدم الاتزان الملحي ناتج عن زيادة الكالسيوم أو الماغنيسيوم فأنة يمكن تجنب ذلك

عن طريق زيادة حموضة اللبن زيادة طفيفة حيث أن الزيادة تحول الفوسفا الثلاثية أوالثنائية إلى فوسفات أحادية وبذلك تقل كمية الفوسفات المرتبطة بالكالسيوم وبذلك تحرر كمية من الكالسيوم كافية لحدوث توازن الكالسيوم بالكيزين وبذلك يزداد الثبات الحرارى للبن .

هذا ويمكن فى حالة زيادة الكالسيوم والماغنسيوم إضافة الكمية المناسبة من أملاح الفوسفات أو السترات مثل فوسفات ثنائى الصوديوم أو سترات الصوديوم ولو أنه يفضل أملاح الفوسفات عن السترات لرخص ثمنها النسبى.

كما أن التحكم فى التجبن الحرارى للبن عن طريق التبادل الأيونى وذلك يجعل جزء من اللبن يمر على طبقة ترشيح على رمل الزيوليت الصناعى وتركيبه الكيماوى هو ثالث سليكات الصوديوم والألومنيوم $Na_2O\ Al_2\ O_3.\ 65\ iO_2$ أو أى مادة أخرى من هذا القبيل ولكن هذه الطريقة غير عملية لكثرة تكاليفها. هذا ويجب الأخذ فى الأعتبار أن تركيز الأيونات المعدنية التى تكون فى حدود ٠,٧٪ من مكونات اللبن الخام الطازج تصل فى نهاية عملية التجفيف الى تركيز ليصل ٥-٦٪ من مكونات اللبن المجفف مما قد يتسبب عنه تغير طبيعة بروتين اللبن وخاصة إذا طالت عملية التجفيف لسبب أو لاخر.