المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تخصص تقنية التصنيع الغذائي

تصنيع غذائي - ٢

٢٥٤ صنع

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي، لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل و المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " تصنيع غذائي - ٢ لمتدربي قسم" تقنية التصنيع الغذائي " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه، إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

يعتبر الغذاء أحد المطالب الأساسية اليومية المتكررة للإنسان- إذا توفر- معرضاً للفساد السريع حيث إن قوانين الحياة تشجع تحلله إلى مكوناته و بالتالي فإن تصنيع الأغذية وحفظها من الفساد يعتبر وقوفا أمام سنن الله في الحياة لمصلحة ولرفاهية الإنسان. و يمكن اعتبار تصنيع وحفظ الأغذية صراعا بين الإنسان و عوامل إفساد الغذاء. و يشتد الصراع كلما كان الغذاء عالي القيمة الحيوية. أما الوسائل المساعدة لعوامل الفساد فمختلفة و متباينة فمنها القدرة على الاختفاء أو الطيران أو صغر الحجم أو سرعة العمل أو إفراز مواد تجعل الغذاء منفرا أو ساما للآخرين أو القدرة على تحمل ظروف قاسية أما وسائل الإنسان في هذا الصراع فهي الذكاء و التطور و العقل و التقنية و البحث العلمي. و يتمثل الهدف الرئيس للصناعات الغذائية أو تكنولوجيا الأغذية في إنتاج المزيد من الأغذية بنوعية أجود و تكاليف أقل مع حفظها من الفساد و منع تدهور قيمتها الغذائية.

وتحتل الصناعات الغذائية مكانة كبيرة بين العلوم التطبيقية بعد التقدم التقني السريع في السنوات الأخيرة في جميع أنحاء العالم والذي أسفر عن تطور كبير في أنواع المنتجات الغذائية ووسائل حفظها وتقديمها. وقد أدى هذا التطور إلى توفير الأغذية أو بدائلها بجودة عالية بصورة منتظمة طوال الوقت ليس فقط للإنسان العادي ولكن أيضا للفئات الخاصة. كما أصبحت الأغذية صحية وجذابة واقتصادية وسهلة التجهيز والتحضير. كذلك حدث تقدم كبير في مجالات إنتاج الأغذية من مصادر غير تقليدية والاستفادة من مخلفات التصنيع الغذائي.

وتحتوي هذه الحقيبة على معلومات أساسية تهم المشتغلين والمتدربين في حقل الصناعات الغذائية وخاصة فيما يتعلق بما يلي:

١- تصنيع الحليب ومنتجاته
٢- تصنيع الحبوب ومنتجاتها
٣- تصنيع التمور ومنتجاتها

والله نسأل أن يجعل هذا العمل خالصا لوجهه الكريم وأن ينتفع به المتدربون والمشتغلون في مجال الصناعات الغذائية ويكون خير عون لهم على التقدم في هذا المجال الحيوي الهام وهو الهادي إلى سواء السبيل، ،

تصنيع غذائي - ٢

تصنيع الحليب ومنتجاته

الوحدة الأولى : تصنيع الحليب ومنتجاته

الجدارة: التعرف على مكونات الحليب وقيمته الغذائية وكيفية تصنيع منتجاته.

الأهداف: أن يتعرف المتدرب على خطوات تصنيع منتجات الحليب المختلفة وكذلك تأثير المعاملات التصنيعية على جودة المنتج.النهائي.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ١٥ ساعات

الوسائل المساعدة:

- بعض الكتب والمراجع.
- جهاز عرض باستخدام الحاسب.
- بعض الصور والمعلقات ووسائل الإيضاح.

متطلبات الجدارة: دراسة مقرر تصنيع غذائي- ١ (٢٤١ صنع) الفصل السابق يسهل من دراسة هذا المقرر.

الباب الأول : صناعة الألبان ومنتجاتها

مقدمة

الحليب هو أول غذاء عرفه الإنسان منذ بدء الخليقة، وقد اعتمد الإنسان عليه في التغذية خلال معظم تاريخه في الأرض، والحليب هو الغذاء الأول للرضع في جميع الحيوانات الثديية فهو هبة الله سبحانه وتعالى للرضع منذ ولادتهم وحتى بعد الفطام وذلك لأنه غذاء متكامل حيث يحتوي على نسب جيدة من العناصر الغذائية المختلفة (البروتين و الدهن والسكر و الفيتامينات والأملاح المعدنية).

وصدق الله العظيم عندما يقول في سورة النحل (آية٦٦) (وأن لكم في الأنعام لعبرة نسقيكم مما في بطونها من بين فرث ودم لبنا خالصا سائغا للشاربين).

ويفرز الحليب عادة ليقابل احتياجات المولود وبذلك تركيب الحليب يتوقع دائما بان يختلف باختلاف أنواع الحيوانات حتى يقابل هذا الاحتياج وهذا الاختلاف يتوقف على العوامل التالية:

١- سرعة تقدم المولود في النمو عند الولادة.

٢- الطاقة اللازمة للصغير والتي تتوقف على مساحة جسمه بالنسبة لوزنه وعاداته الحيوية المختلفة.

فمثلا نلاحظ أن الحيوانات التي تحتاج إلى أداء مجهود بعد الولادة مباشرة كالحوت فإن نسبة الدهن في حليب الأم ترتفع إلى ٤٠٪ حتى يسد حاجة الصغير من طاقة حرارية، إما في حالة المولود الذي يحتاج إلى نمو سريع فإنه يحتاج في حليبه إلى نسبة عالية من مواد البناء وهي البروتين والمعادن الأساسية لبناء الجسم. والجدول رقم (١) يبين تركيب حليب بعض الحيوانات الثديية- وقد يتأثر تركيب الحليب داخل النوع الواحد باختلاف نوع السلالة والتغذية ومرحلة الحليب وحالة الحيوان الصحية.

جدول(١) تركيب حليب بعض الحيوانات الثديية

الحيوان	الماء ٪	الدهن ٪	البروتين٪	اللاكتوز٪	الأملاح٪	المواد الغير دهنية ٪
الإنسان	٨٧,٤٣	٣,٧٥	١,٦٣	٦,٩٨	٠,٢١	٨,٨٢
الأبقار	٨٧,٢٠	٣,٧٠	٣,٥٠	٤,٩٠	٠,٧٠	٩,١٠
الماعز	٨٧,١٠	٤,٢٥	٣,٢٥	٤,٢٧	٠,٨٦	٨,٧٥
الأغنام	٨٠,٧١	٧,٩٠	٥,٢٣	٤,٨١	٠,٩٠	١١,٣٩
الجاموس	٨٢,٠٩	٧,٩٦	٤,١٦	٤,٨٦	٠,٧٨	٩,٩٥
الجمال	٨٧,٦١	٥,٣٨	٢,٦٨	٣,٢٦	٠,٧٠	٧,٠١

تطور صناعة الألبان في العالم

إن التطور في صناعات الألبان برز في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين وأهم العوامل التي أثرت في هذا التطور هي:

١- انتشار المصانع الكثيرة وتطبيق وسائل التقنية الحديثة في صناعة الألبان المختلفة.
٢- تطور صناعة فرازات القشدة وآلات البسترة وخضاضات الزبد والآلات الحديثة لغسيل وتعقيم أواني الحليب وآلات تكثيف وتجفيف وتعبئة الحليب.
٣- استخدام التبريد الميكانيكي في سنة١٨٨٠م كان له أثر عظيم في حفظ الحليب ووقايته من التلف والفساد وكما سهل التبريد الميكانيكي عملية تسويق وتوزيع الألبان ومنتجاتها.
٤- نمو حجم المدن وازدياد عدد سكانها في الدول المتقدمة مع ارتفاع مستوى المعيشة.
٥- إصدار التشريعات التي تتحكم في إنتاج الحليب وتسويق منتجاته وحماية صحة المستهلكين.
٦- زيادة وعي المستهلكين في الدول المتقدمة.
٧- إجراء الأبحاث المتعلقة بصناعة الألبان والوصول إلى أفضل طرق التصنيع وكذلك سهوله الكشف عن غش الحليب.

تطور صناعة الألبان بالمملكة العربية السعودية

بدأت صناعة الألبان في المملكة في أواخر الستينات، حيث انتشرت معامل تصنيع الحليب السائل المعاد ذوبانه من الحليب المجفف المستورد ،وأنشئ أول مصنع للحليب السائل المعاد ذوبانه عام١٩٦٧م بالدمام.أقيمت أول مزرعة تجارية لإنتاج الحليب الخام عام١٩٧٥م في الخرج.منذ ذلك الوقت وحتى الآن تم إنشاء العديد من المزارع والمصانع حيث بلغت عدد المزارع التجارية عام ١٩٧٦م إلى حوالي ٣٨مزرعة بها حوالي ٥٠,٠٠٠ بقرة بلغ إنتاجها عام ١٩٨٩م حوالي ١٦٥الف طن. وبلغ عدد المصانع في عام١٩٨٦م ٥٧مصنعا ينتج عديد من منتجات الألبان مثل الحليب المبستر و اللبن واللبن الزبادي واللبنة بالإضافة إلى حليب طويل الأجل.

أدى نمو صناعة الألبان بالمملكة إلى زيادة استهلاك الفرد من منتجات الألبان،فقد زاد استهلاك الفرد من الحليب ومنتجاته من ٦٥كيلوجرام في عام ١٩٨٦م إلى ٢٦٠ كيلوجرام في عام ١٩٨٧م . وقد تطور استهلاك الفرد كذلك من منتجات الحيوانية الأخرى التي ارتفع استهلاكه منها ٢٧ كيلوجرام في السنة عام ١٩٧٤م إلى حوالي ٧٣كيلو جرام في السنة عام ١٩٨٤م. ويغطي الإنتاج المحلي للحليب ومنتجاته حوالي ٩٤٪ من جملة استهلاك الحليب المبستر واللبن الزبادي، ٨٦٪من الأيس كريم، ٦٪من القشدة، ٢٪من الجبن، والباقي يستورد من الخارج.

ويمكن تقسيم مصادر الحليب ومنتجاته في المملكة إلى:

١- الإنتاج المحلي من الحيوانات التقليدية (أغنام- ماعز- أبقار محلية- إبل).

٢- الإنتاج المحلي من مزارع الأبقار التجارية.

٣- الإنتاج المحلي من مصانع الحليب المعاد ذوبانه.

٤- الاستيراد من خارج المملكة.

المشاكل التي تواجه قطاع إنتاج وتصنيع الألبان في المملكة

١- مشاكل الإنتاج:

وترجع إلى:

أ- ارتفاع تكاليف إنتاج الحليب الطازج.

ب- عدم توافر الخبرات الفنية اللازمة للمزارع بشكل كاف وصعوبة إيجاد الخبرات الفنية الوطنية اللازمة لتشغيلها.

٢- مشاكل التصنيع:

وترجع إلى:

أ- نقص الخبرات الفنية في بعض المصانع.

ب- عدم وجود مختبرات ضبط الجودة في بعض المصانع.

جـ- عدم صلاحية المياه المتوفرة في بعض المصانع لعمليات التنظيف.

٣- مشاكل التسويق:

وترجع إلى:

أ- عدم توفر وسائل التبريد الكافية خلال التوزيع والعرض مما يودي إلى فساد المنتجات.

ب- منافسة المنتجات المستوردة الإنتاج المحلي.

جـ- انخفاض استهلاك اللبن والحليب في الشتاء (رجيع المنتجات) .

د- ارتفاع تكلفة النقل الأماكن البعيدة.

هـ- عدم تقيد المؤسسات بشراء الإنتاج المحلي.

و- عدم إدراك المستهلك بالقيمة الغذائية للحليب ومنتجاته.

إنتاج الحليب النظيف في المزرعة

يعتبر الحليب بيئة جيدة لنمو الجراثيم ونقل الأمراض المعدية مثل السل والحمى المالطية لذا يجب أن تتم عملية الحلب بطريقة تضمن إنتاج حليب نظيف يمتاز بالجودة العالية.ويتصف الحليب الجيد بما يلي:

١- جودة الطعم والرائحة وانخفاض درجة الحموضة.

٢- خلوه من آثار الأدوية والمبيدات وأنواع الجراثيم المرضية.

٣- لا يزيد عدد البكتريا غير المرضية به عن ١٢٠٠٠ في الميليليتر الواحد.

٤- خلوه من أي شوائب أو عوالق مثل الحشرات أو بقايا الأغذية أو مخلفات الحظائر.

شروط إنتاج الحليب النظيف:

١- سلامة الأبقار وخلوها من الأمراض خاصة السل والحمى المالطية التي تفرز جراثيمها في الحليب فتنتقل إلى الإنسان وتسبب إصابته بالأمراض.

٢- التخلص من حليب الأبقار المصابة بالتهاب الضرع إذ يكون ذا خواص مظهرية وكيميائية رديئة بالإضافة إلى ارتفاع محتواه من الميكروبات وطعمه غير المرغوب.

٣- غسيل الأبقار وتنظيف ضروعها وتجفيفها جيدا قبل عملية الحلب.

٤- تنظيف وتعقيم الأواني والأجهزة والأدوات التي تستعمل أثناء الحلب وبعده باستخدام الماء الدافئ والمنظفات الفعالة التي لا تترك رائحة أو أثرا بالأواني.

٥- تغيير الأجزاء المطاطة من آلة الحلب التي تظهر بها ثقوب أو شروخ والتي تكون مأوى للميكروبات.

٦- التخلص من الجزء الأول من الحليب من كل ربع من أرباع الضرع إذ يكون معرضاً للتلوث بالبكتريا وكذلك تطهير الحلمات بعد الحلابة.

٧- استخدام أوانٍ من النوع الذي لا يصدأ وذات أسطح ملساء ومستديرة الزوايا.

٨- نظافة الحلاب وخلوه من الأمراض وضرورة تنظيف يديه جيدا قبل الحلب.

٩- تبريد الحليب بعد الحلب مباشرة إلى درجة ٤ °م وحفظه مبردا أثناء النقل والتوزيع.

١٠- عدم استخدام حليب الأبقار التي تعالج بالمضادات الحيوية أو ترش بالمبيدات الحشرية قبل مضي ثلاثة أيام من انتهاء العلاج.

١١- عدم تقديم العلائق ذات الروائح غير المألوفة للأبقار الحلابة إذ تنتقل هذه الروائح إلى الحليب.

١٢- نظافة المحلب وبعده عن الأتربة ومصادر التلوث المختلفة.

نقل الحليب واستلامه

أولا : نقل الحليب

تعتبر عملية نقل الحليب من أهم العمليات بعد إنتاجه إذ على أساسها ينظم العمل داخل المصنع ويتحدد مواعيد تسليم الحليب إلى المستهلك يوميا. وتتوقف طريقة نقل الحليب على كميته وكذلك على المسافة التي ينقل إليها. فقد ينقل على الدواب أو العجلات أو سيارات نقل خاصة، وتعتبر السيارات أكثر الوسائل شيوعا لنقل الحليب في معظم بلاد العالم، ويجب أن ينقل الحليب في صورة مبردة لوقف نشاط الميكروبات التي قد تصل إليه أثناء عملية الحلب.

الأواني المستخدمة في نقل الحليب

يتم نقل الحليب من المزرعة بواسطة السيارات في أوانٍ مختلفة كالآتي:

١- الأقساط

أقساط نقل الحليب شائعة الاستعمال في جميع الأماكن وتستعمل لنقل الحليب سواء داخل المزرعة أو من المزرعة إلى المصنع، وتختلف أشكالها وأحجامها حسب الغرض من استعمالها أو حسب أماكن استعمالها. ولكن يفضل توحيد الشكل والحجم في المكان الواحد أو البلد الواحد، وذلك لعدة أسباب منها:

ا- سهولة التداول والترتيب.

ب- سهولة النقل الميكانيكي.

جـ- سهولة عمليات الغسيل والتعقيم.

د- سهولة حساب الكمية المنقولة بها.

كما يجب أن تكون هذه الأقساط معدناً خفيف الوزن غير قابل للصدأ، يتحمل الصدمات ولا يتفاعل مع الحليب أو يكسبه طعما معدنيا غريبا، سهل التنظيف. ويجب وضع بطاقات على الأقساط يدون عليها اسم المنتج وكمية الحليب في القسط.

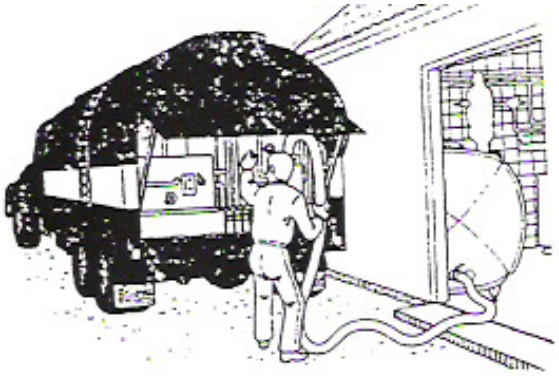
٢- الصهاريج

ينقل الحليب بواسطة صهاريج مزدوجة الجدران معزولة من الصلب غبر قابل للصدأ، محمول على سيارات نقل مزودة بمضخة خاصة لتعبئة وتفريغ الحليب (شكل ١) وتختلف سعة الصهريج باختلاف كمية الحليب. وعادة تحتوي هذه الصهاريج على مقلبات لتقليب الحليب أثناء نقله حتى لا تطفو طبقة القشدة على السطح. ويشترط لاستعمال الصهاريج في نقل الحليب شروط معينة منها:

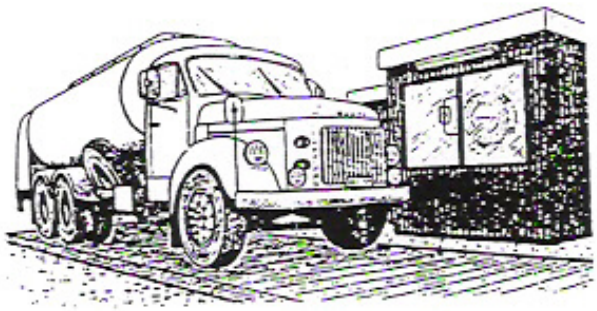
أ- أن تكون كمية الحليب المراد نقلها كبيرة.

ب- أن تكون الطرق معبدة وجيدة.

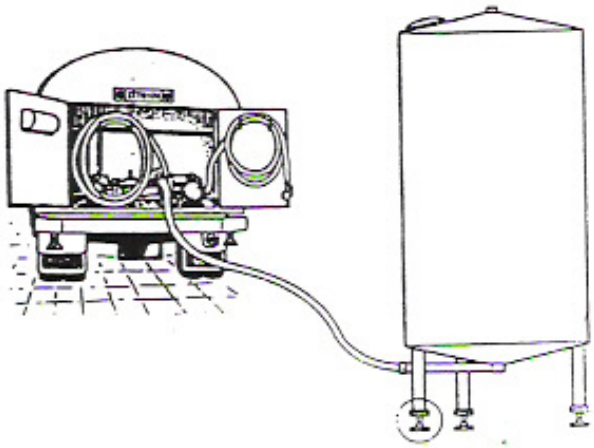
جـ- أن يكون القائم بعملية النقل على دارية تامة بخواص الحليب.



١- تجميع الحليب الخام من المزرعة في صهاريج النقل.



٣- وزن سيارات نقل الحليب بالصهاريج.



٣- تفريغ الحليب من الصهاريج إلى خزان الحفظ بالمصنع

شكل (١) نقل واستلام الحليب بواسطة صهاريج مزدوجة الجدران محملة على سيارات.

الاحتياطات الواجب مراعاتها عند نقل الحليب

حتى نضمن وصول الحليب إلى المصنع أو المستهلك دون حدوث أي تغير فيه تجب مراعاة الاحتياطات الآتية عند نقل الحليب :

١- نظافة أواني النقل.

٢- ألا تزيد درجة حرارة الحليب المراد نقله عن ٤- ٥ °م.

٣- امتلاء الأقساط أو الصهاريج إلى نهايتها منعا من رج الحليب وتكوين حبيبات الزبد.

٤- عزل الأواني جيدا وعدم تعرضها لأشعة الشمس حتى لا ترتفع درجة حرارة الحليب أثناء النقل.

٥- عدم فتح الأواني أو تفريغها بالطريق أثناء نقل الحليب منعا من التلاعب وتلوث الحليب.

٦- يراعى عند نقل الحليب لمسافة بعيدة استعمال إحدى طرق التبريد أثناء النقل بحيث لا ترتفع درجة حرارة الحليب أكثر من (١- ٢ °ف).

٧- العناية بنظافة سيارة نقل الحليب وعدم استعمالها في نقل الحيوانات والمواد التي تسبب تلوث الحليب أو إكسابه روائح كريهة، يجب أن تجرى الصيانة اللازمة لهذه السيارات وبصورة منتظمة بعد كل مرحلة.

ثانيا : استلام الحليب

ينقل الحليب مباشرة من المزرعة إلى المصنع عندما تكون المزارع قريبة من المصانع، بينما إذا كانت المزارع على مسافة بعيدة من المصانع، فيكون جمع الحليب فيها بواسطة مراكز التجميع حيث تقوم باستلام ومراجعة ووزن وتصفية واختبار الحليب ثم تسجيله لمحاسبة الموردين تم تفريغه وتبريده وحفظه في خزانات الحفظ لحين نقله إلى المصنع. وتنحصر عملية استلام الحليب في النقاط التالية:

١- استلام أقساط الحليب أو تفريغ الصهاريج.

٢- فحص الحليب قبل تفريغه.

٣- تفريغ الحليب ثم وزنه.

٤- أخذ عينة لإجراء الاختبارات الروتينية.

٥- غسل وتعقيم الأقساط والصهاريج.

٦- دفع الحليب بالمضخات إلى خزانات الحفظ.

وتجب مراعاة استبعاد الحليب الرديء الصفات مع مذكرة بالعيوب الحقيقية الممكن تداركها أو إصلاحها عن طريق المنتج نفسه.

الباب الثاني: الحليب: تعريفه وتركيبه وقيمته الغذائية

The milk: definition, composition and nutritional value

أولا: تعريف الحليب

يعرف الحليب بأنه الإفراز الطبيعي للغدد اللبنية لإناث الحيوانات الثديية والواقعة تحت ظروف غذائية وصحية وطبيعة جيدة وذلك بعد الولادة بخمسة أيام وقبل الجفاف بـ ١٥ يوم ويطلق على هذا الحليب "الحليب الخام".

وهناك تعاريف أخرى للحليب ومنتجاته وذلك اعتمادا على المواصفات التصنيعية التي يمر بها الحليب، ومن هذه التعاريف:

١- الحليب الفرز

هو الحليب المنزوع منه الدهن بالفرز أو بطريقة الجاذبية الأرضية.

٢- القشدة

ذلك الجزء من الحليب الذي تتركز فيه نسبة الدهن نتيجة تعرض الحليب لعملية الفرز.

٣- الشرش

هو السائل الأصفر المخضر الناتج من ترسيب البروتينات والدهون عند صناعة الجبن.

٤- السرسوب (اللبأ)

هو الإفراز اللبني بعد الولادة مباشرة ولفترة خمسة أيام ويتميز بارتفاع لزوجته نتيجة احتوائه على نسبة عالية من الجوامد الصلبة الكلية (٢٧٪) وخاصة بروتينات الشرش.

٥- الحليب المبستر والحليب المعقم

هو الحليب الذي تعرض إلى معاملات حرارية معينة بغرض القضاء على جميع الميكروبات المرضية ونسبة عالية من الميكروبات غير المرضية.

٦- الزبد والسمن

هي منتجات دهنية تتميز بارتفاع نسبة الدهن بها بغرض الحفظ لمدة طويلة.

٧- منتجات لبنية أخرى

مثل الألبان المكثفة والمجففة و المثلوجات اللبنية (سوف نتناولها بالتفصيل بعد ذلك).

ثانيا: تركيب الحليب

الحليب سائل معقد التركيب يتكون من الماء ومواد صلبة كلية هي الدهن والبروتينات واللاكتوز (سكر الحليب) والأملاح المعدنية بالإضافة إلى مواد أخرى بمقادير ضئيلة مثل الفيتامينات والصبغات والإنزيمات وبعض الغازات الذائبة.

١- الماء Water

يعتبر الماء المكون الرئيس في الحليب إذ تصل نسبته ٨٧٪ في حليب الجاموس والأغنام ويذوب في الماء بعض مكونات الحليب الصلبة مثل سكر الحليب وبعض الأملاح كما أنه يحوي المكونات الأخرى غير الذائبة كالدهن والكازين وبعض الأملاح.

ويهيئ الماء البيئة المناسبة لنشاط الكائنات الدقيقة كما يوفر الوسط المناسب لحدوث التفاعلات والتخمرات.

٢- دهن الحليب Fat

يعتبر الدهن أهم مكونات الحليب حيث يكسبه الطعم الدسم ويرفع من قيمته الغذائية كما يحسن من صفات منتجاته. ولذلك يتخذ تقدير نسبة الدهن في الحليب أساسا لتقدير سعره في أغلب الأحيان.

وتبلغ نسبه الدهن في الحليب الأبقار بين٣- ٦٪ ويوجد الدهن في الحليب على هيئة كريات دقيقة تسبح في الحليب فرادى أو في مجاميع. ويختلف قطرها باختلاف نوع الحيوان وسلالته، ويحيط بحبيبة الدهن غلاف رقيق جدا معقد التركيب يتكون أساسا من بروتينات وفوسفولبيدات، حيث يعمل هذا الغشاء على تثبيت حالة الاستحلاب التي يوجد عليها الدهن. والوزن النوعي للدهن أقل من الوزن النوعي للماء إذ يبلغ ٠,٩١- ٠,٩٣ولذلك يطفو على سطح الحليب لو ترك ساكنا مدة.

ويتكون دهن الحليب من مجموعة كبيرة من جليسريدات الأحماض الدهنية، وعند تحلله تنفرد الأحماض الدهنية التي من بينها حامض البيوتريك ذو الرائحة النفاذة وتوجد مواد مصاحبة للدهن بنسبة ضئيلة أهمها:

أ- الفوسفوليبدات و أهمها الليسيثن.

ب- الكولسترول ويوجد في الدهون الحيوانية بينما لا يوجد في الدهون النباتية.

ج- الكاروتين وهو صبغة صفراء توجد في دهن حليب الأبقار وهو مولد فيتامين أ [A].

د- الفيتامينات الذائبة في الدهن وهي: أ **[A]**، د [D]، هـ [E]، ك [K].

٣- **بروتينات الحليب** Milk proteins

البروتينات عبارة عن مواد عضوية معقدة التركيب تتكون من ارتباط أحماض أمينية بواسطة روابط ببتيدية، تحتوي على عناصر الكربون والأيدروجين والأكسجين والنتروجين والكبريت وأحيانا الفوسفور. وتتراوح نسبة البروتين في الحليب الخام من٢,٨- ٤,٥ ٪ وتنقسم بروتينات الحليب إلى نوعين هما الكازين Casein وبروتينات الشرش والتي تشمل على اللاكتوالبيومين Lactoalbumin واللاكتوجلوبيولين Lactoglobulin والبروتيوزبيتون Proteose peptone.

أ- **الكازين** Casein

هو أهم بروتينات الحليب وتبلغ نسبته ٨٠٪ من البروتينات الكلية (٣٪ في الحليب) وينتشر في الحليب على صورة جسيمات دقيقة جدا معلقة به وهو يوجد متحدا بعناصر الكالسيوم والفوسفور. ويمكن ترسيب الكازين بإضافة أحماض خفيفة أو بإضافة إنزيم الرينين (الموجود في المنفحة) والنتيجة هو تخثر الحليب أو تجبنه وهذا هو الأساس في صناعة الألبان المتخمرة والجبن المختلفة.

ب- **بروتينات الشرش** Why proteins

تكون حوالي ٢٠٪من البروتينات الكلية في الحليب وتشمل:

- **اللاكتوالبيومين**Lactoalbumin: تبلغ نسبته في الحليب حوالي ٠,٤٪ ويوجد على صورة ذائبة ولا يترسب بالأحماض والمنفحة مثل الكازين ولكن يتجبن بارتفاع درجة حرارة الحليب عن ٦٥ ^{o}م.
- اللاكتوجلوبيولين Lactoglobulin: وتبلغ نسبته في الحليب حوالى٠,١١٪ وترتفع نسبته في السرسوب لاحتوائه على بروتينات المناعة ويتجبن بالحرارة.
- **البروتيوزبتون** Proteose peptone: وتبلغ نسبته في الحليب حوالى٠,١٢٪ ويعتبر نواتج تحلل للبروتينات وهو لا يتأثر بالحرارة ولكن يترسب بواسطة محلول ثلاثي كلورو حامض الخليك١٢٪ Trichloroacetic acid (TCA).
- **نيتروجين غير بروتيني** Non- protein nitrogen: و يوجد في الحليب بنسبة بسيطة ويشمل الأحماض الأمينية الحرة واليوريا وحمض البوليك وبعض الأمينات.

٤- **اللاكتوز(سكر الحليب)** Lactose

يوجد اللاكتوز في الحليب في صورة ذائبة في الماء وهو الذي يعطي للحليب الطعم الحلو الخفيف ونسبته في حليب الأبقار ٤,٩٪ بينما في حليب الأم (الإنسان) يصل الى٧٪ ويتحول اللاكتوز بفعل بعض البكتريا إلى حامض لاكتيك وبالتالي تزداد حموضة الحليب ، وهذا هو سر تجبن الحليب عند تركه

لمدة من الزمن على درجة حرارة الغرفة ويستفاد من تأثير البكتريا على اللاكتوز في صناعات الألبان وذلك بإضافة أنواع معينة منها إلى الحليب في صورة بادئ عند صناعة الألبان المتخمرة والجبن.

٥- الأملاح المعدنية Minerals

تبلغ نسبة أملاح الحليب نحو٠,٧٪ (على صورة رماد) وأهم عناصرها الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والفوسفور والكلور والكبريت بينما توجد به كميات ضئيلة من النحاس والحديد والزنك والالمونيوم والمنجنيز واليود ، كما توجد به أثار من السليكون وغيرها. وتوجد بعض هذه الأملاح في صورة غروية وذائبة مثل أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم والسترات والفوسفات بينما بقية الأملاح توجد في صورة ذائبة فقط. ولهذه الأملاح أهميتها من الناحية الغذائية إذ تدخل في تكوين الأنسجة والدم والعظام كما تساعد أملاح الكالسيوم إنزيمات المنفحة في عملها لتجبن الحليب.

٦- مكونات أخرى Other components

توجد في الحليب مركبات أخرى بنسب ضئيلة أهمها :

أ- الإنزيمات Enzymes

عبارة عن مركبات حيوية تنتجها الكائنات الحية وتعمل كعامل مساعد في التفاعلات الحيوية ، ويكفى وجود الإنزيم بتركيز ضئيل جدا حتى يقوم بعمله دون أن يستهلك هو نفسه في العملية. ويوجد في الحليب عدة إنزيمات بعضها يحلل الدهن مثل إنزيم الليبيز Lipase وبعضها يحلل أملاح الفوسفات مثل أنزيم الفوسفاتيز Phosphatase وبعضها يؤكسد المواد العضوية مثل إنزيم البيروكسيديز Peroxidase. وتتأثر الأنزيمات بالحرارة فتفقد مفعولها إذا سخن الحليب لدرجات معينة ، حيث إن لكل إنزيم درجة حرارة يفقد مفعوله عندها ، وقد استعملت هذه الخاصية في بعض اختبارات الحليب كما في حالة اختبار الفوسفاتيز للكشف عن كفاءة عملية البسترة.

ب- الفيتامينات Vitamins

الفيتامين هو مركب حيوي يحتاجه الجسم بكميات صغيرة جدا للتمثيل الغذائي الطبيعي ونقصه يسبب كثيراً من الإمراض وفي الحليب عدة فيتامينات هي:

١- فيتامينات ذائبة في الدهن وهي أ [A]، د [D]، هـ [E]، ك [K].

٢- فيتامينات ذائبة في الماء وهي مجموعة ب المركب (B-complex) وفيتامين ج [C].

ج- الصبغات Pigments

وتشمل الكاروتين ذو اللون الأصفر الذهبي الذائب في الدهن وصبغة الريبوفلافين Riboflavin (فيتامين ب٢) ذو اللون الأصفر المخضر الذائبة في الماء.

ثالثا: القيمة الغذائية للحليب Nutritional value of milk

يعتبر الحليب من أفضل المواد الغذائية المتوفرة لدى الإنسان (جدول٢) حيث إنه يصلح كمادة غذائية أساسية للكبار والصغار، للمرضى والأصحاء وذلك للأسباب الآتية:

١- احتواء الحليب على المكونات الغذائية الأساسية بالكمية والنوعية المطلوبة.

٢- سهولة هضمه لأغلب الناس.

٣- سهوله إعداده للاستهلاك وعدم فقدان إلا جزء قليل منه عند الإعداد.

٤- إستذواقه من قبل المستهلكين.

جدول(٢) القيمة الغذائية للتر الواحد من الحليب

المادة الغذائية	الكمية في اللتر الواحد	احتياج الشخص البالغ يوميا	ما يوفره اللتر الواحد من حاجة الشخص البالغ ٪
السعرات	٦٧٠	٣٠٠٠	٢٢
البروتينات	٤٣جم	٧٠جم	٤٩
الدهن	٣٨جم	١٠٠جم	٣٨
الكربوهيدارت	٤٨جم	٣٠٠جم	١٦
الكالسيوم	١,١٥جم	١,٠جم	١١٥
الفسفور	٠,٨٨جم	١,٥جم	٥٩
اليود	٠,٠٤- ٠,٠٧مليجم	٠,٠٥ملجم	- -
الحديد	٢,٢٦ملجم	١٢ملجم	١٩
فيتامين(أ)	١٥٠٠وحدة عالمية	٥٠٠٠ وحدة عالمية	٣٠
فيتامين(د)	٥- ١٥وحدةعالمية	٤٠٠وحدةعالمية	٤
فيتامين (هـ)	٠,٥٩ملجم	- -	- -
فيتامين(ك)	٧٥ مايكروجرام	- -	- -
فيتامين (ج)	١٤ملجم	٧٥ملجم	- -
بابوتين	٣٤ مايكرومجرام	١٥٠- ٣٠٠مايكروجرام	١١- ٢٢
كولين	١٣٧ملجم	- -	- -
نياسين	٠,٨٥ ملجم	١٥ملجم	٦
حامض البانتوثينك	٣,٤ملجم	١٠- ١٥ ملجم	٢٢- ٤٣
فيتامين(ب١)	٠,٣٣ملجم	١,٥	٢٢
فيتامين(ب٢)	١,٦٥ملجم	١,٨ملجم	٩٢
فيتامين(ب١٢)	٣,٩مايكروجرام	٥مايكروجرام	٨٠
حامض الفوليك	٢,٨مايكرمجرام	٠,٤ملجم	١

الباب الثالث : تجنيس الحليب

Homogenization of milk

تجنيس الحليب هو تفتيت حبيبات الدهن إلى درجة لا تظهر معها طبقة القشدة على السطح. وقد بدأ استعمال الحليب المجنس في فرنسا عام ١٩٠٢ م ثم انتشر إلى كندا وأمريكا وحاليا يستعمل التجنيس في معظم الدول لإنتاج حليب مبستر مجنس.

أجهزة التجنيس

تتم عملية التجنيس بتمرير الحليب في جهاز يسمى المجنس Homogenizer تحت ضغط عال خلال فتحة ضيقة تختلف على حسب صمام المجنس. ويستعمل أنواع مختلفة بين الأجهزة أشهرها المجنس ذو المرحلتين، في المرحلة الأولى يتم التجنيس تحت ضغط مرتفع ٣٠٠٠ رطل/ بوصة المربعة ثم المرحلة الثانية ويجري التجنيس فيها تحت ضغط منخفض ٥٠٠ رطل/ بوصة المربعة (شكل ٢).

نظريات التجنيس

هناك عدة نظريات تفسر ميكانيكية عملية التجنيس منها:

١- نظريات التجزئة نتيجة الضغط

حيث يعتقد أن حبيبات الدهن عندما تدفع بسرعة كبيرة قد تصل ٣٠٠٠- ٦٠٠٠ قدم/ ثانية خلال فتحة صغيرة فإنها تتجزأ إلى حبيبات صغيرة نتيجة لاصطدامها على جدران صمام التجنيس.

٢- نظرية الانفجار

يعتقد أن حبيبات الدهن تتجزأ إلى حبيبات صغيرة نتيجة الانخفاض المفاجئ في الضغط المرتفع الذي تتعرض له الحبيبات عندما تترك صمام التجنيس.

٣- نظرية التمدد

يعتقد أن حبيبات الدهن تتجزأ نتيجة تمددها بدرجة كبيرة تفوق حدود مطاطيتها نتيجة للضغط الواقع عليها في عملية التجنيس.

العوامل المؤثرة على كفاءة عملية التجنيس

١- الضغط

كلما زاد الضغط كلما قل حجم حبيبات الدهن، وزيادة الضغط عن حد معين يجعل الحبيبات الصغيرة تميل إلى التجمع مرة أخرى. ولذلك يجري التجنيس عادة على مرحلتين:

أ- تحت ضغط مرتفع لا يزيد عن ٥٠٠٠ رطل/ بوصة ^{٢}.

ب- يعاد التجنيس على ضغط منخفض أقل من ٥٠٠ رطل/ بوصة^{٢}.

٢- درجة الحرارة

وجد أن أنسب درجة حرارة للتجنس تتراوح ما بين ١٥٠- ١٦٠ ° ف (٦٦- ٧١ ° م) وعند حدوث التجنيس على درجة حرارة منخفضة يؤدي ذلك إلى:

أ- تميل حبيبات الدهن الصغيرة إلى الاندماج مرة أخرى.

ب- احتمال وجود إنزيم الليبيز النشط وهذا يسبب تزنخ الدهن.

٣- حالة صمامات التجنيس

يجب أن تكون الصمامات ذات أسطح ملساء خالية من أي خدوش حتى لا يؤدى ذلك إلى مرور حبيبات الدهن كما هي بدون تجزئه.

شكل (٢) مجنس في مصنع ألبان.

تأثير عملية التجنيس على الحليب

تؤدى عملية التجنيس إلى عدة تغيرات في صفات الحليب ولاسيما الصفات الطبيعية وأهمها:

١- يقل قطر حبيبات الدهن ويزداد عددها ٢٠٠ مرة.

٢- تزداد كمية الكازين الملتصقة على سطح حبيبات الدهن بالتالي تزيد من كثافتها فلا تصعد إلى أعلى بسهولة.

٣- تزداد لزوجة الحليب المجنس بسبب ازدياد عدد حبيبات الدهن.

٤- يظهر طعم الحليب المجنس أكثر دسامة نتيجة تفتيت حبيبات الدهن وانتشارها في الحليب.

٥- تؤثر عملية التجنيس على لون الحليب فيصبح أكثر بياضا ويرجع ذلك إلى زيادة عدد حبيبات دهن الحليب وبالتالي زيادة السطح المعرض للانعكاسات الضوئية.

مزايا تجنيس الحليب

١- إنتاج خثرة طرية عند تجبن الحليب في المعدة لذلك فهو أسرع في عملية الهضم من الحليب غير المجنس.

٢- تحسن الطعم نتيجة لتوزيع حبيبات الدهن المجزأة بالتجنيس في كل أجزاء الحليب.

٣- عدم تكوين طبقة القشدة في العبوات أثناء التسويق.

عيوب تجنيس الحليب

قد ينشأ عن عملية التجنيس بعض العيوب في الحليب المجنس ينعكس أثرها على صفاته المظهرية وخواص دهنه وقابليته للحفظ، ومن هذه العيوب ما يلي:

١- سرعة تزنخ الحليب المجنس بسبب زيادة سطح الحليب المعرض لأنزيم الليبيز Lipase، ولذا يجب أن:

أ- يسخن الحليب إلى درجة ١٥٠- ١٦٠ ^{o} ف قبل التجنيس للتخلص من أنزيم الليبيز.

ب- تجرى عملية بسترة أو تعقيم للحليب بعد التجنيس.

ج- تلافي حدوث أي تلوث بعد البسترة حتى لا يصل أنزيم الليبيز إلى الحليب المجنس.

٢- لوحظ أن دهن الحليب المجنس يتعرض بسرعة للتلف المعروف باسم التزنخ الأكسيدي خصوصا إذا تعرض للضوء.

٣- قد تكون عملية التجنيس مصدراً للتلوث بسبب تجزئه بعض الشوائب والقاذورات التي يتعذر فصلها بالتصفية والتي تكون عادة مأوى للميكروبات الملوثة للحليب. لذا يجب إجراء عملية التنقية للحليب قبل تجنيسه أو بسترته أو تعقيمه.

الأغراض التي يستعمل فيها التجنيس في صناعات الألبان

يعتبر التجنيس من العمليات الهامة في صناعة الألبان حيث يستخدم في أغراض متنوعة منها:

١- عند صناعة المثلوجات البنية لإكسابها الطعم الدسم والقوام الناعم، كذلك يمنع التجنيس انفصال الدهن أثناء التجميد.

٢- في صناعة الحليب المكثف لمنع انفصال الدهن وتكوين حبيبات زبد نتيجة الرج أثناء النقل.

٣- في صناعة الحليب المبستر والمعقم لإعطاء الناتج الطعم المتجانس وحتى لا تنفصل طبقة القشدة على السطح مكونة سدادة قشدية.

٤- عند صناعة ألبان الأطفال لكونه سهل الهضم.

الباب الرابع : المعاملات الحرارية للحليب السائل

Heat treatments of milk

من المعروف أن للحرارة العالية تأثير سيئ على الميكروبات والأنزيمات الموجودة في الحليب ويزداد هذا التأثير بارتفاع درجة الحرارة مع طول مدة التسخين. وتستخدم هذه الظاهرة في تحسين صفات الحليب من الناحية الصحية والتسويقية وذلك بقتل جميع الميكروبات المرضية ونسبة عالية من الميكروبات غير المرضية والمسببة لفساد الحليب. وهذا يؤدي إلى إطالة حفظ الحليب السائل تختلف تبعا لدرجة الحرارة والوقت المستخدمين، وهذه الطرق موضحة في جدول رقم (٣).

جدول رقم (٣) طرق التسخين ودرجات الحرارة المستخدمة في معاملة الحليب حراريا

طريقة التسخين	درجة الحرارة (مئوية)	الوقت
البسترة البطيئة	٦٢- ٦٥	٣٠ دقيقة
البسترة السريعة	٧١- ٧٤	١٥ ثانية
الغليان	١٠٠- ١١٥	٥ دقائق
التعقيم البطيء	١١٠- ١١٥	٢٠- ٣٠ دقيقة
التعقيم السريع (الحرارة فوق العالية)	١٣٥- ١٥٠	٢- ٦ ثانية

وفيما يلي سوف نتناول المعاملات الحرارية السابقة للحليب السائل بشيء من التفصيل.

بسترة الحليب Pasteurization of milk

اشتق لفظ البسترة من اسم العالم الفرنسي " لويس باستير " الذي وجد في منتصف القرن التاسع عشر أن تسخين النبيذ إلى درجات حرارة ١٢٢- ١٤٠ °ف (٥٠- ٦٠ °م) قد ساعد على إطالة مدة حفظة دون تأثير ملحوظ على صفاته، وذلك بالقضاء على الميكروبات الضارة به وإيقاف نشاط الأنزيمات مما يؤدى إلى إيقاف التخمرات التي تتلف النبيذ. ومنذ ذلك الحين اهتم العلماء في كثير من البلدان ببحث أنسب درجات الحرارة، والمدة اللازمة لقتل الميكروبات وإطالة الحفظ في مختلف المواد الغذائية. لحسن الحظ فإن جميع البكتريا التي تسبب الأمراض والتي يحتمل وجودها في الحليب تقتل بتسخين الحليب تسخينا معتدلا (أقل من درجة الغليان). ويعتبر ميكروب السل *Mycobacterium tuberclosis* هو أكثر الميكروبات المرضية مقاومة للحرارة والمحتمل وجوده في الحليب.

وعلى ذلك فإن قتلها عن طريق الحرارة يعتبر دليلا كذلك على قتل جميع أنوع الميكروبات المرضية الأخرى التي قد توجد بالحليب والجدول رقم (٤) يوضح أنسب درجات الحرارة والوقت اللازمين لقتل

ميكروب السل. وللتأكد من قتل ميكروب السل عادة لا يستعمل في البسترة درجات حرارة أقل من ٦٢,٨ °م لمدة ٣٠ دقيقة أو ٧١,٥ °م ولمدة ١٥ ثانية.

جدول (٤) أنسب درجات الحرارة والوقت لقتل ميكروب السل.

درجات الحرارة		مدة التسخين التي يقتل عندها
فهرنهيتية	مئوية	ميكروب السل
١٣٨	٥٨,٩	٣٠ دقيقة
١٤٠	٦٠	٢٠ دقيقة
١٤٥	٦٢,٢	١٠ دقائق
١٥٠	٦٥,٦	٥ دقائق
١٦٠	٧١,١	١٢ ثانية

فوائد بسترة الحليب

يمكن تلخيص فوائد عملية البسترة في النقاط التالية:

١- تقضي على جميع البكتريا التي تسبب الأمراض مثل السل، التيفود، الكوليرا، الدفتريا و الحمى المالطية.

٢- تقضى على أغلب بكتريا القولون والتي تسبب الغازات في اللبن الزبادي والثقوب في الجبن وتكسبها أحيانا روائح غير مرغوبة.

٣- تقضي على جميع أصناف العفن والخمائر التي قد تلوث الحليب.

٤- تحافظ البسترة على خواص الحليب الطبيعة والكمياوية والغذائية.

٥- تساعد البسترة على التخلص من الروائح الكريهة التي قد يكتسبها الحليب.

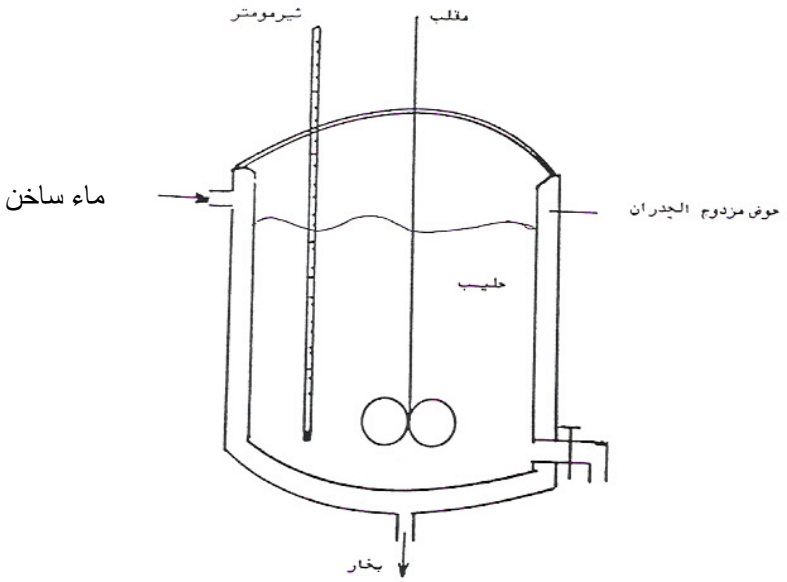
طرق بسترة الحليب

هناك عدة طرق لبسترة الحليب تختلف حسب درجات الحرارة والوقت المستخدمين في البسترة، ولكن الشائع منها تجاريا طريقتان هما:

أولا: البسترة البطيئة (طريقة الإمساك)

الأساس في هذه الطريقة هو رفع درجة حرارة الحليب إلى ١٤٥- ١٥٠° ف (٦٣- ٦٦ °م) وإمساك أو حجز الحليب على هذه الدرجة من الحرارة لمدة ٣٠ دقيقة على الأقل ثم تبريده فجائيا لدرجة تقل عن ٥٠ °ف (١٠ °م). وهذه طريقة مناسبة للمعامل الصغيرة ومنتجي الألبان ذوي الكميات المحدودة، حيث يتم التسخين والإمساك بل والتبريد أحيانا في نفس الجهاز والذي يكون عبارة عن حوض أسطواني

الشكل مزدوج الجدران مصنوع من الحديد غير قابل للصدأ. ومزود بمقلب لتقليب الحليب وبه عدة ترمومترات سواء لقياس درجة حرارة الماء الموجود بين جداري الحوض أو لقياس درجة حرارة الحليب (شكل ٣)، وعادة يسخن الحليب بإمرار ماء ساخن أو بخار ماء في الحيز الموجود بين جداري الحوض، ثم يحفظ الحليب على الدرجة المطلوبة (١٤٥ °ف) لمدة نصف ساعة، بعدها يبرد بسرعة عن طريق إمرار ماء مثلج خلال الحيز بين جداري الحوض أو بتمرير الحليب على مبرد سطحي خارجي.



شكل (٣) رسم تخطيطي لحوض البسترة البطيئة.

ثانيا: البسترة بالطريقة السريعة

هذه الطريقة هي الأكثر استعمالا لبسترة الحليب في جميع أنحاء العالم وفيها يسخن الحليب لدرجة حرارة ١٦١- ١٦٦ °ف (٧٢- ٧٤ °م) لمدة ١٥ ثانية ثم يبرد فجائيا لدرجة حرارة تقل عن ٥٠ °ف (١٠ °م)، وهذه الطريقة تناسب المعامل ذات الطاقات الكبيرة حيث يمكنها أن تبستر من ١٠٠٠- ٢٠٠٠ لتر في الساعة.

وتعتمد هذه الطريقة على نظرية التبادل الحراري لتسخين أو تبريد الحليب ويتم ذلك بواسطة المبادل الحراري ذي الألواح المعدنية المصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ مرصوصة بجوار بعضها في إطار يحكم قفله فلا يتعرض الحليب للجو عند مروره عليها، ويساعد على ذلك وجود (جوانات من المطاط) للتأكد من إحكام القفل وعدم تعرض الحليب للتلوث. وهذه الألواح ذا ت وجهين يمر على أحدهما الحليب على هيئة غشاء رقيق ويمر على الوجه الآخر وسط التسخين أو التبريد الذي يكون إما ماء ساخناً أو ماء مثلجاً فينتج عن ذلك رفع أو خفض درجة حرارة الحليب إلى الدرجة المطلوبة هذا وزيادة في الاقتصاد

وخفض تكاليف التسخين والتبريد ، فقد رؤي استخدام الحليب المبستر الساخن وكذلك الحليب الخام الذي لم يسخن بعد في تبادل الحرارة مع بعضهما بدلا من الماء وذلك كخطوة أولية لتبريد الحليب الأول (الحليب المبستر) وتسخين الحليب الثاني (الحليب الخام) ثم يستكمل بعد ذلك تبريد وتسخين الحليبين بالمرور على ألواح أخرى يتم فيها استعمال الماء المثلج في الحالة الأولى والماء الساخن في الحالة الثانية والشكل التالي (٤) يوضح صورة لجهاز البسترة السريعة.

شكل (٤) جهاز البسترة السريعة.

مقارنة بين الطريقة السريعة والطريقة البطيئة لبسترة الحليب

١- مساحة المباني اللازمة للطريقة السريعة أقل عند مقارنتها بالطريقة البطيئة.

٢- الطريقة البطيئة تناسب الكميات المحدودة من الحليب التي تقل عن طن يوميا حيث تكاليفها المبدئية أقل، فإذا زادت كمية الحليب عن ذلك كثيرا أصبحت الطريقة السريعة أكثر مناسبة.

٣- تستغرق البسترة بالطريقة السريعة وقتا أقل من البسترة بالطريقة البطيئة حيث يمكن بصفة عامة إخراج الحليب المبستر بالطريقة الأولى من المصنع للتوزيع في فترة أقل.

٤- وصول مواد التنظيف والتعقيم إلى أجزاء الجهاز المختلفة يكون أسهل في الطريقة السريعة عن الطريقة البطيئة، حيث تدفع المحاليل المنظفة والمعقمة بنفس الطريقة (المضخات) كما في الحليب العادي.

٥- الطريقة البطيئة تكون أجهزتها أبسط في التركيب والتشغيل عن الطريقة السريعة.

٦- تمتاز الطريقة السريعة بزيادة مرونتها من حيث قدرتها الإنتاجية حيث تتراوح بين ٥٠٠ و٢٠٠٠ لتر في الساعة. كما أن زيادة قدرة الجهاز في الطريقة السريعة تكون أبسط مما في البطيئة وذلك عن طريق زيادة عدد ألواح التسخين والتبريد داخل إطار الجهاز.

٧- ليس هناك فروق محسوسة بين الطريقتين فيما يتعلق بتأثيرهما على صفات الحليب الظاهرية أو الكيماوية أو على قيمته الغذائية. ومن هذه المقارنة نرى أفضلية الطريقة السريعة بوجه عام على الطريقة البطيئة وندرك أن من أجلها تلجأ معظم مصانع الألبان في الوقت الحاضر إلى استخدام الطريقة السريعة.

العوامل المؤثرة على كفاءة البسترة

لكي تأتي بسترة الحليب بالنتائج المرجوة منها تجب مراعاة ما يأتي:

١- استخدام حليب خام نظيف للبسترة يحتوي على أعداد قليلة من البكتيريا.

٢- ضبط حرارة التسخين حيث انخفاضها عن الدرجات المستعملة للبسترة يؤدي إلى عدم ضمان القضاء على الميكروبات المرضية، في حين ارتفاع الحرارة أو زيادة وقت التسخين عن اللازم يؤدي إلى ما يلي:

أ- يتغير طعم الحليب ويكتسب طعما مطبوخا.

ب- تتأثر قيمته الغذائية وخاصة الفيتامينات التي تتأثر بالحرارة (فيتامين C, B_1).

جـ- تزداد تكاليف عملية البسترة.

د- تترسب نسبة كبيرة من أملاح الكالسيوم الذائبة فتقل سرعة التبريد.

٣- التبريد السريع للحليب إلى الدرجة المطلوبة (أقل من ١٠ ^{o} م) بعد انتهاء التسخين مباشرة، حيث يؤدي طول فترة تعرض الحليب للحرارة نتيجة للتبريد البطيء إلى اكتسابه طعما مطبوخا.

٤- حفظ الحليب المبستر في ثلاجات على درجة حرارة منخفضة حوالي ٥- ٧ ^{o}م لحين توزيعه واستهلاكه ونظرا لأن عملية البسترة تقضي فقط على نحو ٩٠- ٩٩٪ من بكتيريا حامض اللاكتيك الموجودة بالحليب، أما الجزء المتبقي من هذه البكتريا فإنه ينشط ويسبب تلف الحليب إذا حفظ على درجة حرارة مرتفعة أو في جو الغرفة العادي.

٥- المحافظة على الحليب المبستر من التلوث بعدم فتح العبوات إلا عند الاستعمال.

اختبار درجة كفاءة البسترة

يعتبر اختبار الفوسفاتيز هو الاختيار الرسمي للكشف عن مدى كفاءة عملية البسترة أو خلط الحليب المبستر بالحليب الخام. وأساس هذا الاختبار أن إنزيم الفوسفاتيز الذي يوجد دائما بالحليب الخام يتلف أو يقضى عليه بحرارة البسترة ، وعلى ذلك فإن غياب الفوسفاتيز من الحليب يدل على أن الحليب قد سخن تسخينا كافيا، بينما وجوده في الحليب يعني إما عدم تسخينه بدرجة كافية وإما أنه قد تلوث بحليب خام. لذلك يتم الكشف عن وجود هذا الإنزيم في الحليب المبستر للتأكد من تمام عملية البسترة.

يتلخص الاختبار في خلط عينة من الحليب المبستر في أنبوبة اختبار مع أستر عضوي يحتوي على الفينول وهو داي صوديوم فينايل فوسفات وكذلك محلول منظم لإيجاد pH مناسب في حدود ٩,٠- ٩,٦، ثم حفظ الأنبوبة في حمام مائي على درجة ٤١ °م لمدة ساعة. ففي حالة وجود أنزيم الفوسفاتيز فانه يحلل الأستر العضوي ويطلق الفينول منه الذي يمكن قياسه بطريقة لونية مع استعمال دليل ينتج الأندوفينول الأزرق. هذا وكلما خف عمق اللون الأزرق المتكون كلما دل ذلك على عدم وجود أنزيم الفوسفاتيز والعكس صحيح.

تأثير البسترة على صفات الحليب

ليس لعملية البسترة تأثير يذكر على لون وطعم الحليب ولكن لها تأثيرا على الصفات الكيماوية كما يلي:

١- ترسيب نسبة حوالي ٥٪ من بروتينات الشرش.
٢- تحول نسبة ١٠٪من الكالسيوم الذائب إلى حالة غير ذائبة.
٣- فقد حوالي ٢٠٪ من فيتامينات ج (C)، ب١ (B_1).
٤- طرد غاز ثاني أكسيد الكربون الذائب وبالتالي يحدث فقد في الحموضة قدره ٠,٠١ ٪ مقدرة كحامض لاكتيك.
٥- القضاء على أنزيمات الليبيز والفوسفاتيز والأميليز.

وأظهرت التجارب أن عملية البسترة السريعة لا تقلل من قيمة الحليب الغذائية إلا بدرجة طفيفة جدا تعوض بما يحصل عليه المستهلك من ضمان خلو الحليب من الميكروبات المرضية.

غلي الحليب Boiling of milk

يقصد بغلي الحليب هو تسخين الحليب إلى درجة الغليان مع التقليب المستمر لمدة لا تقل عن دقيقة ثم التبريد السريع لدرجة حرارة أقل من ١٠ °م، وللحصول على حليب مغلي جيد الصفات يجب اتباع الآتي:

١- أن يكون التسخين غير مباشر حتى لا يحدث احتراق لمكونات الحليب.
٢- تقليب الحليب أثناء التسخين.
٣- التبريد السريع بعد التسخين إلى حرارة أقل من ١٠ °م.
٤- تغطية إناء الحليب لحين الاستعمال.

الفرق بين الغليان والبسترة

١- اكتساب الحليب المغلي الطعم المطبوخ.
٢- زيادة درجة طراوة الخثرة الناتجة من الحليب المغلي عن المبستر.

٣- زيادة تجمع بروتينات الشرش بالغليان.

٤- زيادة ترسيب الكالسيوم الذائب، لذلك لا يتجبن الحليب المغلي بالمنفحة بل تجب إضافة كلوريد كالسيوم عند استخدامه في صناعة الجبن.

٥- فقد فيتامينات ج، ب١ كليا.

وعادة ما يجري غلي الحليب في الحالات التالية:

أ- عدم توفر الحليب المبستر المضمون.

ب- عدم توفير وسائل التبريد لدى المستهلكين حيث إن غلي الحليب يطيل من مدة حفظة في الجو العادي.

تعقيم الحليب Sterilization of milk

الحليب المعقم هو حليب سبق تجنيسه ثم عومل بدرجة حرارة كافية لقتل جميع الميكروبات التي به سواء المرضية أو غير مرضية. ولا يتبقى به أي كائنات حية سوى بعض جراثيم الميكروبات المحبة للحرارة و بذلك يمكن حفظ هذا الحليب لعدة شهور أو سنين بدون تلف في الجو العادي.

نشأت صناعة الحليب المعقم حوالي عام ١٨٩٤ م في إنجلترا و ألمانيا كوسيلة لقتل ميكروبات السل في الحليب ثم انتشرت بعد أن لوحظ أهميتها في حفظ الحليب، ويعتبر اختراع أجهزة التجنيس سنة ١٩٠٢م من العوامل الرئيسة التي أدت إلى انتشار صناعة تعقيم الحليب حيث أمكن التغلب على عقبة كبيرة ألا وهي تجمع حبيبات الدهن على هيئة كتلة هلامية عند عنق الزجاجة المحتوية على الحليب المعقم عند حفظها لفترة طويلة لحين الاستعمال.

الفرق بين التعقيم و البسترة

١- يقضي التعقيم على جميع الميكروبات الحية ولا يوجد فيه سوى عدد قليل من جراثيم الميكروبات المقاومة للحرارة. أما البسترة فقد تبقي في الحليب عدد من الميكروبات غير المرضية الحية.

٢- يحفظ الحليب المعقم في الجو العادي بينما يحفظ الحليب المبستر على درجة حرارة الثلاجة.

فوائد تعقيم الحليب

١- سهولة التداول و التوزيع لعدم احتياجه إلى وسائل تبريد.

٢- قلة تكاليف التوزيع، إذ يمكن التوزيع مرة أو مرتين في الأسبوع.

٣- طول مدة حفظه مما يؤدي إلى زيادة رواجه و تسويقه.

٤- زيادة الضمان و الثقة باستهلاك الألبان المعقمة نظرا للتأكد من خلوها من جميع الميكروبات الحية سواء المرضية أو غير المرضية.

اختبار صلاحية الحليب للتعقيم

يجب أن يختبر الحليب الخام عند استلامه من حيث صلاحيته للتعقيم، وذلك بإجراء اختبار الكحول أو اختبار التجبن الحراري للتأكد من ثباته الحراري و تحمله لحرارة التعقيم المرتفعة.

طرق تعقيم الحليب

أولا: التعقيم البطيء

وهذا يمثل الطريقة الرئيسة للتعقيم منذ نشأته و يتضمن تسخين الحليب نحو ١١٠- ١٢٠°م لمدة ٢٠- ٣٠ دقيقة. و تتلخص خطوات إجرائه فيما يلي:

١- **اختبار الحليب:** عند استلام الحليب يجب التأكد من صلاحية الحليب للتعقيم خصوصا مقدرته على مقاومة التجبن الحراري، هذا بجانب الاختبارات الحسية و الكيماوية و البكتريولوجية.

٢- **التنقية:** وتهدف هذه العملية إلى إزالة بعض الشوائب غير المرئية كالخلايا الطلائية و كرات الدم التي يتسبب عن بقائها تكون راسب في قاع الزجاجات عند ترك الحليب بعض الوقت بعد تعقيمه.

٣- **التسخين الابتدائي:** الغرض منه إعداد الحليب لعملية التجنيس حيث ترفع الحرارة إلى ١٥٠- ١٦٠°ف (٦٦- ٧١°م) بواسطة مبادل الحرارة ذي الألواح.

٤- **التجنيس:** فائدته تكسير حبيبات الدهن لمنع انفصال طبقة القشدة على سطح الزجاجات.

٥- **التعبئة:** يعبأ الحليب الساخن المجنس في زجاجات (ذات فوهة ضيقة) معقمة قادمة من جهاز غسيل الزجاجات ثم تقفل بأغطية معدنية أو كبسولات كالمستخدمة لزجاجات المياه الغازية.

٦- **التعقيم:** ويتم بإحدى الطريقتين:

أ- **التعقيم على دفعات أو طريقة الأحواض:**

وتستخدم في حالة تعقيم الكميات المحدودة في المعامل الصغيرة حيث توضع زجاجات الحليب الساخن في أقفاص وهذه توضع في أوتوكلاف أو تغمر في أحواض تعقيم مملوءة بالماء بحيث يصل إلى أعناق الزجاجات. ولتلك الأحواض أغطية كما أنها ذات متانة خاصة لتتحمل ضغط البخار الذي يصل إليها من أنابيب تمتد في قاعدتها. تغلق الأحواض جيدا لتصبح كصندوق مقفل ثم يمرر البخار المضغوط بداخلها لرفع حرارة الماء إلى نحو ١١٠°م وتحفظ الزجاجات على هذه الدرجة لمدة ٣٠ دقيقة، تزال بعدها الأقفاص من الماء قبل وضع دفعة جديدة. و يسمح للحليب المعقم في الزجاجات بالتبريد في الجو العادي. ويعاب على هذه الطريقة ارتفاع تكاليفها حيث تعتمد على العمل اليدوي.

ب- التعقيم الميكانيكي المستمر أو طريقة الأبراج:

وهذه تلائم تعقيم الكميات الكبيرة من الحليب وتجرى بواسطة أجهزة ميكانيكية يمكن التحكم فيها أوتوماتيكيا مما يسهل الحصول على منتج متجانس ويقلل من الأيدي العاملة وكلفتها.

أهم التغيرات التي تحدث نتيجة للتعقيم البطيء

١- يكتسب الحليب المعقم لوناً داكناً نتيجة لتكرمل اللاكتوز.

٢- اكتساب الحليب المعقم الطعم المطبوخ نتيجة انحلال بروتينات الشرش.

٣- تتغير طبيعة بروتينات الحليب المعقم.

٤- لا يتأثر دهن الحليب أثناء التسخين و لكنه يكون أقل عرضة للأكسدة نتيجة انطلاق مواد مضادة للأكسدة من بروتينات الشرش بالتسخين.

٥- تلف أنزيم الليبيز الذي قد يسبب تزنخ دهن الحليب و كذلك تلف أنزيم الفوسفاتيز نهائيا.

٦- تلف معظم فيتامين **C** وحوالي ٥٠٪ من فيتامين B_1.

٧- قلة تماسك خثرة الحليب مما يجعله سهل الهضم و أكثر ملائمة للأطفال و المرضى .

٨- عدم القدرة على التجبن بالمنفحة و لذلك لا يصلح الحليب المعقم لعمل الجبن إلا إذا أضيف إليه قليل من أملاح الكالسيوم الذائبة مثل كلوريد الكالسيوم لتعويض تلك الأملاح التي ترسبت بالحرارة أثناء التعقيم.

٩- القضاء على جميع الميكروبات التي توجد بالحليب تقريبا و إن كانت الأنواع المتجرثمة قد تقاوم الحرارة، و عموما فإن كان الحليب الخام نظيفا قبل تعقيمه و أجريت عملية التعقيم على الوجه الأكمل و حفظ الناتج في زجاجات بمكان بعيد عن التلوث فإن الحليب المعقم يمكن حفظه لعدة شهور في الجو العادي.

ثانيا: التعقيم السريع بالحرارة فوق العالية Ultra– High– Temperature (UHT)

الملاحظ أن تعقيم الحليب بالطريقة التقليدية البطيئة و الذي يضمن تسخينه إلى نحو ١١٥°م لمدة ٢٠ دقيقة ينتج عنه تغيرات ملموسة في التركيب الكيماوي للحليب ينعكس أثرها على تغير نكهته و لونه وخفض قيمته الغذائية. وقد وجد أن تلك التغيرات ترتبط أساسا بطول فترة التعريض للحرارة عنها بدرجة حرارة التسخين، لذا رؤي الاستفادة بفكرة البسترة السريعة لوقت قصير في هذا المقام بأن تزاد حرارة التعقيم إلى الدرجة التي تكفي للقضاء على جميع الميكروبات بالحليب مع خفض زمن التعريض لتلك الحرارة إلى أقل حد ممكن مما يقلل بالتالي من التأثير السيئ للحرارة على الخواص الطبيعية و الكيماوية للحليب. وهذا هو الأساس في استخدام الحرارة فوق العالية UHT في عملية التعقيم. و يمكن

تعريف التعقيم بالحرارة فوق العالية بأنها تسخين الحليب إلى درجات حرارة ١٣٥- ١٥٠°م لمدة ٢- ٦ ثوان. ويجري التعقيم بالحرارة فوق العالية بإحدى النظامين:

١- التسخين المباشر:

توجد أجهزه خاصة تسمح بتسخين الحليب مباشرة بحقن البخار في الحليب أو حقن الحليب في البخار ثم التخلص من كمية البخار بعد ذلك من الحليب بواسطة التفريغ و بعدها يتم تبريد الحليب وتعبئته تحت ظروف معقمة في عبوات الكرتون.

٢- التسخين غير المباشر:

حيث يمرر الحليب في أجهزة تشبه جهاز البسترة السريعة لرفع درجة حرارة الحليب للمدة المطلوبة ثم التبريد والتعبئة تحت ظروف معقمة في عبوات من الكرتون.

مميزات الحليب المعقم بالحرارة فوق العالية (الحليب طويل الأجل):

١- عدم وجود اختلاف ملحوظ في النكهة و القيمة الغذائية بينه وبين الحليب المبستر.
٢- ارتفاع قابليته للحفظ حيث يمكن أن يظل محتفظا بطزاجته لفترات طويلة للغاية طالما أن العبوات كانت محكمة القفل.
٣- يكون الحليب الناتج بهذه الطريقة خالياً من الميكروبات الحية تماما طبقا لما أكدته تجارب تحضين الحليب المعقم على درجتي ٣٧°م و ٥٥°م لفترات طويلة.
٤- لا يحدث أي نقص في القيمة الحيوية لبروتينات الحليب.
٥- سهولة هضم الحليب نتيجة لصغر حجم حبيبات الدهن المجنس و حسن توزيعها.

تعبئة و تخزين الحليب السائل المعامل حراريا

أولا: تعبئة الحليب

يعبأ الحليب أوتوماتيكيا بعد بسترته أو تعقيمه و تبريده إلى درجة حرارة ٤٠°ف (٤,٤°م) في عبوات يجب أن يتوفر فيها الشروط التالية:

١- أن تكون بشكل و حجم يناسب الاحتياجات اليومية للمستهلك.
٢- أن تكون مصنوعة من مادة مناسبة و قوية.
٣- أن تمنع أي احتمال للتلوث.
٤- أن تكون مصنوعة من مواد غير قابلة للتفاعل مع الحليب.
٥- العبوات التي تعاد مرة أخرى للمصنع يجب أن تكون سهلة التنظيف و خالية من الزوايا، و سطحها الداخلي أملس، ولا تتأثر بالمواد المستخدمة في التنظيف.

٦- أن تكون العبوات مناسبة لصنف الحليب المراد تعبئته، فعبوات الحليب المعقم لها خواص تختلف عن عبوات الحليب المبستر.

عبوات الحليب

أهم العبوات المستخدمة في توزيع و استهلاك الحليب هي:

١- الأقساط:

تستخدم في توزيع الحليب إلى المؤسسات مثل المطاعم و المستشفيات و مصانع البسكويت، وهي مصنوعة من الحديد غير القابل للصدأ و سعتها ٢٠ لتر. وتجب مراعاة أن يتم غسل و تعقيم هذه الأقساط بعناية تامة أكثر من العناية التي تبذل في غسيل الأقساط المستخدمة في نقل الحليب الخام.

٢- زجاجات الحليب:

بالرغم من العيوب المعروفة للزجاجات مثل: وزنها المرتفع، و مشاكل الغسيل و التعقيم، سهولة الكسر. إلا أن لها مزايا كثيرة أهمها: سهولة رؤية الحليب بداخلها و أيضا تسمح للمستهلك برؤية طبقة القشدة على سطح الحليب و أي قاذورات أو رواسب داخل الزجاجات بسهولة، كذلك فإن مادة الزجاج لا تتفاعل مع الحليب، و لا تتفاعل مع مواد التنظيف المستخدمة. و تتوفر زجاجات الحليب في أحجام مختلفة مناسبة للاستهلاك اليومي. و أكثر الأحجام شيوعا هي زجاجات سعة ربع لتر، نصف لتر، واحد لتر.

٣- العبوات التي تستخدم مرة واحدة:

انتشر استخدامها في السنوات الأخيرة لتعبئة الحليب و منتجاته و ذلك لمميزاتها الكثيرة بالمقارنة بالزجاجات وأهم مميزاتها:

أ- خفة وزنها.

ب- لا تحتاج إلى غسيل أو تعقيم حيث إنها تكون معقمة و جاهزة للتعبئة.

ج- تقليل العمالة اللازمة.

ولكن يؤخذ عليها ارتفاع سعرها.

و توجد هذه العبوات على أنواع مختلفة منها:

أ- عبوات من ورق الكرتون مدهونة بشمع البرافين.

ب- عبوات من البلاستيك.

جـ- أكياس من البولي إثيلين.

أجهزة التعبئة

توجد أنواع مختلفة من الأجهزة المستعملة في تعبئة الحليب المبستر تتوقف كل منها على نوع العبوة المستخدمة، وتقسم كالتالي:

١- أجهزة تعبئة الأكياس البولي إثيلين:

يتم فيها تعبئة الحليب المبستر أوتوماتيكيا في أكياس من البولي إثيلين ثم قفل الأكياس بعد التعبئة مباشرة. ويوجد من هذه الأجهزة ما هو نصف أوتوماتيكي يتطلب أكياس مصنوعة من قبل، و منها ما هو أوتوماتيكي يقوم بتصنيع الأكياس و القفل في أن واحد كما في الشكل التالي (٥).

شكل (٥) جهاز تعبئة الحليب في عبوات بلاستيكية.

٢- أجهزة تعبئة الزجاجات:

ويتم فيها تعبئة الحليب المبستر أوتوماتيكيا في زجاجات نظيفة و معقمة ثم تغطى و تقفل أوتوماتيكيا بحيث لا تعرض للجو الخارجي (شكل ٦). و في بعض المصانع تمر الزجاجات بعد قفلها تحت دش من الماء البارد النظيف لغسيل الأسطح الخارجية للزجاجات و الأغطية من بقايا الحليب، وتجب مراعاة أن يكون هناك حيز فراغي بالزجاجة المقفولة كي يسمح بالتمدد إذا حدث و ارتفعت درجة حرارة الحليب أثناء التوزيع.

شكل (٦) جهاز تعبئة الزجاجات.

٣- أجهزة تعبئة عبوات الكرتون:

تعتبر من أحدث الطرق في تعبئة الحليب و منتجاته (اللبن– اللبن الزبادي) وتعمل أوتوماتيكيا بتشكيل العبوات ثم تعبئة الحليب ثم قفل العبوات بسرعة عالية تصل طاقتها الإنتاجية إلى حوالي ١٦٠٠ عبوة في الساعة. وتمتاز بأنها تطبع تاريخ الإنتاج على العبوات (شكل ٧).

شكل (٧) جهاز تعبئة الحليب في عبوات من الكرتون.

ثانيا: تخزين الحليب

في معظم مصانع الألبان الكبيرة تستمر عمليات التصنيع ليلا و نهارا حتى يمكن الاستفادة من الأيدي العاملة و الأجهزة و كذلك زيادة الطلب على منتجات الألبان في الدول المتقدمة. ولذلك يجب توفير حجرات مبردة في المصنع حيث يمكن تخزين الحليب المبستر و المنتجات التي يجب حفظها على درجة حرارة منخفضة (اللبن- البن الزبادي- القشدة- الزبد- الجبن....وغيرها) لحين النقل و التوزيع و الاستهلاك. عند تخزين عبوات الحليب المبستر توضع في أقفاص و تمر على سيور إلى حجرات التبريد حيث تحفظ على درجة حرارة أقل من ٤٠ °ف (٤,٤° م) لمنع نمو الميكروبات غير المرضية التي توجد في الحليب المبستر. وعند نقل الأقفاص من حجرات التبريد استعداداً لشحنها فإنها تحمل على سيور خلال جدار حجرات التبريد إلى رصيف النقل و الشحن.

الباب الخامس: البادئات Starters

البادئات هي مزارع ميكروبية معينة تضاف إلى الحليب أو منتجاته بقصد تحسين صفات الناتج اللبني أو إنتاج النكهة المرغوبة. فمثلاً صناعة العديد من أصناف الجبن وكل الألبان المتخمرة والزبد تتوقف إلى حد كبير على نمو بعض البكتريا المنتجة للحموضة (حامض اللاكتيك)، وهذا علاوة على إنه في بعض أصناف الجبن يجب أن توجد هذه البكتريا في حالة نشطة لكي يمكنها إنتاج حامض اللاكتيك في وقت قصير. ولا يقتصر نشاط البادئات على إنتاج حامض اللاكتيك، بل تنتج بعض البادئات مركبات أخرى تكون مسئولة عن نكهة الناتج اللبني، مثل إنتاج مركبات الداي أسيتايل Diacetyl وأسيتايل ميثايل كربينيول Acetylmethyl carbinol عند صناعة الزبد.

أنواع البادئات

١- البادئات الطبيعية

هي عبارة عن حليب أو شرش أو لبن ترك ليتخمر طبيعياً واكتسب صفات أعجبت صانع الجبن أو الزبد أو الألبان المتخمرة، إلا إن مثل هذه البادئات غير مضمونة الاستعمال لعدم نقاوتها واحتمال تلوثها بميكروبات غير مرغوب فيها أو بميكروبات ضارة لصحة الإنسان.

٢- البادئات الصناعية

هي مزارع نقية من ميكروبات مرغوبة منتخبة تتكون عادة من سلالة واحدة أو أكثر معروفة المصدر والصفات وبذلك لا يخشى من استعمالها. وتوجد البادئات الصناعية في عدة صور تجارية إما على صورة سائلة أو صورة مجففة أو مجفدة (تجميد يتبعه تجفيف). ولقد تخصصت شركات كبيرة يعمل بها العديد من البكتريولوجيّن في إنتاج هذه المزارع الميكروبية المعروفة بالبادئات. ومن أشهر هذه الشركات هي معامل هانسن Hansen الموجودة بالدانمارك وأمريكا. وتقوم هذه الشركات بإنتاج العديد من البادئات الخاصة بكل ناتج لبني مثل إنتاج الزبد أو الجبن أو اللبن الزبادي.

والجدول التالي (٥) يوضح فيه بعض السلالات المستخدمة في إنتاج البادئات المستعملة في صناعة الألبان. بينما الجدول رقم (٦) يوضح بعض الصفات لأهم البكتريا المستخدمة في إنتاج البادئات.

جدول (٥) بعض البكتريا المستخدمة في إنتاج البادئات المستعملة في صناعة الألبان.

اسم البكتريا	التأثير	الناتج البني
Propionibacterium shermanii	إنتاج النكهة وتكوين العيون	الجبن السويسري
Lactobacillus bulgaricus	إنتاج الحموضة	اللبن الزبادي
Lactobacillus lactis *Lactobacillus helveticus*	إنتاج الحموضة والنكهة	الجبن السويسري (امينيتال)
Lactobacillus acidophilus *Lactobacillus thermophilus*	إنتاج الحموضة	لبن الاسيدوفيليس- اللبن الزبادي- الجبن الشدر
Streptococcus diacetilactis	إنتاج الحموضة	الزبد– القشدة
Streptococcus diacetilactis	إنتاج الحموضة والنكهة	الزبد- القشدة المخمرة– اللبن
Streptococcus lactis *Streptococcus cremoris*	إنتاج الحموضة	الجبن– القشدة المخمرة– اللبن
Leuconostoc citrovorum *Leuconostoc dextranicum*	إنتاج النكهة	الزبد– القشدة المخمرة– اللبن
Streptococcus durans *Streptococcus faecalis*	إنتاج الحموضة والنكهة	جبن الشدر– الأجبان الإيطالية الطرية

جدول (٦) بعض صفات أهم البكتريا المستخدمة في إنتاج البادئات.

اسم البكتريا	درجة الحرارة المثلى (°م)	درجة تحمل الملح (٪)	تكوين الحموضة (٪)
١- **الكروية** *Streptococci*			
Str. lactis	٣٠	٠,٤ – ٦,٥	٠,٨ - ١
Str. cremoris	٢٥ – ٣٠	٤	٠,٨ - ١
Str. diacetilactis	٣٠	٤ – ٦,٥	٠,٨- ١
Str. thermophilus	٤٠ – ٤٥	٢	٠,٨- ١
Leuc. citrovorum	٢٠ – ٢٥	-	بسيط
٢- **العصوية** *Lactobaclli*			
Lb. helveticus	٤٠ – ٤٥	٢	٢,٥ - ٣
Lb. lactis	٤٠ – ٤٥	٢	١,٥ - ٢
Lb.bulgarics	٤٠ - ٥٠	٢	١,٥ - ٢
Lb. acidophilus	٣٥- ٤٠	-	١,٥ - ٢

تحضير وتجديد البادئات

إن عمليات تحضير وتجديد البادئات تعتبر من أهم وأصعب العمليات التي تجرى في مصانع الألبان، حيث إنه إذا حدث أي تلوث عند تحضير البادئ يؤدي ذلك إلى فساد الناتج اللبني وبالتالي خسارة كبيرة للشركة، وخاصة إذا كانت تنتج كميات كبيرة من هذا المنتج اللبني. لذلك عند تحضير وتجديد البادئ يجب الأخذ في الاعتبار ما يلي:

١- أن يكون العمل تحت ظروف معقمة وفي معمل خاص بذلك.

٢- يجب أن تكون جميع الأدوات والأجهزة المستخدمة معقمة.

تستخدم معظم مصانع الألبان البادئات التجارية Commercial culture في تحضير مزرعة الصناعة Bulk starter وهذه تمر بعدة مراحل (شكل ٨) هي:

١- تحضير البادئ الأم Mother culture

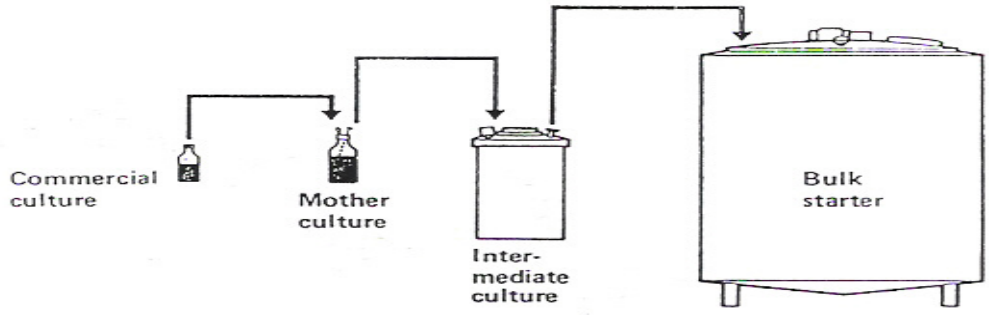
يحضر بادئ الأم في المصنع من البادئ التجاري. ويتم ذلك بتلقيح البادئ التجاري (سائل أو مجفف) في لتر من الحليب المعقم ويحضن على درجة الحرارة المناسبة حتى تتكون خثرة متماسكة. ويعتبر بادئ الأم هو الأصل في تحضير البادئ في المصنع.

٢- تحضير البادئ الوسطي Intermediate culture

هو خطوة وسطية لتحضير كمية كبيرة من مزرعة الصناعة Bulk starter. ويتم ذلك بتلقيح ٥٪ من بادئ الأم، وبعد رجه جيداً في ٢ لتر من الحليب المعقم ويحضن على درجة الحرارة المناسبة حتى تتكون خثرة متماسكة.

٣- تحضير مزرعة الصناعة Bulk starter

وهي مزرعة البادئ المستخدمة في الإنتاج. وتحضر بتلقيح كمية كبيرة من الحليب المبستر بنسبة ٥٪ من البادئ الوسطي، وبعد التحضين على درجة الحرارة المناسبة لتكون الخثرة المتماسكة تستخدم في الغرض الذي حضرت من أجله (في تصنيع الناتج اللبني). أما البادئ الوسطي ويستخدم مرة أخرى لتحضير مزرعة الصناعة ومزرعة وسطية جديدة وهكذا ... ويمكن الاستمرار في تجديد البادئ لعدة سنوات طالما اتبعت شروط التعقيم والنظافة في تحضيره.



شكل (٨) مراحل تحضير وتجديد البادئ.

إن عملية تحضير بادئ الأم أو البادئ الوسطي أو مزرعة الصناعة تمر بعدة خطوات (شكل ٩) هي:

١- المعاملة الحرارية للحليب:

يعامل الحليب الطازج أو المجفف المعاد ذوبانه حرارياً لدرجة ٩٠- ٩٥ °م ولمدة دقيقة وذلك بغرض القضاء على الميكروبات التي توجد في الحليب، ويجب استخدام حليب جيد الصفات من الناحية الميكروبية والكيماوية وخالياً من المضادات الحيوية حتى لا تؤثر على نشاط البادئ.

٢- تبريد الحليب إلى درجة التلقيح:

وهي تختلف على حسب نوع البكتريا في البادئ ودرجات الحرارة العادية هي ١٨- ١٩ °م لبادئ اللبن و٢٠- ٢٢ °م لبادئ الزبد و٤٢- ٤٥ °م لبادئ الزبادي.

٣- التلقيح:

يلقح الحليب بعد تبريده بكمية من مزرعة البادئ ولتكن ٥٪ بحيث تعطي التخثر في الوقت المناسب عند درجة الحرارة المناسبة لنشاط البادئ، وبعد التلقيح يجب تقليب الحليب جيداً في ظروف معقمة.

٤- التحضين:

يحضن الحليب الملقح بالبادئ في حضان على درجة حرارة مناسبة لنشاط البادئ حتى يحدث تخثر الحليب. تتوقف مدة التحضين (٢- ٣ ساعة) على نوع البكتريا في البادئ ونسبة التلقيح ودرجة الحرارة.

٥- تبريد البادئ:

عندما تصل حموضة البادئ إلى الدرجة المطلوبة مع حدوث التخثر يبرد البادئ إلى ١٠ °م وإذا أريد حفظ البادئ لمدة أطول من ٦ ساعات يجب تبريده إلى ٥ °م لحين استعماله.

٦- حفظ البادئ:

أفضل طريقة لحفظ البادئ لمدة طويلة هو التجميد على حرارة - ١٨ إلى - ٢٣ °م أو التجفيد.

صفات البادئ الجيد

١- أن تكون خثرة البادئ متجانسة وخالية من الثقوب.

٢- أن يكون سطح البادئ خالياً من الشرش.

٣- يجب أن يكون طعم ورائحة البادئ جيدة وخالية من النكهات الغريبة.

٤- ألا يكون زائد الحموضة.

العوامل التي تؤدي إلى ضعف البادئ

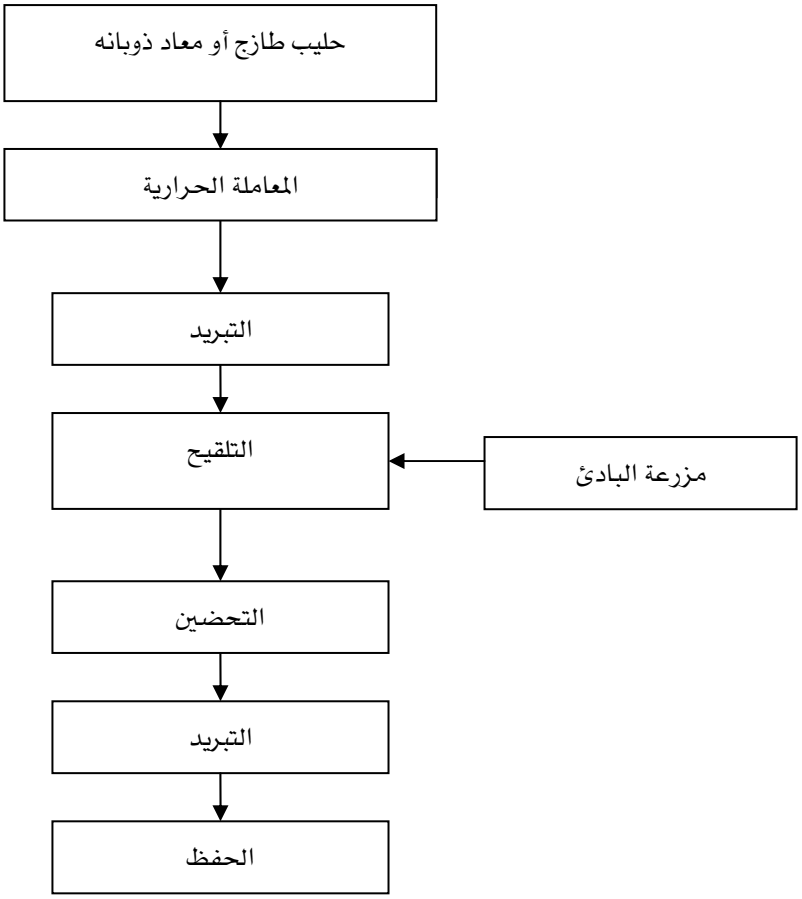
١- عدم ملاءمة درجة حموضة الحليب لنمو البادئ.

٢- استخدام حليب غير طبيعي (غير جيد) أو حليب ملوث بالميكروبات.

٣- عدم ملاءمة درجة حرارة التحضين لنشاط بكتريا البادئ.

٤- احتواء الحليب على مواد مثبطة لنمو البادئ مثل المضادات الحيوية.

٥- تلوث الحليب أو الأواني بالبكتريوفاج الذي يصيب البادئ. (والبكتريوفاج عبارة عن فيروس يصيب الخلايا البكترية ويتكاثر داخلها ويسبب انفجارها وبالتالي القضاء على البادئ).



شكل (٩) خطوات تحضير البادئ

الاختبارات الكيماوية والبكتريولوجية للبادئات

نظراً لأهمية البادئات في كثير من الصناعات اللبنية لذا يجب إجراء اختبارات كيماوية وبكتريولوجية للبادئات قبل إضافتها. ومن هذه الاختبارات:

١- الاختبارات المظهرية

وتشمل الطعم والمظهر والرائحة.

٢- الاختبارات الكيماوية

وتشمل تقدير الحموضة ومركبات النكهة..

٣- الاختبارات البكتريولوجية

وتشمل الفحص المجهري المباشر والكشف عن بكتريا القولون.

الباب السادس: تصنيع المنتجات الدهنية اللبنية

يعتبر دهن الحليب من أغلى مكوناته لما له من تأثير واضح على صفات الحليب ومنتجاته- حيث يعطي الطعم الدسم المميز ويزيد من القيمة الغذائية للحليب ومنتجاته لما يحتوي من فيتامينات مهمة كما له تأثير كبير على تصافي المنتجات اللبنية المختلفة.

وكان قديما الزبد والسمن هما الصناعات اللبنية الأساسية حيث كان يحول غالبية الحليب إلى قشدة وزبد وسمن كوسيلة لإطالة حفظة. وبتقدم العلوم والأبحاث في مجال التقنية للألبان تنوعت وتعددت المنتجات اللبنية التي تعتمد على الحليب ومكوناته، وتشمل منتجات الحليب الدهنية القشدة والزبد والسمن.

أولا: القشدة

أنواع القشدة

تعرف القشدة على أنها ذلك الجزء من الحليب الذي يركز فيه نسبة الدهن والذي يرتفع على سطح الحليب عند تركه أو ترقيده مدة من الزمن أو يمكن فصله من الحليب بواسطة الفراز دون إضافة مواد غريبة. ويوجد عدة أنواع من القشدة تختلف نسبة الدهن بها تبعا لطريقة إعدادها والغرض الذي تستعمل فيه ومن أنواع القشدة:

١- **القشدة اللبنية:** وهي التي يمكن الحصول عليها مباشرة من الفراز أو من عملية الترقيد البلدية وتختلف نسبة الدهن بها حسب طريقة الإعداد بين ١٥- ٢٨٪.

٢- **القشدة المجمدة** Frozen cream: وتحتوي على ٤٠٪ دهن وتحفظ على درجة صفر فهرنهيت عادة أي ما يعادل - ١٨ °م.

٣- **قشدة القهوة** Coffee cream: وتصل نسبة الدهن بها ١٢٪.

٤- **قشدة الفاكهة** Fruit cream: وتصل نسبة الدهن بها ٢٥٪ وتضاف إلى الفاكهة المحفوظة.

٥- **القشدة الحامضية** Sour cream: وتمتاز بزيادة نسبة حمض اللاكتيك وتصل نسبة الحموضة إلى ٠,٥٪ وهي إما أن تكون معدة بطريقة الترقيد أو بطريقة الفراز ثم تترك القشدة الناتجة تتخمر طبيعيا أو صناعيا بواسطة البادئ ويفضل الكثيرون هذا النوع من القشدة لطعمه المميز كما يستعملها البعض في عمل الفطائر.

٦- **القشدة المخفوقة** Whipped cream: وتبلغ نسبة الدهن في هذا النوع حوالي ٥٠٪ ويستدعي تحضيره إدخال الهواء فيه بواسطة عملية الخفق تحت ظروف معينة مما يؤدي إلى زيادة حجم القشدة وإكسابها قواما هشا وغالبا تستعمل في تزيين الفطائر ويضاف إليها تجاريا بعض المواد الرابطة والسكر الناعم.

٧- **القشدة البلدية المسخنة (المسمطة)** Egyptian scalded cream: وتعرف بقشدة الأطباق أو الصوابع ويفضل في تحضيرها استعمال الحليب الجاموسي لارتفاع نسبة الدهن أو مخلوط من القشدة والحليب بحيث تصل نسبة الدهن في المخلوط ١٠- ١٢٪ ثم تسخن في حمام مائي لدرجة ٨٢- ٩٥ ^{o}م مع التقليب المستمر لمدة نصف ساعة تحفظ بعدها في مكان بارد لمدة ١٢- ٢٤ ساعة.

٨- **القشدة الصناعية أو المحضرة** Reconstituted cream: وهي تعتبر بديلا للقشدة الطازجة وذلك في الأماكن التي يصعب الحصول عليها وتحضر من خليط من الزبد غير المملح بكمية من الحليب الفرز وإمرار الخليط النهائي في مجنس فيكسبه قوام القشدة الطبيعية.

القيمة الغذائية للقشدة

تتميز القشدة بارتفاع نسبة الدهن الذي يكسبها طعما دسما ليحسن من صفات المنتجات الغذائية التي تضاف إليها أو تدخل في صناعتها وترتفع بذلك القيمة الغذائية للأسباب التالية:

١- ذات قيمة حرارية عالية حيث يعطي الكيلو منها والمحتوي على ٣٠- ٤٠٪ دهن ٣٠٠٠- ٤٠٠٠ سعر حراري كبير.

٢- تحتوي القشدة على الفيتامينات الذائبة في الدهون وهي أ، د، هـ، ك وهذه لها تأثير مهم على إتمام عمليات التمثيل الغذائي.

٣- تحتوي أيضا على المواد المصاحبة للدهن مثل الفوسفوليبيدات والأستيرولات والكارروتينويدات (في حالة الحليب البقري).

٤- تحتوي القشدة على باقي مركبات الحليب ذات القيمة الغذائية العالية كما أن الدهن بها يحتوي على الأحماض الدهنية الأساسية.

طرق صناعة القشدة

يمكن فصل القشدة من الحليب الكامل باستخدام إحدى القوتين إما قوة الجاذبية الأرضية (قشدة الشوالي) أو القوة الطاردة المركزية (قشدة الفراز أو القشدة السائلة). وفيما يلي نوضح كيفية صناعة القشدة.

١- القشدة البلدية أو قشدة الشوالي

استخدمت هذه الطريقة للحصول على القشدة قبل اختراع الفرازات الميكانيكية وانتشارها، ويعتمد فصل القشدة بهذه الطريقة على الجاذبية الأرضية حيث يترك الحليب في أوانٍ ضحلة أو عميقة لمدة لا تقل عن ١٠ ساعات فنجد أن الدهن الأقل كثافة يصعد إلى أعلى حاملا معه جزءاً من الحليب مكونا طبقة القشدة. وهناك عدة عوامل تؤثر على سرعة تكوين طبقة القشدة بهذه الطريقة هي:

١- عمق الوعاء المستخدم: كلما كان الوعاء عميقا كانت عملية فصل القشدة سريعة وكميتها كبيرة.

٢- درجة حرارة الحليب: الدرجة المثلى لتكوين طبقة القشدة ٧- ٨ ^{o}م.

٣- حموضة الحليب: بزيادة حموضة الحليب يصعب فصل طبقة القشدة حيث إن الحموضة تزيد من لزوجة الحليب وبالتالي تعيق صعود حبيبات الدهن.

٤- تقليب الحليب أو رجه أثناء الترقيد يقلل من حجم طبقة القشدة المتكونة.

إن القشدة الناتجة من طريقة الترقيد تكون ذات حموضة عالية والحليب الفرز الناتج يكون متخثراً، حيث إن عملية الترقيد تحتاج إلى وقت طويل قد يصل إلى ٣٦ ساعة. وليس لتلك الطريقة مزايا سوى رخصها أما عيوبها فعديدة منها:

١- تستغرق وقتاً طويلاً.

٢- احتمال تلوث الحليب بالميكروبات.

٣- صعوبة التحكم في نسبة الدهن في القشدة الناتجة.

٤- اللبن الرايب الناتج لا يستخدم إلا في صناعة الجبن.

٥- القشدة الناتجة لا تستخدم إلا في صناعة الزبد.

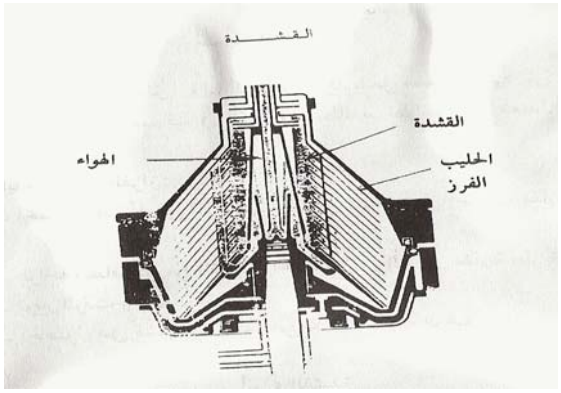
٢- القشدة السائلة أو قشدة الفراز

تستخدم الفرازات في فصل القشدة عن بقية الحليب بقوة الطرد المركزي وهي القوة التي يدفع بها جسم بعيدا عن مركز الدوران وتتناسب هذه القوة طرديا مع كثافة المواد وتزداد قوة الطرد بازدياد قطر مخروط الفراز كما تتناسب طرديا مع مربع عدد الدروات٠

خط سير الحليب في الفراز أثناء تشغيله

من حوض التغذية الكبير ينزل الحليب عن طريق الصنبور فوق العوامة بحوض التغذية الصغير ثم خلال الفتحة التي به إلى داخل الأنبوبة الوسطية بالمخروط ويخرج من فتحاتها إلى الموزع ثم إلى الأطباق مبتدئا بالطبق الأول ثم ينتشر على شكل طبقات رقيقة تتعرض لتأثير قوة الطرد المركزي ونظرا لأن المحتويات الثقيلة بالحليب كالشوائب وكرات الدم البيضاء والخلايا الطلائية تطرد بقوة أكبر بعيدا عن مركز الدوران فتتجمع على شكل طبقة هلامية متماسكة في أبعد مكان بالسطح الداخلي للغطاء الخارجي للمخروط وتسمى هذه بالطبقة بوحل الفراز.

أما الحليب الفرز فيطرد بقوة أكبر من طرد القشدة بعيدا عن محور الدوران نحو جدار الغطاء الخارجي للمخروط حيث يتجمع ويتجه إلى أعلى محاذيا للجدار الداخل حيث يخرج من فتحة الحليب الفرز ثم إلى ميزاب اللبن الفرز حيث يستقبل في وعاء معد لذلك. أما دهن الحليب فنظرا لقلة وزنه النوعي فإنه يطرد بقوة بسيطة ويظل حول محور المخروط ويتجمع داخل الغطاء الداخلي للمخروط مندفعا إلى أعلى وتخرج القشدة من فتحة القشدة إلى ميزاب القشدة حيث يستقبل في وعاء آخر (شكل ١٠).



شكل (١٠) خط سير الحليب في الفراز.

ثانيا: الزبد

يعرف الزبد حسب المواصفات القياسية بأنه الناتج من تجميع حبيبات الدهن التي في الحليب أو القشدة أو الشرش بالطرق الآلية أو اليدوية ويشترط فيه أن يكون طبيعياً في مظهره وقوامه وطعمه وتركيبه وأن يكون نظيفاً خالياً من الشوائب والعيوب ولا يحتوي على مواد غريبة أو حافظة.

تركيب الزبد

الزبد هو أحد المنتجات اللبنية الرئيسة التي يدخل في تركيبه الدهن بنسبة ٨٠- ٨٥٪ والماء بنسبة ١٣,١٨٪ والملح بنسبة ١- ١,٥٪ وجوامد لا دهنية بنسبة ١- ١,٥٪.

القيمة الغذائية للزبد

إن احتواء الزبد على نسبة عالية من الدهن تجعله من الأغذية الهامة كمصدر للطاقة بالجسم بالإضافة لاحتوائه على الفيتامينات الذائبة في الدهن مثل فيتامين K,E,D,A, كما يحتوي الزبد أيضاً على نسب صغيرة من البروتينات واللاكتوز والأملاح المعدنية.

استعمالات الزبد

يستعمل الزبد في عديد من الأغذية لإكسابها الطعم الجيد الشهي، ويدخل الزبد في صناعة الأيس كريم والجبن المطبوخ والمعجنات المختلفة ويمكن تسييح الزبد وتحويله إلى سمن (نسبة الدهن به لا تقل عن ٩٨٪) وبالتالي يمكن حفظه لمدد طويلة بدون تلف.

طرق صناعة الزبد

إن التطور السريع في صناعات الألبان واختراع الفرازات واستخدام البسترة والبادئات أدى إلى تحسين إنتاج الزبد. ويصنع الزبد بإحدى الطرق التالية:

١- يخض اللبن في أوانٍ فخارية متبوعة بفصل القشدة وخضها باليد أو في قربة جلدية.
٢- بترقيد الحليب في أواني فخارية متبوعة بفصل القشدة وخضها باليد أو في قربة جلدية.
٣- يفرز الحليب بالفرازات ثم خض القشدة الناتجة من خضاضات خشبية أو معدنية يدوية أو ميكانيكية.
٤- بالطريقة المستمرة.

والطريقتان الأولى والثانية تستخدم لصناعة الزبد في القرى، أما الطريقة الثالثة وتستخدم في المصانع الصغيرة والمتوسطة. أما الطريقة الأخيرة فتستعمل في المصانع الكبيرة، وسنتناول الطريقة الثالثة بالشرح المفصل نظراً لأنها أكثر الطرق شيوعاً وكذلك الطريقة الرابعة بشيء من الإيجاز.

أولا: خطوات صناعة الزبد بالمصانع الكبيرة

لنوعية القشدة الداخلة في صناعة الزبد أهمية كبيرة لتحديد نوعية الزبد الناتج، فيجب أن تكون القشدة المستعملة ذات تركيب كيماوي وطبيعي عادي وجيدة من ناحية الصفات الحسية ومحتوياتها الميكروبية، والطريقة المعتادة هي صناعة الزبد من القشدة المخمرة، وخطوات الصناعة كما يلي:

١- استلام القشدة:

ويجرى عليها الاختبارات الأولية مثل تقدير الدهن والاختبارات الحسية وتقدير الحموضة.

٢- معادلة حموضة القشدة:

إذا كانت حموضة القشدة أعلى من ٠,٢٪ مقدرة كحامض لاكتيك فتجب معادلتها، والغرض من ذلك منع تجبن القشدة عند بسترتها مع إنتاج زبد جيد الصفات، وهناك طريقتان لمعادلة الحموضة:

١- غسل القشدة بالماء.

٢- إضافة مواد قلوية مناسبة إلى القشدة، ومن هذه المواد أكسيد الكالسيوم أو أكسيد المغنيسيوم أو أيدر وكسيد الصوديوم أو بيكربونات الصوديوم. وعادة ما يستعمل في التعادل محلول ١٠٪ من القلوي درجة حرارته حوالي ٣٥ °م وعادة ما يتم ذلك باستعمال أحواض خاصة مزودة بمقلبات ميكانيكية.

٣- تعديل نسبة الدهن في القشدة:

عند استعمال قشدة متعددة المصادر فيلزم إجراء تعديل نسبة الدهن بها لتلائم صناعة الزبد والتي تتراوح بين ٣٥- ٤٠٪ ويتم التعديل باستعمال حليب فرز طازج.

٤- بسترة القشدة:

تبستر القشدة على درجة ٩٢- ٩٥ °م لمدة ٣٠ ثانية. وعلى هذه الدرجة تضمن إبادة الميكروبات والإنزيمات مع حفظ الصفات الحسية للقشدة ثابتة. والغرض من إجراء البسترة هو:

١- القضاء على الميكروبات المرضية ونسبة عالية من الميكروبات غير المرضية.

٢- تلف الأنزيمات غير المرغوبة وأهمها أنزيم الليبيز Lipases.

٣- زيادة مدة حفظ الزبد الناتج مع توحيد صفاته.

٤- التحكم في نمو بكتريا البادئ أثناء تسوية القشدة.

وتجرى البسترة في أحواض خاصة بذلك وقد تجرى تحت تفريغ وذلك لإزالة الروائح والطعوم الغريبة التي قد توجد في القشدة رديئة الصفات النوعية.

٥- تسوية القشدة (إضافة البادئ):

تبرد القشدة بعد البسترة إلى ١٤- ١٦ °م حيث يضاف البادئ الذي يحتوي على بكتريا منتجة للحموضة وهي تخمر سكر اللاكتوز وهذه البكتريا هي: *Streptococcus cremoris, Streptococcus lactis* وبكتريا منتجة لمركبات النكهة (الداي أسيتايل وأسيتايل ميثايل كربينول) من تخمر السترات وهذه البكتريا هي: *Leuconostoc citrovorum, Leuconostoc dexranicum*

وعادة ما تلقح القشدة بالبادئ بنسبة ١- ٣٪ مع التقليب الجيد وتستغرق فترة التسوية حوالي ١٥ ساعة على درجة حرارة ١٤- ١٦ °م والغرض من تسوية القشدة هو إكساب الزبد الناتج طعماً جيداً ونكهة ممتازة مع زيادة الحموضة في القشدة مما تساعد على تجمع حبيبات الدهن عند الخض وقلة الفاقد من الدهن في اللبن الخض.

٦- عملية خض القشدة:

الغرض الأساسي من عملية الخض هو تحويل القشدة والتي يوجد بها الدهن على صورة مستحلب دهني في الماء إلى زبد والتي فيها يوجد الماء على صورة منتشرة في الدهن. ونتيجة لعملية الخض تتجمع حبيبات الدهن مع بعضها في صورة حبيبات زبدية مع انفصال سائل يعرف باللبن الخض، ويستعمل لذلك خضاضات خشبية أو معدنية أو جلدية تدار يدوياً أو ميكانيكياً (شكل ١١).

وعادة يملأ الخضاض بحوالي من ثلث إلى نصف سعته قشدة حتى تسمح بالتقليب والرج الكافيين لإتمام عملية الخض في خلال ٣٠- ٦٠ دقيقة على درجة ٩- ١٢ °م. وتبدأ عملية الخض بإدارة الخضاض ببطء أولاً مع إيقافه بين الحين والحين في العشر دقائق الأولى للضغط على صمام خاص في غطاء الخضاض لخروج الغازات، ثم تزداد بعد ذلك سرعة الدوران تدريجيا بحيث يدار الخضاض بسرعة حوالي ٣٠- ٥٠ دورة في الدقيقة وتستمر عملية الخض حتى ظهور حبيبات الزبد عن طريق عين زجاجية في غطاء الخضاض– وتتوقف المدة اللازمة للخض وظهور الزبد على عوامل منها: نسبة الدهن في القشدة (٣٣- ٣٥٪). ودرجة حرارة القشدة (٩- ١٢ °م) وكمية القشدة بالخضاض (ثلث إلى نصف سعته) وإذا تم التحكم في هذه العوامل فإن عملية الخض تستغرق من ٤٥- ٦٠ دقيقة.

شكل (١١) خضاض يستخدم في مصانع الألبان.

٧- إضافة الملون:

يضاف الملون بغرض إنتاج زبد موحد الصفات اللونية على مدار السنة. ويضاف الملون إلى القشدة في الخضاض أو إلى الزبد أثناء عملية التمليح. ويجب أن تتوفر في المادة الملونة المستعملة شروط أهمها عدم إضرارها بصحة المستهلكين وأن تكون من النوع القابل للذوبان في الدهن حتى يمكن توزيعها بطريقة متجانسة في الزبد. وأهم الملونات المستخدمة هي صبغة الأناتو النباتية الصفراء.

٨- غسيل الزبد:

عندما يظهر الزبد في الخضاض على هيئة حبيبات صغيرة يضاف حوالي ١ لتر ماء بارد درجة حرارته ٥- ٧ °م لكل ٤ لترات من القشدة. ويعرف الماء البارد هذا باسم (ماء الظهور) وهو يساعد على فصل حبيبات الزبد وتجميدها ومنعها من التكتل. بعد ذلك يدار الخضاض ببطيء إلى أن يصل حجم حبيبات الزبد إلى الحجم المطلوب. ثم بعد ذلك يصفى لبن الخض من الخضاض، ويغسل الزبد عادة مرتين بماء نقي بارد بنسبة ٥٠- ٦٠٪ من كمية القشدة.

يترك ماء الغسيل في الخضاض ٣- ٥ دقائق ويدار الخضاض ٤- ٥ دورات ثم يسحب الماء بعد ذلك ويعاد الغسيل باستعمال ماء نقي بارد بنسبة ٤٠- ٥٠٪ من حجم القشدة وتكرر العملية بنفس الطريقة السابقة.

ويجب أن يتوفر في ماء الغسيل المستعمل ما يلي:

١- لا يحتوي على أمونيا وأملاح أحماض النيتريك والكبريتيك.
٢- أن يكون نقياً ولا يحتوي على أي رواسب أو طعم أو رائحة.
٣- أن يكون خالياً من الميكروبات.

٩- تمليح الزبد:

يملح الزبد بغرض تحسين قدرته الحفظية وإكسابه الطعم المقبول وزيادة نسبة الريع (التصافي) ويتم التمليح بإحدى الطرق التالية:

أ- التمليح الجاف:

وهو أكثرها انتشاراً وفيه ينثر الملح الناعم النقي على حبيبات الزبد داخل الخضاض أو على مائدة التشغيل حيث يتم توزيع الملح وتجانسه في كتلة الزبد أثناء عملية عصر الزبد.

ب- التمليح الرطب:

يضاف الملح في صورة عجينة من الملح والماء بنسبة ١:٢ وتخلط جيداً مع الزبد أثناء التشغيل. تتميز هذه الطريقة بسرعة ذوبان الملح.

ج- التمليح بالمحلول الملحي:

يحضر محلول ملحي بتركيز ١٠٪ مبستر ومرشح ومبرد إلى درجة حرارة ٩- ١٠ °م ويضاف بمعدل ١٠ لتر لكل ١٠٠ كجم زبد وتتم العملية في الخضاض حيث يدار حوالي ٦- ٨ دورات ويترك من ٥- ٣٠ دقيقة حسب درجة التمليح المرغوبة ثم بعدها يصفى المحلول الملحي من الخضاض.

ويجب أن يتوفر في الملح المستخدم ما يلي:

١- نظيف ولا يحتوي على طعوم غريبة ويكون أبيض اللون.

٢- لا يحتوي على مركبات الكلور ولا تزيد نسبة الحديد به عن ٠,٠٠٦٪.

٣- لا يحتوي على أي جراثيم ويحفظ في عبوات محكمة نظيفة.

١٠- تشغيل الزبد (العصر والتجفيف):

الغرض من تشغيل الزبد هو إتمام ذوبان الملح وتجانسه في كتلة الزبد بالإضافة إلى دمج حبات الزبد والتخلص من اللبن الخض المتبقي وبالتالي التحكم في نسبة رطوبة الزبد، وتجرى هذه العملية باستخدام عصارات يدوية أو ميكانيكية، وبعدها تجمع حبيبات الدهن في كتلة واحدة بواسطة كفوف خشبية، وتنتهي العملية عندما لا تنتج أي رطوبة بالضغط بالكفوف الخشبية على الزبد. هذا وقد توجد العصارات كجزء من الخضاض أو تجرى العملية باستعمال أجهزة طرد مركزي خاصة في المصانع الكبيرة.

١١- تشكيل الزبد وتعبئته:

يتم تشكيل الزبد وتعبئته إما يدوياً أو آلياً (شكل ١٢) إلى قطع ذات أوزان مختلفة حسب احتياجات السوق وبعدها تلف قطع الزبد في ورق مصنوع من رقائق الألمنيوم نظيفاً وجافاً وأحياناً يعامل الورق بمادة حافظة مثل سوربات الصوديوم لمنع نمو الفطريات على سطحها.

شكل (١٢) ماكينة عصر وتشكيل الزبد.

١٢- التخزين:

يحفظ الزبد بعد التعبئة مباشرة على درجة حرارة ٥ °م ولمدة ٤٨ ساعة قبل التسويق وعند حفظ الزبد لفترة قصيرة يجب حفظها في الثلاجة على درجة حرارة ٤ °م بينما إذا أريد تخزينها لمدة طويلة يجب أن تحفظ في المجمد على درجة حرارة –٢٥ °م حتى لا تفسد.

ثانيا: صناعة الزبد في المصانع الكبيرة بالطريقة المستمرة

يفرز الحليب للحصول على قشدة بها٤٠- ٥٠٪ دهن ثم تبستر وتبرد إلى ٧– ٨ °م وتحفظ على هذه الدرجة من بضع ساعات إلى يوم كامل ثم ترفع القشدة المبردة إلى جهاز صناعة الزبد ويتكون جهاز فريتز من قسمين، ففي القسم الأول تمرر القشدة خلال أسطوانة طولها نحو ٢٥ سم وقطرها نحو ٢٥ سم يحيط بها ماء بارد وبداخلها عدد من الريش تدور بسرعة كبيرة فتعمل على خض القشدة إلى زبد في حوالي واحد ونصف ثانية ويسقط اللبن الخض ويستقبل في وعاء أما حبيبات الزبد فتنقل إلى القسم الثاني من الجهاز وهو عبارة عن أسطوانة مائلة الوضع بداخلها بريمتان يدوران في اتجاهين متضادين ويدفعان الزبد إلى أعلا حيث تخرج على هيئة شريط إلى آلة التقطيع واللف ويلاحظ أن القشدة لا تخمر كما أن الزبد لا يملح٠

العيوب التي تظهر في الزبد

١- عيوب المظهر الخارجي:

ويشمل ظهور شوائب نتيجة عدم العناية أثناء الصناعة أو ظهور عروق مرمرية نتيجة قصور في عملية التلوين والتشغيل، وقد توجد تبقعات لونية متعددة نتيجة التلوث الميكروبي.

٢- عيوب القوام:

وتشمل القوام المتفتت أو الرخو أو القوام الرملي ويرجع ذلك لقصور في عملية التشغيل.

٣- عيوب الطعم والرائحة:

١- الطعم المر: وينتج من تحلل الدهن وانفراد الأحماض الدهنية ذات الرائحة النفاذة وقد يحدث نتيجة قصور في عملية البسترة بحيث يبقى إنزيم الليبيز المحلل للدهن نشطاً.

٢- الطعم الشحمي: وهو يشبه طعم ورائحة الشحم ويصيب أسطح الزبد المعرضة للهواء وأشعة الشمس ووجود المعادن الثقيلة (النحاس والحديد).

٣- الطعم السمكي: وينتج عند تخزين الزبد مدة طويلة نتيجة تحلل الفوسفوليبدات إلى ثالث ميثايل الأمين ونتيجة أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة وزيادة الحموضة والملح والمعادن الثقيلة تساعد على ظهور هذا العيب.

صفات الزبد الجيد

يجب أن يكون:

١- ذا لون جذاب متجانس وخالٍ من البقع.

٢- ذا قوام متماسك غير رخو وتركيب مندمج خالٍ من الفجوات والقطرات المائية المنفصلة.

٣- ذا طعم جيد ونكهة مرغوبة ورائحة نظيفة.

٤- ذا تركيب كيماوي متفق مع المواصفات القياسية.

ثالثا: السمن

السمن هو ذلك الناتج الدهني الذي نحصل عليه في صورة دهن لبني نقي تقريبا بعد التخلص من الماء والجوامد اللادهنية الموجودة في الزبد أو القشدة إلا آثار منها لا تزيد في السمن الجيد عن ٠,٢٪ رطوبة، ٠,٣٪ جوامد لا دهنية وتكون نسبة الدهن بها ٩٩,٥٪ وقد نصت التشريعات على ألا تقل نسبة الدسم في السمن عن ٩٧٪، ولا تزيد الرطوبة عن ١٪، ولا تزيد نسبة ملح الطعام عن ١٪، والحموضة عن ٠,١٪

طرق تصنيع السمن

١- طريقة الطرد المركزي

وذلك بفرز الدهن عن المواد اللادهنية في السائل بواسطة فرازات خاصة وهذه الطريقة هي المستعملة في استراليا وأمريكا وألمانيا وغيرها ويسمى الناتج بزيت الزبد Butter oil أو دهن الزبد Butter fat.

خطوات صناعة زيت الزبد:

١- يسيل الزبد بتجزئته إلى قطع صغيرة ثم يحقن بالبخار لرفع درجة حرارته إلى ١٢٠ °ف (٤٨,٢ °م).

٢- يدخل الزبد السائل إلى حوض الترسيب للمساعدة على فصل الدهن من المواد غير الدهنية وفيه يتم الفصل على مرحلتين:

أ- يسحب الدهن الرائق من الجزء العلوي ويمرر في جهاز طرد مركزي لفصل الدهن عن الماء.

ب- يسحب من الجزء السفلي للحوض باقي الزبد المسال والمحتوي أساسا على المواد غير الدهنية ويفصل منه الدهن بتمريره في جهاز الطرد المركزي.

٣- يخلط الناتج من الجزء العلوي إلى الناتج من الجزء السفلي ثم يخلط الناتج كله بضعف حجمه من الماء درجة حرارته ١٥٠ °ف (٦٥,٥ °م).

٤- يفرز المخلوط الأخير بأجهزة الطرد المركزي من النوع الخاص لصناعة الزيوت أو من الفرازات المستعملة في الألبان ذات السعة الكبيرة وهذه تكون مزودة بوسيلة للتخلص من الرواسب أولا وإلا احتاج الأمر إلى وقف الجهاز بعض الوقت لتشغيل الجزء الخاص بإزالة الرواسب.

٥- يكرر فرز المخلوط عدة مرات خلال مجموعة من الفرازات يتم فيها الوصول إلى أكبر ما يكون الفصل- يكون فيها السمن الناتج يحتوي على ٠,٢ ٪ مواد لبنية غير دهنية وماء لا يزيد على ٢٪.

٦- يمرر السمن بعد ذلك في فراز يعرف بالمنقي له فتحة واحدة يخرج منها وتحجز المواد الصلبة اللادهنية على السطح الداخلي لغطاء المنقي وبذا تقل محتويات الناتج من المواد الصلبة غير الدهنية إلى أقل من ٠,٢٪.

٧- يبرد الناتج بتمريره في مبرد أسطواني يدور بداخله مقلب يخرج منه السمن درجة حرارته ٦٠ °ف (١٥,٥ °م) ثم يعبأ في صفائح معدنية تقفل جيدا وتلحم أو في براميل خشبية مبطنة بطبقة من الشمع هذا وقد تضاف بعض المواد المضادة للأكسدة مع إحلال غاز النيتروجين فوق السمن بدلا من الهواء لرفع قوة الحفظ.

٢- صناعة السمن بالغلي:

يوجد طريقتان لصناعة السمن بالغلي هما:

أ- صناعة السمن من الزبد:

١- فحص الزبد ووزنه: افحص الزبد من ناحية المظهر واللون والرائحة والحموضة ونسبة الدهن ثم زنه وضعه في وعاء نظيف من الألمنيوم أو النحاس المطلي جيدا بالقصدير٠

٢- إضافة الملح: أضف ١– ٤٪ ملح طعام للمساعدة على رفع درجة الغليان وترسيب البروتينات وقد لا يضاف الملح خاصة إذا كانت الزبد مملحة٠

٣- تسييل الزبد: ابدأ في تسخين الوعاء مع تقليب الزبد حتى تتم إسالتها٠

٤- تصفية الزبد: تتم التصفية بشاش نظيف للتخلص من الشوائب الغريبة وبلورات الملح الكبيرة التي لم يتم إذابتها.

٥- غلي الزبد (تسييح الزبد): ارفع درجة التسخين حتى تبدأ الزبد في الغليان ولاحظ ظهور الزبد بمظهر سائل عكر وتكون رغوة سميكة على درجة ٩٤– ٩٦ °م على السطح تسمى برغوة التسييح وتهبط هذه الرغوة بعد بضع دقائق وتكون درجة الحرارة بين ١٠٠– ١٠٥ °م٠ مع استمرار التسخين تترسب البروتينيات والجوامد اللادهنية مكونا المورته ويتم تبخير معظم الماء وينفصل الدهن في صورة سائل رائق وتتكون رغوة مفاجئة وتصل الحرارة إلى ١٢٠ °م وعندها تظهر علامات استواء السمن وهي:

أ- ظهور الرغوة الحادة المفاجئة٠

ب- ظهور رائحة السمن المستوية ٠

٦- ترسيب المواد غير الدهنية (الترويق): يبعد اللهب أو يرفع وعاء السمن بعيدا عن النار ويترك الإناء حتى يتم ترسيب المورته ويلاحظ استمرار غليان السمن بعض الوقت بعد رفعها من على النار٠

٧- فصل السمن وترشيحه: تفصل كمية السمن الرائق وهي لازالت دافئة بنقلها إلى أواني التعبئة النظيفة الجافة ويراعى تصفية الأجزاء الأخيرة خلال شاش نظيف ضيق الثقوب٠

أواني التعبئة إما أن تكون أوانٍ فخارية مزججة من الداخل أو صفائح جديدة مختلفة السمك أو برطمانات زجاجية معتمة اللون. وعلى العموم يجب أن تكون نظيفة وجافة وخالية من آثار المعادن خاصة النحاس والحديد وليس بها آثار دهن قديم وتفضل البرطمانات الزجاجية الملونة ويجب أن يراعى تعبئة الآنية حتى نهايتها ثم تغطيتها بإحكام عقب تعبئتها٠ وتخزينها بعيدا عن الضوء وفي مكان بارد خال من الرطوبة٠

ب- صناعة السمن من القشدة:

١- يحتاج إنتاج السمن من القشدة إلى وقت أطول عنه في حالة الزبد والحاجة إلى أواني تسييح أكبر للحصول على نفس الكمية من السمن، وتقل فترة التسخين كلما ارتفعت نسبة الدهن في القشدة

٢- ارتفاع نسبة الدهن في القشدة وتسويتها إلى درجة حموضة ٠,٤٪ كحمض لاكتيك يسهل استخلاص السمن ويقلل الفاقد من الدهن في المورته٠

٣- السمن الناتج من تسييح القشدة يكتسب نكهة مميزة لطول مدة التسخين وله قابلية حفظ أطول لتكون نسبة أكبر من المواد المضادة للأكسدة إلا أن حبيبات السمن تكون أصغر حجما وأقل ترميلا٠

٤- زيادة كمية المورته المتخلفة من تسييح القشدة عن المورته المتخلفة من تسييح الزبد٠

صفات السمن الجيد:

١- للسمن الجيد لون مشابه للون دهن الحليب المصنوع منه فهو أصفر كهرماني في حالة السمن البقري، ابيض مشوب خضرة خفيفة في حالة السمن الجاموسي٠

٢- للسمن طعم ونكهة مميزة وتظهر بوضوح في قلي البيض أو طهي الأرز ويجب أن يكون خاليا من الزناخة والروائح الشاذة والطعم الشائط كما يجب أن يكون قوامة مرملا على درجات حرارة بين ١٠- ١٥ ^{o}م، كما أن له خاصية حفظ جيدة ولا تقل نسبة الدهن به ٩٩,٤ ٪ ولا تزيد الرطوبة عن ٠,٢ ٪ وأن يكون طازجا٠

٣- هذا ولدهن الحليب أرقام ثابتة تميزه عن الدهون الأخرى تعرف بالاختبارات الكيمائية الخاصة بها٠

الباب السابع: الألبان المتخمرة Fermented milk

تعتبر الألبان المتخمرة من أهم وأقدم ما عرفه الإنسان من النواتج اللبنية. والألبان المتخمرة عبارة عن ألبان حدث بها تخمر مرغوب بواسطة ميكروبات مرغوب فيها، ولذلك تعتمد في صناعتها على تنمية

بعض البكتيريا المعينة التي تستهلك سكر اللاكتوز في الحليب وتحوله إلى حامض لاكتيك بصورة رئيسة. وعند وصول نسبة هذا الحامض إلى ٠,٦- ٠,٧٪ تتخثر المكونات البروتينية في الحليب محولة قوام الحليب إلى الهيئة الشبة صلبة والتي هي من مواصفات بعض أنواع الألبان المتخمرة.

يعتبر اللبن الزبادي من أقدم ما عرفه وصنعه وتداوله الإنسان من الألبان المتخمرة في العالم وبصفة خاصة أهالي الشرق الأوسط والأدنى. ويختلف اسم اللبن الزبادي باختلاف المناطق التي يصنع بها، فهو يعرف في مصر وبعض الدول العربية باللبن الزبادي في حين أنه يعرف في سوريا والشام باللبنة وفي العراق بالروب. وفي الهند بالداهي، وفي الدول الاسكندنافية باسم السكير، أما في باقي دول أوروبا والبلقان وأمريكا فيعرف باسم اليوغورت. وبالإضافة إلى اللبن الزبادي ومشابهاته يوجد أيضا العديد من الألبان المتخمرة الأخرى والتي تختلف عن اللبن الزبادي في مكوناته والبادئ المستعمل في الصناعة. ومن هذه الألبان التيت والبروستاكاشا والكفير والكيومس المنتشرة في روسيا، اللبن الخض البلغاري المنتشر في بلغاريا، لبن الأسيدوفيلس المنتشر في كثير من بلدان العالم، والقشدة الحامضة المنتشرة في الولايات المتحدة الأمريكية.

القيمة الغذائية للألبان المتخمرة

للألبان المتخمرة أهمية غذائية وطبية هي:

١- احتواؤها على جميع مكونات الحليب بنسب أكثر تركيزا عما في الحليب الخام مما يعطيها قيمة غذائية عالية.
٢- توجد مكونات الحليب المعقدة كالبروتينات– في الألبان المتخمرة- في صورة مبسطة يسهل هضمها.
٣- تعاطي الألبان المتخمرة لفترة طويلة يساعد على التخلص من بكتيريا التعفن التي تنمو في الأمعاء الغليظة للإنسان.
٤- للألبان المتخمرة تأثير ملين على الأمعاء.
٥- تحتوي على كميات كبيرة من فيتامين "ب" المركب والمضادات الحيوية.
٦- وجود الطعم الحامض للألبان المتخمرة يشجع إفراز اللعاب والعصارات المعدية والمعوية وبذلك يزيد الشهية.
٧- هناك اعتقاد بأن التغذية على الألبان المتخمرة يطيل العمر وربما يرجع ذلك إلى وجود الحموضة التي تقضي على الميكروبات الضارة في الأمعاء.
٨- التغذية على الألبان المتخمرة يعمل على خفض مستوى الكوليسترول في الدم وبالتالي عدم التعرض لأمراض القلب وتصلب الشرايين.

صناعة الألبان المتخمرة

تتميز الألبان المتخمرة جميعها في أنها تصنع من الحليب بعد معاملتها حراريا بغرض تركيز المادة الصلبة بها والقضاء على ما بها من ميكروبات مرضية وغير مرضية، ثم يبرد الحليب إلى درجة الحرارة المثلى لنمو ميكروبات البادئ الذي يستخدم في صناعته، ثم يحضن على هذه الدرجة حتى التجبن وبعدها ينقل الناتج إلى الجو العادي ثم إلى الثلاجة لحين التسويق والاستهلاك. وسوف نناقش صناعة بعض الألبان المتخمرة مثل اللبن الزبادي واللبن (اللبن الرايب) واللبنة.

أولا: صناعة اللبن الزبادي

تتلخص صناعة اللبن الزبادي في الخطوات التالية:

١- اختبار الحليب الخام:

يجب أن يكون الحليب جيداً في صفاته الحسية والكيماوية والميكروبية وخالياً من المضادات الحيوية والمواد الحافظة– وقد يصنع اللبن الزبادي من حليب فرز (خالي الدهن) أو حليب منخفض الدهن أو حليب كامل الدهن وقد يضاف حليب مجفف (بنسبة ٢- ٣ ٪) بغرض زيادة الجوامد الصلبة وبعدها يصفى الحليب بشاش نظيف.

٢- تجنيس الحليب:

يجنس الحليب على درجة ٦٣ °م بواسطة مجنس وذلك لتفتيت حبيبات الدهن في الحليب.

٣- المعاملة الحرارية:

وذلك برفع حرارة الحليب الخام إلى ٨٠- ٩٠ °م لمدة تتراوح بين ٥- ٢٠ دقيقة والهدف من ذلك:

أ- القضاء على الميكروبات المرضية ونسبة عالية من الميكروبات غير المرضية التي قد تعمل على منافسة البادئ.

ب- تبخر جزء من الماء مما يعمل على تماسك قوام الزبادي.

ج- ترسيب بروتينات الشرش بفعل الحرارة مما يحسن من قوام الناتج.

٤- تبريد الحليب:

يبرد الحليب إلى درجة حرارة التحضين (٤٠- ٤٥ °م).

٥- إضافة البادئ:

يضاف البادئ المحتوي على بكتيريا كل من ميكروبي *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* وتعمل على تخمير سكر اللاكتوز وإنتاج حامض لاكتيك. ويضاف البادئ بنسبة ٢- ٣٪ من كمية الحليب ثم يخلط جيدا.

٦- التعبئة:

يعبأ اللبن الزبادي تحت ظروف معقمة في عبوات كرتونية ذات أحجام مختلفة بواسطة ماكينات خاصة.

٧- التحضين:

توضع العبوات في حضان درجة حرارته ٤٢- ٤٥ °م لحين التجبن وعادة يتم ذلك في حوالي ٢,٥- ٣ ساعات وتكون حموضة الزبادي ٠,٨- ٠,٩٪.

٨- الحفظ:

تنقل العبوات من الحضان إلى الثلاجة وذلك لوقف نشاط البادئ وعدم زيادة نسبة الحموضة وعدم انفصال الشرش. وفي اليوم التالي تؤخذ عينات لإجراء التحليلات اللازمة (حموضة ٪، جوامد صلبة ٪، دهن ٪، ميكروبية). وبعد ذلك يوزع اللبن الزبادي للاستهلاك.

ويمكن أن يحفظ اللبن الزبادي الجيد في الثلاجة لمدة أسبوعين بدون فساد. وقد يضاف إلى اللبن الزبادي بعض المنكهات أو الفواكه والمثبتات (الجيلاتين أو ألجينيات الصوديوم) قبل عملية التعبئة.

صناعة الزبادي في المصانع الكبيرة:

١- تعديل تركيب الحليب حسب ما هو مرغوب من ١٨- ٢٥٪ جوامد.

٢- يسخن الحليب في المبادل الحراري ذي الألواح المعدنية إلى درجة ٨٥ °م لمدة ٣٠ دقيقة.

٣- يمرر الحليب في حلة تفريغ لإزالة الطعوم غير المرغوب فيها للمساعدة في تركيز الحليب.

٤- تجنيس الحليب على ضغط ١٠٠- ٢٠٠ كجم/ سم٢ على درجة ٥٠- ٦٠ °م وذلك لزيادة اللزوجة وثبات الجيل المتكون- ومنع فصل الدهن وتقليل انفصال الشرش.

٥- ينشط البادئ في خزان البادئ إلى الحجم الإنتاجي.

٦- دفع الحليب من خزان الحليب.

٧- يدفع البادئ من خزان البادئ إلى الحليب ويتم خلطه.

٨- يدفع مع الطعوم أو الفواكه أثناء التعبئة.

٩- يعبأ في عبواته وبعد غلقها تحضن على درجة ٤٢ °م حتى التجبن.

١٠- يبرد قي الثلاجة إلى ٥ °م.

صفات اللبن الزبادي الجيد

١- أن يكون متماسك القوام ومتجانس التركيب ولا يظهر به أي ثقوب.

٢- ألا يظهر الشرش فوق سطحه.

٣- أن يكون ذا نكهة جيدة ولون متجانس مقبول.

٤- أن يكون ذا طعم حمضي خفيف مقبول به حوالي ١٪ كحامض لاكتيك.

ثانيا: صناعة اللبن

يصنع اللبن عادة من حليب كامل أو حليب معدل ٣٪ دهن، ويشابه اللبن الزبادي في خطوات الصناعة الأولى (اختبار الحليب- التجنيس- المعاملة الحرارية- التبريد- إضافة البادئ) ولكنه يختلف في نوع البادئ المستعمل فقد يستعمل بادئ اللبن الزبادي أو بادئ الزبد وفي حالة استعمال بادئ الزبد يحضن اللبن على ٢٢- ٢٥ °م لمدة ١٤- ١٦ ساعة ثم يبرد إلى ٤- ٦ °م ويقلب جيدا ثم يعبأ في عبوات كرتونية بواسطة ماكينات خاصة كالمستعملة في تعبئة الحليب المبستر .وبعدها يحفظ في الثلاجة لحين التوزيع والاستهلاك. أما عند استخدام بادئ اللبن الزبادي فيحضن على درجة حرارة ٤٢ °م لمدة ٢- ٣ ساعات ثم يبرد إلى حرارة ٤- ٦ °م لمدة ١٤- ١٦ ساعة ثم يقلب جيدا ويعبأ وتكون نسبة الحموضة به لا تزيد عن ٠,٨٪. وقد يضاف حليب طازج مبستر لخفض نسبة الحموضة في اللبن. والشكل رقم (١٣) يوضح خطوات صناعة اللبن.

ثالثا: صناعة اللبنة

اللبنة ما هي إلا لبن زبادي مركز به الجوامد الصلبة الكلية وذلك عن طريق تصفية كمية من الشرش بعد عملية التخثر. والشكل رقم (١٤) يوضح خطوات صناعة اللبنة من حليب كامل.

اختبارات الألبان المتخمرة

أولا: الاختبارات الحسية

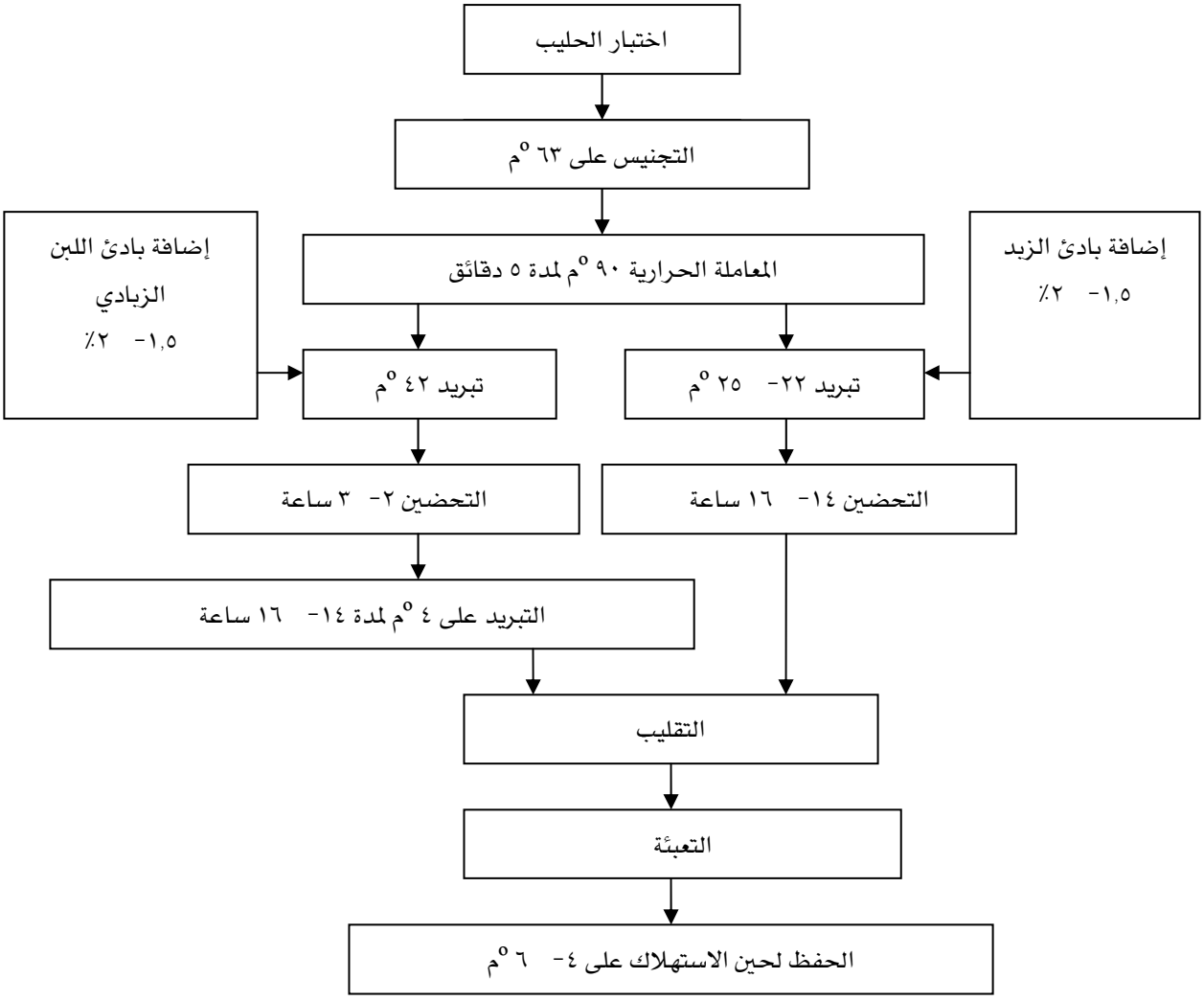
١- **الطعم والنكهة:** لكل منتج من الألبان المتخمرة طعم ونكهة مميز خاص به فلا بد من التذوق بعد الصناعة والتأكد من هذا الطعم، ويجب أن يكون هذا المنتج خاليا من أي طعوم غريبة. ويجري ذلك بواسطة أشخاص مدربين.

٢- **اللون والمظهر:** يجب أن يكون المنتج ذا لون طبيعي ومظهر جيد مقبول لدى المستهلكين.

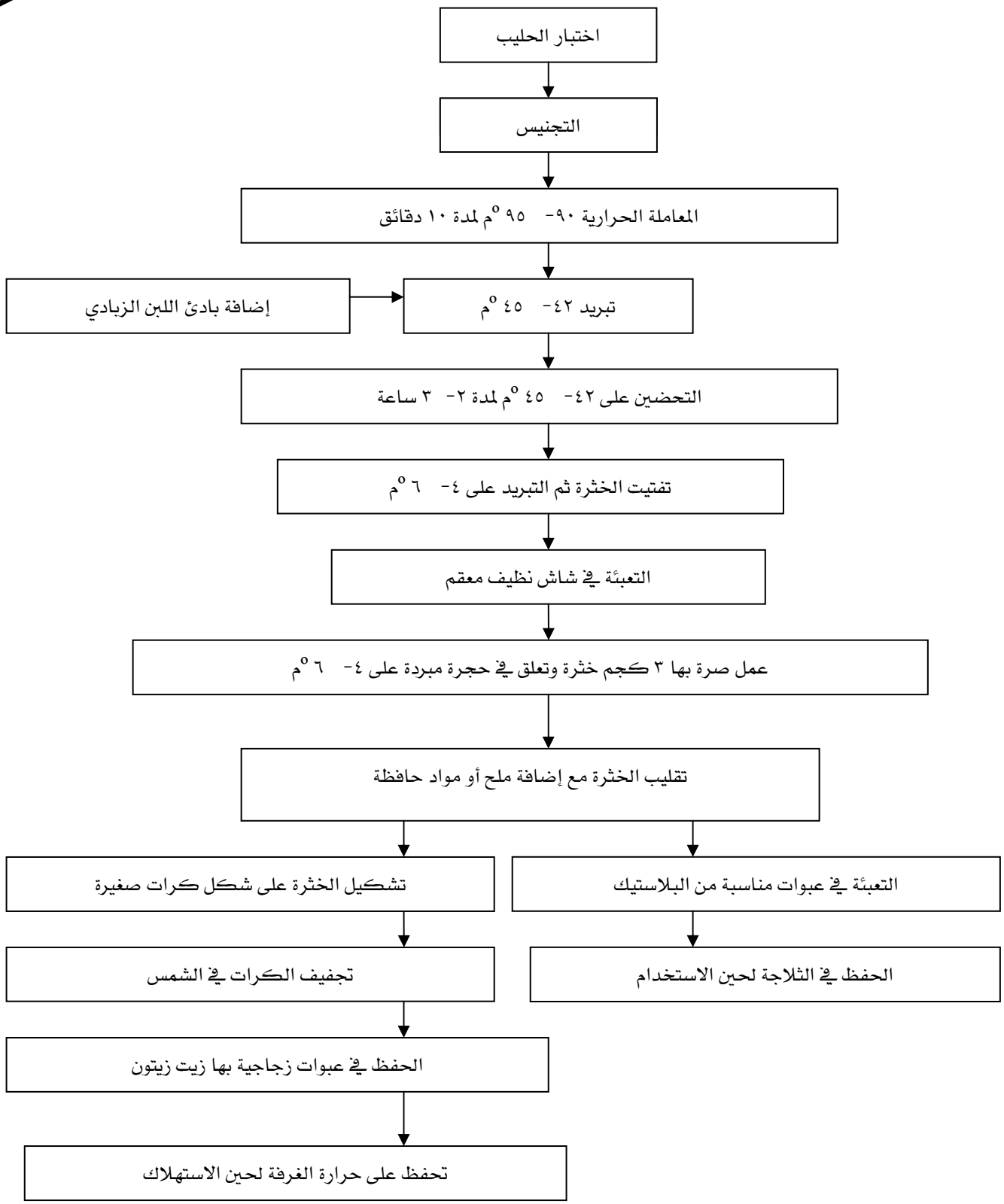
ثانيا: الاختبارات الكيماوية

١- **تقدير الحموضة:** يعتبر من أهم اختبارات الألبان المتخمرة حيث إن لكل منتج حموضة معينة يجب أن لا يتجاوزها- ويجرى اختبار الحموضة في الألبان المتخمرة كما هو في الحليب السائل.

٢- **تقدير الدهن والجوامد الصلبة الكلية.**



شكل (١٣) خطوات صناعة اللبن.



شكل (١٤) خطوات تصنيع اللبنة.

الباب الثامن: الجبــن Cheese

ينتج الجبن منذ قرون طويلة فقد عرفة البابليون وقدماء المصريين. ويروى تاريخ أجدادنا العرب كثيرا من القصص الطريفة عن الجبن- لا يتسع المجال لذكرها- تبين هذه القصص أهمية الجبن الغذائية والصحية لدى العرب في عصور مختلفة من تاريخهم. وقد انتقلت صناعة الأجبان بشكلها البدائي إلى كثير من القبائل في الوقت الحاضر نظرا للحاجة الماسة لحفظ الفائض من الحليب وبالأخص لدى القبائل الرحل التي تحتاج إلى غذاء مركز كالجبن تحمله معها في ترحالها، إلا أن صناعة الأجبان بمفهومها الحديث قد بدأ تطورها في العالم الغربي بعدما درست الأسس العلمية لها، وتطورت هذه الصناعات بخطوات سريعة عندما انتقلت إلى المصانع بعد أن كانت من اختصاص النساء في المزارع أو القبائل الرحل. ويمكن القول بأن التطورات الرئيسة في تقنيات صناعة الأجبان قد بدأت منذ مطلع القرن العشرين عندما أدخلت تحويرات جذرية في طريقة الصناعة أو في طريقة التعبئة والتغليف واستعمال المواد البلاستيكية على نطاق واسع.

أصناف الجبن

يوجد أكثر من ٨٠٠ اسم جبن وضعت تحت ثمانية عشر صنفا من الأجبان المميزة. وتختلف أصناف الجبن طبقا لعدة عوامل منها نوع وتركيب الحليب المستعمل، طريقة التصنيع، المواد المضافة، البادئات المستخدمة، ظروف التسوية (الإنضاج) من حيث درجة الحرارة والرطوبة وفترة التسوية. والجبن إما أن يؤكل على الحالة الطازجة أو عقب تصنيعه مباشرة أو قد يمر بمرحلة النضج قبل استهلاكه. والأساس في تسمية أصناف الجبن ترجع إلى أسس متعددة منها اسم البلد أو الإقليم الذي صنع فيه الصنف لأول مرة مثل الجبن الرومانو والجبن الدمياطي، كذلك قد يسمى طبقا لاسم الشركة التي ابتكرته لأول مرة مثل الجبن الجيرفية، أو على أساس الشكل مثل جبن القوالب. وتقسم الأجبان استنادا إلى نسبة الرطوبة بها إلى أقسام متعددة كما يلي:

١- الجبن الجافة:

تتراوح نسبة الرطوبة بها من ٣٠- ٤٠٪ ومن أمثلتها الجبن الرومانو والجبن الشدر والجبن الرومي وهذه الأنواع تحتاج إلى فترات تسوية تتراوح بين ٦- ١٢ شهر.

٢- الجبن نصف الجافة (شبه الجافة):

تتراوح نسبة الرطوبة بها من ٤٠- ٥٠٪ وتقسم إلى:

أ- جبن غير المعرق مثل الجبن السويسري وجبن الإدام وجبن الجودا وجبن الحلوم.

ب- جبن معرق مثل جبن ذي العروق الزرقاء (الروكفورت).

٣- الجبن الطرية:

تتراوح نسبة الرطوبة بها ٥٠- ٧٠٪ ومن أمثلتها الجبن الدمياطي والجبن القشدي (بالكريمة) وجبن الكوتج (الكوخ).

٤- الجبن المطبوخ (المعامل):

تتراوح نسبة الرطوبة به ٥٠٪ ويصنع من خليط من الأجبان المختلفة بعد طحنها وإضافة مواد استحلاب وهو منتشر في الأسواق في صور مثلثات أو شرائح أو معبأ في أكواب زجاجية.

القيمة الغذائية للجبن

يعتبر الجبن من أشهر المواد الغذائية في القيمة الغذائية ويتميز بطعم مستساغ مقبول لدى غالبية المستهلكين. ويتركب الجبن أساسا من بروتين الحليب الرئيس بالإضافة إلى الدهن والأملاح غير الذائبة والمواد الغروية ويحتفظ بجزء من البروتينات الذائبة في الماء. وبنظرة إلى هذا التركيب يتضح أن الجبن ليس مصدرا ممتازا للبروتين والدهن فحسب بل لأملاح الكالسيوم والفوسفات والفيتامينات الذائبة في الدهن، وتختلف القيمة الغذائية للأجبان باختلاف أصنافها، فتزداد القيمة الغذائية للجبن بانخفاض نسبة الرطوبة وتقل بزيادة نسبة الرطوبة. وتظهر الاختلافات في القيمة الغذائية حتى في الصنف الواحد. وبصفة عامة تعتبر معظم أنواع الجبن مصدرا ممتازا للبروتينات والدهون فيما عدا الأنواع المصنعة من حليب فرز خالي الدسم، حيث تقل بها نسبة الدهن كثيرا- وتعتبر أيضا مصدرا جيدا للكالسيوم والفوسفور.

أسس صناعة الجبن

تشترك معظم الجبن في انها تصنع من حليب احد الألبان و بالدرجة الاولى الأبقار و الجاموس والماعز و الأغنام. و ينتج الجبن نتيجة تجبن (تخثر) الحليب حيث يتحول من الحالة السائلة المعروف إلى الحالة المتماسكة و التي تعرف بخثرة الجبن وذلك نتيجة ترسيب البروتينات بفعل انزيمات المنفحة (انزيم الرنين المستخلص من المعدة الرابعة للعجول الرضيعة) أو بفعل الحموضة المتكونة نتيجة اضافة البادئ، مع انفصال كمية كبيرة من الشرش- ذو اللون الاصفر المخضر- وذلك عند تقطيع الخثرة و تقليبها و معاملتها حراريا ثم تعبئتها في قوالب مناسبة وكبسها في مكابس خاصة. الجبن إما يؤكل طازجة بعد التصنيع مباشرة أو قد تمر بمرحلة النضج قبل استهلاكه. وتتباين أصناف الجبن طبقاً لعدة عوامل منها نوع الحليب وتركيبه و طريقة التصنيع والمواد المضافة (الملونات) وإلى ظروف التسوية من حيث درجة الحرارة و الرطوبة وفترة التسوية.

تجبن الحليب

الغرض الأساسي من التجبن هو تحويل الحليب من الحالة السائلة إلى الحالة المتماسكة مع انفصال الشرش. ويتم التجبن بعدة طرق هي:

١- التجبن الإنزيمي:

يحدث بواسطة المنفحة وهي مادة تستخرج من المعدة الرابعة للعجول الرضيعة وتحوي أنزيم الرنين الذي له المقدرة على تجبن الحليب . و المنفخة إما ان تكون على صورة سائلة أو اقراص أو مجففة. ويستخدم هذاالتجبن في صناعة العديد من أصناف الجبن مثل الجبن الدمياطي (الطري الأبيض). ويتوقف سرعة التجبن على قوة المنفخة ودرجة حرارة الحليب (المثلى ٣٢- ٤٠°م) و نسبة الحموضة في الحليب، بزيادة نسبة حموضة الحليب يزيد التجبن وكذلك على وجود أيونات الكالسيوم الذائب في الحليب.

٢- التجبن الحامضي:

ويحدث بفعل بكتريا تخمر سكر اللاكتوز و تحوله إلى حمض اللاكتيك الذي يخفض الـ pH إلى ٤,٦ وهي نقطة التعادل الكهربائي للكازين وعندها يترسب، ويستخدم هذا التجبن الحامضي في صناعة الجبن الكوخ و الجبن القريش و في صناعة الألبان المتخمرة.

٣- التجبن الإنزيمي الحامضي:

عند استخدام بادئ و منفخة معاً ويستخدم هذا التجبن في معظمم الجبن الجاف (التشدر– الرومي).

٤- التجبن الحامضي الحراري:

عند استخدام حامض الستريك (عصير الليمون) مع رفع درجة حرارة الحليب ويستخدم هذا التجبن في صناعة جبن الريكوتا.

عوامل النجاح في صناعة الجبن

١- استعمال حليب جيد الصفات من الناحية التركيبية و الميكروبية و ناتج من حيوانات سليمة.
٢- استعمال الأدوات الخاصة بكل نوع جبن ويراعى أن تكون الأدوات مصنوعة من معادن لاتؤثر على خواص الجبن الناتج.
٣- وجود الصناع المتمرنين.
٤- التعبئة الجيدة لظهور الناتج بصورة جيدة.
٥- تهيئة ظروف التسوية اللازمة لكل نوع من الجبن.
٦- دقة الرقابة المعملية لإنتاج جبن خالٍ من العيوب.

الأدوات و المواد المستعملة في صناعة الجبن

١- حوض التجبن:

يفضل أن يكون مصنوعا من الحديد غير القابل للصدأ وأن يكون مزدوج الجدار حيث يستعمل الفراغ الموجود بين الجدارين لإمرار البخار أو الماء الساخن أو البارد أثناء عمليات الصناعة و الغسيل ويجب أن يزود الحوض بفتحة من أسفل لغرض تصفية الشرش وغسل وتنظيف الحوض.

٢- قوالب الجبن:

تختلف تبعاً لنوع و شكل الجبن ويمكن أن تكون أسطوانية مصنوعة من معدن غير قابل للصدأ أو الخشب وبأحجام مختلفة و عادة تكون مثقبة لتسهيل خروج الشرش أثناء عملية الكبس.

٣- المكبس:

يستعمل عند صناعة الجبن الجاف و نصف الجاف.

٤- سكاكين تقطيع الخثرة:

وهي نوعان سكاكين طولية و عرضية و الغرض منها تقطيع الخثرة إلى مكعبات صغيرة تسهل خروج الشرش من الخثرة.

٥- منضدة الترشيح:

تكون مصنوعة من الحديد غير القابل للصدا و مثبتة بانحدار طفيف لغرض التخلص من الشرش عند وضع قوالب الجبن عليها أثناء تصفية الشرش.

٦- حجرة التسوية:

بغرض انضاج الجبن الجاف و نصف الجاف فيها و تكون مجهزة بأدوات التحكم في درجة الحرارة و الرطوبة بداخلها.

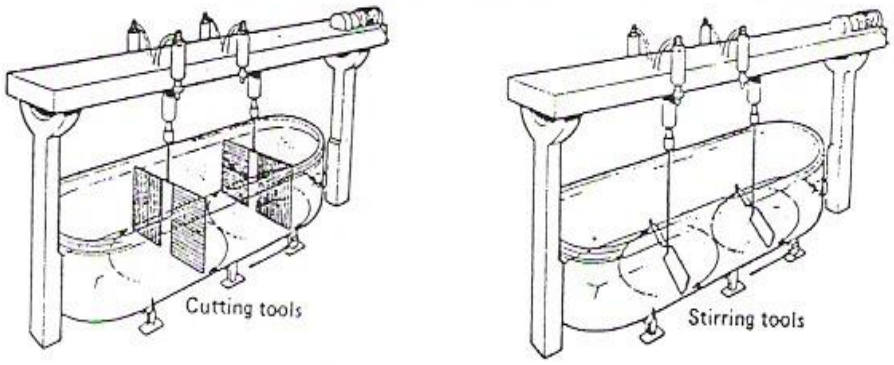
٧- أجهزة البسترة و التجنيس:

بغرض بسترة وتجنيس الحليب.

٨- بعض المواد الهامة في الصناعة:

مثل الشاش- مغارف- مقلبات- ترمومترات- المنفحة- البادئات- الملونات (صبغة الاناتو)- شمع البرافين- ملح الطعام- أدوات غسل وتعقيم الأجهزه (البخار- صودا الغسيل).

ب أ



شكل (١٥) أحواض التجبن المزودة بالمقلبات (أ) والسكاكين الطولية والعرضية (ب).

صناعة بعض أصناف الجبن

أولا :الجبن الطري الأبيض Soft white chesse

هي مجموعة من الجبن تتميز بارتفاع نسبة الرطوبة بها و من أمثلتها الجبن الدمياطي و الجبن الفيتا وجبن القشدة و جبن الكوخ أو الكوتاج.

١- الجبن الدمياطي

جبن أبيض طري منتشر في الشرق الأوسط و موطنة الأصلي مصر حيث اشتق اسمه من مدينة دمياط و يستهلك اما طازجاً أو بعد تسويته بالتخليل. وخطوات صناعته كما يلي:

١- الحليب المستعمل:

يصنع من حليب كامل الدسم بقري أو جاموسي أو خليط منهما و يجب أن يكون الحليب على درجة عالية من الجودة الميكروبية و الكيماوية.

٢- عملية التمليح:

يضاف الملح إلى الحليب و ذلك لإكساب الجبن الناتج الطعم المميز المرغوب و كذلك يعمل على وقف نشاط الميكروبات غير المرغوب فيها مثل بكتريا الكوليفورم. و يضاف الملح بنسبة ٥٪ من وزن الحليب ثم يصفى الحليب بشاش نظيف للتخلص من الشوائب الذائبة.

٣- عملية البسترة:

يسخن الحليب إلى ٦٣°م لمدة نصف ساعة (بسترة بطيئة) والى ٧٣°م لمدة ١٥ثانية (بسترة سريعة) ثم تبريد إلى ٤٠- ٤٣°م وهي درجة الحرارة التي تضاف عندها المنفحة.

٤- إضافة كلوريد الكالسيوم:

يضاف بنسبة ٠,٠٢٪ لتعويض ترسيب الكالسيوم بالبسترة.

٥- إضافة المنفحة:

يوضع الحليب في حوض التجبن المزدوج الجدران ثم تضاف إليه المنفحة بكمية تكفي لحدوث التجبن في حوالي ٣ ساعات وتتوقف هذه الكمية على قوة و درجة تركيز المنفحة و نوعها. ويجب ملحوظة ثبات درجة حرارة الحليب على ٤٠°م طول مدة التجبن، و يمكن معرفة انتهاء التجبن عن طريق انفصال الشرش على سطح الخثرة عند الضغط عليها، أو انفصال الخثرة عن جدران حوض التجبن.

٦- تعبئة الخثرة:

تعبئة الخثرة في براويز خشبية ذات ثقوب بقماش أو شاش نظيف.

٧- تصفية الخثرة:

تترك الخثرة للترشيح حوالي ٤ ساعات بعدها تضم أطراف الشاش و تربط ثم يوضع فوقها لوح خشبي ثم يوضع فوقها أثقال للمساعدة في خروج الشرش تتراوح هذه المدة من ١٢- ٤٨ ساعة.

٨- التجهيز للتسويق الطازج:

يجري رفع الاثقال و الالواح الخشبية و كذلك الإطار الخشبي و تفك الشاشة ثم يقطع الجبن إلى قطع مربعة ثم تلف في ورق و توضع بالثلاجة للاستهلاك.

٩- عملية التخليل أو التسوية:

يمكن تخليل أو تسوية الجبن الدمياطي و ذلك بوضعه في صفائح بها محلول ملحي مجهز من الشرش الناتج من التصفية و نسبة الملح به ١٢- ١٨٪ و نخزن الصفائح بعد قفلها جيدا لمدة ٣- ٦ شهور.

تصافي الجبن

ويقصد به كمية الجبن الناتج من تصنيع كمية معينة من الحليب. ويتوقف تصافي الجبن على نوع و تركيب الحليب المستعمل (تزداد كلما ازدادت نسبة الدهن) و على درجة الحرارة أثناء تصفية الخثرة و على طريقة تعبئة الخثرة. وعادة كل ١٠٠كجم حليب بقري تنتج ١٨- ٢٢ كجم جبن و ١٠٠ كجم حليب جاموسي تنتج ٢٥- ٣٠ كجم جبن. و يمكن حساب نسبة التصافي كما يلي:

$$\text{٪ التصافي} = \frac{\text{كمية الجبن الناتجة} \times ١٠٠}{\text{كمية الحليب المستعملة}}$$

حساب كمية المنفحة المضافة

يجب إجراء تجربة لحساب زمن التجبن بالثواني للمنفحة المتوفرة ويجري ذلك كما يلي:

١. يضاف ٥مل منفحة إلى ١٠٠مل ماء مقطر .

٢. يسخن ١٠٠مل حليب إلى ٣٧°م في حمام مائي ثم يضاف إليها ١٠مل منفحة ويحسب الزمن اللازم للتجبن.

$$\text{كمية المنفحة بالجرامات} = \frac{\text{٠,١× كمية الحليب المراد تصنيعه بالجرام × زمن التجبن بالثواني}}{\text{زمن التجبن المراد بالدقائق × ٦٠}}$$

مثال: ماهي كمية المنفحة اللازمة للتجبن ٣٠ كجم حليب طازج في مدة ساعتين علماً بأن الزمن اللازم للتجبن ١٠٠ مل حليب باستخدام ١٠ مل من المنفحة هو دقيقة و نصف.

$$\text{كمية المنفحة} = \frac{\text{٠,١ × ٣٠,٠٠٠ × ٩٠}}{\text{١٢٠ ×٦٠}} = \text{٣٧,٥ جم}$$

التركيب الكيماوي للجبن الدمياطي

ماء ٥٠- ٦٠٪، دهن ١٦- ٢٨٪، بروتين ١١- ١٣٪، ملح ٤- ٦٪.

٢- جبن القشدة Cream cheese

من أنواع الجبن الطرية، تصنع من القشدة أو مزيج من القشدة و الحليب الكامل وهي من الأجبان المشهورة بالولايات المتحدة الأمريكية و دول أوروبا و عادة تؤكل طازجة أي أنها لا تمر بمرحلة الإنضاح (التسوية). وتركيبه من حيث الرطوبة ٥٠- ٦٠٪ ونسبة الدهن لاتقل عن ٣٣٪ و البروتين حوالي ١٠٪ و الملح ٠,٨- ١,٢.

طريقة الصناعة:

١- تعديل الحليب:

تعديل نسبة الدهن في الحليب في حدود ١٥- ٢٠٪ باستخدام قشدة ٤٠٪ دهن.

٢- التجنيس و البسترة:

يجنس المخلوط ثم يبستر على ٦٣°م لمدة نصف ساعة ثم يبرد المخلوط إلى ١٦°م.

٣- تجبين المخلوط:

يضاف ١٪ من بادئ حمض الاكتيك إلى المخلوط ويقلب جيدا ثم يترك على درجة حرارة ١٦°م لمدة ١٨– ٢٤ساعة أو حتى يصل رقم الحموضة إلى ٤,٦.

٤- ترشيح الشرش:

تعبأ الخثرة في شاش ضيق الثقوب موضوع في أسطوانات مثقبة وتترك من ٢- ٤ ساعات ثم تقلب الخثرة مع كشط الخثرة من سطح الشاش و تترك لمدة ٢- ٤ ساعات اخرى. وتكرر عملية التقليب ثم توضع أثقال ١- ٢ كجم لكل ٥- ٧ كجم خثرة للمساعدة في خروج الشرش.

٥- التمليح:

عند وصول الخثرة للدرجة المطلوبة من الرطوبة يضاف الملح بنسبة ٢٪ ويخلط جيدا مع الخثرة ثم تترك الخثرة للترشيح.

٦- التعبئة:

تعبأ الخثرة في عبوات مناسبة من البلاستيك أو ورق غير منفذ للرطوبة و تلف جيدا و توضع في الكرتونات.

٧- التخزين:

يخزن الجبن الناتج على درجة حرارة ١- ٤°م لحين الاستهلاك ويمكن الاحتفاظ به لمدة ١- ٢ اسبوع بدون تلف تحت ظروف مبردة.

ثانيا: الجبن الحلوم Halloumi cheese

تعتبر من نوعية الجبن النصف جافة و موطنها الاصلي قبرص و منتشرة في لبنان و سوريا. و تصنع عادة من حليب الغنم و الماعز أو خليط منهما و يكون حجم القالب صغيراً ربع إلى نصف كيلو جرام ويكون نسبة الدهن بها حوالي ٢١٪ و نسبة الرطوبة حوالي ٤٨٪ وعادة تؤكل إما طازجة أو بعد تسويتها.

طريقة الصناعة:

١- يوضع الحليب الخام في حوض التجبن ثم يسخن إلى درجة حرارة ٣٠- ٣٤°م ثم تضاف كمية من المنفحة تكفي لحدوث التجبن في ٤٠- ٤٥ دقيقة.

٢- تقطع الخثرة المتكونة إلى مكعبات صغيرة تتراوح بين ٢- ٤ سم بواسطة السكاكين الامريكية طولية و عرضية و ذلك للمساعدة في خروج الشرش.

٣- تقلب مكعبات الخثرة باحتراس شديد في الشرش مع رفع درجة الحرارة إلى ٣٨- ٤٠°م بإمرار ماء ساخن في جدار حوض التجبن. وبعد وصول حرارة الشرش إلى ٤٠°م تقلب الخثرة لمدة ٢٠ دقيقة.

٤- تترك الخثرة لترسب في قاع الحوض و تتشكل على هيئة كتل أسطوانية ويزال أكبر قدر ممكن من الشرش من فوق الخثرة (يحفظ الشرش لاستعماله بعد ذلك) ثم يضغط على الخثرة باليد لمساعدة

التصاقها ببعض ثم تقطع إلى قطع كبيرة (١٠كجم) وتنقل كل قطعة إلى شاشة كبيرة نظيفة و تكبس حتى انقطاع خروج الشرش.

٥- أثناء فترة كبس الخثرة يعامل الشرش الناتج من تصفية الخثرة بواسطة تسخينه إلى ٩٠°م مع كشط البروتينات التي تتكون على السطح ثم يصفى الشرش.

٦- تقطع الخثرة بعد عملية الكبس إلى قطع صغيرة (٥ × ١٥ ×١٠ سم) و تغمر في الشرش المسخن من قبل و تترك لمدة ٤٠- ٨٠ دقيقة مع تحريك القطع حتى تصبح الخثرة ذات تركيب مطاطي و تشبه صدر الدجاج المطبوخ. و في نهاية هذه المرحلة تطفو قطع الخثرة على سطح الشرش.

٧- تبرد قطع الخثرة لمدة ١٥- ٢٠ دقيقة ثم ينشر الملح الناعم بنسبة ٥٪ على قوالب الخثرة و تترك لمدة ٢– ٤ ساعات مع التقليب للمساعدة على تبريد الخثرة.

٨- توضع القوالب في عبوات من الصفيح المحتوية على محلول ملحي ٣٠٪ و تخزن في حجرات مبردة لحين الاستهلاك.

ثالثا: جبن الجودا Guda cheese

نشأت صناعة هذا النوع من الجبن في هولندا ومنها انتشر في أقطار عديدة، و يصنع إما على صورة نصف جافة أو جافة و يكون على هيئة أقراص يتراوح وزن القرص من ٦٠٠ جم إلى ٢٠ كجم، وتكون الأقراص مغلفة بطبقة من شمع البرافين ذي اللون الأصفر، و يشترط في صناعة الجبن الجودا استخدام حليب بقري طازج على درجة عالية من الجودة و النظافة الميكروبية.

طريقة الصناعة:

١- يبستر الحليب الكامل المعدل (٤٠٪ دهن) على درجة حرارة ٧٢°م لمدة ١٥ ثانية ثم يبرد الى٣١°م.

٢- يضاف كلوريد الكالسيوم بنسبة ٠,٠٢٪ و كمية من صبغة الاناتو لإعطاء الجبن اللون الأصفر الفاتح (١- ٤ مل اناتو لكل ١٠٠ لتر حليب).

٣- يضاف البادئ بنسبة ١- ١,٥٪ من وزن الحليب و يتكون البادئ من *Streptococcus lactis* و *Leuconostoc cremoris* ويقلب جيدا لمدة ٥- ١٠ دقائق.

٤- تضاف المنفحة بحيث تتم عملية التجبن في خلال ٢٥- ٣٠ دقيقة على حرارة ٢٨- ٣٠ °م و حموضة ٠,١٩- ٠,٢ ٪.

٥- تقطع الخثرة إلى مكعبات صغيرة (٠,٥- ١,٥سم) بواسطة السكاكين الطولية و العرضية ثم تقلب مكعبات الخثرة في الشرش لمدة ٢٠- ٣٠ دقيقة ثم يتم التخلص من حوالي ٣٠٪ من الشرش.

٦- تغسل الخثرة بماء نظيف درجة حرارته لا تزيد عن ٨٠°م و يضاف الماء ببطء في الحوض بينما تقلب الخثرة باحتراس عندما تصل درجة حرارة الخثرة إلى ٣٦- ٣٨°م توقف إضافة الماء ثم تقلب الخثرة لمدة ٢٠- ٣٠ دقيقة وحتى تتصلب مكعبات الخثرة بدرجة كافية.

٧- يصفى الشرش و تعبأ الخثرة في قوالب مصنوعة من الحديد غير قابل للصدأ و المبطنة بشاش نظيف.

٨- تكبس القوالب بواسطة مكبس خاص تحت ضغط مستمر يعادل ٧- ٨ مرة وزن الخثرة المعبأة و ذلك لمدة ساعتين ثم يغير الشاش و يقلب الجبن و يعاد إلى المكبس لمدة ساعتين وهكذا.

٩- بعد تمام الكبس- الذي يستغرق عادة من ٤- ١٢ ساعة حسب حجم القرص- ينزع الشاش و يملح الجبن بغمر الأقراص في محلول ملحي ٢٠ ٪ على درجة حرارة ١٥°م و لمدة ٣- ٥ أيام و تقلب الأقراص يوميا لضمان غمرها بالمحلول الملحي.

١٠- بعد انتهاء عملية التمليح يجفف سطح الجبن بقماش نظيف و تترك الأقراص لإتمام الجفاف لمدة ٢- ٣ ايام في حجرة جيده التهوية و درجة حرارتها ١٥°م ثم تشمع الأقراص بواسطة غمرها في شمع البرافين الساخن ذي اللون الأصفر أو الأحمر.

١١- تنقل الأقراص المشمعة إلى حجرة التسوية على درجة حرارة ١٥°م و الرطوبة النسبية ٨٥- ٩٠٪ حيث تقلب يوميا في الأسبوع الأول ثم مرة في كل أسبوع بعد ذلك حتى يتم نضج الجبن من ٦- ٨ اسابيع. اثناء مرحلة النضج يجب ان تكون الأرفف جافة و إذا ظهر على الجبن بعد ٢- ٣ أسابيع فطر بلون أخضر أو أسود يجب غسل الجبن بماء دافئ.

١٢- تخزن الاقراص على درجة حرارة ١٠°م لحين الاستهلاك.

تصافي جبن الجودا:

كل ١٠٠ كجم حليب بقري كامل (٤٪ دهن) تعطى١٢,٥ كجم جبناً.

مواصفات جبن الجودا:

يتميز جبن الجودا باللون الأصفر الفاتح و القوام الصلب المرن مع وجود عيون صغيرة موزعة بداخل الجبن و ذو نكهة خاصة ولكنها ليست حامضية و متوسط تركيبه الكيماوي هو: ٤٠- ٤٥٪ رطوبة، ٢٦- ٣١٪ دهن، ٢٥- ٢٨٪ بروتين، ١,٥- ٢٪ ملح.

الباب التاسع : الحليب المكثف والمجفف

تجرى عمليات تكثيف وتجفيف الحليب بغرض حفظ الحليب لمدة طويلة بحيث يمكن تسويق الزائد من إنتاج الحليب في فصل معين لسد الحاجة عند نقصه في فصل آخر، وفي مناطق أخرى بالإضافة إلى سهولة نقله وتوزيعه وحفظه.

أساس صناعة هذه المنتجات اللبنية هو تبخير نسبة معينة مما يحتويه الحليب من ماء فنحصل على ما يسمى بالحليب المكثف (المركز) وقد يضاف إليه سكر القصب فنحصل على ما يسمى بالحليب المكثف المحلى، أو قد يعقم بدون إضافة سكر فيسمى حينئذ بالحليب المكثف أو المبخر، هذا وإذا تم التخلص من معظم الماء في الحليب الخام فنحصل على الحليب المجفف أو بودرة الحليب٠

وهناك عمليات عامة وهي تشمل استلام الحليب وتنقيته وتبريده وإجراء التعديل اللازم لمكوناته٠ فيجب أن يكون الحليب المستعمل طازجاً وخالياً تماما من عيوب الطعم والرائحة والتركيب، ناتجاً من حيوانات سليمة ولا تزيد نسبة الحموضة بالحليب عن ٠,٢ ٪ وعادة تجرى اختبارات خاصة للتأكد من صلاحية الحليب ومدى تحمله للمعاملات الحرارية أثناء التصنيع مثل اختبار التجبن بالغليان أو اختبار الكحول.

والجدول التالي (٧) يوضح فيه التركيب الكيمائي للألبان المكثفة والمجففة.

جدول (٧) التركيب الكيماوي للألبان المكثفة والمجففة ٠

اسم الناتج	٪ الدهن	٪ البروتين	٪اللاكتوز	٪ ماء	٪ السكروز
حليب فرز مكثف محلى	٠,١٥	١٠,٥	١٥,٥	٢٧	٤٢
حليب كامل مكثف محلى	٨,٥	٨,١	١٠,١	٢٨	٤٢
حليب مبخر	٧,٥	٧,٠	١٠,٠	٧٤,٥	- -
حليب مجفف فرز	١	٣٦	٥٢,٥	٣	- -
حليب مجفف كامل	٢٧,٢	٢٥,٦	٣٨,٤	٣	- -

الحليب المكثف

طرق التكثيف

تتم عملية تكثيف الحليب في وحدات تحت تفريغ حيث يتم غليان الحليب على درجة حرارة منخفضة (٥٥ ^{o}م) والغرض من ذلك هو:

١- الاقتصاد في نفقات التسخين٠

٢- الإسراع في عملية تبخير الماء٠

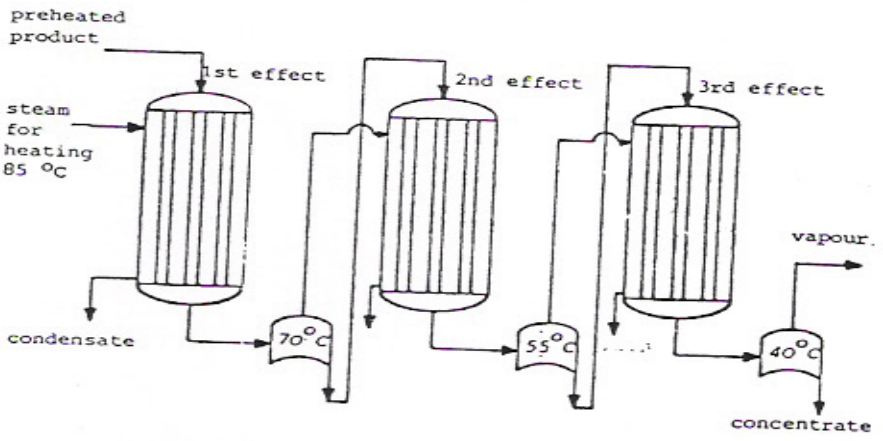
٣- المحافظة على مكونات الحليب وقيمته الغذائية وذلك بتكثيف الحليب على درجة حرارة منخفضة٠ وتتم عمليه التكثيف بواسطة أجهزة التكثيف ومنها نوعان:

١- أجهزة تكثيف غير مستمرة:

وهي عبارة عن وعاء من الحديد غير قابل للصدأ يوضع به الحليب المراد تكثيفه تحت تفريغ حيث يسخن بواسطة إمرار بخار ماء في أنابيب داخل الوعاء ويستعمل هذا الجهاز على نطاق ضيق عندما تكون كمية الحليب المراد تكثيفها قليلة٠

٢- أجهزة التكثيف المستمرة متعددة الوحدات:

حيث يتكون الجهاز من وحدتين أو أكثر من وحدات التفريغ (عادة ٣ وحدات) وبهذا تصبح عملية التكثيف أكثر اقتصادية حيث يستعمل البخار الناتج من الوحدة الأولى في تسخين الوحدة الثانية والبخار الناتج من الوحدة الثانية في تسخين الوحدة الثالثة (شكل ١٦).



شكل (١٦) رسم تخطيطي لجهاز التكثيف ذي الثلاث مراحل.

صناعة الحليب المكثف المحلى

تعتبر إضافة السكر لهذا المنتج وسيلة الحفظ الأساسية في صناعته، وذلك بدون الحاجة إلى تعقيمه، فوجود السكر يرفع من الضغط الأسموزي للوسط المائي وبالتالي إعاقة نمو الميكروبات، ويضاف السكر عادة بنسبه ٤٠- ٤٥ ٪ وفيما يلي أهم هذه الخطوات:

١- التسخين الابتدائي:

يسخن الحليب إلى درجة حرارة ١١٠- ١١٥ °م لعدة ثوانٍ وتجري هذه العملية بغرض:

١- تثبيط عمل الأنزيمات والقضاء على معظم الميكروبات٠

٢- تسهيل إذابة السكروز المضاف قبل دخول الحليب للمكثف٠

٣- طرد الغازات من الحليب وعدم تكوين رغوة أثناء التكثيف٠

٤- زيادة ثبات البروتين ضد الحرارة والتخزين.

٢- إضافة السكر:

ينقل الحليب بعد التسخين الابتدائي إلى خزانات خاصة يتم فيها إضافة سكر السكروز والذي عادة ما يضاف في صورة محلول مركز معقم بتركيز ٧٠ ٪ من السكر النقي الخالي من الشوائب تماما٠ يضاف بمعدل ١٧ كجم سكر لكل ١٠٠ كجم حليب خام.

٣- التكثيف:

يمر الحليب بعد إضافة السكر إلى جهاز التكثيف حيث يتم تكثيفه تحت تفريغ على حرارة ٤٠- ٥٣ °م وتتوقف فترة التكثيف على نوع الجهاز المستعمل. وعادة يركز الحليب بالتكثيف إلى ٢,٥- ٢,٦ مرة٠

٤- التبريد:

تعتبر من أدق مراحل صناعة الحليب المكثف المحلى فالتحكم فيها يمنع ظهور عيب الطعم الرملي في الناتج٠فعند خروج الحليب من أجهزة التكثيف يوجد سكر الحليب على صورة محلول فوق مشبع ولكن سرعان ما تختفي هذه الصورة نتيجة لتكوين بلورات اللاكتوز. وإذا أجريت عملية التبريد ببطء تتكون بلورات لاكتوز كبيرة الحجم وبالتالي يظهر عيب الطعم الرملي في الحليب المكثف المحلى، ولتجنب ظهور هذا العيب يجب أن تكون البلورات المتكونة صغيرة الحجم بحيث لا يشعر بها المستهلك عند تناول الحليب. ويمكن الوصول إلى ذلك عن طريق التحكم في عملية التبريد بأن تجرى بسرعة جدا بمجرد خروج الحليب من أجهزة التكثيف بحيث تنخفض درجة الحرارة إلى ٣٠ °م وهي الدرجة المثلى لتبلور سكر اللاكتوز، وللمساعدة في سرعة تكون البلورات تضاف كمية قليلة من سكر اللاكتوز. وتتم عملية التبريد في وعاء مزدوج الجدران مزود بمقلبات للمساعدة على سرعة انخفاض درجة حرارة الحليب والتوزيع المتجانس لبلورات اللاكتوز.

٥- التعبئة:

تتم تعبئة الحليب المكثف المحلى أوتوماتيكيا في علب من الصفيح ويتم غلقها بإحكام ثم تخزن على حرارة ١٠ °م لحين التوزيع والاستهلاك٠

عيوب الحليب المكثف المحلى

١- **عيوب كيماوية وطبيعية:** وأهمها الطعم و الملمس الرملي وزيادة اللزوجة وانفصال الدهن وظهور نكهات غريبة.

٢- **عيوب ميكروبيولوجية:** وأهمها وجود نموات فطرية في صورة زرايـر على سطح العبوات، والانتفاخ الغازي ويسبب ذلك تخمرات ميكروبية نتيجة التلوث بالخميرة٠

صناعة الحليب المكثف المعقم (المبخر)

يشبه الحليب المكثف المعقم المحلى في طريقة التكثيف ولكن لا يضاف له سكروز كمادة حافظة، لذلك يجب تعقيمه بعد تكثيفه وتعبئته حتى لا يحدث أي تغيرات كيماوية وطبيعية في مكوناته أثناء تداوله واستهلاكه، وفيما يلي أهم هذه الخطوات:

١- عملية التجنيس:

بعد إجراء المعاملات الأولية للحليب والتسخين الابتدائي والتكثيف يتم تجنيس الحليب المكثف بغرض تفتيت حبيبات الدهن ومنع انفصالها وتجمعها على السطح وضمان تجانس الناتج، وعادة يتم التجنيس على مرحلتين الأولى تحت ضغط ٢٥٠٠ رطل/ بوصة ^{٢} والثانية تحت ضغط ٥٠٠ رطل/ بوصة ^{٢}.

٢- التبريد:

يبرد الحليب بعد التجنيس مباشرة إلى ٨ ^{o}م وذلك في معزل عن الهواء لمنع التلوث الميكروبي٠

٣- إضافة المثبتات:

تضاف بعض الأملاح التي تزيد من ثبات البروتين ضد الحرارة أثناء عملية التعقيم ومن هذه الأملاح سترات أو فوسفات الصوديوم٠

٤- التعبئة:

تتم أوتوماتيكيا في علب من الصفيح والتي تقفل بإحكام بواسطة ماكينة القفل ويمكن التأكد من كفاءة عملية القفل بوضع العلب في ماء ساخن حرارته ٨٠ ^{o}م.

٥- التعقيم:

تجرى عادة باستعمال بخار ساخن تحت ضغط وذلك في أجهزة تعقيم خاصة والتي قد يتسع الواحد منها إلى أكثر من ٢٠٠٠ علبة. وتوضع العلب في إطارات متصلة بسير متحرك يعمل على رج محتويات العلب أثناء عمليه التعقيم مما يساعد على وصول الحرارة إلى داخل العلب٠ وعادة يتم التعقيم لمدة ٢٠ دقيقة على درجة حرارة ١١٥ ^{o}م٠

٦- التبريد:

تتم إما في أحواض خاصة مزودة بماء بارد أو تتم في نفس أجهزة التعقيم بعد سحب بخار الماء منها وغمر العبوات بماء بارد مع استمرار تحريكها وذلك لسرعة تبريدها٠ وتبرد العلب إلى درجة حرارة أقل من ٢٠ ^{o}م.

٧- التخزين:

تحفظ العلب لمدة تتراوح بين ٢- ٣ أسابيع على درجة حرارة ٢٥– ٢٧ °م وذلك لملاحظة حدوث أي تغيرات غير مرغوبة نتيجة تخمرات غازية داخل العلب٠ ويمكن معرفة ذلك بانتفاخ العلبة والتأكد من ذلك بالتحليلات الميكروبية٠

عيوب الحليب المكثف المعقم

١- **عيوب كيماوية وطبيعية:** أهمها التجبن الحراري، انفصال الدهن تكوين اللون البني الناتج عن تخزين العلب على حرارة أعلى من ٤٠ °م.

٢- **عيوب ميكروبيولوجية:** أهمها الانتفاخ الغازي، التجبن البكتيري، الطعم المر ويكون سببها هو التلوث الميكروبي أثناء الصناعة أو لعدم كفاءة المعاملات الحرارة المستخدمة٠

استعمالات الحليب المكثف

يستعمل الحليب المكثف في أغراض عديدة منها:

١- صناعة المثلوجات اللبنية والشيكولاته والحلويات٠

٢- صناعة العجائن والخبيز وعديد من الأغراض المنزلية٠

٣- تغذية الأطفال والكبار٠

الحليب المجفف

الحليب المجفف هو ناتج لبني يتم تركيز المواد الصلبة به بتبخير معظم محتواه من الماء ويجب أن لا تزيد نسبة الرطوبة به عن ٢– ٥ ٪٠ ويوجد الحليب المجفف على عدة صور فقد يكون حليباً مجففاً كامل الدسم أو نصف دسم أو حليباً مجففاً فرزاً٠

ويجب أن يكون الحليب الخام المستعمل في التجفيف جيد الصفات وخالٍ من الشوائب وأجريت له عملية تعديل في مكوناته بحيث يوافق المواصفات القانونية٠

طرق تجفيف الحليب

أكثر الطرق شيوعا هي التي تعتمد على تبخير الماء بواسطة التسخين ومن هذه الطرق:

١- طريقة التجفيف بالأسطوانات

تتكون وحدة التجفيف من أسطوانتين قريبتين من بعضهما يدوران في اتجاه عكسي ويسخنان من الداخل بالبخار المضغوط (١٣٠- ١٥٠ °م) أو قد تستخدم أسطوانة واحدة كما هو موضح بالشكل رقم (١٧ أ) وينزل الحليب بتأثير ثقله من خزان علوي في المسافة بين الأسطوانتين بطريقة منتظمة، وبالتالي يتكون غشاء رقيق على سطح الأسطوانتين سرعان ما يجف أثناء دوران الأسطوانتين ثم يتم كشط

الغشاء من عليهما بواسطة سكاكين خاصة مثبتة على طرفي الأسطوانتين من الخارج٠ ويتم سحب البخار المتكون بواسطة مضخة سحب مثبتة أعلى وحدة التجفيف٠ وتتم عملية التجفيف تحت تفريغ مما يساعد على سرعة تبخير الماء واستعمال درجات حرارة تسخين أقل٠

مميزات طريقة التجفيف بالأسطوانات

أ- اقتصادية حيث إنه يلزم ١,٣ كجم بخار لتبخير ١ كجم ماء من الحليب٠

ب- استخدام الحرارة العالية يساعد على قتل الميكروبات في الحليب٠

عيوب طريقة التجفيف بالأسطوانات

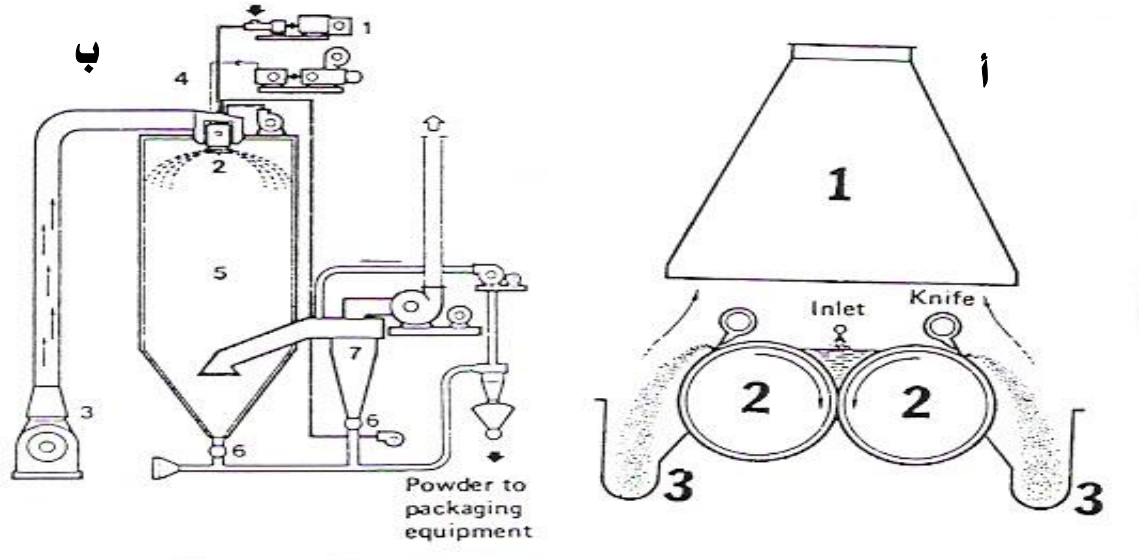
أ- تنتج حليباً جافاً أقل جودة نتيجة للتغيرات التي تحد ث في البروتين بارتفاع درجة الحرارة٠

ب- تكون قابلية ذوبان الحليب المجفف أقل (حوالي ٨٥ ٪) بالمقارنة بالطرق الأخرى٠

٢- طريقة التجفيف بالرذاذ:

تعتمد على أساس رش الحليب على صورة رذاذ دقيق جدا بحيث يشبه الضباب وذلك في وجود تيارات من الهواء الساخن٠ وتؤدي عملية الرش هذه إلى زيادة الأسطح المعرضة من الحليب بصورة كبيرة والتي تتعرض لتيارات الهواء الساخن مما يسرع من عملية تبخير الماء وبالتالي عملية التجفيف، ثم تسقط جزئيات الحليب في قاع برج التجفيف على صورة حبيبات دقيقة (شكل ١٧ ب).

تمتاز هذه الطريقة في إنتاج حليب مجفف جيد الصفات وسريع الذوبان في الماء بالمقارنة بالطريقة السابقة ولكن من عيوبها أنها أكثر تكلفة حيث إنه يلزم ٢,٥ كجم بخار لتبخير ١ كجم ماء من الحليب



شكل (١٧) رسم تخطيطي لجهازي التجفيف بالأسطوانات (أ) والتجفيف بالرذاذ (ب).

خطوات صناعة الحليب المجفف

١- إجراء الاختبارات اللازمة لنتأكد من صلاحية الحليب للتجفيف٠
٢- ترشيح وتنقية وتعديل مكونات الحليب٠
٣- التسخين الابتدائي ١١٠ – ١٢٠ ^{o}م لمدة ثوانٍ٠
٤- تكثيف الحليب إلى ٣٠ – ٤٠ ٪ جوامد صلبة كلية٠
٥- تجفيف الحليب المكثف (طريقة الأسطوانات أو طريقة الرذاذ)٠
٦- طحن ونخل الحليب المجفف٠
٧- تعبئة الحليب المجفف في عبوات من البلاستك أو المعدن وفي وجود غازات خاملة مثل النيتروجين أو ثاني أكسيد الكربون لمنع أكسدة الدهن أثناء التخزين

عيوب الحليب المجفف

١- **صعوبة الذوبان:** ويتوقف على طريقة التجفيف وصفات الحليب الخام ونسبة الرطوبة في الحليب المجفف ودرجة التخزين.
٢- **الطعم المتزنخ:** ينتج من تحليل الدهن بفعل أنزيم الليبيز ويرجع ذلك لقصور في التسخين الابتدائي.
٣- **الطعم الشحمي (المؤكسد):** ينتج من أكسدة الدهن أثناء التخزين ويساعد على ذلك ارتفاع رطوبة الحليب المجفف وارتفاع حرارة التخزين وعدم وجود غاز خامل في العبوة٠
٤- **اللون البني:** يجب أن يكون لون الحليب المجفف أبيض قشدي وقد يتغير اللون نتيجة طول فترة التخزين مع ارتفاع نسبة الرطوبة ودرجة حرارة التخزين٠

استعمالات الحليب المجفف

١- يستعمل كبديل للحليب الطازج وذلك في المناطق التي يندر فيها إنتاج الحليب الطازج٠
٢- يستعمل في تغذية الرضع بعد تجهيزه بطرق تناسب احتياجات الطفل٠
٣- يستعمل في صناعة الحلويات والشيكولاته والمثلوجات اللبنية والجبن واللبن الزبادي والخبز وعديد من الأغراض المنزلية٠

الباب العاشر: المثلوجات اللبنية

يمكن تعريف المثلوجات اللبنية بصورة عامة بأنها منتجات الألبان التي يدخل في تصنيعها الحليب ومنتجاته إضافة إلى السكر ومواد مثبتة ومستحلبة ومواد نكهة، وتهيأ على شكل مزيج يجمد بالتبريد والتحريك مع ضخ هواء أثناء عملية التجميد٠

تصنيف المثلوجات اللبنية

١- **الآيس كريم** Ice cream

ناتج مجمد مصنوع من الحليب ومنتجاته والسكر ومواد النكهة والمثبت والمستحلب ولا تقل نسبة الدهن به عن ٨٪٠ وتتعدد أنواع الآيس كريم بتعدد مواد النكهة المستعملة مثلا آيس كريم بالفانيليا وآيس كريم بالشكولاته وآيس كريم بالفاكهة وآيس كريم بالمكسرات ٠٠٠٠ وغيرها ٠ وقد يستهلك الآيس كريم في صورة طرية بعد التجميد مباشرة أو في صورة صلبة بعد التجميد والتصليب ٠

٢- **الحليب المجمد** Ice milk

ناتج لبني يشابه الآيس كريم ولكنه يحتوي على نسبة منخفضة من الدهن لا تزيد عن ٤ ٪ ومواد صلبة لا دهنية ١٢- ١٤ ٪ وسكر ١٤ –١٨ ٪ ومواد مثبتة ٠,٤٪ .

٣- **الشربت** Sherbet

يحتوي على نسبة من الدهن والجوامد الصلبة اللادهنية أقل من الحليب المجمد ولكنه يحتوي على نسبة عالية من مواد النكهة والسكر ٢٥ – ٣٥ ٪ ويضاف له حامض الستريك٠

تركيب الآيس كريم ومصادر مكوناته

يختلف تركيب الآيس كريم باختلاف أنواعها ولكنه في كل الأحوال يجب ألا تقل نسبة الدهن فيها عن ٨ ٪ ٠ والاختلافات العادية في الآيس كريم يمكن تمثيلها كما يلي:

المكونات	المدى	آيس كريم تجاري
الدهن	٨- ١٦٪	١٠٪
المواد الصلبة غير الدهنية	٩- ١٢٪	١٠- ١١٪
السكر	١٣- ١٨٪	١٣- ١٥٪
المثبت	٠,٢- ٠,٥٪	٠,٣- ٠,٥٪
مستحلب (صفار البيض)	٠,١- ٠,٣٪	٠,١- ٠,٢٪

وهناك مزيج جاف لتصنيع الآيس كريم يحتوي على كل المكونات ماعدا الماء٠ ومن فوائد استعمال هذا المزيج سهولة نقله واستعماله حيث لا يتوفر الحليب والقشدة الطازجين، ويساعد دهن الحليب على إعطاء

الطعم الدسم للآيس كريم ويحسن قوامه٠ وتعتبر القشدة والزبد من أهم مصادر الدهن في صناعة الآيس كريم بالإضافة إلى الحليب المجفف الكامل والحليب المكثف٠ أما المواد الصلبة غير الدهنية فتساعد على تحسين الطعم والقوام الناتج إضافة إلى قيمتها الغذائية٠ ومن أهم مصادر المواد الصلبة غير الدهنية الحليب الفرز المجفف والمكثف والطازج٠

يضاف السكر إلى الآيس كريم بغرض الحلاوة وخفض درجة التجميد للمخلوط ويعتبر سكر القصب والبنجر من أهم مصادره بالإضافة إلى سكر الذرة (الجلوكوز)٠ وتقوم المواد المثبتة بتحسين قوام الآيس كريم حيث إنها تعمل على منع انفصال الماء بتكوين ما يشبه الجيل الذي يمنع تكون بللورات ثلجية كبيرة. ومن المواد المثبتة المستخدمة الجيلاتين والجينات الصوديوم والبكتين٠ بينما تقوم المواد المستحلبة بمنع انفصال الدهن وتساعد على توزيعه بصورة متجانسه ومن هذه المواد صفار البيض والجليسريدات الأحادية والثنائية والفوسفولبيدات٠ عموما يمكن صناعة مثلوج لبني متوسط الجودة يحتوي على ١٤ ٪ دهن و ٩,٥ ٪ جوامد صلبة لا دهنية من المكونات التالية:

مخلوط (أ)	مخلوط (ب)
٣٠ كجم قشدة ٤٠ ٪ دهن	٣٥ كجم قشدة ٤٠ ٪ دهن
٥٠,٨ كجم حليب ٣,٥ دهن	٣٦,٤ كجم حليب فرز
١٥ كجم سكر	١٥ كجم سكر
٣,٦ كجم حليب فرز مجفف	١٣ كجم حليب فرز مكثف
٠,٣ كجم صفار بيض	٠,٣ كجم صفار بيض
٠,٣ كجم جيلاتين	٠,٣ كجم جيلاتين
١٠٠ كجم	١٠٠ كجم

خطوات صناعة الآيس كريم

١- تحضير المخلوط وتجهيزه:

بعد حساب كميات مكونات مخلوط الآيس كريم توضع في حوض مزدوج الجدران وترفع درجة الحرارة إلى ٤٤ °م ثم يضاف السكر مع بقية المكونات الصلبة (الجيلاتين والحليب المجفف) وتقلب جيدا٠ ثم يبستر المخلوط على درجة حرارة ٧١- ٧٢°م لمدة نصف ساعة وبعد البسترة تجرى عملية التجنيس بضخ المخلوط تحت ضغط ١٥٠٠- ٣٠٠٠ رطل/ بوصة^{٢} خلال مجنس، ثم يمرر المخلوط على مبرد سطحي لخفض درجة الحرارة إلى ٢- ٤°م حيث يخزن على هذه الدرجة لفترة تتراوح بين ٤- ٢٤

ساعة، وتسمى بفترة التعتيق، والغرض منها زيادة لزوجة المخلوط مما يسرع من عملية التجميد وتحسين قوام الآيس كريم.

٢- تجميد المخلوط:

يتم تجميد المخلوط إما بالمجمدات البطيئة أو المجمدات المستمرة٠ ففي حالة المجمدات البطيئة يستعمل الأمونيا أو غاز الفريون كوسط للتبريد خارج أسطوانة في داخلها كاشطات لإزالة المتجمد من المنتج من على السطح الداخلي للأسطوانة ويوجد بداخل الأسطوانة أيضا مضرب يدور بسرعة لضخ الهواء٠(شكل ١٨) عادة تتم عملية التجميد في مدة ٧- ٨ دقائق وعلى درجة حرارة بين – ٠,٥ و –٦ °م٠ أما في حالة استعمال المجمد المستمر فهناك سيل مستمر من المخلوط والهواء إلى وحدة التجميد على درجة حرارة التجميد (- ٦ °م) وتتم عملية التجميد خلال ٢٥ ثانية٠ إن التجميد السريع يعطي ناتجاً ناعم القوام بسبب البلورات الثلجية الصغيرة المتكونة٠

وعادة تضاف مواد النكهة قبل أو أثناء عملية التجميد أما الفواكه والمكسرات فعادة تضاف عندما يكون المخلوط قد تجمد جزئيا وذلك للتأكد من تمام توزيعها في المثلوج٠

شكل (١٨) صورة لجهاز تصنيع الأيس كريم

الريع

يعرف بأنه الزيادة في حجم المخلوط بسبب ضخ الهواء خلال عملية التجميد ، ويعبر عنه بنسبة مئوية٠ ويجب أن تكون في حدود ٨٠- ١٠٠ ٪ ويمكن حساب الريع بإحدى الطريقتين:

١- الطريقة الحجمية:

$$\text{٪ للريع} = \frac{\text{حجم وزن معين من الأيس كريم} - \text{حجم نفس الوزن من المخلوط}}{\text{حجم نفس الوزن من المخلوط}} \times ١٠٠$$

٢- الطريقة الوزنية:

$$\text{٪ للريع} = \frac{\text{وزن حجم معين من المخلوط} - \text{وزن نفس الحجم من الأيس كريم}}{\text{وزن نفس الحجم من الأأيس كريم}} \times ١٠٠$$

معاملة الناتج المتجمد

عندما لا يستهلك الآيس كريم من ماكينة التجميد مباشرة ، أي في صورة طرية ، يجرى لها عملية تصليب بعد تعبئتها في العبوات الملائمة في غرفة على درجة حرارة -٢٩ إلى -٤٥ °م أو تمرر العبوات على حزام ناقل خلال نفق به تيار سريع من الهواء البارد حيث يتصلب الآيس كريم بسرعة٠ ثم بعد ذلك تنقل العبوات إلى حجرات التخزين على – ٢٦ °م لحين التوزيع والاستهلاك ٠

القيمة الغذائية للآيس كريم

١- يعتبر مادة غذائية مركزة لاحتوائه على نسبة عالية من الجوامد الصلبة الكلية٠
٢- مصدر مركز للطاقة لما يحتويه من نسبة عالية من السكر والدهن.
٣- مادة غذائية سهلة الهضم نسبيا بسبب المعاملات التصنيعية المختلفة.
٤- وجود مواد النكهة تساعد على إفراز العصارات الهضمية التي تسهل عملية الهضم٠
٥- يقبل عليه المستهلك بكثرة بسبب طعمه اللذيذ والمستحب.

أسئلة على الوحدة الأولى

اجب عن الأسئلة الآتية :

١- اذكر أسباب تطور صناعة الألبان في العالم.

٢- اذكر المشاكل التي تواجه قطاع إنتاج وتصنيع الألبان بالمملكة.

٣- اذكر صفات الحليب النظيف.

٤- اكلم عن الاحتياطات الواجب مراعاتها عند نقل الحليب.

٥- عرف كلاً مما يأتي: الحليب الخام- الحليب الفرز- القشدة- الشرش- السرسوب.

٦- تكلم عن أقسام بروتين الحليب.

٧- اذكر الأسباب التي تجعل الحليب غذاء أساسيا للكبار والصغار.

٨- تكلم عن نظريات تجنيس الحليب.

٩- ناقش العوامل التي تؤثر على كفاءة عملية التجنيس.

١٠- اذكر مميزات وعيوب تجنيس الحليب.

١١- اذكر طرق بسترة الحليب مع ذاكر درجة الحرارة والزمن المستخدمان مع كل طريقة.

١٢- اذكر فوائد بسترة الحليب، مع ذكر تأثيرها على صفات الحليب.

١٣- تكلم عن العوامل التي تؤثر على كفاءة بسترة الحليب.

١٤- اذكر الفرق بين غليان وبسترة الحليب.

١٥- اذكر الفرق بين بسترة وتعقيم الحليب

١٦- اذكر فوائد تعقيم الحليب.

١٧- اذكر أهم التغيرات التي تحدث للحليب كنتيجة للتعقيم البطيء.

١٨- تكلم عن مميزات الحليب المعقم بالحرارة فوق العالية.

١٩- اذكر صفات البادئ الجيد والعوامل التي تؤدي إلى ضعفه.

٢٠- ارسم رسما تخطيطيا يوضح فيه خطوات تحضير البادئ- صناعة الزبادي- صناعة اللبن- صناعة اللبنة- صناعة الجبن الدمياطي- صناعة الزبد.

٢١- تكلم عن أنواع القشدة.

٢٢- اذكر القيمة الغذائية للقشدة.

٢٣- تكلم عن العوامل المؤثرة على تكوين طبقة القشدة في الشوالي.

٢٤- اذكر عيوب طريقة إنتاج القشدة بالطريقة البلدية.

٢٥- اذكر طرق صناعة الزبد.

٢٦- ما هي صفات الزبد الجيد والعيوب التي تظهر بها.

٢٧- اذكر طرق صناعة السمن مع شرح إحداها.

٢٨- ما هي صفات السمن الجيد.

٢٩- اذكر القيمة الغذائية للألبان المتخمرة.

٣٠- ما هي صفات اللبن الزبادي الجيد.

٣١- ما هي أقسام الجبن حسب محتواها من الرطوبة مع ذكر أمثلة.

٣٢- اذكر طرق التجبن المستخدمة في صناعة الجبن المختلفة مع ذكر أمثلة.

٣٣- ما هي عوامل إنجاح صناعة الجبن.

٣٤- اذكر أهمية التسخين الابتدائي للحليب عند صناعة الحليب المكثف المحلى.

٣٥- اذكر عيوب كل من الحليب المكثف المحلى والحليب المكثف المعقم.

٣٦- اذكر طرق تجفيف الحليب مع ذكر مميزات وعيوب إحدى هذه الطرق.

٣٧- تكلم عن عيوب الحليب المجفف.

٣٨- اذكر أهم أصناف المثلوجات اللبنية الشائعة.

٣٩- اذكر خطوات صناعة الأيس كريم موضحا أهمية إجراء تعتيق مخلوط الآيس كريم.

٤٠- تكلم عن القيمة الغذائية للآيس كريم.

تصنيع غذائي - ٢

تصنيع الحبوب ومنتجاتها

الوحدة الثانية : تصنيع الحبوب ومنتجاتها

الجدارة: التعرف على مكونات الحبوب وقيمتها الغذائية وكيفية تصنيع منتجاتها.

الأهداف: أن يتعرف المتدرب على خطوات تصنيع منتجات الحبوب المختلفة وكذلك تأثير المعاملات التصنيعية على جودة المنتج.النهائي.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ١٥ ساعة

الوسائل المساعدة:

- بعض الكتب والمراجع.
- جهاز عرض باستخدام الحاسب.
- بعض الصور والمعلقات ووسائل الإيضاح.

متطلبات الجدارة: دراسة مقرر تصنيع غذائي- ١ (٢٤١ صنع) وبعض الكتب والمراجع في مجال التخصص يسهل من دراسة هذا المقرر.

الباب الأول: التركيب البنائي والكيميائي لحبوب القمح

مقدمة

تحتل الحبوب بأنواعها المختلفة وخاصة القمح المرتبة الأولى في غذاء الإنسان اليومي، ولهذا يعتبر توفير رغيف الخبز بمثابة ضرورة من ضروريات الحياة حيث يمثل إجمالي السعرات الحرارية التي يحصل عليها الفرد من تغذيته على الحبوب ومنتجاتها ما يقرب من ٧٥ ٪ من إجمالي سعرات الغذاء المتناول وتزداد هذه النسبة بانخفاض مستوى المعيشة حتى أنها تصل أكثر من ذلك في بعض الدول النامية وأيضا دول شرق آسيا.

ونظرا لارتباط الحبوب بالغذاء الرئيس لمعظم الشعوب فإن هناك اهتماما عالميا بكل ما يتصل بزراعتها وإنتاجها متمثلا في زيادة المساحة المنزرعة وأيضا العمل على زيادة غلة الفدان لتحقيق الطلب المتزايد على الحبوب وخاصة القمح.

تحتل قارة آسيا الصدارة في إنتاج الحبوب حيث تنتج أكثر من ثلث إنتاج العالم، حيث إن دول الاتحاد السوفيتي السابق تعتبر أكبر مناطق إنتاج القمح في العالم حيث يعادل إجمالي ما تنتجه أكثر من ربع إنتاج العالم من القمح.

وهناك اهتمام واضح من الدول المصدرة للقمح مثل الولايات المتحدة الأمريكية وكندا وأستراليا والأرجنتين والسوق الأوروبية المشتركة في زيادة الرقعة المخصصة لزراعة القمح وأيضا العناية بغلة الفدان حتى إن صادرات هذه الدول مجتمعة حوالي ٩٠٪ من متوسط حجم تجارة القمح العالمية. وتعتبر الولايات المتحدة الأمريكية أكبر الدول المصدرة للقمح حيث بلغ متوسط صادراتها من القمح حوالي ٢٤ مليون طن سنويا وهذا يعادل نحو ٤١ ٪ من متوسط إجمالي صادرات القمح العالمية البالغة نحو ٥٩ مليون طن سنويا بينما تأتي كندا في المرتبة الثانية بمتوسط صادرات يبلغ ١٢,٤ مليون طن سنويا أي ما يعادل حوالي ٢١,٣ ٪ من إجمالي متوسط صادرات القمح العالمية في حين تأتي أستراليا في المرتبة الثالثة حيث بلغت صادراتها من القمح حوالي ٧,٤ مليون طن سنويا وهو ما يعادل ٨,٥ ٪ من إجمالي الصادرات العالمية للقمح. والأرجنتين تبلغ صادراتها حوالي ٥٪ من إجمالي صادرات القمح العالمية ويليها السوق الأوروبية المشتركة بمتوسط صادرات ٥,٣ مليون طن سنويا أي ما يعادل نحو ٩,١ ٪ من إجمالي الصادرات العالمية للقمح.

ومن أهم الدول المستوردة للقمح تأتي الصين واليابان ودول أوروبا الشرقية السابقة والهند ومصر والبرازيل ومجموعة دول الأوبك وكوريا وباكستان والمغرب وشيلي وكوبا ويتراوح نصيب أي من هذه الدول منفردا ما بين ٣ إلى ٨٪ من إجمالي حجم واردات القمح العالمية.

يستعمل الدقيق في إنتاج الخبز و صناعة البسكويت والكعك والعجائن الغذائية كما يستعمل الدقيق كمادة مالئة في صناعة الشوربات والفطائر والكيك وأغذية الإفطار المصنوعة كلية من الحبوب وخاصة القمح والأرز والذرة مضافاً إليها السكر والطعوم والروائح الأخرى وهي جاهزة للأكل أو تطبخ وتقدم ساخنة. ويعتبر البرغل من الأغذية المصنوعة من حبوب القمح التي تقدم حديثاً إلى الأسواق للاستهلاك ويصنع البرغل بغلي القمح وتجفيفه ثم تنزع القشرة الخارجية لاستعماله في التغذية في صورة كاملة. وتعتبر المكرونة من الأغذية المنتشرة عالمياً والتي تعتمد في إنتاجها على حبوب القمح خاصة القمح الصلب وتعتبر حبة القمح غنية بالدهون غير المشبعة وفيتامين ب. وحامض الجلوتاميك وأهم مشتقاته مركب جلوتامات الصوديوم والذي يستخدم لإظهار بعض الطعوم للشوربات التي تشبه الشوربات المصنوعة من اللحوم. ومن منتجات حبوب القمح أيضاً الحصول على مركب الجلوتين وذلك عن طريق غسيل الدقيق من النشا وتجفيفه وطحنه لإنتاج الجلوتين إذ يحتوي على ما يزيد عن ٤٠٪ بروتين حيث يضاف إلى الدقيق العادي لتحسين خواص الخبز أو لإنتاج خبز غني بالبروتين وإذا ما أزيل النشا كلية فإن الناتج النهائي يحتوي على ٧٥ - ٨٥٪ بروتين ويستخدم في بعض الأغذية ويسمى Vital gluten كما قد يستخدم كمادة لاصقة في بعض الصناعات ولا يوجد جزء من حبة القمح يعتبر عديم الفائدة وبدون استعمال حيث تستعمل الردة Bran وغيرها من المنتجات الثانوية أثناء صناعة الطحن كعلف حيواني لتغذية الماشية والدواجن.

يعتبر الأرز أحد محاصيل الحبوب الهامة حيث يعتبر الغذاء الرئيس لأكثر من نصف تعداد سكان العالم ومعظمهم في قارة آسيا ، وهي من أكثر القارات إنتاجا للأرز. وأيضا يستخدم الذرة على نطاق واسع سواء كعلف حيواني أو في صناعة الخبز في بعض دول العالم النامية إما منفردا أو بخلطه مع دقيق القمح أو الحلبة. بالإضافة لحبوب القمح والأرز والذرة هناك أنواعاً أخرى تستعمل على نطاق ضيق مثل الشعير الذي يستعمل في تغذية الإنسان والحيوان وأيضا في صناعة المولت الذي يدخل في صناعة البيرة، وأيضا الذرة الرفيعة والشوفان وهما يدخلان في غذاء الإنسان في أماكن زراعتها.

التركيب البنائي لحبه القمح Structure of wheat grains

من المهم دراسة التركيب المورفولوجي لحبه القمح للتعرف على أجزائها المختلفة خاصة وأن جزءاً منها يستبعد خلال مراحل الطحن، كما أن معرفة محتواها من المركبات الغذائية المختلفة يساعد على تقييم القيمة الغذائية للدقيق الناتج. وحبة القمح كغيرها من الحبوب تتكون من الطبقات المميزة الآتية:

١- طبقات الردة Bran layers

تتكون من نوعين من الأغلفة هي:

أ- **الغلاف الخارجي للردة** Outer bran layer

ويسمى بـ Pericarp وهو يشبه قشرة النقل Nut ويتكون من أربعة هي:

١. Epidermis
٢. Hypodermis
٣. Cross cells
٤. Tube cells

ب- **الغلاف الداخلي للردة** Inner bran layers

ويتكون من طبقتين هما:

أ – غلاف الحبة (القصرة) Seed coat أو Testa ويتكون من طبقة أو طبقتين من الجدر الرقيقة وفيه تتركز الصبغات النباتية والتي تعطي للحبة اللون المميز لها.

ب – أنسجة النيوسيلار Neucllar tissue وتلي القصرة وتقوم بحماية الإندوسبيرم من الرطوبة الخارجية، ويكون مع طبقة القصرة ٣ ٪ من وزن الحبة.

٢- **الأندوسبيرم** Endosperm

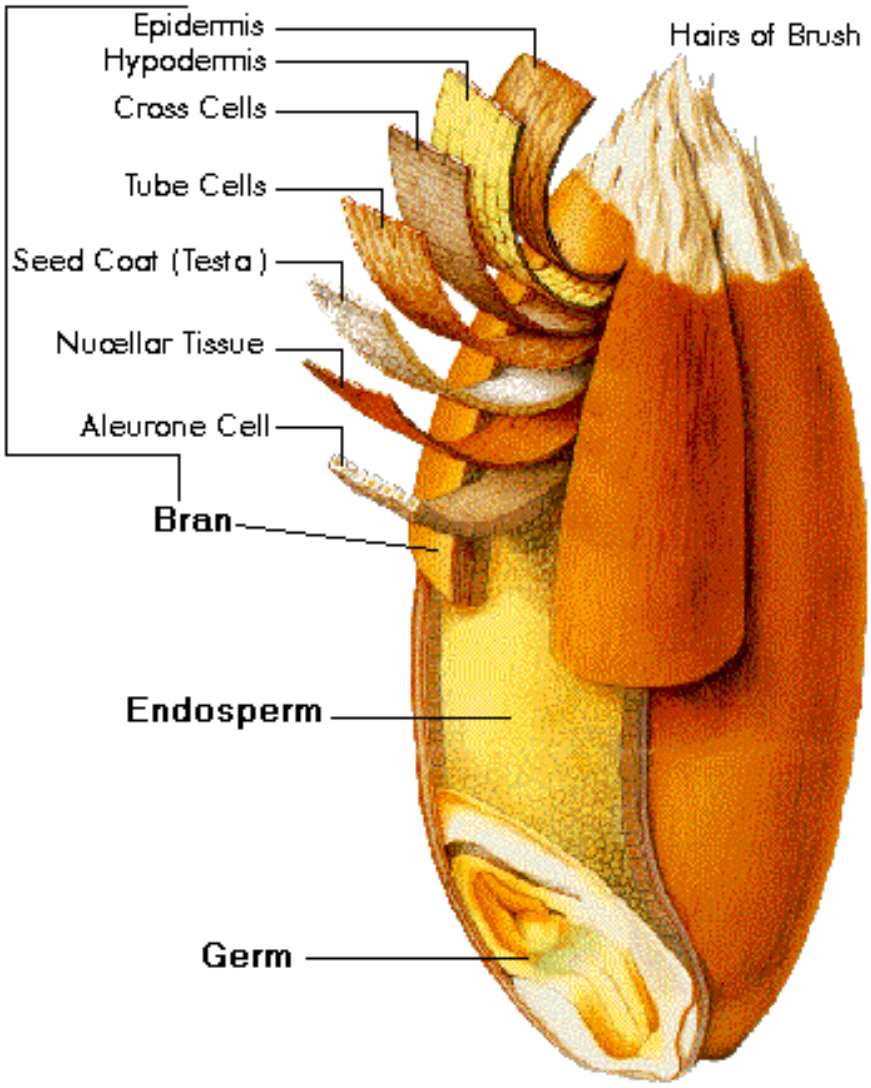
ويتكون من:

أ- **طبقة الأليرون** Aleuron layer: وهي تتكون من طبقة من الخلايا السميكة ومن الناحية النباتية تعتبر الجدار الخارجي للأندوسبيرم وهي غنية بالبروتين والدهن وخالية من النشا وهي تزال خلال عمليات الطحن ولذا فإنها تظهر في القطاع الطولي لحبة القمح ضمن أجزاء الردة.

ب- **الأندوسبيرم النشوي** Starchy endosperm : يوجد في هذا الجزء خلايا النشا وجدرها وأيضا حبيباتها التي تحصر بينها البروتين، هذا وتختلف الحبوب فيما بينها في حجم وشكل حبيبة النشا بها حيث تكون بسيطة في حالة القمح والشعير والذرة في حين تكون مركبة في حبة الأرز وبذلك يمكن التمييز بين الحبوب المختلفة كما تساعد معرفة صفات هذه الحبيبات النشوية في استخدام الطرق الحديثة للطحن.

٣- **الجنين** Germ

ويسمى بـ Embryo ويمثل ٢- ٣ ٪ من وزن الحبة وهو محاط بطبقة تعرف بالقصعة Scutellm وسطح هذه الطبقة ملامس للإندوسبيرم حيث تفصل الجنين عن الأندوسبيرم. وتشبه الحبوب الأخرى حبة القمح إلى حد كبير من حيث التركيب ولكن تختلف فيما بينها في نسبة أجزائها المختلفة. والشكل (١٩) يوضح فيه التركيب المورفولوجي لحبة القمح.



شكل (١٩) التركيب المورفولوجي لحبة القمح

التركيب الكيميائي للحبوب Chemical composition of cereals

تتركب الحبة الناضجة Mature grain للأنواع المختلفة من الحبوب Cereals من الكربوهيدرات والمركبات النيتروجينية Nitrogenous compounds والتي أساسها البروتينات والأنزيمات مع غيرها من المواد الأخرى. والبعض من هذه المواد الغذائية هامة في تغذية الإنسان.

والكربوهيدرات تعتبر من أكثر هذه المركبات أهمية من حيث الكمية حيث تكون حوالي ٨٣٪ من المحتوى الكلي لحبوب القمح والذرة وغيرها من الحبوب، والكربوهيدرات في الحبوب تتضمن النشا Starch والسليولوز والبنتوزان Pentosane والديكسترينات Dextrins والسكريات Sugars، وعادة

تقسم الكربوهيدارت إلى قسمين، الأول لا يذوب في المحاليل الحمضية والقلوية المخففة ويسمى بالألياف الخام Crude fiber والثاني يسمى بالكربوهيدرات الذائبة والتي تحسب كنسبة متبقية بعد حساب الألياف الخام والمركبات النيتروجينية والدهون والمواد المعدنية (رماد). ومعرفة النسب المختلفة للكربوهيدرات الذائبة وغير الذائبة (الألياف الخام) له أهمية في التعرف على القيمة الغذائية للحبوب وأيضا قابليتها للهضم. والجدول (٨) يوضح النسب المختلفة من هذه المركبات الغذائية المتواجدة في بعض الحبوب محسوبة على أساس الوزن الجاف.

جدول (٨) التركيب الكيميائي للحبوب المختلفة على أساس الوزن الجاف

الحبوب	المكونات (٪)				
	البروتين	الدهون	الكربوهيدارت	الألياف الخام	المواد الذائبة
القمح الصلب	١٦	٢	٧٦,٧	٢,٦	١,٨
القمح اللين	١٠,٥	١,٦	٨٢,٦	٢,٥	١,٨
الذرة	١١,١	٤,٩	٨٠,٢	٢,١	١,٧
حبة الأرز الكاملة	٩,١	٢,٢	٧١,٢	١٠,٢	٧,٢
الشعير	١١,٨	١,٨	٧٨,١	٥,٣	٣,١
الشوفان الكامل	١١,٦	٥,٢	٦٩,٨	١٠,٤	٢,٩
الذرة الرفيعة	١٠,٦	٤,٦	٨١,٠	٢,٢	١,٦

توزيع المركبات الغذائية في الحبوب

يوجد طريقتان لدراسة نظم توزيع المواد الغذائية داخل الحبوب، إما عن طريق تحليل المكونات المختلفة للطحن أو تحليل الأجزاء المورفولوجية للحبة والمتحصل عليها عن طريق التشريح اليدوي أو الميكانيكي لها. وفيما يلي المكونات الغذائية الموجودة في الحبوب:

١- **الكربوهيدرات** Carbohydrates

أ- **النشا** Starch

يعتبر النشا أهم مكون كربوهيدارتي في كل الحبوب حيث تصل نسبته إلى حوالي ٦٠- ٧٠٪ من مكونات الحبة، وحبيبة النشا توجد في صور متعددة تختلف في شكلها وحجمها من نوع إلى آخر من الحبوب كما هو واضح من الجدول التالي (٩).

والنشا يتكون من مركبين رئيسين هما الأمليوز Amylose وهي سلاسل مستقيمة من جلوكوز (ألفا ١- ٤)، والأميلوبكتين Amylopectin وهو سلاسل متفرعة عبارة عن سلاسل (ألفا ١- ٤) جلوكوز مرتبطة من (ألفا ١- ٦).

جدول (٩) أشكال وصور حبيبات النشا في بعض الحبوب.

الحبة	الحجم بالميكرون	الشكل	ملحوظات
القمح	الكبيرة من ١٥- ٤٠ الصغيرة من ١- ١٠	مستدير أو مستدير إلى محبب	حبيبات بسيطة
الشعير	الكبيرة من ١٠- ٣٠ الصغيرة من ١- ٥	محدبة أو كلوية أو ذات زوايا مستديرة أو مغزلية	غالبا في مجموعات
الأرز	حبيبات مركبة وحبيبات مفردة حجمها من ٢- ١٢ ميكرون	زوايا وأركان	الحبة المركبة تتكون من أكثر من ١٥٠ حبة مفردة
الذرة	من ٢- ٣٠ من ٢- ٣٠ ميكرون	كثيرة الزوايا والأضلاع مستديرة الشكل	في الإندوسبيرم الحجري في دقيق الإندوسبيرم

كمية الأميلوز تمثل ٢٥- ٢٧٪ من إجمالي النشا الكلي والباقي أميلوبكتين كما في القمح والشعير، بينما تصل نسبة الأميلوز في الأرز والذرة إلى ٥٠٪ والباقي أميلوبكتين في حين كل النشا في الذرة الشمعية يتكون من الأميلوبكتين فقط. والسلسة الواحدة من الأميلوز تحتوي على ٢٠- ٣٠ وحدة جلوكوز بينما في الأميلوبكتين فإن هذه السلسلة تحتوي على ١٨- ٣٦ وحدة.

وحبيبة النشا غير ذائبة في الماء البارد ولكن بالتسخين فإنها تمتص الماء بكمية كبيرة وتنتفخ، وهذه الظاهرة تعرف باسم الجلتنة Gelatinization.

وحبيبات النشا يحدث لها تكسير Damage خلال عملية الطحن، والنشا المهشم Damaged starch يلعب دورا هاما في عمليات الخبيز Baking processes حيث يسهل مهاجمته بواسطة إنزيمات الألفا والبيتا أميليز وهذا أمر ضروري في مراحل التخمر الأولى للحصول على خبز ذي حجم مناسب ولبابة جيدة غير صمغية. ونسبة التكسير لحبيبات النشا (تتراوح بين ٤- ١٠٪) خلال عملية الطحن تتأثر بطريقة الطحن ونوعية القمح (الأقماح الصلبة عادة تحتوي نسبة أعلى من الحبيبات المكسورة).

ب- **الألياف** Fiber

يكون السيلولوز والهيميسليلولوز الجزء الأكبر من جدر خلايا الحبوب، ويتكون السيلولوز من سلسلة وحدتها الأساسية الجلوكوز أي أنها تشابه في تركيبها سلسلة الأميلوز إلا أنها أكثر ثباتا عن سلسلة النشا نظرا لأن وحدات الجلوكوز ترتبط برابطة من النوع بيتا β linkage. وتبلغ نسبة الألياف في حبة القمح حوالي ٢٪ بينما في الأندوسبيرم ٠,١٪ وفي الردة Bran ١٢- ١٤ ٪.

ج- **السكريات** Sugars

السكريات الحرة في القمح تصل إلى حوالي ٢,٥ ٪، ويبين الجدول التالي السكريات الحرة المستخلصة بكحول الإيثايل ٨٠٪ من دقيق القمح الكندي وكذلك سكريات الشليم والمفصولة بالتحليل الكروماتوجرافي الورقي. والجدول (١٠) يوضح توزيع السكريات في بعض أنواع الحبوب.

جدول (١٠) محتوي بعض الحبوب من السكريات الأحادية والثنائية والعديدة.

السكريات	القمح الصلب ٪	قمح الديورم ٪	الشليم ٪
جلوكوز	٠,٠١- ٠,٠٩	٠,٠٢- ٠,٠٤	٠,٠٥
فركتوز	٠,٠٢- ٠,٠٨	٠,٠٤- ٠,٠٩	٠,٠٦
سكروز	٠,١٩- ٠,٢٦	٠,٢٦- ٠,٥٧	٠,٤١
مالتوز	٠,٠٦- ٠,١	٠,١- ٠,١٥	٠,١٤
سكريات الأوليجو	١,٢٦- ١,٣١	٠,٦٧- ١,٠٥	٢,٠٣

ومن أهم سكريات الأوليجو Pentaose و Maltotriose وأيضا Tetraose وجميعها تنتج الجلوكوز عند تحليلها. أيضا تم فصل الرافينوز Raffinose من القمح (يمثل ٠,٠٧٪) وهو سكر ثلاثي ينتج عن تحلله الجلوكوز والجلاكتوز والفركتوز، كما وجدت الدكسترينات Dextrine وهي مركبات وسطية بين النشا والسكريات في الدقيق.

وتلعب السكريات دورا هاما في صناعة الخبيز حيث يتم استهلاكها بواسطة الخميرة فتساعد على عملية التخمر بالإضافة إلى اتحادها مع البروتين لتكوين اللون الداكن المعروف باسم تفاعل ميلرد Maillared reaction. ومن الملاحظ أن محتوى جنين القمح من السكر يزيد عن ٢٠٪ بينما يصل إلى ١١٪ في الذرة.

٣- **بروتينات الحبوب** Cereal proteins

يتركب البروتين من سلاسل لأحماض أمينية Amino acids ترتبط معا بروابط ببتيدية Peptide bonds. وتتوقف القيمة الغذائية لبروتينات الحبوب على مدى احتوائها على الأحماض الأمينية

الأساسية Essential amino acids حيث تلعب دورا هاما في التمثيل الغذائي لبروتينات الحبوب عند الاعتماد عليها كمصدر رئيس للبروتين.

يتكون بروتين القمح أساسا من الجليادين Gliadin والجلوتنين Glutenin حيث يكونان معا ما يعرف باسم الجلوتين Gluten، ولقد أوضح العالم Osborne أن الجليادين والجلوتنين يكونان منفصلين في الدقيق و يتجمعان ويتحدان في وجود الماء وأن نسبتيهما متساوية في الدقيق. كما ذكر العالم Pence وآخرون سنة ١٩٥٤أن بروتين القمح يتكون من ٦- ١٢٪ البيومين، ٥- ١١٪ جلوبيولين بينما نسبة الجلوتين تتراوح ما بين ٧٨- ٨٥٪ في الأصناف المختلفة.

يذوب الألبيومين في الماء بينما يذوب الجلوبيولين في المحاليل الملحية المخففة ويعزى وجودهما بنسب مختلفة في أنواع الدقيق إلى التأثير على صفات الخبيز الناتج. بينما نجد أن البرولامين ويمثل جليادين القمح يذوب في الكحول ويصل وزنه الجزئي إلى ٤٢,٠٠٠– ٤٧,٠٠٠ دالتون في حين أن الجزء الذي لايذوب في الكحول يعرف بالجلوتينين Glutenin ويصل وزنه الجزئي إلى ٢٠,٠٠٠ دالتون وترتبط جزيئاته معا بروابط الداي سلفيد Disulphide إلى وحدات أكبر لتصل إلى وزن جزيئي بالملايين.

ويكون الجليادين والجلوتنين مع الماء والأملاح الجلوتين الذي يلعب دورا هاما في تكوين الشبكة الجلوتينية التي تحتفظ بقدر مناسب من الغازات.

ويمكن عزل الجلوتين Gluten بغسل العجينة Dough تحت الماء الجاري حيث يتم إزالة معظم النشا والمواد الذائبة في الماء، والتركيب الكيميائي للجلوتين المتبقي على أساس الوزن الجاف هو٤٣٪جليادين، ٣٩,١٪ جلوتين، ٤,٤٪ بروتينات أخرى، ٢,٨٪ دهن، ٢,١٪ سكريات، ٦,٤٪ نشا وبعض السليولوز والمعادن.

يمتاز الجلوتين Gluten بخاصية المطاطية والمرونة Elasticity. وتظهر خواص المطاطية خلال عجن الدقيق ويرجع ذلك إلى أكسدة مجامع السلفاهيدريل إلى Disulphide وبالتالي احتمال تكوين روابط جديدة.

يتواجد البروتين في جميع أجزاء الحبة وأعلى نسبة موجودة في الجنين Embryo وطبقة القصرة Scutellum والأليرون Aleurone مقارنا بطبقة الإندوسبيرم النشوي Starchy endosperm وطبقة الأغلفة الخارجية، ويلاحظ أن تركيز البروتين داخل الإندوسبيرم يزداد من المركز إلى الخارج.

تحتوى بروتينات الحبوب المختلفة على العديد من الأحماض الأمينية، منها ما هو أساسي ومنها ما هو غير أساسي. و بروتين القمح كغيره من بروتينات الحبوب الأخرى فقير في محتواه من الحامض الأميني ليسين Lysine و يعتبر العامل المحدد للقيمة الحيوية لبروتين القمح، والليسين يوجد بكمية كبيرة في بروتينات الطبقة الخارجية والجنين عنه في الإندوسبيرم النشوي، لذا فإن طحن القمح لإنتاج دقيق أبيض يؤدي إلى فقد كبير في محتواه من الليسين يصل إلى ٣٠٪ منه في الأغلفة الخارجية أو طبقة الردة المفصولة أي أن

الطحن يؤثر على القيمة الحيوية لبروتين القمح وخاصة في محتواه من الحامض الأميني Lysine. يحتوي الجلوتينين Glutenin على نسبة أعلى من الأحماض الأمينية الكبريتية مقارنا بالجليادين. كما تتأثر الروابط الكبريتية بنظم الأكسدة والاختزال مما يؤثر على خصائص العجينة.

٤- المواد الدهنية

تحتوي الحبوب على نسب مختلفة من الدهون تصل نسبتها بين ١- ٢٪ في القمح والشليم والشعير بينما تصل في الذرة والشوفان ما بين ٤- ٦٪، كما أن قشور الشوفان خالية تقريبا من الدهون بينما حبتها الداخلية تحتوي على ٥- ١٠٪دهن، أيضا يحتوي جنين القمح على ٦ – ١١٪ دهن بينما الردة على ٣- ٥٪، والإندوسبيرم على ٠,٨ – ١,٥٪، في حين يحتوي جنين الذرة على ٣٥٪ دهن أما ردة الذرة وتحتوي على ١٪ فقط من الدهون.

تتركب ليبيدات الحبوب من جليسريدات للأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة، وتسود الأحماض الدهنية غير المشبعة في دهون الحبوب المختلفة وأهما حمضي اللينوليك $C_{18:2}$ والأوليك $C_{18:1}$، بينما أهم الأحماض الدهنية المشبعة الموجودة في دهن الحبوب هو البالمتيك $C_{16:0}$. بالإضافة إلى ذلك تحتوي دهون الحبوب على الفوسفوليبيدات Phospholipids مثل الليسيثين Lecithin الذي يتكون من جزي واحد جليسرول مرتبط بجزيئين من الأحماض الدهنية، وجزئ واحد من حامض الفوسفوريك المرتبط بالقاعدة الأمينية Choline، كذلك تم فصل الجلوكوليبيدز Glucolipids من اندوسبيرم حبة القمح، هذا ويحتوي زيت الحبوب على حوالي ٤٪ فوسفوليبيدات.

٥- الأملاح المعدنية Minerals

تحتوي طبقات الأغلفة الخارجية للحبوب على حوالي ٩٥٪ من الأملاح المعدنية وهي تتكون من كبريتات Sulphates وفوسفات Phosphates كل من البوتاسيوم والماغنسيوم والكالسيوم، ويوجد البوتاسيوم في القمح على صورتين هما KH_2PO_4 ، K_2HPO_4 ، كما وأن بعض الفوسفور يوجد على صورة حامض الفيتيك Phytic acid، وحامض الفيتيك يتداخل مع الألياف في تركيب الحبوب وهو عبارة عنInositol hexaphosphate والذي يكون مركباً غير ذائب مع الكالسيوم والحديد مما يؤدي إلى ترسيبهما، واعتماد الإنسان في غذائه على الحبوب يؤدي إلى عدم قدرة الأمعاء على امتصاص الحديد مما يسبب نقصاً فيها وحدوث أنيميا للإنسان. يتحلل كمية كبيرة من حامض الفيتيك (٦٥٪) إلى فوسفور وأينوزيتول بواسطة أنزيم الفيتيز خلال عملية التخمر.

وتتركز معظم كمية حامض الفيتيك في القمح (أكثر من ٩٠٪) في طبقة الأليرون ولذا فإن الدقيق ذو الاستخلاص العالي المحتوي على الأغلفة وطبقة الأليرون غني في محتواه من حامض الفيتيك، وبالتالي

ثم كيف مسبباً للين العظام وهو محتوي على الأغلفة؟

يحدث مشاكل من الناحية الصحية حيث إنه قد لوحظ في خلال الحرب العالمية الثانية ظهور أعراض لين العظام عند الكبار والكساح عند الصغار نتيجة زيادة نسبة استخلاص الدقيق وبصفة عامة فإن الحبوب تحتوي على العناصر المعدنية الآتية بنسب محسوسة في ترتيب تنازلي: Si, Na, Ca, Cl, Mg, S, P, K, بينما تحتوي على نسب قليلة من Cu, Mn, Zn, Fe ، فعلى سبيل المثال يتواجد الحديد والمنجنيز والزنك في الحبوب المختلفة بكمية تقدر من ٥ ميلليجرام/١٠٠ جرام، بينما النحاس فيوجد بنسبة ٠,٥ملليجرام/ ١٠٠جرام، كما توجد معادن أخرى تعتبر أثار Traces منها الباريوم Ba والبروم Br والليثيوم Li والألومونيوم Al والنيكل Ni والكوبالت Co .

٦- الفيتامينات Vitamins

تعتبر مجموعة فيتامين B المركب من أكبر الفيتامينات الموجودة في الحبوب المختلفة ومن أهمها فيتامين B_1 وحمض النيكوتينيك وغيرهما. وإذا نظرنا إلى توزيع فيتامينات B في أجزاء حبة القمح المختلفة نلاحظ أن الفيتامينات الرئيسة لمجموعة B المركب هي B_1 (الثيامين) و B_2 (الريبوفلافين) و B_3 (النياسين) وحمض البانتوثينيك والبيرودكسين تتوزع بدون نظام محدد في أجزاء الحبة.

ويجدر الإشارة إلى أن التوزيع غير المنتظم للفيتامينات في أجزاء الحبوب المختلفة واختلاف توزيعها يعطي صورة واضحة للقيمة الغذائية لمنتجاتها من الدقيق من حيث محتواه من الفيتامينات وأيضاً المنتجات المصنعة منه.

٧- التوكوفيرولات Tocopherols

يحتوي القمح على ألفا وبيتا وجاما ودلتا توكوفيرول Tocopherols α β γ and Δ ونسبتها الكلية هي ٣,٤ميلليجرام/١٠٠جرام، وكمية التوكوفيرولات في الجنين والردة ودقيق استخلاص ٨٠٪ هي ٣٠ ، ٦ ، ١,٦ ميلليجرام/ ١٠٠ جرام على التوالي.

وزيت الحبوب المختلفة غني بالتوكوفيرولات حيث لوحظ أن زيت جنين القمح يحتوي على ٢,٦ ميلليجرام توكوفيرولات لكل جرام زيت بينما زين جنين الذرة يحتوي على ٠,٨ ميلليجرام / جرام .

٨- المواد المسئولة عن اللون في الحبوب:

تتركز معظم الصبغات التي يرجع إليها اللون في الطبقات الخارجية المكون للردة، والتي غالباً ما تزال خلال مراحل الطحن وخاصة عند الحصول على دقيق ذي نسبة استخلاص منخفضة، وبالتالي فإنه كلما ارتفعت نسبة الاستخلاص كلما زاد تركيز اللون في الدقيق الناتج، هذا ويختلف تركيز المواد

المسئولة عن اللون في الحبة على نوعها بالإضافة إلى الظروف الأخرى الوراثية والزراعية، ويمكن الإشارة إلى أهم المواد التي يرجع إليها اللون فيما يلي:

أ- الكاروتين Carotene

يعتبر مولدا لفيتامين A وأيضاً المسؤول عن اللون الأصفر في الحبوب وله قابلية كبيرة للأكسدة وبالتالي يمكن أكسدته بمواد التبييض المختلفة التي قد تضاف للدقيق ليتحول إلى عديم اللون.

ب- الفلافونات Flavones

معظمها يتركز في طبقة الأغلفة كما توجد أيضاً في الجنين بنسب تؤثر في لون الدقيق الناتج.

ج- الزانثوفيل Xanthophyll

وهو من المواد المسئولة عن لون الدقيق المنخفض الاستخلاص نظراً لوجوده في زيت جنين الحبوب، ونظراً لتركيبه الكيماوي (يحتوي على نسبة كبيرة من الروابط المزدوجة) فإنه قابل للأكسدة بحيث يعطي مواد عديمة اللون وهذا ما يحدث عند إضافة المبيضات للدقيق.

٩- أنزيمات الحبوب

للإنزيمات أهمية كبيرة خلال إعداد الحبوب غالباً حيث يتوقف نجاح عملية التخمر على فعل الإنزيمات أثناء تخمر العجين وأيضاً تلعب دوراً هاماً خلال صناعة البيرة من المولت ومن أهم الإنزيمات:

١- أنزيم الأميليز

يتواجد كل من الألفا والبيتا أميليز في الحبوب وكلاهما يهاجم النشا و يحلله، حيث يهاجم الألفا أميليز الرابط ألفا ١– ٤ للأميلوز والأميلويكتين وينتج عن ذلك الدكستيرينات ذات الوزن الجزئي المنخفض وأنزيم الألفا أميليز لا يهاجم عادة الرابطة الجليكوسيدية ١– ٦ في أجزاء التفرع للأميلوبكتين بينما يتم ذلك بأنزيم البيتا أميليز حيث يهاجم أيضاً الرابطة الجليكوسيدية ألفا ١ –٤ في كل من الأميلوز والأميلوبكتين وناتج فعل هذا الأنزيم هو المالتوز، وعادة فإن الدقيق يحتوي على كميات كبيرة من البيتا أميليز بينما تكون كمية الألفا أميليز صغيرة وتزداد كميات الألفا أميليز عند تنبيت الحبوب.

٢- الإنزيمات المحللة للدهون

توجد الإنزيمات المحللة للدهون بنسب بسيطة في الحبوب خاصا الأجنة. تنشط هذه الأنزيمات وتحلل المواد الدهنية (أحماض دهنية وجليسرول) عند تخزين الحبوب في ظروف غير مناسبة من درجة حرارة ورطوبة نسبية مما يؤدي إلى انفراد بعض الأحماض الدهنية ذات الرائحة غير المرغوبة مما يؤدي إلى ظهور الطعم المترنخ وأيضا ارتفاع الحموضة.

- **الإنزيمات المؤكسدة**

يوجد إنزيم Lipoxidase بنسبة بسيطة و يقوم بأكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة مما يؤدي إلى إنتاج مركبات بيروكسيدية، وكذلك يوجد إنزيم Catalase و إنزيم Peroxidase بجانب إنزيمات أخرى مثل الفوسفاتير Phosphatase ومن أهمها إنزيم Phytase حيث يقوم بتحليل حامض الفيتيك.

الباب الثاني : تخزين وإعداد الحبوب للطحن

أولا : تخزين القمح

تعتبر عملية تخزين القمح من العمليات المهمة جدا وذلك لتأثيرها المباشر في الكميات المتاحة للاستهلاك.فمن الضروري توفر كميات من القمح بصورة مستمرة تكفي لفترات زمنية محددة لاحتياجات المطاحن من القمح حتى لا يحدث اختناق في هذه السلعة الضرورية والهامة.

تخزين القمح بالشون سواء في العراء أو شبه العراء يعرض القمح المخزن للعديد من العوامل الجوية من حرارة ورطوبة وأمطار مما يهيئ جواً مناسباً وبيئة صالحة لنمو الكائنات الحية كالفطريات وأيضاً يساعد ذلك على إصابة الحبوب بالحشرات بالإضافة إلى تعرضها لهجمات الطيور والقوارض محدثة بها خسائر مادية هائلة علاوة على الخسائر الناتجة من التغيير في صفات الحبوب لحدوث تلفيات بها نتيجة للعوامل السابقة والتي تؤثر تأثيراً كبيراً على جودة الحبوب مما يقلل من قيمة رتبتها سواء للتسويق المحلي أو الخارجي.

أقسام الفاقد في حبوب القمح:

١- فاقد في الوزن نتيجة الجفاف:

وهو ناتج من توريد الحبوب إلى أماكن تخزينها وبها نسبة مرتفعة من الرطوبة وتخزينها في العراء في أشهر الصيف يعرضها لفقد في الوزن نتيجة الجفاف ويمكن معرفة ذلك عن طريق العينة الممثلة.

٢- فقد نتيجة الإصابة بالحشرات:

حيث تعتبر الحشرات عاملا حيويا هاما في تلف الحبوب، حيث تتم الحشرات دورة حياتها داخل الحبوب مثل سوسة القمح التي يتسبب عن نشاطها وتنفسها ارتفاع في درجة حرارة الحبوب وأيضاً ارتفاع محتواها المائي مما يؤدي إلى فقد في وزن الحبوب نتيجة استهلاكها لبعض أجزائها ة كما يؤدي ذلك إلى عدم قبولها كغذاء آدمي.

٣- فاقد نتيجة أكل الطيور:

تعد العصافير من أخطر الطيور التي تهاجم المحاصيل الحقلية محدثة أثرا سيئاً على الاقتصاد القومي وذلك بسبب زيادة أعدادها بكميات كبيرة وتقوم بإتلاف الأجولة في الشون المكشوفة فتعمل على تناثر الحبوب في الحقل والشون والأجران والطرقات مما يؤدي إلى زيادة تكاثر هذه الطيور بأعداد هائلة حيث تتحول تلك الأعداد إلى آفة خطيرة تهاجم كلاً من المحاصيل القائمة في الحقل والمخزونة في المخازن. هذا، وتقدر الكمية التي تفقد نتيجة لسوء التخزين والحشرات والطيور في حدود من ٥- ١٠٪ من الكمية المتاحة للاستهلاك.

٤- فقد نتيجة التداول:

تتعرض الحبوب أثناء تداولها ونقلها إلى ضياع كميات منها لأسباب مختلفة منها الشحن في عبوات مستهلكة مما يؤدي ذلك إلى تمزقها والنقل في عربات مكشوفة يعرضها للعوامل الجوية فتتأثر جودة الحبوب وأيضاً استعمال خطاطيف في الشحن و التفريغ يساعد على تناثر محتويات الأجولة ولذلك يجب توفير أسلوب نقل متطور يقلل نسبة الفقد.

٥- فقد نتيجة للقوارض:

تتعرض حبوب القمح غير المعتنى بتخزينها لفتك الفئران وهذا يؤدي إلى فقد نتيجة لتغذية هذه القوارض على الحبوب بالإضافة إلى المواد التي تفرزها مؤدية إلى تلوث الحبوب وحدوث تسم غذائي نتيجة لهذه الإفرازات.

٦- فاقد نتيجة تدهور الصفات:

يحدث تلف للحبوب في المواصفات الطبيعية نتيجة لمهاجمة الحشرات والفطريات والطيور وارتفاع درجة حرارة الحبوب ووجود نسبة كسر بها مما يجعلها غير جذابة لتكون الرائحة النفاذة والمظهر غير الطبيعي للحبوب علاوة على تغيير في المحتوى الكيميائي لها مما يؤثر على جودة المنتجات المختلفة المصنعة منها.

هذا ويمكن تلافي الفقد في القمح خلال فترة التخزين عن طريق:

١- التوسع في توفير شبكة من الصوامع تتناسب مع الكميات المنتجة من القمح كي تستوعبها كلها مما يؤدي إلى تقليل الفاقد منه.
٢- رفع كفاءة وتطوير وتدعيم وأحكام عمليات التفريغ والتداول في مراكز التخزين والتوزيع.
٣- التوسع والتطوير في التخزين داخل وخارج المدن للمحافظة على المخزون.

٤- حسن استغلال وتدعيم وتطوير وسائل النقل.

أنواع الصوامع:

١- الصوامع الأسمنتية:

تتميز بكفاءة تخزين عالية وتقام باستخدام البناء بالأسمنت المسلح، ويستخدم في إقامة هذه الصوامع أحدث نظم البناء المستمر، وهذا يساعد على سرعة بناء خلية الصومعة في وقت قصير، ويتراوح قطر الصومعة ما بين ٨- ٢٠ مترا وارتفاعها ٢٥- ٤٠ مترا. والشكل (٢٠) لصوامع الغلال الأسمنتية في أحد مطاحن الحبوب.

شكل (٢٠) منظر عام لصوامع تخزين القمح بأحد مطاحن الحبوب.

٢- الصوامع المعدنية:

تتميز الصومعة المعدنية بالسرعة في إقامتها، وذلك عن طريق استخدام ألواح سابقة التجهيز لنوع المعدن المستخدم، ويتم تركيبها بواسطة ماكينة خاصة تقوم ببناء الصومعة من خلال عمل دسرة تربط الأطراف أثناء إقامة الصومعة بحيث يمكن الانتهاء منها سريعا (شكل ٢١)، ويتم تفريغ هذه الصوامع من خلال ماسورة جانبية أو سير.

٣- الصوامع الداخلية:

نظرا لضرورة وجود صوامع في المناطق الداخلية وذلك بهدف تجميع القمح بعد حصاده ودراسة بدلا من استخدام الشون، وتبلغ السعة التخزينية للصومعة الداخلية من ٥- ١٠ أطنان، وتزود بنظام استقبال من السيارات، وكذلك نظام صرف مناسب.

شكل (٢١) منظر عام لصوامع معدنية.

ثانيا : إعداد الحبوب للطحن

يجب إجراء الخطوات التالية على الحبوب وخاصة القمح باعتباره من أهم الحبوب في صناعة رغيف الخبز وغيره من المنتجات الأخرى وهي:

١- **تنظيف القمح** Wheat cleaning

تحتوي معظم أنواع القمح على نسب مختلفة من الشوائب والمواد الغريبة التي مصدرها إما الحقل أو التخزين أو النقل، وتشمل الطين والحصى والزلط والرمل والمواد المعدنية والقش والتبن وبذور الأعشاب الأصغر والأكبر من حبة القمح والحشرات سواء داخل الحبة أوخارجها وبقايا القوارض وبقايا الخيش والدوبارة وبقايا الفطريات، كل هذه الشوائب والمواد الغريبة يجب التخلص منها قبل دخول القمح في مرحلة الطحن، وذلك حتى يمكن الحصول على دقيق تتوافر فيه صفات الجودة المطلوبة حيث يعمل البعض منها على دكانة لون الدقيق كالطين والأتربة، بينما الحجارة والمواد المعدنية يمكن أن تؤثر على ماكينات الطحن في حين أن بعض هذه الشوائب يعتبر ساماً مثل بقايا الفطريات (الأرجوت Ergot) كما يؤدي وجود بذور حبوب أخرى إلى اختزال القيمة الغذائية للدقيق. و يجب الأخذ في الاعتبار أن زيادة نسبة الشوائب في وحدة وزنية من القمح لابد أن يقابله نقص في وزن القمح الذي تحتويه الوحدة، مما يستلزم معه ضرورة تحديد درجات النظافة عند شراء أنواع القمح المختلفة، وبالتالي محاسبة الموردين على هذا الأساس.

يحتاج فصل هذه الشوائب والمواد الغريبة إلى عمليات كثيرة ومتنوعة دون الإضرار بالحبوب. وقد تم التوصل إلى العديد من الأجهزة التي تستخدم في نظافة القمح على أساس اختلاف الأحجام والأشكال والأوزان النوعية.

أ- الفصل طبقاً للحجم والشكل Size and shape separation

تقسم المواد المصاحبة لحبوب القمح حسب حجمها إلى مواد أكبر من الحبة أو مساوية لها أو أصغر منها، هذا ويمكن التخلص من المواد التي لها حجم أكبر من حجم حبة القمح عن طريق غربال يعرف بالسناج، وهو نوع من الغرابيل الأسطوانية الدوارة يأخذ وضعاً مائلاً حيث يدخل فيه القمح من الجهة العليا ليبدأ بالمرور على ثقوب ضيقة (قطر الثقب ١مم) تؤدي إلى تساقط التراب المختلط بالقمح، ثم ثقوب أوسع (قطر الثقب ٢مم) فيتم تساقط ذرات الطين والرمل ثم في نهاية الغربال، ثقوب كبيرة (قطر الثقب ٧مم) حيث تسمح بمرور القمح والمواد المساوية لحبوبه في الحجم لينقل إلى المرحلة التالية.

أما المواد المختلفة على الغربال وهي الأكبر حجماً من القمح مثل الدوبارة وبعض المواد المعدنية وتخرج من نهاية الغربال.

ب- الفصل بدفع الهواء Terminal velocity

تختلف الحبوب عن الشوائب في الوزن والشكل لذا تختلف قابليتها للحمل بواسطة تيار من الهواء تبعاً لكثافتها النوعية. وتفيد هذه الطريقة في فصل الشوائب المختلفة خاصة الأخف وزناً من حبة القمح وهي مستخدمة في تنظيف القمح طبقاً للحجم والشكل في غربال النساف وهو من الغرابيل الهزازة التي تهتز من الأمام والخلف أو في حركة رحوية وباستخدام تيار شفط من أعلى الغربال لفصل الأجزاء الخفيفة (الأقل وزناً من حبة القمح) كالأتربة والقش والقمح المصاب حيث تتصاعد مع هذا التيار إلى السيكلون (وظيفة السيكلون فصل هذه الأجزاء من تيار الهواء).

ويتركب النساف من ثلاث شرائح من الصاج المثقب مركبة فوق بعضها في وضع مائل حيث الثقوب الواسعة في الشريحتين الأولى والثانية (٩مم ، ٧مم) وتقومان بحجز الشوائب والدوبارة والمواد الأكبر حجماً من حبوب القمح والتي لم يتم فصلها في السناج في حين أن حبوب القمح والمواد المساوية لها وأيضاً الأصغر منها حجماً تمر إلى الشريحة الأخيرة (٢مم) حيث تنفصل المواد الأقل حجماً من حبوب القمح مثل كسر القمح، بينما يتجه القمح والمواد المساوية له حجماً إلى غربال السكينة وهو أسطواني ومخروطي الشكل ومصنوع من الصاج المثقب (٢مم) ومصنفر من الداخل وبداخله محور مركب عليه إطارات ترتكز عليها ريش من الصلب والجزء الأسطواني هو الثابت أما المحور فهو متحرك وعند دخول القمح من الجهة الأقل اتساعاً فيتعرض بذلك لمجموعة من القذفات التي تحدث بفعل الريش على الجدار المصنفر

للغربال حيث يؤدي ذلك إلى تفتيت قطع الطين المختلطة به وانتزاع شعيرات الجزء النباتي البارز من حبة القمح نتيجة لقوة القذف من ناحية وللاصطدام بالسطح الخشن من ناحية أخرى وأيضاً تتفتت الحبوب المصابة بالسوس ويمكن التخلص من الأجزاء الخفيفة عن طريق شفط الهواء بينما يتخلص من المخلفات الأخرى عن طريق المرور على سناج آخر.

تحدث عملية خدش لحبوب القمح نتيجة لاحتكاكها بالسطح الخشن فينفصل جزء من طبقة البشرة المحيطة بحبة القمح والتي تعرف بالأكالونا ولهذه العملية فائدة كبيرة إذا أنها تساعد على سهولة امتصاص حبة القمح للماء وتشبعها بالرطوبة عند تخزين القمح تمهيداً لإعداده للطحن.

تتواجد غرابيل السناج، النساف، السكينة في مطاحن الحجارة على حين نجد الغرابيل التالية في مطاحن السلندرات:

١- غربال الاستقبال:

وهو من الغرابيل الهزازة ويتكون من ثلاث شرائح من الصاج المثقب حيث الشريحة الأولى (٩ مم) والثانية (٨ مم) في حين الثالثة (١,٢٥ مم) حيث يتم فصل أكبر كمية من الأحجار الكبيرة والدوبارة والتراب ويتصل بهذا الغربال ماسورة شفط تتصل بمروحة لسحب أكبر كمية ممكنة من الشوائب الخفيفة المختلطة بالقمح بعد ذلك يتجه القمح إلى مخازن القمح (الصوامع) حيث تسع ما يكفي لإنتاج ٢٤ ساعة ويتجه القمح من هذه المخازن من أسفل ببريمة ليرفع بساقية إلى غربال النظافة.

٢- غربال النظافة:

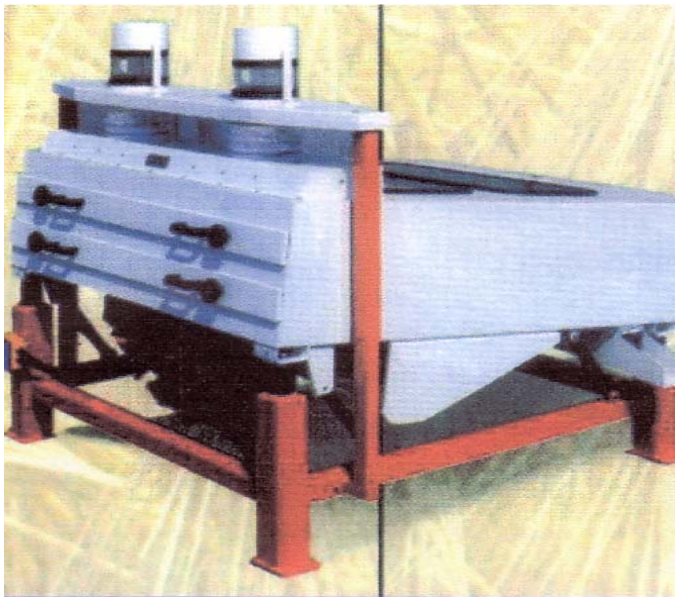
يشبه غربال الاستقبال إلا أن سرعته في إنجاز عملية الغربلة أقل من الأول ويتركب من ثلاث شرائح مرتبة فوق بعضها بوضع مائل وقطر ثقوبها من أعلى إلى أسفل ٨ ، ٧ ثم ١,٢٥ مم، ويؤدي نفس العمل الذي يقوم به النساف كما أنه مزود بتيار شفط هواء يقوم بسحب الشوائب الخفيفة إلى السيكلون، بعد ذلك يمر القمح على جهاز المغناطيس حيث يقوم بجذب قطع المعادن التي قد تكون مختلطة بالقمح ويتكون جهاز المغناطيس من عدة حدوات من الصلب الممغنط متراصة بجوار بعضها ويجب تنظيفه من وقت لآخر حتى لا تنعدم فاعليته. والشكل (٢٢) يوضح جهاز فصل الشوائب المستخدم (النظافة) في مطاحن السلندرات بمدينة بريدة.

٣- فرش القمح

يتجه القمح بعد مروره على جهاز المغناطيس إلى جهاز فرشة القمح والذي يعتبر من أهم أجهزة النظافة في المطاحن وهو يتشابه مع غربال السكينة إلى حد كبير ولكن الفرق بينهما هو أن الصاج في

غربال السكينة مصنفر من داخل الغربال في حين أن صاج الفرش غير مصنفر، وتقوم فرشة القمح بالآتي:

- فصل الجزء النباتي البارز بمقدمة حبة القمح وخدش سطحها وكذلك تفتيت حبيبات الطين المختلطة معها وتفتيت المصاب منها بالسوس.
- إزالة الأتربة الملتصقة بسطح حبة القمح ونزع الطبقة الخارجية لها والتي أصبحت لينة بعد غسلها وتهويتها والمعروفة بالأكالونة. والجهاز مزود بتيار شفط هوائي يقوم بسحب الأتربة والأكالونة من خلال ثقب الأسطوانة.



شكل (٢٢) جهاز فصل الشوائب (النظافة).

جـ- غسيل القمح Wheat washing

تساعد عملية الغسيل على التخلص من الشوائب المختلطة بحبوب القمح وتتمثل في حبيبات الزلط المساوية لحجم الحبوب وأيضاً الأتربة العالقة بها. ويتم غسيل القمح في مطاحن الحجارة والسلندرات في ما يعرف بالغسالة وهي تتركب من حوض من الحديد يختلف في الحجم طبقاً للقدرة الإنتاجية للمطحن ومزودة ببريمتان، العليا لنقل القمح و السفلى لنقل الزلط والرمل. وتدور بريمة القمح ناحية جهاز النشاف حاملة القمح إليه بينما بريمة الزلط والرمل تدور في الاتجاه العكسي، وينتج عن ذلك تولد تيارين متضادين من المياه يعملان على فصل القمح عن المواد الغريبة، حيث تنفصل المواد الثقيلة عن القمح وتتساقط على البريمة السفلى التي تحملها إلى حوض خاص، بينما المواد الخفيفة فتطفو فوق حبوب القمح ليستقبلها حوض تعويم ينخفض فيه مستوى الماء عن الموجود بالغسالة، بعد ذلك يتجه القمح إلى النشاف الذي يأخذ وضعاً رأسياً في مطاحن السلندرات و مكوناً من غلافين، الأول داخلي وهو ثابت و مثقب

والثاني خارجي ومتحرك ويقوم بحجز المياه التي يتم طردها من خلال ثقوب الأول، وبداخل الغلافين يوجد محور عمودي مثبت عليه عدة إطارات مركب عليها شرائح طويلة من الحديد بطول النشاف ومثبت على هذه الشرائح ريش من الحديد تميل بزاوية ٤٥ درجةْ ووظيفة الريش ضرب القمح الوارد من الغسالة على سطح الغلاف الأسطواني للتخلص من الماء الزائد وفي نفس الوقت رفعه من مكان دخوله (أسفل النشاف) إلى مكان خروجه (أعلى النشاف) بطريقة الطنبور، وفي أعلى النشاف تركب ماسورة مثقبة يدفع منها رشاش من الماء يعمل على تنظيف جدار الغلاف الثابت من قشور القمح الخارجة وذلك منعاً من انسداد ثقوبه. بعد ذلك ينقل القمح من الغسالة والنشاف إلى الهوايات ليمكث فترة كافية ليتشبع بالرطوبة حيث يستقبل من أسفل الهوايات على جهاز لخلط نسب القمح (عادة يوجد أسفل كل هواية جهاز حيث تحتوي كل هواية على صنف معين من أصناف القمح) ويمكن عن طريق ضبط مؤشر كل جهاز من هذه الأجهزة بالنسب المطلوبة من كل صنف عمل الخليط المطلوب من القمح.

٢- تعديل رطوبة القمح Wheat conditioning

الهدف من تكييف القمح Wheat conditioning هو تحسين الخصائص الطبيعية لحبة القمح لتصبح أكثر ملاءمة لعملية الطحن كما أنها تحسن خصائص الخبيز لدقيق القمح. ويعتبر محتوي الحبة من الرطوبة من أهم ما يشغل بال القائم بعملية الطحن، حيث إنه إذا كانت نسبة الرطوبة أكثر من اللازم فإن حبوب القمح تتفرطح أو تنبسط في السلندرات ويفقد معها جزءاً كبيراً من الإندوسبيرم مما يصعب معه التخلص من الأغلفة في الدقيق النهائي والتحكم في نسبة الاستخلاص المرغوبة.

وتعديل الرطوبة Conditioning لا تعني فقط إضافة رطوبة للقمح ذو نسبة الرطوبة المنخفضة بل أيضاً تمتد لتشمل نزع رطوبة من الأقماح المرتفعة في نسبة رطوبتها بغرض الحصول على مستوى مرغوب من الرطوبة في حبة القمح بجميع أجزائها مما يجعل تناولها بواسطة أجهزة الطحن أكثر سهولة هذا ويمكن تلخيص فوائد عملية تكيف القمح Wheat conditioning كما يلي:

١- سهولة فصل الأغلفة الخارجية المكونة للردة عن الإندوسبيرم، حيث إن وجود نسبة رطوبة مناسبة يؤدي إلى تجلد الأغلفة فيتم انفصالها دون تفتت (طحن القمح الجاف يؤدي إلى تفتت نسبة كبيرة من الردة فتختلط مع الدقيق).
٢- انخفاض نسبة الرماد في الدقيق لانعدام الردة في الدقيق، وأيضاً إنتاج دقيق ذي درجة لون عالية.
٣- تسهيل تجزئة الإندوسبيرم وبالتالي سهولة طحنه في السلندرات.
٤- الحصول على أكبر قدر من الكفاءة في المناخل.

أساسيات عملية التكييف Principles of conditioning

١- تأثير الرطوبة Effect of moisture

تعتبر عمليتي الطحن والنخل Grinding and sieving أهم العمليات الأساسية في صناعة الطحن حيث تتأثران تأثراً مباشراً بنسبة الرطوبة في الحبوب. توجد نسبة رطوبة مثلى للحبوب وهي التي تعطي أقصى نعومة للأندوسبيرم وأكثر صلابة للأغلفة بدرجة يمكن تخليصها من بعضها في عملية النخل بسهولة وهذه الدرجة المثلى من الرطوبة تختلف باختلاف أنواع الحبوب، فهي عادة تكون عالية في الأقماح الصلبة عن الأقماح اللينة ويمكن بيان هذه الدرجات في أنواع القمح المختلفة في الجدول رقم (١١).

جدول (١١) درجة الرطوبة المثلى لبعض أنواع القمح.

نوع القمح	درجة الرطوبة المثلى	نوع القمح	درجة الرطوبة المثلى
Manitoba	١٦,٥ - ١٧,٥	Soft Red Winter	١٥,٥ - ١٦,٠
Hard Red Winter	١٥,٥ - ١٦,٥	English , French	١٥,٠ - ١٦,٠
Plate	١٥,٥ - ١٦,٥	Australian	١٥,٠ - ١٥,٥

عند استخدام خليط لعدة أصناف من الأقماح فإنه يجب تعديل الرطوبة لكل صنف على حدة ثم خلطها قبل الطحن مباشرة حيث إن الخلط وتعديل الرطوبة يؤدي إلى تجانس الرطوبة. هذا ونسبة الرطوبة المثلى في الناتج النهائي ١٤٪ حيث إن هذه الدرجة تجعل الدقيق في مأمن وأكثر قابلية للتخزين لعدة شهور.

٢- حركة الرطوبة في الحبة Moisture movement in the grain

تعدل درجة الرطوبة في الحبوب عن طريق إضافة ماء أو بخار ماء للقمح الجاف، بينما يجفف القمح الرطب وذلك للوصول إلى الدرجة المطلوبة من الرطوبة وفي كلتا العمليتين تتحرك الرطوبة داخل الحبة. وعند إضافة الماء للقمح (ترطيب) Moistened فإن الطبقات الخارجية للأغلفة تمتص الرطوبة بسرعة بينما القشرة Seed coat تمنع نسبياً انتقال الرطوبة إلى حد ما فيما عدا نقطة الاتصال بالجنين، وبالتالي فإن غمر الحبوب أو تجفيفها على درجة حرارة معينة (٦٠ – ٦٥ ^{o}ف) لبضعة أيام يؤدي إلى انخفاض في مستوى الرطوبة بحيث يحدث توازن في الرطوبة نسبياً.

٣- تأثير الحرارة Effect of heat

يؤدي وجود الحرارة إلى زيادة حركة الرطوبة والتي تكون بطيئة نسبياً على درجات الحرارة العادية وتزداد بزيادة درجة الحرارة. وهذا الأساس يستخدم في عملية تجفيف القمح وفي تعديل الرطوبة باستخدام الحرارة، هذا وتستخدم الحرارة في عملية تعديل الرطوبة بهدفين:

١- زيادة حركة الرطوبة في الحبة حيث تكون بطيئة في غياب الحرارة.

٢- إعطاء تأثير جيد لصفات دقيق القمح المستخدم في الخبيز.

يتم أولا رفع درجة حرارة القمح إلى ١١٥ °ف و تسمى هذه المعاملة بـWarm conditioning ثم يعامل القمح بدرجات حرارة أعلى من ١١٥ °ف وتسمى بـ Hot conditioning يتم رفع درجة حرارة القمح إما بملامسته للماء الساخن أو الهواء الساخن، والماء يعتبر موصل جيد للحرارة في الحبوب مقارنة بالهواء الساخن.

تؤثر الحرارة على خواص الحبوب حيث تقلل من نشاط الإنزيمات الموجودة في الحبوب خاصة عند استعمال الـ Hot conditioning ، كما أنها تؤدي إلى حدوث تشققات في الإندوسبيرم نتيجة لعمليات التمدد والانكماش مما يؤثر على خصائص الطحن، كما أن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى صلابة الجلوتين وجفافه وبالتالي يفقد مرونته وقابليته للتشكيل وهذا غير مرغوب في الأقماح الصلبة حيث تؤثر على صفات الخبز الناتج، كذلك تتشرب حبيبات النشا بالماء وتساعد الحرارة على انتفاخها لزيادة تشربها مما يؤثر على خصائص عملية الطحن وصفات الناتج النهائي.

طرق التكييف أو تعديل الرطوبة Methods of conditioning

١- **خلط الأقماح** Blending of wheats

يتم خلط الأقماح المرتفعة في نسبة رطوبتها مع تلك التي لها نسبة رطوبة منخفضة حيث يحدث انتقال للرطوبة من الأعلى إلى الأقل إلى أن يحدث الاتزان المطلوب لدى القائمين على صناعة الطحن.

٢- **التعديل على البارد** Cold conditioning

يمكن زيادة نسبة الرطوبة في الأقماح الجافة عن طريق إضافة الكمية اللازمة لها من الماء البارد (تحديد نسبة رطوبة القمح وتحسب كمية الماء اللازمة للوصول إلى نسبة الرطوبة المناسبة) ويخزن القمح فترة من الوقت حتى تمتص الرطوبة اللازمة. ويمكن زيادة معدل اختراق الرطوبة للحبة بالماء البارد باستخدام تركيزات منخفضة من مادة الـAerosol O.T (Sullivan ١٩٤١ م)، أيضاً بيكربونات الصوديوم (Altrogge ١٩٥٥م). ولوحظ أن هذه المواد ليس لها تأثير عكسي على الحبوب. تأخذ عملية التعديل باستخدام الماء البارد من ١ إلى ٣ أيام وذلك لحدوث توازن في المحتوى الرطوبي.

٣- **التعديل بالماء الدافئ** Warm conditioning

تستخدم الحرارة للإسراع من عملية التعديل حيث تأخذ من ١ على ١,٥ ساعة وفيها تغمر الحبوب في الماء الدافئ على ١١٥ °ف.

٤- **التعديل على الساخن** Hot conditioning

في هذه الطريقة يتم رفع حرارة الماء إلى ١٤٠ °ف (٦٠ °م) أو أكثر قليلا ومدة تعرض الحبوب للماء يكون أقل عن استخدام التعديل بالماء الدافئ، ومن أهم عيوب هذه الطريقة هي التغيرات غير المرغوبة التي قد تحدث للجلوتين والنشا في الحبة مع أنها سريعة في الوصول إلى النتائج المرغوبة.

٥- **التعديل بالبخار** Steam conditioning

انتقال الحرارة في حبوب القمح باستخدام البخار Steam أسرع من انتقالها بواسطة الهواء الساخن ولذا فإن ترطيب الحبوب بالبخار يؤدي إلى سرعة تعديل رطوبتها مقارنتة بالطرق الأخرى. القمح المعامل بهذه الطريقة يعطي أعلى نسبة من أغلفة الردة والدقيق ذي الجودة العالية مقارنتة بالطرق الأخرى بشرط التحكم في درجة حرارة البخار حتى لا تؤدي إلى تأثير عكسي بفعل الحرارة.

٦- **التجفيف تحت التفريغ** Vacuum drying as a step in conditioning

تستخدم هذه الطريقة في التخلص من الرطوبة الزائدة في الأقماح، ويعتبر التجفيف تحت التفريغ أفضل الطرق وأسرعها وذلك لأن الماء يغلي على درجة حرارة ٣٣ °م (٩١ °ف) عند ضغط جوي ٠,٠٥ (٩٥٪ تفريغ) وبالتالي تلافي الآثار الجانبية الناجمة من استخدام الحرارة المرتفعة عند التجفيف على الضغط الجوي العادي، ويفضل استخدام هذه الطريقة في المطاحن الحديثة في خفض رطوبة الأقماح.

يتم تعديل الأقماح المحتوية على نسبة منخفضة من الرطوبة بإضافة ماء إليها بعد خدشها سواء في مطاحن الحجار بواسطة غربال السكينة أو في مطاحن السلندرات عن طريق فرش القمح للمساعدة على سهولة امتصاص حبوب القمح وتشبعها بالرطوبة عند تخزين القمح (عملية الخدش ينتج عنها فصل الأكالونا). يتم إضافة الماء إلى الأقماح في مرحلة غسيل القمح أو أثناء تعديل الرطوبة.

قد يحتاج القمح إلى تعديل رطوبته مرة أخرى قبل طحنه فيمرر على جهاز أوتوماتيكي ينبعث منه رذاذ من الماء بكمية تتناسب مع ما يراه الطحان ثم على فرشة القمح لفصل ما بقي من طبقة الأكالونا ولطرد كمية الرطوبة الزائدة ليكون القمح بعدها جاهزاً للطحن.

وتعتبر عملية تعديل الرطوبة هي المرحلة قبل النهائية التي يمر بها القمح خلال مرحلة إعداده للطحن حيث يتجه بعد خروجه من جهاز تعديل الرطوبة إلى جهاز فرشة القمح ليقوم بنزع الطبقة الخارجية للحبوب (الأكالونا) والتي أصبحت لينة بعد عملية الغسيل والتهوية ثم تمرر الحبوب على جهاز الترابير Trieur cylinder وتقوم فكرة الجهاز على أساس الطرد المركزي واختلاف الأحجام ويستخدم في إعادة تنظيف الحبوب وذلك بالتخلص من الشوائب الأكبر والأصغر حجما لحبة القمح والمصاحبة له وذلك بمرور القمح أولاً على إحدى الترابير الذي يتميز بصغر حجم جيوبه فيتم التخلص من الشوائب الأقل حجماً من حبة

القمح نتيجة لدوران الأسطوانة ثم المرور على ترابير آخر يتميز بأن حجم جيوبه أكبر فيتم التخلص من الشوائب الأكبر حجماً من حبة القمح والتي من المحتمل تواجدها بعد مراحل الإعداد المختلفة بعد ذلك يتجه القمح إلى جهاز الفصل الحلزوني كمرحلة نهائية للتأكد من نظافة الأقماح قبل توجهها إلى مرحلة الطحن، ويختص جهاز الفصل الحلزوني بفصل الحبوب الأقل حجماً من حبة القمح (الدحريج– الحلبة– حبة البركة) وأيضاً الشوائب الصغيرة التي لم يتم التخلص منها في جهاز الترابير، ويبنى عمل الجهاز على أساس اندفاع الحبوب ذات الأحجام المختلفة (القمح ومعه الحبوب الأخرى) في مجاري حلزونية يؤدي ذلك إلى أن البذور المستديرة تنزلق بسرعة أكبر من سرعة انزلاق حبوب القمح مما يؤدي إلى خروجها بقوة الطرد المركزية إلى المجاري الخاصة بها بينما يتجه القمح إلى جهاز تعديل الرطوبة (البلالة– في حالة نقص نسبة الرطوبة النهائية في القمح) ثم فرشة القمح ليصبح جاهزاً للطحن.

الباب الثالث: طحن القمح Wheat milling

الأساس في عملية الطحن هو تكسير وسحق حبوب القمح بغرض فصل الطبقات الخارجية عن الإندوسبيرم، وكلما كان الفصل كاملا كلما كان الدقيق الناتج خاليا من الأغلفة وذي لون جيد، وبالتالي منخفضاً في نسبة الألياف والرماد، أي أن الغرض من طحن الحبوب يتمثل في:

١- فصل الأغلفة الخارجية والجنين عن الإندوسبيرم.

٢- تنعيم الإندوسبيرم حتى يتكون دقيق ناعم أبيض اللون مع مراعاة عدم تكسير حبيبات نشا الإندوسبيرم بدرجة كبيرة حتى لا يؤثر ذلك على المنتجات المصنعة.

وعملية الطحن المثالية تتميز بكفاءة فصل إندوسبيرم الحبة عن أغلفتها وإنتاج دقيق ناعم ذي حبيبات متساوية الحجم ولون جيد وخالٍ من الردة أو أجزاء من الأغلفة. نواتج عملية الطحن هي دقيق أبيض ناعم (يستخدم في تغذية الإنسان) وأيضا الجنين والأغلفة الخارجية (تستخدم كعلف للحيوان). وتتم عملية طحن القمح للحصول على الدقيق بطريقتين هما:

١- مطاحن الحجارة Stone milling

تستخدم الحجارة في هذه المطاحن وتتكون الطاحونة من حجرين، السفلي ثابت و العلوي متحرك. وتتم إدارة الحجر العلوي عن طريق عمود إدارة يأخذ حركته من موتور كهربائي، ويتم بين هذين الحجرين طحن حبوب القمح. عادة تصنع حجارة الطحن من حجر الجرانيت أو الكوارتز أو حجر الصوان (الجرانيت الأسواني). ويبلغ قطر الحجر الواحد من حجري الطاحونة ١٠٥ سم وسمكه من ٣٠- ٣٥ سم، ويقسم الحجر إلى ٨ أجزاء ويقسم كل منها إلى ثلاثة أضلاع وينقش على كل ضلع من هذه الأضلاع خطوط رفيعة مستقيمة (١٢- ١٦ خط في الضلع الواحد). وحول محور الحجر توجد منطقة تنتهي بعد مسافة ١٦ سم تقريباً تسمى بصدر الطاحونة، وهي منطقة سطحها أملس نوعاً ما وتنخفض عن مستوى مركز الحجر ثم تبدأ في الارتفاع حتى تقابل الأضلاع. ووظيفة هذا الجزء الأملس دش حبوب القمح بينما الأضلاع تقوم بطحنها وسحقها نتيجة لتقاطع سطحي الحجرين فيما يشبه سلاحي المقص (شكل ٢٣).

وتعرف طريقة الطحن في مطاحن الحجارة بالطحن المنخفض أو القاسي حيث يعمل على تضييق المسافة بين الحجرين للحصول على أعلى معدل للطحن، ولذلك يظهر دقيق الحجارة دائماً بلون داكن نظراً لسحق جزء من الردة مع الدقيق ومن الصعب فصله على مناخل الدقيق. ومن أهم عيوب الطحن بهذه الطريقة:

١- قد تنتقل بعض مكونات الحجارة إلى الدقيق وذلك نتيجة لتكسر سنون بعض الأضلاع.

٢- عدم إمكانية التحكم كاملاً في نسبة الاستخلاص للدقيق الناتج لصعوبة فصل الأغلفة عن الإندوسبيرم.

٣- الحرارة الناتجة عن عملية الاحتكاك بين الحجارة وحبوب القمح قد تؤدي إلى فقد الرطوبة، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض معدل التصافي بجانب التأثير الضار الذي قد يحدث على بروتينات دقيق القمح.

٤- ارتفاع نسبة الرماد في الدقيق الناتج خاصة في درجات الاستخلاص المنخفضة مقارنة بدقيق مطاحن السلندرات.

شكل (٢٣) إحدى أحجار مطاحن الحجارة.

٢- مطاحن السلندرات Roller milling

يعتمد هذا النوع من المطاحن أساسا على السلندرات أو الدرافيل، حيث تتم عملية الطحن بمرور القمح بين زوج من الدرافيل المسننة التي تقوم بسحقه وتغيير معالمه، وتعرف عملية الطحن في هذا النوع من المطاحن باسم الطحن التدريجي، وهي تمثل الخطوات الآتية:

١- عملية الدش Breaking

تتم عملية دش للحبوب بسلندرات الدش Break roller mills، وهي وحدات كل منها عبارة عن سلندرين يدوران عكس بعضها وأحدهما أسرع في الدوران عن الثاني، وتقدر نسبة السرعة بين الأول والثاني بنسبة ٢,٥ : ١، وسلندرات الدش عادة تكون مجعدة السطح مغطاة بطبقة من المعدن القابل للتجليخ والتسنين على طول السلندر للقيام بعملية الدش.

ويبلغ عدد وحدات سلندرات الدش إلى ثلاثة أو خمسة وحدات، حيث يقوم سلندر الدش الأول بفتح الحبة عادة بطول محورها ويكون في هذه الحالة جزء من الإندوسبيرم مرتبط مع الأغلفة بينما أغلبية الإندوسبيرم في أحجام كبيرة (أكبر من ١مم) وتعرف بالسميط Semolina، أي أن ناتج سلندر الدش الأول عبارة عن:

١- مجموعة من الجزيئات مختلفة في أحجامها ومكوناتها أكبرها الأغلفة وما يلتصق بها من إندوسبيرم.
٢- سميط ومنتجات وسطية وعادة حجمها متوسط.
٣- جزيئات صغيرة من الأغلفة وأيضاً دقيق ناعم ناتج من جزيئات الإندوسبيرم ويتم فصل هذه المكونات عن طريق عملية النخل Sieving من خلال المراحل الآتية:

أ- Scalping ويقصد بها النخل بهدف فصل الجزيئات الخشنة من باقي أجزاء الطحن المجروشة.
ب- Dusting or bolting or dressing ويقصد بها نخل الدقيق من الأجزاء الخشنة.
ج- Grading ويقصد بها تصنيف الخليط إلى السميط Semolina والمنتجات الوسطية إلى أقسام تبعا لأحجام جزيئاتها.

ثم ما يتبقى من عملية النخل يتم تغذيته في سلندر الدش الثاني وهو مثل الوحدة السابقة إلا أن سطح السلندر أنعم والمسافة بين السلندرين أقل. وفي هذه المرحلة يتم فصل الإندوسبيرم بحيث يصبح أقل سمكا وارتباطا بالأغلفة حيث تتم بعد ذلك عملية النخل لترسل الأجزاء الكبيرة إلى سلندر الدش الثالث. والجدول التالي يبين كمية التجاعيد في البوصة في السلندر والمسافة بين السلندرين في سلندرات الدش.

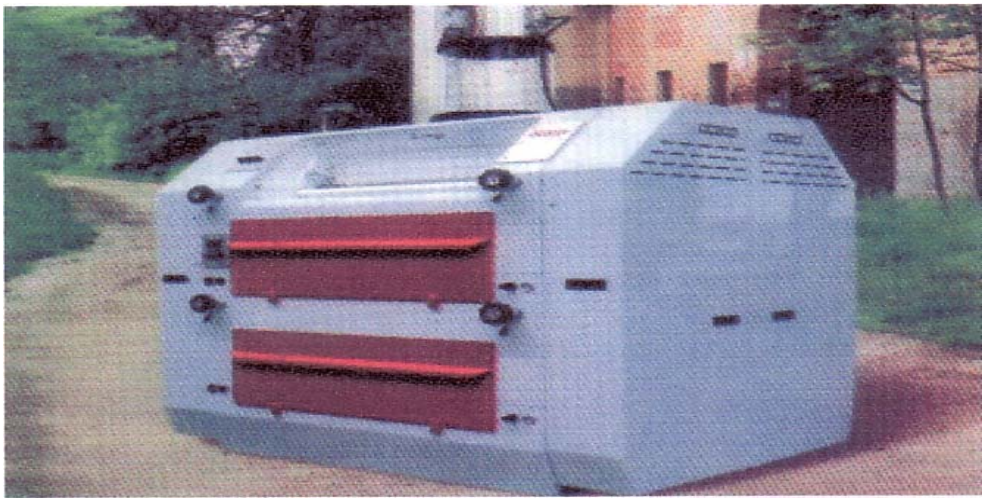
جدول (١٢) كمية التجاعيد في البوصة في السلندر والمسافة بين السلندرين في سلندرات الدش.

رقم السلندر	كمية التجاعيد في كل بوصة	المسافة بين السلندرين	
		البوصة	المليميتر
الدش الأول	١٢	٠,٠٢	٠,٥
الدش الثاني	١٤	٠,٠٠٦	٠,١٥
الدش الثالث	١٨	٠,٠٠٣٥	٠,٠٩
الدش الرابع	٢٦- ٣٠	٠,٠٠٣	٠,٠٨

٢- عملية التنعيم Reduction

يتم تنعيم حبيبات الإندوسبيرم للحصول على دقيق ذي أحجام تمر من المناخل تبعاً لنسبة الاستخلاص، ووحدة التنعيم عبارة عن سلندرين يختلفان عن سلندرات الدش في أن أسطحها ملساء، وسرعة أحدهما للآخر ١,٥: ١، كما أن المسافة بين السلندرين أقل من سلندرات الدش. وهناك عدة وحدات للتنعيم حيث يذهب الناتج من السلندر الأول بعد عملية النخل إلى السلندر الثاني لتكملة التنعيم وهكذا للحصول على الدرجة المطلوبة. يمكن زيادة نسبة الاستخلاص للدقيق الناتج عن طريق زيادة عدد

السلندرات وتقريب المسافة بين كل زوج وزيادة التجاعيد في سلندرات الدش مما يؤدي إلى سحق أجزاء من الأغلفة والتي تمر من المناخل فتزيد نسبتها في الدقيق فترتفع نسبة الاستخلاص. الشكل (٢٤) يوضح فيه صندوق السلندرات.



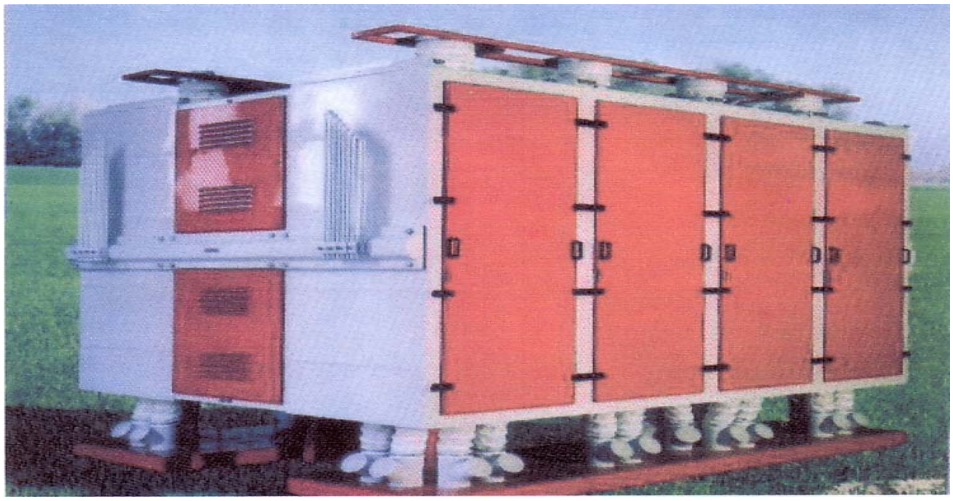
شكل (٢٤) جهاز طحن بالسلندرات.

٣- عملية النخل والتنقية Sieving and purification

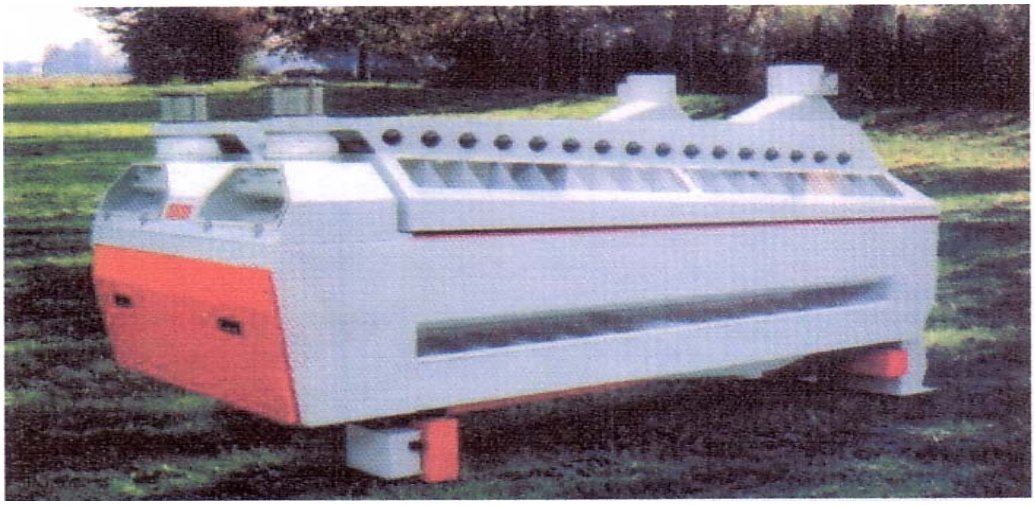
وتتم عملية النخل لفصل المنتجات الكبيرة والصغيرة الحجم عن حبيبات الإندوسبيرم بعد عملية الدش في سلندرات الدش. وتتم عملية النخل في البلانسفتر Plansifter (شكل ٢٥) وهي عبارة عن صندوق من الخشب أو المعدن بداخله عدة شرائح (١٢- ١٤ شريحة) يركب عليها سلك أو حرير يختلف في أرقامه، ويتحرك حركة رحوية تؤدي إلى فصل نواتج كل مرحلة من مراحل الطحن حسب حجمها لينقلها إلى مناخل أخرى تسمى بالسرند Purifier (شكل ٢٦)

وتختلف عن بعضها في أرقام الحرير و السلك وعادة يبدأ المنخل بالثقوب الواسعة وينتهي بالثقوب الضيقة. ويقوم جهاز السرند Purifier بتنقية المنتجات الواردة إليه من البلانسيفترات بفصل الأجزاء المتماثلة في الحجم و المختلفة عن بعضها في الوزن النوعي، ويتكون السرند من صندوق خشبي أو معدني طوله حوالي ٧ أقدام وعرضه من ١٥- ١٨ بوصة ويمتد بطوله برواز مغطى بأربع شرائح من حرير المناخل تبدأ بالأرقام الكبيرة وتنتهي بالأرقام الصغيرة وبتعريض الطحين أثناء مروره لتيار شفط يمر من أسفل الشرائح أثناء اهتزازها فيؤدي ذلك إلى ترتيب جزيئات الطحين حسب أحجامها أو كثافتها، حيث في حالة اختلاف الحجم وتماثل الكثافة نجد أن الأجزاء الكبيرة تعلو دائماً الأجزاء الصغيرة بينما في حالة اختلاف الكثافة وتماثل الحجم فنجد أن الأجزاء الثقيلة تستقر أسفل الأجزاء الخفيفة وبهذا يمكن فصل كل جزء من هذه الأجزاء بسهولة حيث تنفصل جزيئات الإندوسبيرم الصغيرة (السميط الناعم) على

الشرائح الأولى بينما تنفصل جزيئات الإندوسبيرم الكبيرة (السميط الخشن) على الشرائح الأخيرة في حين أن الأجزاء الأخرى الخفيفة والمتمثلة في جزيئات الردة الكبيرة والصغيرة والتي تلتصق بها نسبة من الإندوسبيرم فيتجه الثقيل منها إلى نقط تجمع معينة في الجهاز لتنتقل إلى مرحلة أخرى من مراحل الطحن بينما يتطاير الخفيف مع الهواء حيث تجمع فيما بعد لتضاف إلى باقي النواتج.

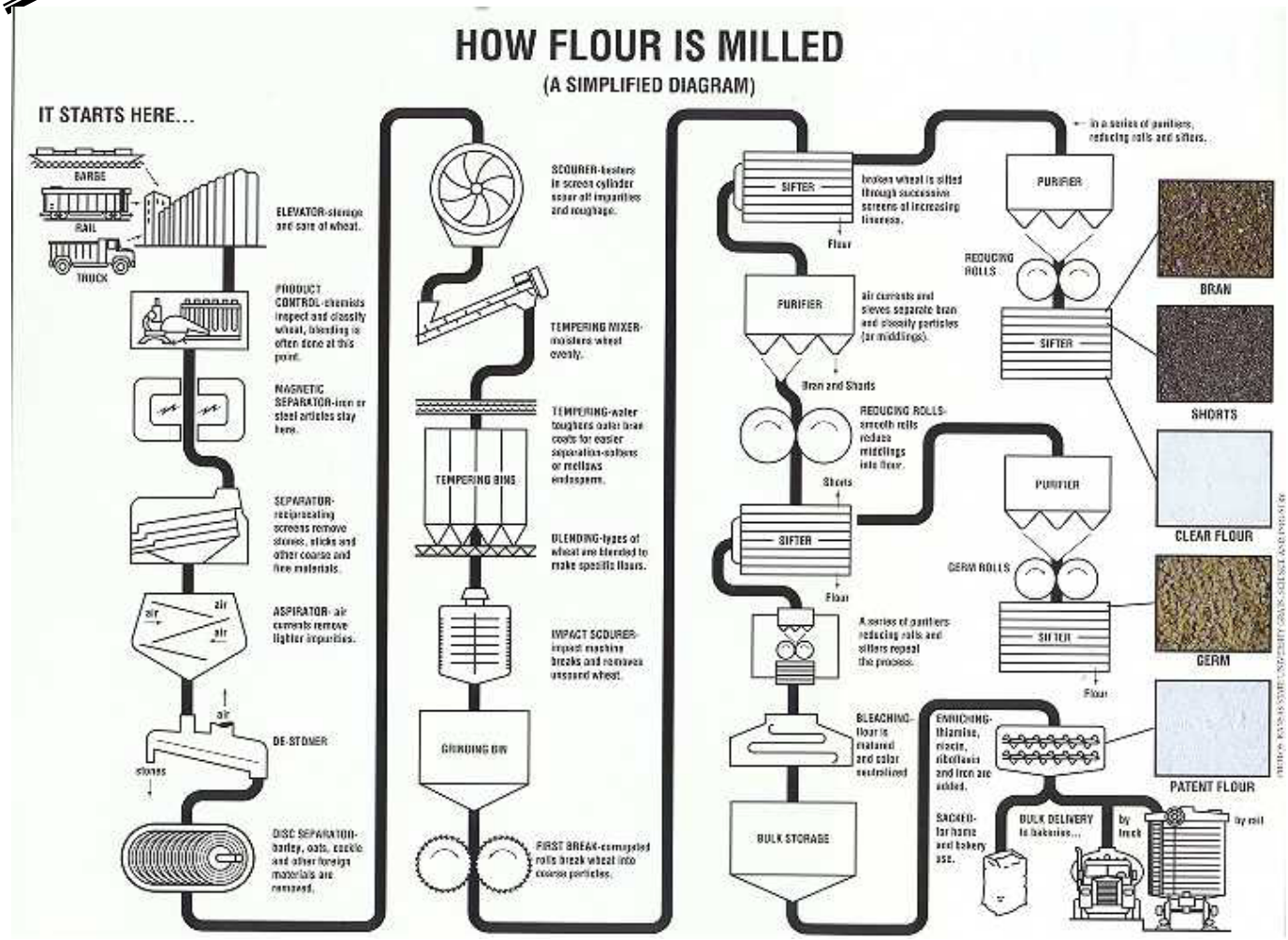


شكل (٢٥)المنخل (الغربال) المستخدم في مطاحن السلندرات.



شكل (٢٦) المنقي (السرند) المستخدم في مطاحن السلندرات.

وفيما يلي شكل مختصر يوضح خطوات وتتابع عمليات الإعداد والطحن لحبوب القمح.



شكل (٢٧) تتابع خطوات تصنيع الدقيق من الحبوب.

معدلات الاستخلاص Extraction rates

يطلق على وزن الدقيق الناتج من ١٠٠جزء من القمح بعد الطحن بنسبة الاستخلاص، ويقصد بوزن القمح أو الوحدة الوزنية منه أن يكون في صورته النهائية النظيفة، ولذا فإنه عند أخذ الوحدة الوزنية من القمح الوارد للطحن فإنه يجب حساب درجة نظافته وأيضاً درجة رطوبته بحيث أن كمية القمح الصافي الداخلة لسلندرات الدش تعطي كمية الدقيق التي تحسب على أساسها، بينما الفرق بين كمية الدقيق وكمية القمح هو عبارة عن الأغلفة الخارجية أو ما يعرف بالردة التي تتوقف كميتها على نسبة التصافي أو الاستخلاص بمعنى إذا ارتفعت معدلات الاستخلاص قلت نسبتها والعكس صحيح.

وعند النظر إلى التركيب المورفولوجي لحبة القمح نجد أنها تحتوي على ٨٢٪ من الإندوسبيرم الأبيض النشوي اللازم لإنتاج الدقيق الأبيض، إلا أنه من الصعب فصل الـ١٨٪ الباقية (الأغلفة والأليرون والجنين)

للحصول على دقيق أبيض استخلاص٨٢٪ والحدود المثلى للحصول على دقيق أبيض ميكانيكياً تكون عادة ٧٥٪ وأن أي استخلاص أكثر من ذلك يعمل على دكانة لون الدقيق نظرا لوجود الأغلفة به حيث تلتصق بطبقة الإندوسبيرم ويجب الأخذ في الاعتبار أنه كلما زادت نسبة الاستخلاص كلما قل محتوى الدقيق الناتج من الكربوهيدرات في حين تزيد فيه نسب العناصر الغذائية الأخرى وخاصة فيتامين B_1 وبعبارة أخرى فإنه بانخفاض نسبة الاستخلاص تنخفض نسبة كل من البروتين والدهن والألياف والفيتامينات (أهمها الثيامين، الربيوفلافين، حمض النيكوتينيك)، ونظرا لانخفاض نسبة الألياف في الدقيق المنخفض الاستخلاص فإن نسبة ما تنتجه كل ١٠٠ جرام من سعرات حرارية يرتفع بالرغم من نقص الدهن حيث إن درجة امتصاص العناصر الغذائية واستفادة الجسم منها ترتفع لانخفاض الألياف وبالتالي ترتفع مقدار السعرات الحرارية في الدقيق.

قوة الدقيق

قوة الدقيق يعود بالدرجة الأولى إلى خصائص بروتينات الدقيق بالإضافة إلى لزوجته وقدرته على امتصاص الماء بجانب محتواه من الأنزيمات والرماد والمواد الملونة. ويعتبر البروتين أهم عناصر الجودة للأنواع المختلفة من الدقيق نظرا لأنه المسؤول عن تحديد المنتجات التي يستخدم فيها هذا الدقيق، ويحدد ذلك عاملان هما:

١- كمية البروتين:

كمية البروتين في الدقيق تتراوح بين ٧- ١٥٪ و تحدد نسبة البروتين في الدقيق الغرض من استخدامه، فالخبز الأفرنجي يحتاج إلى دقيق ذي نسبة بروتين عالية (١٢- ١٤٪) بينما يحتاج الكعك إلى دقيق به نسبة بروتين منخفضة (٨- ٩٪)، هذا ويمكن القول بأن كمية البروتين يمكن أن تتأثر بالظروف البيئية إلى درجة كبيرة مثل درجة الحرارة والتسميد عند نمو المحصول، هذا وتقدر نسبة البروتين بطريقة كلداهل. ومن الجدير بالذكر أن زيادة نسبة البروتين تؤدي إلى زيادة حجم الخبز الأفرنجي وأن العلاقة بين كمية البروتين وحجم الخبز علاقة خط مستقيم.

٢- نوعية البروتين:

تعتمد نوعية بروتين الدقيق على محتواه من الجلوتين ومقدرته على تكوين الشبكة الجلوتينية، وعليه فإن البروتينات ذات درجة الانسياب الجيدة هي التي تسمح للشبكة الجلوتينية بالتمدد بدرجة كافية تحت تأثير الغازات المتولدة أثناء عملية التخمر وأيضا أثناء المراحل الأولى من الخبيز دون أن تتمزق. هذه الخصائص الجيدة لبروتين الدقيق هي التي تسمح باستخدام هذا الدقيق في صناعة الخبز.

يجب ملحوظة أن قوة الشد يجب أن تكون بالحد الذي يسمح للشبكة الجلوتينية بالاحتفاظ بشكلها تحت تأثير ضغط الغاز وفي نفس الوقت يجب أن تسمح بتكوين حجم مناسب عند انخفاض الغاز. ومن جهة أخرى، فإن أنواع الدقيق التي تصلح لصناعة الكيك يجب أن لا يسمح بروتينها بتمدد الشبكة الجلوتينية إلا قليلا حيث تحتفظ بكمية قليلة من الغازات. هذا ويطلق على جلوتينات القمح والتي تصلح لصناعة الخبز الإفرنجي والتي تتمدد شبكتها بقدر كبير وتحتفظ بشكلها أثناء التخمر بأنها بروتينيات قوية أو دقيق قوي في حين أن الجلوتين التي يتمدد بقدر ضئيل ويكون عرضة للتمزق يطلق عليه لفظ بروتينيات أو دقيق ضعيف.

الباب الرابع: صناعة الخبز Bread baking technology

يعتبر الخبز من أهم مصادر الطاقة والبروتين للعديد من شعوب آسيا وأفريقيا، وتصل نسبته أحيانا إلى ٩٠٪ من غذاء بعض الطبقات، هذا وترتبط كمية الاستهلاك من الخبز بمستوى المعيشة حيث إنه بارتفاع مستوى المعيشة للأفراد يقل اعتمادهم على الخبز كمصدر رئيس للطاقة، كما أن استهلاك الخبز له علاقة بالعادات الغذائية للشعوب حيث يشكل القاسم المشترك لمعظم الموائد العربية، ففي مصر، يمثل الخبز ثلثي كمية الغذاء المستهلك، وتزداد هذه الكمية بين الطبقات الفقيرة. وينتشر في معظم بلاد العالم أنواع عديدة من الخبز تختلف فيما بينها في طرق الصناعة ونوع الخامات الداخلة في تصنيعه مثل دقيق القمح والذرة والشعير وأنواع الخبز منها البلدي مثل الماوي والمجرى والشامي والشمسي وغيرها في حين أنه من أنواع الخبز الإفرنجي نجد الفرنساوي والتوست والفورمه والساندويتش والكايزر.

تطورت المخابز في الفترة الأخيرة تطوراً كبيراً حيث انتشرت المخابز الآلية والنصف آلية لتحل محل المخابز اليدوية التقليدية مما أدى إلى تحسين صفات رغيف الخبز وسرعة إنتاجه، هذا ولاشك أن إنتاج الخبز في العصر الحالي لم يعد من الأمور الميسرة لأنه يتطلب تضافر جهود العاملين في تقنية الحبوب والخبز لمواجهة مشاكل التصنيع والتداول وأيضا جهود القائمين على استنباط سلالات جيدة من القمح لزيادة غلتها لتوفير رغيف الخبز بالمواصفات الجيدة وبالسرعة المطلوبة.

المواد الخام المستخدمة في صناعة الخبز

١- الدقيق:

يقصد به دقيق القمح سواء الفاخر والذي نسبة استخلاصه ٧٢٪ بينما الدقيق البلدي تتراوح نسبة الاستخلاص فيه بين ٨٢- ٨٨٪ وقد تصل إلى أكثر من ٩٠٪، هذا ويعتبر الدقيق هو المصدر الأساسي لصناعة رغيف الخبز حيث يحتوي على العديد من المركبات الغذائية المختلفة مثل الكربوهيدرات كالنشا والسكريات المختلفة والبروتين والرماد بما يحتويه من عناصر معدنية كذلك فإن الدقيق أيضا مصدر للأنزيمات المختلفة والتي تلعب دوراً هاماً ومؤثراً في صناعة الخبز. وفيما يلي مكونات الدقيق وتأثيرها على صناعة الخبز.

أ- النشا:

من المعروف أن دقيق القمح يحتوي على ٦٣- ٧٠٪ نشا، والذي يتكون من أكثر من ٧٥٪ أميلوبكتين والباقي أميلوز. يمتص النشا حوالي ثلث وزنه ماء دون أن يحدث له انتفاخ وهذه النسبة ترتفع

بارتفاع درجة حرارة الماء حيث تصل إلى ٣٠٠٪ عند درجة حرارة ٦٠°م وإلى ١٠٠٠٪ عند درجة حرارة ٧٠°م وفي هذه الحالة فإنه يحدث لحبيبات النشا انتفاخ ويتكون معها حالة الجيلي المعروفة، ويقوم الأميليز بتحليل النشا إلى وحدات أصغر وهي الدكسترينات ثم المالتوز، والدكسترينات هي المسئولة عن إعطاء الخبز اللون المرغوب وأيضا الملمس الناعم. يتوقف فعل الأنزيمات في تحلل النشا إلى دكسترينات ثم إلى مالتوز على حجم حبيبات النشا حيث إن الطحن الجيد يؤدي إلى تهتك حبيبات النشا بدرجة كبيرة مما يسهل فعل الأنزيم في حين حبيبات النشا الكاملة تقاوم فعل الإنزيمات.

ب- السكريات:

بجانب النشا يوجد في الدقيق كربوهيدرات أخرى مثل السكريات ومعظمها سكريات ثنائية مثل المالتوز وأيضاً السكروز بنسبة لا تتعدى ١٪ لكل منهما كما وقد ينتج الجلوكوز خلال عملية التخمر من انحلال النشا والمالتوز إلى سكريات أحادية.

ج- البروتين:

علاوة على الأهمية الغذائية للبروتين لما يحتويه من أحماض أمينية أساسية فإن له أهمية تكنولوجية حيث هو المسؤول عن تكوين الشبكة الجلوتينية التي يتم فيها حجز الغاز أثناء عمليات التخمر وكذلك بناء شكل المنتج النهائي. يتكون بروتين القمح أساساً من الجلوتين Gluten وهو عبارة عن نوعين من البروتين يكونان في حالة انفصال في الدقيق ويتجمعان ويتحدان في وجود الماء، وهذان النوعان هما الجليادين Gliadin والجلوتنين Glutenin وتكاد تكون نسبتهما متساوية في الدقيق ويتركز وجودهما في الإندوسبيرم، في حين الأنواع الأخرى من البروتينيات مثل الجلوبيولين والألبيومين توجد في طبقة الجنين والطبقة الخارجية للاندوسبيرم وطبقة الأليرون، وبروتين القمح فقير في محتواه من الحامض الأميني الليسين Lysine وهو يعتبر بالتالي العامل المحدد القيمة الحيوية لبروتين القمح.

د- الرماد:

يعتبر الفوسفور والحديد والصوديوم والماغنسيوم وكذلك المنجنيز والنحاس من أهم العناصر المعدنية التي تتواجد في طبقة الأغلفة الخارجية للحبوب، وتتواجد هذه العناصر في صورة كبريتات وفوسفات. كما يوجد بعض الفوسفور الداخل في تركيب حامض الفيتيك والذي يتفاعل مع أملاح الكالسيوم والحديد ويحولها إلى مركبات غير ذائبة مما يؤدي إلى ترسيبهما و عدم امتصاصهما مما ينتج عن ذلك الإصابة بالأنيميا، إلا أنه في حالة التخمر فإن إنزيم الفيتيز Phytase يقوم بتحليل حامض الفيتيك إلى فوسفور وأينوزيتول، ويتم خلال عملية التخمر تحليل ما يقارب من أكثر من ٦٠ ٪ من كمية

الفيتين في الدقيق، هذا ويلاحظ أن نسبة الرماد في الدقيق تختلف تبعاً لدرجة استخلاصه فهي ترتفع في الدقيق الذي نسبة استخراجه عالية وتقل في دقيق الأستخلاصات المنخفضة.

هـ- الإنزيمات:

تلعب الإنزيمات التي تتواجد طبيعيا في الدقيق دوراً هاماً وحيوياً خلال مراحل إنتاج الخبز وخاصة أثناء عملية التخمر Fermentation حيث يرجع إليها نجاح هذه العملية لما ينتج عنها من مركبات مختلفة. ويعتبر إنزيم الألفا أميليزα-amylase وإنزيم البيتا أميليز β-amylase و يطلق عليهما تجاريا إنزيم الدياستيزDiastase. وإنزيم الألفا أميليز يهاجم الرابطة ألفا ١- ٤ Glucosidic linkage لحبيبات النشا لتنتج دكستيرينات بينما البيتا أميليز تحلل الرابطة ١- ٦ ليعطي سكر المالتوز والذي يتحلل بواسطة إنزيم المالتيز Maltase المفرز من الخميرة إلى جلوكوز والذي تحلله الخميرة لتنتج ثاني أكسيد الكربون حيث له تأثير كبير على خواص رغيف الخبز. وعامة إنزيمات الأميليز تقوم بدور هام في تحليل النشا إلى سكر ثنائي (مالتوز) وبدون ذلك لا تستطيع إنزيمات الخميرة تكوين الجلوكوز، لذلك في بعض الأحيان تتم إضافة كمية من دقيق المولت (المحتوي على نسبة من الدياستيز) إلى دقيق القمح لرفع نسبة إنزيمات الأميليز به.

بجانب الإنزيمات المحللة للنشا يحتوي الدقيق على إنزيمات أخرى منها البروتييز Proteases و التي تكون مصدرها أيضاً الخميرة وهي من الإنزيمات المحللة للبروتين وبالتالي فإن وجودها يؤدي إلى تطرية جلوتين القمح مما يجعله أكثر مطاطية. كما قد تتواجد إنزيمات أخرى بنسب بسيطة في الدقيق مثل الإنزيمات المحللة للدهون Lipases وإنزيمات الفوسفات و أهمها إنزيم Phytase وكذلك الإنزيمات المؤكسدة. بالإضافة إلى بعض الأنزيمات الأخرى والتي مصدرها الخميرة المضافة.

٢- الماء Water

يعتبر الماء من أهم المواد اللازمة لصناعة الخبز حيث يعمل على تكوين العجينة، وتتوقف كمية الماء المضافة على عوامل عديدة أهمها نسبة البروتين والنشا في الدقيق ودرجة الاستخلاص بالإضافة إلى نسبة المكونات الأخرى المضافة للدقيق، فكلما زادت نسبة الجلوتين في الدقيق كلما زادت نسبة الماء اللازمة لتكوين العجينة حيث إن الجلوتين له قدرة على تشرب الماء بنسب عالية والتي قد تصل إلى ٣٠٠٪، أيضا زيادة حبيبات النشا وخاصة الحبيبات المهشمة يزيد من نسبة الماء الممتص نظراً لزيادة أسطح الحبيبات وبالتالي احتياجها إلى كميات كبيرة من الماء، كما أن درجة استخلاص الدقيق تتناسب طردياً مع كمية الماء اللازمة حيث بارتفاع نسبة الاستخلاص تزداد المكونات الخارجية للأغلفة والتي لها درجة

تشرب عالية مما يتطلب إضافة كمية أكبر من الماء و العكس صحيح، حيث إن الدقيق المنخفض في درجة الاستخلاص يتطلب كمية أقل من الماء. ويقوم الماء المضاف بالوظائف التالية:

١- تكوين الشبكة الجلوتينية مع البروتين غير الذائب ويلاحظ أن زيادة كمية الماء المضاف عن الحد اللازم تؤدي إلى كسر روابط الشبكة الجلوتينية وبالتالي فقد العجينة لقوامها.

٢- يقوم الماء بإذابة المواد المختلفة مثل الملح والسكر ويعمل على توزيعها في العجينة.

٣- يعمل الماء على انتشار الخميرة وكل المواد الغذائية اللازمة لها في مكونات الدقيق.

٤- يعتبر الماء عاملاً منظماً لدرجة حرارة الوسط وعن طريقه يمكن ضبط درجة حرارة العجينة بحيث تتناسب مع بقية درجات حرارة المكونات.

ويراعى في المياه المستخدمة في منتجات المخابز أن تكون نقية بكتريولوجيا (خالية من الأحياء الدقيقة المرضية) وكيماويا (لا تحتوي على أي نوع من الأملاح المسببة للعسر سواء المؤقت أو المستديم حيث إن أملاح الكالسيوم والماغنسيوم تتفاعل مع المكونات الناتجة من نشاط الخميرة)، وعادة ما تكون كمية الماء اللازمة في حالة الخبز الإفرنجي بين ٥٠- ٦٠٪ بينما تصل في حدود ٧٠- ٧٥٪ في الخبز البلدي بالإضافة إلى تأثير جودتها في صفات الناتج النهائي.

٣- ملح الطعام Sodium chloride

ترجع أهمية إضافة ملح الطعام أثناء إنتاج الخبز إلى عوامل عديدة هي:

١- تنشيط الخميرة ومساعدتها على التكاثر وبالتالي سرعة التخمر.

٢- الحد من نمو بعض أنواع البكتريا والخمائر غير المرغوبة.

٣- له تأثير على طعم ونكهة الخبز الناتج.

٤- يعمل على تجميع الجلوتين وزيادة قوة العجين عن طريق ثبات شبكة الجلوتين.

٥- زيادة مقدار امتصاص الماء بواسطة العجينة.

٦- يعمل كمضادة للبكتريا Antibacterial agent غير المرغوبة والتي يكثر التلوث بها من الجو الحار، لذا تجب زيادة نسبة ملح الطعام المضافة للعجينة في فصل الصيف.

ويتم ذوبان الملح في قليل من الماء قبل إضافته إلى العجين (كمية الملح في حدود ١- ١,٥ ٪ من وزن الدقيق، في حالة الخبز البلدي أو ٠,٢- ٠,٥٪ في حالة الخبز الإفرنجي).

٤- الخميرة Yeast

تعتبر الخميرة من المكونات الهامة في صناعة الخبز حيث يؤثر نشاطها في شكل وحجم وصفات الخبز الناتج. وتقوم الخميرة (أنزيم الزيميز) بتخمير السكريات البسيطة إلى كحول وثاني أكسيد الكربون حيث يحتجز بالشبكة الجلوتينية مما يؤدي إلى رفع العجينة وتكون المسام بها في حين يتطاير الكحول أثناء عملية الخبيز، وبالتالي فإن الخميرة المضافة تقوم بتحويل العجينة الجامدة إلى كتلة خفيفة مسامية يسهل تحويلها إلى منتجات غذائية بعد عملية التخمير. لذا فإن كمية الخميرة المضافة يجب أن تكفي لإنتاج القدر المناسب من غاز ثاني أكسيد الكربون أثناء فترة التخمر، حيث إن كمية الغاز الناتجة في بداية التخمر تزداد بازدياد كمية الخميرة المضافة وأيضا بزيادة فترة التخمر وارتفاع درجة الحرارة بشرط توفر كمية الغذاء المناسبة للخميرة.

وتلعب إنزيمات الزيميز Zymase المفرزة بالخميرة دوراً هاماً في تحديد كمية غاز ثاني أكسيد الكربون وذلك عن طريق تحليلها للسكريات الأحادية (جلوكوز و فركتوز) إلى ثاني أكسيد الكربون وكحول أثناء مرحلة التخمر. وهذا التحول يمر بعدة مراحل تقوم خلالها إنزيمات الخميرة بعملية تنشيط لهذه السكريات الأحادية بإضافة الفوسفات إليها لتنتج في النهاية بجانب الكحول وثاني أكسيد الكربون حامض البيروفيك و الأسيتالدهيد وأحماض عضوية بالإضافة إلى العديد من المركبات الأخرى بكميات ضئيلة، والأحماض العضوية المتكونة تعمل على تليين الجلوتين وهي خطوة هامة في تسوية العجينة (إتمام تخمرها) وأيضاً المساهمة في تمدد الخلايا الغازية المتكونة بداخل العجينة المتخمرة، والخميرة المستعملة عادة تسمى خميرة الخباز Bakers yeast وهي عبارة عن خلايا نقية من جنس *Saccharomyces cervisiae* وتباع مضغوطة طازجة في عبوات خاصة أو على حالة جافة، وتقدر الكمية التي تجب إضافتها إلى الدقيق للحصول على التخمر المثالي (٣ساعات على درجة ٨٠°ف) بحوالي ١,٥٪ من وزن الدقيق، وقد حددت درجة الحرارة عند ٨٠°ف وعندها يكون نشاط ونمو الخميرة أعلى ما يمكن، لذلك يفضل في الإنتاج التجاري للخبز أن تحفظ درجة الحرارة عند٨٠°ف في الشتاء وألا تزيد عن٣٠°م في فصل الصيف كما أن أنسب pH لعمل الخميرة يكون عادة في الوسط الحامضي pH = 4.5 ، وتكون عادة حموضة العجين بعد الخلط مباشرة في حدود pH = 6 وتصل إلى ٤,٥ عقب التخمر ثم ترتفع إلى ٥,٢ عقب الخبيز. هذا وقد لوحظ أن نشاط الخميرة يمكن أن يقل في حالة ارتفاع نسبة السكر بالعجائن نتيجة لارتفاع الضغط الأسموزي في الوسط المحيط بالخميرة كما وجد أيضا أن إضافة الجلوكوز و كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) يؤدي إلى ضعف نشاط الخميرة كما أن وجود أملاح المعادن الثقيلة يؤدي إلى نفس التأثير وذلك بتكوين مركبات معقدة مع بروتينات الخميرة.

ويتركز فعل الخميرة أساساً في صناعة الخبز في إنتاج ثاني أكسيد الكربون وهو ضروري لتحسين قوام الخبز وطعمه و استساغته أثناء المضغ وأيضا إنتاج الكحول ومركبات الكربونيل والتي تؤثر في طعم الخبز ونكهته بالإضافة إلى العديد من الأحماض العضوية التي يتم إنتاجها أثناء عملية التخمير. وعلى الرغم من أن العديد من مكونات الكربونيل تتطاير أثناء عملية الخبيز إلا أنه يتبقى منها جزء غير متطاير يتفاعل مع بعض المركبات الأخرى لإنتاج الطعم المرغوب والمميز للخبز.

بعض المخابز تستخدم عجائن مخمرة بهدف تخفيض تكاليف شراء خميرة الخباز حيث يجرى تخمير جزء من العجينة باستخدام خميرة الخباز وعند اكتمال تخمرها تضاف إليه بقية العجين لتخميره. أو قد تستخدم الخميرة السلطاني وهي تصنع بأن يحجز جزء من آخر عجينة بعد انتهاء العمل اليومي بالمخبز و يتم عجنه مع جزء من الدقيق والماء وتترك لليوم التالي حيث يبدأ بها العمل و تضاف عادة بنسبة تصل إلى أكثر من ٢٠٪ من وزن الدقيق المستخدم. وباستخدام هذا النوع من الخميرة لا يمكن التحكم في نوع الخمائر ونقاوتها مما يؤثر على صفات الخبز الناتج وعدم تجانسه، فالتخمر في حالة استخدام خميرة الخباز يكون متجانساً في جميع الدفعات وطعم الخبز أحسن بالمقارنة باستعمال الخميرة السلطاني التي قد تسبب حموضة الخبز الناتج وعدم انتظام الإنتاج نظرا لعدم ضمان السلالات الموجودة بالبادئ.

٥- **السكر** Sugar

يضاف السكروز عادة إلى الخبز الإفرنجي (الصامولي) بنسبة ١,٥ ٪ حيث يعتبر غذاء سريع للخميرة في الفترة الأولى من التخمر بالإضافة إلى أنه يحدث في البسكويت اللون البني الخفيف المرغوب نتيجة لتفاعله مع بروتين الدقيق.

إنتاج الخبز Bread production

تقسيم مراحل إنتاج الخبز إلى ثلاث مراحل رئيسة هي:

أولا: مرحلة خلط المكونات Mixing the ingredients

تتضمن هذه المرحلة إضافة المكونات المختلفة الداخلة في صناعة الخبز والتي تتوقف على نوع الخبز المراد إنتاجه وأيضا طريقة الصناعة، ولأشك أنه يجب الأخذ في الاعتبار أن رغيف الخبز شأنه شأن أي مادة غذائية حيث إنه محصلة نهائية للعديد من العوامل التي شاركت في إنتاجه بمعنى أن نوعية

وكمية المواد الداخلة في الصناعة لها دور كبير وفعال على نوعية وجودة الناتج النهائي، وفيما يلي طرق خلط المكونات وهي:

١- **الطريقة المباشرة** Straight dough

وتسمى بطريقة الإنتاج المرحلية Batch method حيث يجرى خلط الدقيق والخميرة والماء والملح وقد يضاف أحياناً السكريات والدهون وغيرها من المواد (مواد منشطة لفعل الخميرة مثل كبريتات وكلوريد أمونيوم- مواد محسنة للدقيق- مواد مكسبة للطعم- مواد مانعة لنمو الفطريات مثل بروبيونات الكالسيوم- فيتامينات وأملاح معدنية) بالنسب المناسبة دفعة واحدة حيث يتم تكوين العجينة واكتمال تكوين الشبكة الجلوتينية والحصول على أنسب قوام ومرونة للعجينة وتترك فترة للتخمر (٢- ٤ ساعات) وميزة هذه الطريقة أن الخلط يتم دفعة واحدة وبالتالي قلة التكاليف علاوة على قصر فترة التخمير وأن الخبز الناتج له نكهة جيدة.

٢- **الطريقة غير المباشرة أو الإسفنجية** Sponge dough

يتم فيها خلط الخميرة وجزء من الماء ومنشطات الخميرة مع جزء من الدقيق لإجراء التخمر الذي يستمر فترة من الزمن (٤ ساعات) بعدها تضاف باقي المكونات المحسوبة لإتمام عملية التخمر (يضاف الملح قبل إتمام تكوين العجينة بدقيقتين فقط وذلك حتى لا يؤدي إضافته إلى زيادة شد العجينة مما يستدعي وقتاً أطول للخلط حتى تمام تكوين الجلوتين). وتمتاز هذه الطريقة مقارنة بالطريقة السابقة بتوفير ٢٠٪ من كمية الخميرة المستعملة، والخبز الناتج ذو حجم كبير وملمس مرغوب ومسام جيدة بينما أهم عيوبها ارتفاع التكاليف لزيادة العمالة والأجهزة وأيضا حدوث فقد في المكونات نتيجة لزيادة مدة التخمر. والجدول التالي يبين نسب المكونات المختلفة التي تستخدم في صناعة الخبز الإفرنجي بطريقتي الخلط المباشر والإسفنجي.

جدول (١٣) مقارنة بين طرق تحضير الخبز.

المكونات	الطريقة المباشرة	الطريقة غير المباشرة	
		العجينة المتخمرة	العجينة
الدقيق	١٠٠	٦٥	٣٥
الماء	٦٥	٤٠	٢٥
الخميرة	٣	٢,٥	_
منشطات نمو الخميرة	٠,٢- ٠,٣	٠,٢- ٠,٥	_

ملح	٢,٢٥	_	٢,٢٥
سكريات	٨- ١٠	_	٨- ١٠
دهون	٣	_	٣
لبن مجفف	٣	_	٣
مواد منعمة	٠,٢- ٠,٥	_	٠,٢- ٠,٥
مواد مثبطة للفطريات	٠,١٢٥	_	٠,١٢٥
مواد محسنة	٠,٢- ٠,٥	_	٠- ٠,٥

٣- طريقة الإنتاج المستمر Continuous method

حيث يتم وضع بادئ الخميرة على منشطات الخميرة والماء كله مع جزء من الدقيق، ويتميز البادئ بسيولة القوام عند اكتمال تخمره (٢- ٢,٥ ساعة) ويجرى خلطه بالدقيق وبقية مكونات العجين حيث يتكون الجلوتين عن طريق الخلط السريع في خلاطات خاصة ثم توضع في القوالب مباشرة و تخمر لمدة ٦٠ دقيقة فقط قبل الخبيز. ويؤدي هذا النظام إلى توفير الأيدي العاملة والوقت ولكن الخبز الناتج لا يحتوي على نكهة جيدة بالمقارنة بالطرق الأخرى المتبعة.

هذا ويمكن تلخيص عملية العجن التي تتم في المخابز البلدية بصفة عامة في وضع الدقيق في حوض العجن وإضافة الماء والخميرة وتقلب ويضاف ملح الطعام بعد إذابته في قليل من الماء، وتجرى عملية العجن سواء آلياً عن طريق عجانة كهربائية (شكل ٢٨) أو يدوياً ويراعى إضافة الماء للعجين تدريجيا وعلى حسب الحاجة إلى أن يتم إضافة كل الكمية المطلوبة والتي تختلف باختلاف نوع الخبز وتتطلب عملية العجن عادة حوالي عشرين دقيقة ودرجة الحرارة المناسبة لعملية العجن ٢٧°م، وقد يضاف المولت (مستخلص حبوب القمح أو الشعير المنبتة بعد تجفيفها) حيث يحسن من صفات الخبز الناتج لاحتوائه على إنزيم البيتا أميليز الذي يحلل النشا وبالتالي إمداد خلايا الخميرة بحاجتها من سكر المالتوز.

شكل (٢٨) عجانة كهربائية تستخدم في عجن الدقيق.

التغيرات التالية خلال مرحلة خلط المكونات:

١. يمتص بروتين الدقيق (الجلوتين) الكمية الكافية من الماء اللازم لتشبعه والتي تقدر بحوالي ضعف وزنه (تعادل ٤٠٪ من الماء الذي يمتصه الدقيق) ونتيجة لذلك تقوم جزيئات الماء الممتصة بربط جزيئات البروتين بعضها ببعض وباستمرار عملية العجن تتكون الشبكة الجلوتينية التي تعتبر الهيكل الأساسي لكتلة العجين.

٢. تبدأ جزيئات النشا بدورها في امتصاص الكمية اللازمة لها من الماء والتي تقدر بثلث وزن النشا (تعادل ٤٠٪ من كمية الماء الذي يمتصه الدقيق). ويتبقى ٢٠٪ من الماء في حالة حرة في الفراغات البينية التي كونتها شبكة الجلوتين ونلاحظ معها التصاق العجين بجدار وعاء العجن وعند تمام الامتصاص الكلي للماء المضاف للبروتين والنشا يبدأ العجين في التماسك مع اختفاء الماء المضاف وبالتالي نظافة جدران وعاء العجن.

٣. استمرار عملية العجن يكسب العجين صفات المطاطية والمرونة بعد اكتمال تكوين الشبكة الجلوتينية ونلاحظ أن الوعاء يظل نظيفاً دون حدوث التصاق للعجين به.

٤. زيادة العجن عن اللازم يؤدي إلى تهتك الشبكة الجلوتينية مما يؤدي إلى خروج بعض الماء الحر الموجود في الفراغات البينية بالعجين والتصاقها مرة أخرى بجدار وعاء العجن ويجب إيقاف عملية العجن عند بداية الوصول إلى هذه المرحلة.

٥. تنتشر الخميرة في مرحلة العجن ويبدأ نشاطها على السكريات الأحادية الموجودة بنسبة بسيطة وتنتج كحول وثاني أكسيد الكربون الذي ينتشر في الشبكة الجلوتينية مع نهاية مرحلة العجن.

ثانياً: مرحلة التخمير Fermentation stage

يرفع العجين من وعاء العجن بعد انتهاء عملية العجن ثم يوضع في صندوق خشبي (شكل ٢٩) لمدة تختلف باختلاف نوع الخبز، حيث في الخبز البلدي الماوي يظل العجين في الصندوق لمدة عشر دقائق، وتعرف هذه المدة بالراحة ثم يبدأ في تقطيع العجين أليا أو يدوياً إلى أرغفة ثم يخدع (يبطط) على طاولات من الخشب مغطاة بطبقة من الردة الناعمة النظيفة الخالية من المواد الغريبة وتترك الأرغفة حتى تمام التخمر ثم تخبز.

وفي صناعة الخبز البلدي المجر يظل العجين في الصندوق للتخمر لمدة ساعة وربع في المتوسط ثم يقطع إلى أرغفة كما سبق ثم يخدع بالشوبك وهو أسطوانة خشبية ذات يدين، وبعد تمام خدع الأرغفة تنقل إلى الألواح المغطاة بطبقة رقيقه من الردة الناعمة وتترك لتمام التخمر ثم الخبز.

والخبز الشامي يتشابه في عملية خدعه واختماره تماماً مع الخبز المجر ولكن رغيف العجين يتم وضعه على دقيق من نفس النوع المصنع منه الخبز، بينما في الخبز الإفرنجي (الصامولي) يترك العجين داخل الصندوق الخشبي لمدة ساعة ونصف مع تغطية الصندوق، وبعد ذلك يتم ضبطه يدويا ثم يترك لمدة نصف ساعة يرفع بعدها من الصندوق على عارضة خشبية بعد تكويره ويغطى بقطعة من القماش لمدة عشر دقائق ثم يقطع العجين طبقا للشكل المطلوب ويترك لمدة نصف ساعة حتى تمام التخمر ثم يخبز.

شكل (٢٩) صندوق تخمر العجينة.

أهم التغيرات التي تحدث أثناء مرحلة التخمير:

١- تحلل جزء من النشا بفعل إنزيمات الأميليز لإنتاج المالتوز الذي يتم تحليله إلى جلوكوز بالإضافة إلى تحليل السكروز المحتمل وجوده إلى جلوكوز وفركتوز بواسطة إنزيمات الخميرة.

٢- تقوم إنزيمات الزيميز التي تفرزها الخميرة بتحويل السكريات الأحادية إلى كحول وثاني أكسيد الكربون وأحماض عضوية، وإنتاج ثاني أكسيد الكربون ضروري لتحسين قوام الخبز وطعمه و الذي بدونه لا يمكن استساغته أثناء مضغة، بينما الكحول الناتج جزء منه يتحول إلى حمض خليك بواسطة بكتيريا حمض الخليك الذي يعمل مع الأحماض العضوية إلى تغيير حموضة العجينة، وهذه الحموضة لها تأثير مفيد لنشاط الخميرة وصفات الجلوتين حيث تعمل على تليينه وهي خطوة هامة لتسوية العجينة وهذا يؤدي إلى المساهمة في تمدد الغازات داخل العجينة المتخمرة كما وقد تتكون بعض الأسترات من اتحاد الأحماض العضوية مع الكحول وهي تنتج النكهة المرغوبة للناتج النهائي.

٣- تحلل إنزيمات البروتييز جزئ البروتين مكوناً أحماضاً أمينية حرة تستخدمها الخميرة كمصدر للنيتروجين بعد أكسدتها إلى أمونيا.

٤- ترتفع درجة حرارة العجينة نتيجة للطاقة المتولدة عن نشاط الخميرة.

ثالثاً: مرحلة الإنضاج الحراري (الخبيز) Thermal processing

في هذه المرحلة تتعرض قطع العجينة بعد تخميرها إلى المعاملة الحرارية إلى أن يتم نضجها وتختلف درجة الحرارة حسب نوع المنتج حيث في الأفران البلدية تصل من ٣٦٠- ٥٠٠ °م بينما في المخابز الإفرنجية ٢٥٠°م ومدة الخبيز في رغيف الخبز البلدي حوالي دقيقتين بينما يصل إلى ١٥ دقيقة في الخبز الإفرنجي (شكل ٣٠). تعتبر مرحلة الإنضاج الحراري من أهم الخطوات التصنيعية التي تجرى على رغيف الخبز حيث تكسب الناتج النهائي الطعم و الرائحة و القوام وأيضاً اللون المميز.

شكل (٣٠) فرن لصناعة الخبز الإفرنجي.

التغيرات التي تحدث خلال مرحلة الخبيز:

١- عند دخول العجينة إلى الفرن يكون نشاط الخميرة سريعاً منتجة ثاني أكسيد الكربون وكحول إلى أن يتم قتلها نتيجة لارتفاع الحرارة في الرغيف.

٢- يحدث تمدد لغاز ثاني أكسيد الكربون وأيضا بخار الماء والكحول نتيجة لارتفاع الحرارة مما يؤدي إلى رفع العجينة وبالتالي يأخذ الرغيف شكله وحجمه النهائي إلى أن يتم التخلص من كل الغاز بعد أن يكون قد أدى دوره وأيضا يتطاير الكحول بفعل الحرارة.

٣- بارتفاع درجة الحرارة إلى ٦٠°م تبدأ حبيبات النشا في الانتفاخ ثم يحدث لها جلتنة وتزداد اللزوجة وبعد ذلك تصبح حبيبات النشا أكثر تعرضاً لفعل إنزيمات الأميليز والتي يزداد نشاطها أيضا في هذه الفترة حيث يقوم إنزيم الألفا أميليز Amylase- $\propto$ بهدم الأميلوز والأميلوبكتين إلى دكسترين وخفض درجة لزوجتهما بينما إنزيم البيتا أميليز Amylase -β يؤدي إلى تكوين المالتوز وتفقد هذه الإنزيمات نشاطها عندما تصل لدرجة الحرارة ٧٠°م هذا ويجب أن يكون هناك توازن بين نسبة كل من إنزيمي الألفا والبيتا أميليز حتى لا يحدث ارتفاع في نسبة الدكسترينات نتيجة لنشاط الأول ولا يقابله تحول لهذه الدكسترينات إلى مالتوز مما يؤدي إلى أن يصبح الخبز لزجاً نتيجة لارتفاع نسبة الدكسترينات به.

٤- وصول الحرارة إلى٧٠°م تحدث دنترة Denaturation للبروتين وفقد خاصية الانسيابية والمرونة، مما يؤدي إلى تثبيت تركيب لبابه الرغيف، كما أن وجود السكريات المختزلة والأحماض الأمينية الحرة يؤدي إلى حدوث سلسلة من التفاعلات الكيماوية الإنزيمية والتي تعرف باسم تفاعل ميلارد Millard reaction، ويعزى لهذا التفاعل تكون الكثير من مركبات النكهة في الخبز ولذلك فالخبز المنخفض في البروتين يكون ضعيفاً في النكهة واللون ولذلك يضاف الجلوتين واللبن والبيض للخبز لإظهار اللون والنكهة فيه.

٥- يحدث فقد في الوزن باستمرار نتيجة لتبخير الرطوبة والكحول من القصرة وباستمرار الفقد يحدث جفاف سطحي للقصرة وتصبح مميزة عن بقية اللب.

وبعد خروج الخبز من الفرن يكون من الضروري تبريده بسرعة حيث يتم تغليفه بعد ذلك تمهيداً لتداوله واستهلاكه. وعملية التبريد Cooling مهمة جداً قبل التغليف حيث عدم تمام التبريد يساعد على نمو الفطر ويؤدي التبريد إلى اكتمال عملية تبخير الرطوبة من سطح الأرغفة وحدوث فقد في الوزن.

عيوب رغيف الخبز

١- عدم وصول الرغيف لحجمه الطبيعي ويرجع ذلك إلى استعمال قليل من الخميرة مع دقيق قوى ووجود كثير من الملح.
٢- احتراق واضح بسطح الرغيف مع عدم نضجه ويرجع ذلك إلى عدم اكتمال التخمر.
٣- وجود ثقوب صغيرة جداً ومتفرقة على سطح الرغيف وترجع لزيادة عملية التخمر.
٤- لباب غير إسفنجي القوام أي خشن ويرجع إلى زيادة فترة التخمر عن اللازم أو بطء واضح في حرارة الفرن.

بيات (تجلد) الخبز Bread staling

هناك عدة نقاط يجب توضيحها حتى يمكن مناقشة ودراسة ظاهرة بيات أو تجلد الخبز وأهمها :

١- ليس صحيحاً تماماً أن تجلد الخبز يحدث نتيجة لفقد رطوبته فقط والدليل على ذلك أنه عند تسخينه مرة أخرى لفترة قصيرة فإنه يكتسب لوقت قصير صفات الرغيف الطازج المخبوز حديثاً.

٢- كما أن عملية التجلد لا يمكن أن تعزى إلى كمية الرطوبة الموجودة في الخبز حيث إن تغليف قطعة من الخبز الطازج بأحد الأغلفة المناسبة غير المنفذة للرطوبة لم تمنع حدوث التجلد.

ويمكن القول بأن التجلد هو الجفاف الحادث للخبز والـ Crumbliness الذي يشعر به الإنسان في الفم والذي يحتاج لمزيد من اللعاب حتى يحدث له الترطيب الكافي بالإضافة لتغير نكهته. وبناء عليه قد يضاف بعض المواد التي من شأنها تأخير التجلد فبعضها له تأثير مرطب Softening على اللبابة حيث يجعلها تحتفظ بطراوتها أطول فترة ممكنة ومن أهم هذه المواد المولت. وأيضا من هذه المواد التي تقوم بهذا العمل الدهون والألبان وهذه المواد بجانب أنها تقوم بترطيب اللبابة لطبيعتها الهيجروسكوبية فإنها أيضا تزيد من القيمة الحيوية والغذائية للخبز الناتج.

وقد أرجع العلماء حدوث ظاهرة تجلد الخبز إلى النشا و الجلوتين حيث توصلوا إلى أن هناك علاقة بين التجلد والتغيرات التي تعتري كلاً من النشا و الجلوتين، حيث لوحظ أن عملية تجلد الخبز تكون مصحوبة باستمرار بحدوث ما يعرف بترسيب وبلورة النشا Retrogradiation أو Crystallization الموجود في الخبز. حيث وجد بعد دراسة النشا بأشعة x-Ray لكل من الخبز الطازج ونفسه بعد تجلده اختلافا في صور الأشعة لحبيبات النشا. وإذا نظرنا إلى النشا فنجد أنه بطبيعته لا يذوب في الماء البارد لوجود أغلفة

محيطة بحبيباته تمنع انتشار سلاسل الأميلوبكتين في الوسط المائي إلا أن هذه الحبيبات تكون قادرة على امتصاص الماء بنسبة ٢٥- ٣٠٪ دون أن تنتفخ.

وبارتفاع درجة حرارة الماء تبدأ جزيئات الماء بالارتباط مع مجموعات الهيدروكسيل (أ يد) المنتشرة في سلسلة الأميلوبكتين لوحظ أن نسبة امتصاص حبيبات نشا الذرة للماء تصل إلى حوالي ٣٠٠٪ بينما إذا ارتفعت درجة حرارة المعلق النشوى إلى٦٠°م ترتفع هذه النسبة إلى ١٠٠٠٪ وتصل درجة انتفاخ هذه الحبيبات عند وصولها إلى النهاية القصوى لانتفاخها في المعلق النشوى إلى ٢٥٠٠٪.

أثناء انتفاخ الحبيبات النشوية يخرج منها حبيبات الأميلوز الحرة وبعض من جزيئات الأميلوبكتين الحرة ذات درجة البلمرة المنخفضة لتنتشر وتذوب في المعلق النشوي تاركة الأجزاء غير الذائبة من هذه الحبيبات٠ وعادة ما تصبح هذه الأجزاء غير الذائبة من أغلفة جديدة ممتلئة بالمحلول المائي ويؤدي انتشار الأميلوز والأميلوبكتين من داخل الحبيبات إلى خارجها إلى انخفاض الضغط الأسموزي داخل الحبيبات المنتفخة ويؤدي استمرار التقليب أو غيره من العوامل الميكانيكية إلى انفجار هذه الحبيبات.

كما أن انتفاخ حبيبات النشا في كمية كافية من الماء (٤٠- ٥٠ ضعفا مثلا) يؤدي إلى ترسيب جزيئت الأميلوبكتين المنفصلة في المعلق بينما تنتشر جزيئات الأميلوز في الماء، في حين إذا كانت كمية الماء أقل من ذلك فإن جزيئات الأميلوز المنفصلة عن الحبيبات الأم تتداخل وتتشابك مع بعضها ويعتبر ذلك تفسيرا لتكوين عجينة النشا مع الكميات القليلة من الماء، ويرجع تكوين عجينة النشا وخاصة حالة الجيلGe1 إلى صفات وكميات الأميلوز الموجودة في النشا إذ إن ذوبان الأميلوز في الوسط المائي في المعلق يكون رابطة قوية متماسكة نوعا ما بين أغلفة الحبيبات٠ ولقد أرجع العلماء ظاهرة تجلد الخبز إلى ترسيب الأميلوبكتين وتجمعه أي ما يعرف بالـ Crystallization أو Retrogradiation .

وأن ظاهرة تفتت اللبابة والتغيرات الطبيعية الأخرى التي تحدث خلال التجلد تكون راجعة إلى جزئ النشا المتفرع (الأميلوبكتين) وترسبه. وقد لوحظ أنه بدراسة الكربوهيدرات أن النشا يتكون من جزيئات متفرعة (الأميلوبكتين) وأجزاء أخرى غير متفرعة (الأميلوز) وأنه بتخزين الخبز فإن النشا المتفرع (جزيئات الأميلوبكتين) يقل نسبته بينما لا يحدث هذا للنشا غير المتفرع، وبالتالي يصبح النشا المتفرغ مترسبا في صورة طبقات أو ما يعرف بـ Retrogradiation و CrystaIization مسببا حالة تجلد الخبز. والدليل على ذلك أن جزيئات الأميلوبكتين المتفرعة في نشا الذرة أكبر منها في نشا القمح لذا فإن ظاهرة التجلد تحدث في الخبز المصنع من دقيق الذرة بصورة واضحة وسريعة بالمقارنة بالمصنع من دقيق القمح٠ من ذلك يتضح أن الجزء النشوي المتفرع (الأميلوبكتين) يأخذ في الترسيب على صورة طبقات تزداد بمرور الوقت ومع فقد الرطوبة المستمر والتي تعمل كعائق لانفصال النشا في طبقات فإن النشا يسرع في

الترسيب مسببا حالة التجلد أو ما يعرف بالخبز البايت٠ وقد وجد أن تأثير إضافة المواد المؤخرة لحدوث التجلد يقوم على أساس أنها تكون مركبات معقده مع النشا باتحادها به وبتالي تمنع ترسيبه وتؤخر حدوث التجلد. وأن بعضاً من هذه المواد مثل Glycerol monostearate تزيد من الرطوبة التي تحفظ بها النشا في الخبز وبالتالي تقلل من ارتباط الجزيئات ببعضها وترسيبها كما وجد أيضا من الأبحاث أن هذه المادة تدمص على سطح الحبيبات ولذا فهي تقوم بتأثير مرطب Softens للخبز يمنع حبيبات النشا المتجلتنة من الاتحاد والارتباط ببعضها.

الباب الخامس: تصنيع بعض منتجات دقيق القمح

أ- صناعة المكرونة Production of macaroni

تعتبر المكرونة Macaroni من أهم المصادر الرئيسة التي تساهم في توفير جزء من الطاقة للمستهلك شأنها شأن الخبز والأرز و الذرة، لذلك فكثير من الدول أولت صناعة المكرونة أهمية خاصة سواء في الأخذ بالأساليب التصنيعية الحديثة والحافظ على أسعارها لتكون في متناول الطبقات المختلفة من الشعب. متوسط الاستهلاك السنوي للفرد في الدول المتقدمة كإنجلترا وفرنسا وصل إلى حوالي ٣ كجم في حين وصل متوسط الاستهلاك السنوي للفرد في إيطاليا من المكرونة عشرة أضعاف.

تصنع المكرونة من دقيق السيمولينا Semolina الناتج من القمح الدكر *Triticum durum* وهو من الأقماح الصلبة Hard wheat التي تتميز بمظهرها القرني وارتفاع نسبة الجلوتين في دقيقها وشفافية العجائن الناتجة منها٠ ونظرا لأن هذه الأقماح مرتفعة الثمن مقارنة بالأقماح الطرية، فإن المكرونة يتم تصنيعها في بعض الدول من دقيق فاخر (استخلاص ٧٢٪) ناتج من طحن الأقماح الطرية وتستعمل الصبغات النباتية لإكساب المكرونة لونا أصفر خفيفا يشبه لون المكرونة المصنوعة من دقيق السميد. ولما كانت عجائن المكرونة العادية غنية بالكربوهيدرات وفقيرة في المحتويات المعدنية و الفيتامينات و تحتوي على نسبة قليلة من البروتين على صورة جلوتين لذلك تلجأ بعض الشركات إلى رفع القيمة الغذائية للمكرونة بإضافة بعض المواد الغنية بالبروتينيات والفيتامينات كاللبن والبيض ودقيق فول الصويا وعصير الخضروات و الفيتامينات.

وتعرض عجائن المكرونة في الأسواق بأشكال وأحجام مختلفة حيث تختلف طرق تشكيلها باختلاف الأذواق واحتياجات السوق وتعتبر الأشكال الأنبوبية الطويلة و القصيرة والاسباجيتي ولسان العصفور وغيرها من أكثر الأشكال شيوعيا.

المواد الخام اللازمة لصناعة المكرونة:

يعتبر السميد المادة الخام الأساسية التي يتم استخدامها في صناعة المكرونة والسميد هو حبيبات الإندوسبيرم التي تكبر في الحجم عن الدقيق و الخالي من الأجزاء المكونة لقشرة حبة لقمح وهو يستخرج أساسا من الأقماح الصلبة وبصفة عامة فإن الأنواع الجيدة من المكرونة يتم إنتاجها من السميد. وقد يستخدم الدقيق الفاخر عادة في صناعة المكرونة في بعض الدول لأسباب اقتصادية. كما يمكن أن تضاف مواد أخرى بغرض رفع القيمة الغذائية مثل البيض والألبان وغيرهما علاوة على مواد من شأنها تحسين القوام والمظهر وخواص الطبخ مثل جلوتين القمح وأيضا قد تضاف الصبغات النباتية لإضفاء اللون المميز للمكرونة وذلك في حالة استخدام الدقيق في الصناعة. ويعتبر الماء هو الوسط الذي يقوم بربط

المكونات المختلفة معا لذلك يجب أن تتوفر فيه الشروط الصحية المختلفة لمياه الشرب من حيث خلوه من الطعم و الرائحة وأيضا من أملاح العسر الدائم والمؤقت بجانب النقاوة البكتريولوجية. وتختلف نسبة الماء باختلاف نوع الدقيق المستخدم وصفاته وأيضا نوع المنتج وطريقة التشكيل حيث إن دقيق السميد يحتاج إلى نسب أقل من الماء مقارنة بالدقيق الفاخر كما أن الأصناف الأنبوبية تحتاج إلى نسبة من الماء أعلى من الأصناف الأخرى وعموماً تتراوح نسبة الماء المضاف بين ٢٦ إلى ٣٠٪ من وزن الدقيق المستخدم. وزيادة كمية الماء عن الحد المطلوب يؤدي إلى إطالة فترة التجفيف عن اللازم مما يعرض العجينة للتخمر.

خطوات الصناعة

١- نخل الدقيق

يتم النخل في مناخل سواء من النوع الهزاز أو الدوار والغرض من ذلك هو التخلص من أي شوائب (ردة) قد تكون عالقة سواء بالدقيق الفاخر أو السميد لضمان النقاوة التامة للدقيق الداخل في الصناعة.

٢- العجن والتشكيل Kneading and forming

تتم إضافة الماء إلى الدقيق وأيضا المواد الأخرى السابق ذكرها ويجب أن تتم إضافة الماء على دفعات وليس مرة واحدة وتحتاج عملية العجن إلى خبرة كبيرة، وتتم أوتوماتيكيا في المصانع الكبيرة حيث يمكن التحكم في كمية المادة الخام الداخلة وأيضا كمية السوائل المضافة والزمن اللازم للخلط للوصول إلى العجينة المناسبة ذات الصفات المحددة. وفي معظم المصانع المحلية يتم العجن بواسطة بريمة أفقية بعدها يتم نقل العجين إلى بريمة أخرى رأسية حيث تضغط خلال ثقوب القالب (الفورمة) لضمان تماسك العجينة وشفافية المكرونة الناتجة ويتم كبس العجينة خلال ثقوب الفورمة على ضغوط عالية للتخلص من فقاقيع الهواء بالعجينة، وفي الماكينات الحديثة يتم كبس العجينة تحت تفريغ للتخلص من فقاقيع الهواء، هذا وفي نهاية القالب (الفورمة) توجد سكينة دائرية يمكن التحكم في سرعتها وبذلك يمكن الحصول على مكرونة طويلة أو قصيرة حسب الطلب.

٣- التجفيف Dehydration

تتوقف صفات المكرونة الناتجة إلى حد كبير على دقة هذه العملية ومدى القدرة على التحكم في ظروفها والحصول على إنتاج متجانس موحد الصفات نسبة الرطوبة به لا تزيد عن ١٢٪ طبقا للمواصفات التموينية والهدف من إجراء هذه العملية التخلص من معظم الرطوبة الموجودة والنزول بها إلى النسبة المسموح بها. لذلك فمن الأهمية بمكان مراعاة انتظام وتساوي سرعة خروج الرطوبة من الجزء الداخلي إلى الخارج مع سرعة تحول الماء على السطح الخارجي إلى بخار، فالتجفيف السريع يؤدي إلى حدوث الجفاف السطحي الذي قد يؤدي إلى تعفن المنتج كما يؤدي إلى انكماش العجينة وتجعد سطحها

فتتشقق وتنكسر بينما التجفيف البطيء يؤدي إلى تخمر العجين وزيادة حموضته وظهور روائح غير مرغوبة فيها. وتتم عملية التجفيف عادة على مرحلتين:

أ- التجفيف الأولي:

يبدأ التجفيف الأولي بتساقط العجينة المشكلة على هيئة أصناف قصيرة من ماكينات العجين والتشكيل على غرابيل هزازة ساخنة للتخلص من جزء من رطوبتها وتسمى هذه العملية بالتشميع، وتساعد على تماسك العجينة تماسكا جزئيا مما يسهل نقلها آليا إلى المجففات دون تعجن أو تشوه لشكلها كما أنها تساعد على عدم نمو الفطريات. هذا ويمكن أن تتم عملية التشميع بإمرار المكرونة في مجففات النفق. وفي حالة الأصناف الطويلة أو الاسباجتي يتم وضع المكرونة على ألواح أو براويز ثم تنقل إلى مجففات وتترك فيه حوالي ساعة حيث يتم التخلص من ٥٠ ٪من رطوبتها.

ب- التجفيف النهائي:

تتم هذه العملية داخل مجففات الأنفاق لفترة ٣٦- ٤٠ ساعة، وفي حالة الأصناف القطعية (القصيرة) فإن التجفيف النهائي يتم باستخدام المجففات الدائرية التي تقوم بعملية تقليب مستمرة للمكرونة أثناء عملية التجفيف أو يمكن استخدام مجففات الحصر حيث تمر المكرونة على حصيرة من الشبك الألومنيوم التي تسير داخل المجفف.

هذا ويمكن استخدام مجففات المقصورات وهي تصلح لجميع الأنواع ويتم رفع درجة الحرارة داخلها باستعمال مواسير يمر بها بخار ماء كما قد يستعمل الفحم أحيانا كمصدر حراري داخل حجرات التجفيف وتستعمل المراوح للتهوية وسحب الرطوبة الزائدة للمساعدة على تنظيم توزيع الحرارة داخل المجففات وتتراوح درجة الحرارة ما بين ٨٠°ف إلى ١٤٠° ف ورطوبة نسبية ٩٠٪ تقريبا تخفض بالتدريج إلى أن تصبح حوالي ٥٠٪ عند نهاية التجفيف وتتراوح مدة التجفيف في هذا النوع من المجففات بين ١٨ إلى ٧٢ ساعة حسب نوع المنتج.

هذا وقد يتم تجفيف بعض الأصناف كالشعيرية ولسان العصفور بواسطة التجفيف الطبيعي وذلك بنشرها في الشمس لمدة من الوقت ثم استكمال تجفيفها بنشرها مدة أخرى في الظل وتتراوح نسبة الرطوبة في المنتج النهائي بعد إتمام عملية التجفيف بين ١١٪ و ١٣٪.

٤- التعبئة والتخزين:

يتم في هذه العملية فرز الأصناف الطويلة ثم تعبئتها في أكياس من الورق أو أكياس من البولي إيثيلين، وقد يفضل وضعها في صناديق خشبية بعد ذلك مغطاة من الداخل بورق خاص (بارشمنت) للوقاية

من الرطوبة والأتربة وتعبأ الأصناف القصيرة داخل أكياس من قماش أو أجولة أو أكياس بولي ايثيلين. وتخزن المكرونة لحين تسويقها في مكان بارد جاف نظيف.

ب- صناعة البسكويت

مكونات البسكويت:

يعتبر البسكويت نوعا من أنواع العجائن المجففة إلى درجة منخفضة من الرطوبة، وهناك أنواع مختلفة من البسكويت ولكن يمكن القول عموما بأن البسكويت هو ناتج إسفنجي من الدقيق والمضاف له السكر والدهون. تؤثر نسبة الدهن والسكر في صفات البسكويت الناتج من حيث طبقة الهشاشية والإسفنجية واللون..... الخ. والدقيق مسؤول عن قوة العجينة والتي تؤثر على سهولة فرد عجينة البسكويت إلى طبقات رفيعة دون تمزق. وفي البسكويت العادي تكون نسبة المكونات الرئيسة هي ١٠ رطل دهن و ٢٠ رطل سكر و ١٠٠ رطل دقيق.

الشروط الواجب توافرها في الدقيق المعد لعمل البسكويت:

١- دقيق ضعيف (نسبة الجلوتين منخفض).
٢- رقم أميليز له منخفض (منخفض في محتواة من إنزيمات الأميليز).
٣- ناتج من حبوب قمح لم يحدث لها أنياب Sprouting ولم تتعرض لدرجة حرارة عالية أو تلف ناشئ من التخزين الرديء.

الشروط الواجب توافرها في الدهن

الدهن المستعمل غالباً في صناعة البسكويت هو الزبد وزيت بذرة القطن المهدرج وزيت جوز الهند..... الخ والدهون النصف صلبة وهي أصلح الدهون في صناعة المنتجات الإسفنجية عموما لأنها تمتاز بقدرتها على الاحتفاظ بالغازات الناتجة من مساحيق الخبيزBaking powder بعكس الزيوت السائلة.

مساحيق الخبيز Baking powder

تتكون هذه المساحيق من مواد منتجة للغازات وأشهر هذه المواد هي كربونات الأمونيوم وهي تنتج بالتسخين غازات ثاني أكسيد الكربون والأمونيا وبخار الماء وتوجد مواد أخرى عبارة عن مخلوط من:

أ- المادة القلوية:

يمكن أن تكون عبارة عن أي ملح يتفاعل مع الحامض بالحرارة ويولد غاز ثاني أكسيد الكربون بسهولة بحيث يكون الملح صالحا للاستخدام في الغذاء والمادة القلوية المستعملة غالبا هي بيكربونات الأمونيوم.

ب- المادة الحامضية:

استعمل لهذا الغرض مواد كثيرة وأكثرها شيوعا حامض الطرطريك و Calcium phosphate acid, Sodium pyrophosphate cream or tartar وعيب حامض الطرطريك أنه يتفاعل مع البيكربونات على البارد مما يسبب فقد ثاني أكسيد الكربون في مسحوق الخبيز أثناء تخزينة. والحامض النموذجي Tartaric acid لعدم تفاعله على البارد وكذلك بيروفوسفات الصوديوم الحامضية.

جـ- المادة المالئة:

يستعمل النشا بنسبة ٢٠٪ من حجم المخلوط كمادة مالئة ووظيفته امتصاص الرطوبة التي تعمل على التفاعل بين الحامض والقلوي مما يقلل من تلامس المادة الحامضية والقلوية وبذلك حفظ قوة المسحوق لمدة أطول. وكمية الغازات الناتجة من مسحوق الخبيز تقدر بـ ٩- ١٠٪ من الوزن الكلي والحد الأدنى الذي تحدده القوانين لكمية الغازات الناتجة هي ٨٪ . وعند امتصاص مسحوق الخبيز رطوبة الجو فإن كمية الغاز الناتجة تقل.

ويلاحظ أن المنتجات الناتجة من استعمل مساحيق الخبيز تميل إلى القلوية (٦,٨- ٧,٢) بعكس المنتجات التي تستعمل فيها الخميرة كمصدر منتج للغازات حيث يكون رقم pH مائلاً للحموضة (٥,٦- ٥,٩) مما يترتب عليه أن استعمال مساحيق الخبيز تؤدي إلى فقد الثيامين (B1) في منتجاتها هذا وقد تضاف في عجينة البسكويت مواد أخرى مثل اللبن أو البيض أو البلح المجفف أو التين أو غيرها لرفع قيمتها الغذائية كما قد تضاف مكسبات الطعم والرائحة مثل الفانيليا أو القرفة .... الخ.

ومن العيوب الخطيرة في صناعة البسكويت الناتج سهولة التكسير أو التشقق بعد خبزه وهذا يؤدي إلى خسائر فادحة في صناعة البسكويت. وقد وجد أن الدهن أساسي إذا استعمل في العجينة سكر وذلك لتلافي هذا العيب فضلا عن أنه يعطي طعما مقبولا. والعوامل التي تؤدي إلى تكسر وتشقق البسكويت يمكن ترتيبها كما يلي حسب أهميتها:

١- كفاية الخبيز وانتظامه.
٢- التبريد في جو رطب.
٣- الاحتفاظ بالبسكويت ساخناً أطول مدة ممكنة.
٤- خلط المكونات خلطاً جيداً.
٥- احتواء البسكويت على سكريات مختزلة.

وقد وجد أنه عند خروج البسكويت من الفرن فإن الرطوبة في وسط القطعة تكون أكبر منها عند السطح وعند التبريد تنتقل الرطوبة في جميع أجزاء قطعة البسكويت من الأجزاء الأكثر رطوبة إلى

الأجزاء الأقل رطوبة وينتج عن ذلك ازدياد حجم الأجزاء التي اكتسبت رطوبة وانكماش التي فقدت رطوبة فيحدث التشقق والتكسر، ويحدث هذا العيب أيضاً عند تخزين البسكويت في جو رطوبته النسبية أقل من ٢٠٪ وفي البسكويت غير التام الخبز.

صناعة البسكويت

نظرا لتعدد الخامات التي يمكن أن تدخل في صناعة البسكويت المختلفة، وكذلك النسب المتباينة لهذه الخامات فيمكن الحصول على أكثر من ١٠٠٠ صنف من البسكويت.

صناعة البسكويت الجاف

يتميز هذا النوع بالقوام الجاف ويرجع ذلك إلى استخدام نسبة من الدهون لا تقل في الناتج النهائي عن ١٥٪ ونسبة عالية من السكر في حدود ٢٥- ٣٥٪

المكونات:

دقيق فاخر (٧٢٪) ١٠٠جم، سكر ٣٢جم، زبد ١٠جم، لبن جاف ٢جم، جلوكوز ٧جم، مسحوق خبيز ٥جم، فانيليا ٠,٥جم، ماء ٢٠- ٢٥ جم.

طريقة الصناعة:

١- إضافة جميع الخامات ماعدا الدقيق والسمن وتذاب في الماء.
٢- يضاف الدقيق المحتوي على مسحوق الخبيز مرة واحدة ويتم العجن حتى تمام التجانس.
٣- يضاف الدهن ومكسبات الطعم والرائحة ويستمر العجن مدة طويلة.
٤- تفرد العجينة وتبطط وتشكل بقوالب لها أشكال متباينة وتوضع في صاجات مدهونة.
٥- يتم الخبز في فرن درجة حرارته من ٢٢٠- ٢٥٠ ^{o}م.

الباب السادس: تكنولوجيا الأرز Rice technology

يعتبر الأرز من المحاصيل الزراعية الهامة في كثير من دول العالم حيث يعتبر أحد المحاصيل الرئيسة للطاقة شأنه في ذلك شأن الخبز والمكرونة ولا تكاد تخلو أي مائدة منه خاصة في منطقة الشرق الأوسط، وبالرغم من ذلك فإنه يأتي في الترتيب بعد القمح والشعير والذرة بأنواعها المختلفة وذلك لأن الأرز من المحاصيل التي تحتاج إلى وفرة المياه الأمر الذي قد لا يتوفر في كثير من البلاد العربية التي يسودها ظروف مناخية صعبة صحراوية واعتماد كثير من الدول العربية على الري المطري الأمر الذي لا يوفر المياه اللازمة لهذا المحصول الاقتصادي الهام ولهذا نجد أن الأرز لا تتوفر زراعته إلا في البلاد التي تعتمد على الري النهري كما في جمهورية مصر العربية والعراق وبعض المناطق في سوريا.

تنتج جمهورية مصر العربية وحدها ٩٠٪ من إنتاج الأرز في العالم العربي خاصة منطقة الدلتا وتنتج العراق نحو ٨٪ من جملة إنتاج الوطن العربي ويزرع في منطقة الأهواز في جنوب العراق والباقي وقدره حوالي ٢٪ تتقاسمه سوريا والسودان والصومال والجزائر.

والمساحة التي كانت تزرع أرز في الوطن العربي طبقا لبيانات سنة ١٩٧٥ كانت ٥٢٦ ألف هكتار وفي سنة ١٩٨٠ وصلت إلى ٦١٧,٥ ألف هكتار ومن المتوقع أن تصل المساحة المنزرعة أرز في الوطن العربي سنة ٢٠٠٧ إلى ٨١٨,٤ ألف هكتار والمساحة المنزرعة أرز حالياً تمثل حوالي ٢,٧٪ من المساحة المخصصة لزراعة الحبوب في الوطن العربي وهذا يعادل نحو ٠,٤٪ من المساحة العالمية للأرز وهي تعتبر منخفضة كثيرا بالنسبة لمحاصيل الحبوب الأخرى. والجدول (١٤) يبين مساحة الأرز بالألف هكتار في الدول العربية في الفترة من ١٩٧٥- ٢٠٠٠.

وتعتمد صناعة ضرب الأرز Rice milling industry على محصول الأرز الشعير حيث تتم عليه معاملات تكنولوجية عديدة قبل استهلاكه ويرجع ذلك أن الأرز الشعير غير صالح للتغذية الآدمية في حين أنه بعد التقشير نحصل على الأرز الخام (البني) الصالح للتغذية الآدمية ولكنه سريع التزنخ وسهل الإصابة بالحشرات مما يؤدي إلى صعوبة تخزينه، لذا يستخدم الأرز الأبيض الذي يمتاز بطعمه المتعادل والمقبول والذي له استخدامات عديدة. وأثناء تحول الأرز صناعة ضرب الأرز تنتج مخلفات تتمثل في السرس وهو ناتج عملية التقشير حيث يستخدم في صناعة الطوب وكمادة عازلة حراريا وصناعة الفورفورال وغيرها و لا يصلح لتغذية المواشي، ونظرا لارتفاع محتوا من الرماد والألياف، بالإضافة إلى رجيع الكون وهو ناتج عن عملية التبييض وهو غني في البروتينات والدهون والأملاح والفيتامينات و نحصل منه على زيت رجيع الكون Rice bran oil في حين أن الكسب المتبقي يمكن استخدامه كعلف للحيوانات.

جدول (١٤) يبين مساحة الأرز بالألف هكتار في الدول العربية في الفترة من ١٩٧٥- ٢٠٠٠م.

جدول (١٤) يبين مساحة الأرز بالألف هكتار في الدول العربية في الفترة من ١٩٧٥- ٢٠٠٠م.

الدولة	١٩٧٥	٪	١٩٨٠	٪	٢٠٠٠	٪
العراق	٣٠	٥,٧١	١٠٠	١٦,١٩	٢٠٠	٢٤,٧٧
السعودية	١	٠,١٩	٢	٠,٣٢	٥	٠,٦٢
سوريا	١	٠,١٩	٤	٠,٦٥	١٦	١,٩٨
الجزائر	١	٠,٣٨	٢	٠,٣٢	٢	٠,٢٥
مصر	٤٧٦	٩٠,٤٩	٤٨٣	٧٨,٢٣	٢٥١٢	٦٣,٤٢
موريتانيا	١	٠,١٩	١	٠,١٦	١,٣	٠,١٦
المغرب	٥	٠,٩٥	٦	٨,٩٧	٨	٠,٩٩
الصومال	٢	٠,٣٨	١٠,٥	١,٧٠	٤٤,١	٥,٤٦
السودان	٨	١,٥٢	٩	١,٤٦	٩	٢,٣٥

عن المنطقة العربية للتنمية الزراعية ـ الخرطوم ١٩٧٩ م.

أصناف الأرز

ينتمي الأرز إلى نوع واحد هو *Oryza Sativa* حيث يحتوي على عدد من الأصناف وعموما تنقسم أصناف الأرز إلى قصيرة ومتوسطة وطويلة تبعا لشكل الحبوب. والحبوب القصيرة يبلغ طولها في المتوسط حوالي ٥,٥ مم والأرز المتوسط تصل الحبة فيه إلى طول ٦,٥ مم والأرز الطويل تصل الحبة إلى حوالي ٧,٧ مم- وتبدو الأصناف القصيرة والمتوسطة لزجة نوعا ما (متعجنة) عند طهيها بعكس الطويلة هذا ويفضل الأرز طويل الحبة لعمليات الطبخ والتعليب والفرق بين الأرز الطويل الحبة والقصير الحبة يرجع إلى الفرق في مكونات النشا في كل منهما والذي يكون حوالي ٩٠٪ من الأرز الأبيض على أساس الوزن الجاف، فالنشا في الأرز طويل الحبة يحتوي على أكثر من ٣٥٪ أميلوز بينما النشا في حالة الأرز القصير الحبة يكون الأميلوز فيه حوالي ١٥٪ أو أقل. كما تنقسم إلى صلبة شفافة وغير صلبة والأول يعطى الإندوسيرم فيها لونا أزرق مع النشا أما الثانية فيعطي لونا مائلا للاحمرار. ويظن أن الحبوب الصلبة ذات صفات طهي جيدة والأول يعتمد على الماء بوفرة والثاني يعتمد على الأمطار وتحمل قلة الماء ولكنه غير مرغوب تجارياً. ومن الأصناف المعروفة في مصر الأرز الياباني ١٥- الياباني اللؤلؤ- ياباني ممتاز- الأمريكاني- العجمي- الفينو- السبعيني- السلطاني- الأسباني- العنبري- نهضة وعربي وغيرها من الأصناف.

التركيب المورفولوجي لحبة الأرز:

حبة الأرز الكاملة تسمى الأرز الشعير Rough or paddy rice وبفصل طبقة القشرة Hulls نحصل على الأرز البني Brown rice وبإزالة طبقات الأغلفة Bran ينتج الأرز الأبيض Polished or white rice وينتج عن هذه العملية رجيع الكون وهو مخلوط من الأجنة الغنية بالزيت مع طبقات الأغلفة البنية الغنية بالبروتين، وكما هو موضح بالرسم يمكن تمييز الطبقات الآتية في حبة الأرز:

١- **القشرة الخارجية** Hull:

وتتكون من طبقتين الخارجية تسمى Lemma والداخلية تسمى Palae

٢- **طبقة الغلاف** Pericarp:

والتي تتكون من الابيكارب Epicarp والميزوكارب Mesocarp والطبقة الوسيطة Cross layer.

٣- **طبقة القصرة** Testa:

وهي تلي طبقة الغلاف والتي يفصلها عن طبقة الإندوسبيرم النشوي Starchy endosperm طبقة الأليرون Aleurone layer.

٤- **الجنين** Germ:

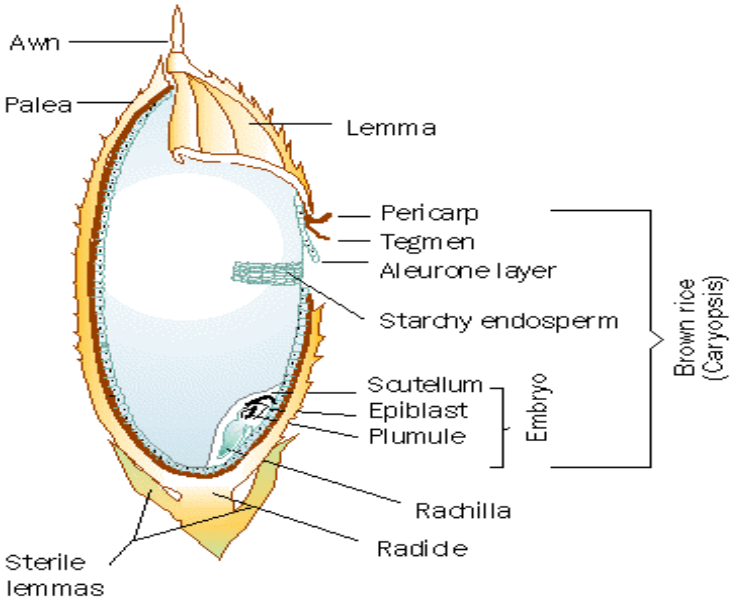
ويوجد في أسفل الحبة في أحد الجانبين ويتكون الجنين من الريشة Plumule والجذير Radicle والذي يفصله عن الإندوسبيرم طبقة القصعة Scutellum .

هذا وتوجد أسفل الحبة القنابع غير الزهرية Non-flowering glumes وفي أعلاها القنابع الزهرية Flowering glumes والتي عند ضرب الأرز تفضل مع القشرة الخارجية وتعرف بالسرس.

والمقصود بالـ Commercial milling للأرز ليس هو طحن الأرز مثل القمح ولكن المقصود هو ضرب الأرز بمعنى تنظيف الأرز أولا ثم إزالة القشرة Hulls ثم فصل طبقات الأغلفة والقصرة والجنين إما جزئياً أو كلياً. نواتج الأرز الشعير بعد المعاملات التكنولوجية التي تجرى عليه والخاصة بضرب الأرز فنجد النسب التالية: ٧٠٪ أرز أبيض White rice، ٢٠٪ قشور Hulls، ٨٪ أغلفة ورجع كون Bran، ٢٪ شوائب Polish. والشكل (٣١) يوضح فيه التركيب التشريحي لحبة الأرز.

التركيب الكيماوي لحبة الأرز

يختلف التركيب الكيميائي باختلاف الأصناف والتربة التي ينمو فيها ونوع السماد المستعمل ودرجة النضج وحجم وشكل الحبيبات وظروف التخزين وطريقة ضرب تبييض الأرز. والجدول (١٥) يبين التركيب الكيماوي للأرز وبعض منتجاته ومخلفاته.



شكل (٣١) التركيب التشريحي لحبة الأرز الشعير.

جدول (١٥) يبين التحليل الكيماوي للأرز ومنتجاته

المكونات	أرز مقشور	رجيع أرز	مخلفات التلميع	أرز أبيض	أرز مغلي
كربوهيدرات ٪	٨٧,٠٠	٤٦,٥	٦٦,٥	٩١,٥	-
بروتين ٪	٨,٠٠	١٤,٥	١٢,٠٠	١٧,٥	-
دهون ٪	٢,٠٠	١٣,٠	١٠,٥	٠,٣	-
فيتامينات مجم/ جرام					
فيتامين	٤,٠	٢٨,٠	٢٤,٠	١,٠	٢,٥
نياسين	٤٧,٠	٤٠٨,٥	٣٨٤,٥	١٨,٠	٣٩,٥
بيرودكسين	١٧,٠	٧٢,٠	٩٢,٥	٤,٥	-
حمض البانتوثيك	١٧,٠	٧١,٠	٩٢,٥	٦,٥	-
ريبوفلافين	٠,٥	٢,٠	١,٥	٠,٣	٠,٤

ويبين التحليل الكيماوي للأرز الشعير والأرز الأبيض أن نسبة الدهن منخفضة ويفقد معظمها في عمليات التبييض فهي تتراوح بين ٢,٠- ٢,٥٪ للأرز الشعير بينما تصل إلى ٣- ٤٪ في الأرز، كما أن نسبة البروتين منخفضة في الأرز عن الحبوب الأخرى بعد عمليات الضرب والتجهيز ولكن تحتوي الحبوب على

نفس النسبة تقريباً قبل عمليات التبييض وتتميز حبة الأرز عن سائر الحبوب الأخرى في أن معامل الهضم للبروتين تختلف حيث إننا نجد في حالة الأرز الشعير ٩٦,٥٪ أما الأرز الأبيض ٩٨٪.

كما أن الأرز يفقد كميات كبيرة من المكونات الغذائية والفيتامينات عند عملية التبييض ويمكن تقوية الأرز بإضافة بعض المكونات الغذائية بكميات تساوي تقريبا الموجودة في الأرز الشعير والمواد المضافة هي الثيامين والنياسين والحديد.

المعاملات التكنولوجية التي تتم على الأرز الشعير

أولاً: إزالة الشوائب والمواد الغريبة (التنظيف):

الأرز كغيره من محاصيل الحقل الزراعية يكون مصحوباً بالعديد من الشوائب سواء العضوية أو غير العضوية ، وبالتالي فإن الأرز الذي تستقبله المضارب يجب أن يمر على عدة مراحل تنظيفية من شأنها أن تزيل هذه المواد الغريبة ليس حرصاً فقط على جودة الناتج ولكن على سلامة الآلات نفسها (وجود مواد معدنية). وبغرض تحقيق ذلك فإن الأرز الشعير يمر على مجموعة من الغرابيل المختلفة في سعة ثقوبها لإزالة الشوائب سواء الأكبر أو المساوية وأيضا الأصغر لحبة الأرز بينما يمكن التخلص من المواد الغريبة الأخف من الأرز بدفع تيار من الهواء حيث يمكن التخلص منها لانخفاض كثافتها.

ويجب الأخذ في الاعتبار أن وجود شوائب وخاصة بذور الحشائش يمكن أن يؤثر تأثيراً مباشراً على القيمة التسويقية للأرز الناتج و تقليل رتبته. وفي نهاية مرحلة التنظيف بالغرابيل يمرر الأرز على جهاز فصل مغناطيسي للتخلص من أي قطع معدنية. ويمكن بعد ذلك مرور الأرز على آلات التدريج (أسطوانة مثقبة بأحجام مختلفة) بغرض تدريج الحبوب طبقا لحجمها.

ثانياً: إزالة القشرة (التقشير):

الهدف من إجراء هذه الخطوة التخلص من القشرة Hulls وبالتالي الحصول على الأرز البني الخام ويطلق على هذه العملية ضرب الأرز ومن أهم الطرق المستخدمة:

١- التقشير عن طريق دفع حبوب الأرز بين قرصين لهما سطح خشن عادة من الأسمنت والكاربورندم إحداهما ثابت وهو العلوي بينما تتم إدارة السفلي حركة دائرية رحوية وتضبط المسافة بين القرصين بحيث يمكن التخلص من القشرة (السرسة). بينما الأرز الشعير الذي تسرب دون ضرب يتم فصله خلال غربال خاص حيث يعاد ضربه مرة أخرى، ويجري التخلص من القشور بواسطة تيار من الهواء حيث القشور الأصغر وزناً يتم شفطها بمراوح خاصة. ويطلق على هذه الطريقة التقشير باستخدام المقاشر الحجرية والتي يعاب عليها ارتفاع نسبة الأرز المكسور الأمر الذي يؤثر على رتبة الأرز التجارية وأيضا ضرورة تبطين هذه الأقراص من وقت لآخر.

٢- التقشير باستخدام المطاط بدلاً من الأقراص الحجرية أو المغطاة بالكربوراندم بهدف خفض نسبة الأرز الكسر الناتج من استخدام الأسطح الخشنة. تقسم المقاشر التي يستخدم فيها المطاط ليكون أكثر رفقاً على حبوب الأرز أثناء ضربها إلى مقاشر سيور المطاط ويتم فيها استخدام زوجين من السلندرات إحداهما مغطى بسير من المطاط حيث تتعرض حبوب الأرز عند مرورها بين السير المطاط والسلندر (من الصلب وبه تجويفات بشكل خاص) لضغط يكفي لفصل القشور. بينما النوع الآخر وهو مقاشر أسطوانات المطاط حيث في هذه الطريقة نجد سلندرين أفقيين من المطاط يدوران في اتجاه عكسي وبسرعات مختلفة ويتم التحكم في المسافة بينهما حيث يمر الأرز الشعير بين السلندرين على هيئة شريط رقيق ويؤدي الاختلاف الموجود في السرعات إلى إتمام عملية التقشير. هذا والناتج من كلا الطريقتين يجري فيه فصل الحبوب عن القشور باستخدام تيار من الهواء. ويجب ملاحظة أن التقشير باستخدام سلندرات المطاط يعطي نسبة كسر منخفضة وبالتالي زيادة معدلات الإنتاج المقارنة بطريقة سيور المطاط التي يعاب عليها الحاجة إلى تغيير السيور من آن لآخر.

ثالثاً: إزالة رجيع الكون (التبييض):

كما سبق وأن ذكرنا فإن الأرز الخام (البني) بالرغم من أنه صالح للتغذية إلا أنه سريع التزنخ لوجود طبقات الأغلفة، ولذلك فإن خطوة التبييض يقصد بها إزالة الطبقات الخارجية والجنين وبالتالي تحسين لون الأرز وأيضا زيادة قدرته التخزينيه.

وتتم عملية التبييض بإجراء تليين لطبقات أغلفة الأرز البني لتسهيل إزالتها حيث يسمح ذلك بفك الارتباط القوي بين حبيبات الاندوسبيرم والأغلفة الخارجية، وعملية التليين تتم بإضافة نسبة قليلة من رذاذ الماء أو بخاره وأيضا كربونات الكالسيوم بنسبة ٠,٠٤٪ ، ويساعد بخار الماء على امتصاص كربونات الكالسيوم الأمر الذي تقل معه نسبة القشر وأيضا زيادة كفاءة التبييض. بعد ذلك تمرر حبوب الأرز على أكوان التبييض. وهي عبارة عن مخروط مصمت يتحرك بسرعة دوران محددة داخل مخروط آخر مثقب وثابت وبينهما مسافة يمكن التحكم فيها برفع أو خفض المخروط الداخلي المغطى بطبقة خشنة وأثناء دوران المخروط يتعرض الأرز للاحتكاك بين المخروط الداخلي والخارجي حيث تفصل طبقات رجيع الكون وعادة تتم هذه الإزالة عدة دورات ويتم فصل رجيع الكون بعد كل دفعة باستعمال المناخل أو قد يتم الفصل باستخدام ماكينة الصقل وفيها ينظم مرور الأرز من خلال صمام التغذية إلى أسطوانة الصقل (مصنوعة من الصلب المقوى ومضلعة) وتؤدي حركتها الدائرية إلى احتكاك الحبوب بعضها البعض وأيضا بين جدران الأسطوانة مما يؤدي إلى فصل طبقات رجيع الكون. ويرجع فصل رجيع الكون في هذا النظام أساسا إلى احتكاك الحبوب ببعضها أكثر من احتكاكها بسطح الأسطوانة٠ هذا ويمكن

التحكم في درجة إزالة طبقات رجيع الكون عن طريق صمام خاص يمكن التحكم به في الضغط الواقع على حبوب الأرز داخل أسطوانة الصقل. وكلما زاد الضغط كلما أمكن فصل طبقات أكثر وقد يستخدم أكثر من وحدة لتمام التبييض.

رابعاً: التلميع والتنقية:

يقصد بعملية التلميع هو تمام التخلص من الأجزاء المتبقية من الأغلفة وبذا تصبح حبة الأرز ناصعة البياض لها بريق لؤلؤي، وتتم هذه العملية باستخدام آلة الفرش (تشبه الكون المستخدم في التبييض) وهي عبارة عن أسطوانة كبيرة مثقبة وتدور بداخلها أسطوانة أخرى يمتد بطولها فرش معدنية دقيقة أو درافيل من الجلد المتداخلة حيث عند دخول الأرز والدوران السريع تتم إزالة طبقات رجيع الكون التي عادة ما تسمى بالصقل، بينما عملية التنقية الغرض منها فصل الحبوب المكسورة عن الحبوب السليمة وذلك باستخدام مناخل متعددة الأحجام.

هذا وقد تتم تغطية الأرز بعد تمام تبييضه بطبقة من بودرة التلك والجلوكوز حيث يعطي التلك المظهر اللؤلؤي المرغوب بينما يعمل الجلوكوز على ربط التلك بحبة الأرز.

استخدام المذيبات في تبييض الأرز

من الطرق المستخدمة للحفاظ على جودة رجيع الكون (الأغلفة والجنين) الناتج أثناء عملية تبييض الأرز حيث إن هذه الطبقات تكون غنية بالزيت والبروتين وعرضة للتزنخ بفعل إنزيمات الليبيز مما يحد من استخدامه كزيت طعام وأيضاً استخدام الكسب الناتج كعلف للماشية نتيجة للرائحة غير المرغوبة الناتجة من أكسدة الأحماض الدهنية. ويهدف التبييض باستخدام المذيبات إلى استخلاص الزيت المتواجد في طبقة رجيع الكون بإذابته في الهكسان ثم بعد ذلك يتم استخدام الطريقة العادية في فصل رجيع الكون وبالتالي المحافظة على صفات الزيت الناتج وإمكانية استخدامه كزيت طعام بجانب الاستفادة من كسب رجيع الكون كعلف للمواشي.

خطوات تبييض الأرز بالمذيبات:

١- المعاملة الأولية للأرز البني:

حيث يتم فيها تغليف الأرز البني الخام (الخالي من أي شوائب وحبوب غير مقشورة) بطبقة رقيقة جداً على هيئة رذاذ من زيت رجيع الكون الدافئ (عادة بنسبة ٠,٥٪) وبعد خلط الأرز يجري حفظة لفترة من ٢- ٤ ساعات في أوعية خاصة لتمام التجانس، و الهدف من إضافة الزيت تسهيل فصل طبقات رجيع الكون نتجه لليونتها.

٢- فصل رجيع الكون واستخلاص الزيت:

بعد المعاملة الأولية بالزيت يتم خلط الأرز بالهكسان حيث يجرى دفعة في ماكينة الصقل كما هو متبع في التبييض العادي فيتم فصل رجيع الكون من الأرز، ويتم استخلاص الزيت من رجيع الكون خلال المدة التي يستغرقها مرور الأرز ومزيج الهكسان والزيت في ماكينة الفصل وتقدر بحوالي ١٥ثانية، وفصل رجيع الكون هنا يكون نتيجة احتكاك الحبوب ببعضها البعض وبجدار الماكينة ولكن قوة الاحتكاك التي تتعرض لها الحبوب تكون أقل لأن مزيج الهكسان والزيت يقلل من الاحتكاك بالإضافة إلى أن وجود المزيج يؤدي إلى خفض درجة حرارة الأرز الناتجة عن الاحتكاك وبالتالي تنخفض كمية الأرز التي تتعرض للكسر، أي أنه بهذه الطريقة يمكن التغلب على أهم الأسباب المؤدية إلى زيادة نسبة الأرز المكسور في طريقة الضرب التقليدية علاوة على ذلك فإن ليونة الأغلفة مع اندفاعها تحت ضغط في وجود مزيج الزيت و الهكسان يؤدي إلى تخلص حبوب الأرز من المواد العالقة بها والتي تحتاج إلى خطوات تكميلية أخرى لإزالتها في الطريقة العادية كما أن وجود الهكسان يفيد في تقليل أجزاء الإندوسبيرم التي تفقد أثناء التبييض نتيجة لعدم انتظام شكل الحبة.

٣- فصل النواتج:

يتم تجميع الأرز الأبيض من ماكينات التبييض حيث يمرر الأرز على مناخل هزازة فتتعرض لرشاش من المذيب النقي لضمان استخلاص أي أثر للزيت، ثم يجري بعدها إزالة آثار المذيب عن طريق التجفيف بتيار من غازات خاملة ساخنة. يتم نقل رجيع الكون مع الميسيلا (الهكسان والزيت) إلى خزانات الترسيب وفيها يتم استخلاص الزيت من رجيع الكون ثم ينقل بعد ذلك إلى أجهزة الطرد المركزي لفصل الزيت عن رجيع الكون ثم يعامل رجيع الكون مرة أخرى بهكسان نقي للتخلص من كل آثار الزيت العالقة به ثم ينقل إلى أوعية خاصة ليتعرض خلالها لتيار ساخن من الغازات الخاملة لتبخير بقايا المذيب الذي يتم تجميعه ونقله إلى خزانات المذيب مرة أخرى، بينما رجيع الكون الخالي من الزيت ينقل إلى أجهزة التعبئة أويتم تخزينه. أما الميسيلا التي تم فصلها في أجهزة الطرد المركزي والمكونة من زيت وهكسان تمرر على أجهزة فصل للتخلص من البقايا الدقيقة لرجيع الكون ثم تفصل الشموع (يحتوي الزيت على نسبة ٣- ٥٪ شموع) باستخدام مركبات السليكا والماء ثم الطرد المركزي، أما الهكسان والزيت فيتم تبخر المذيب فنحصل على الزيت ولضمان التخلص الكامل من الشموع الموجودة بالزيت يجرى تبريده لمدة ٢- ٣أيام (عملية التشتية) حيث يتم فصلها بالطرد المركزي بعد ذلك لينتج زيت لا تزيد نسبة الشموع به عن ٠,١٥ ٪ .

التركيب الكيماوي لنواتج ضرب الأرز

لا تتفاوت أصناف الأرز الشعير كثيراً في تركيبها الكيماوي، على العكس من ذلك فعملية تلميع أو تبييض الأرز الأسمر تفقد الأرز الناتج حوالي ١٠ ٪ من البروتين، ٨٥ ٪ من الدهن، ٧٠ ٪ من الرماد وهذا يعني أن السرسة المنفصلة في المقاشر تكون أغنى في الرماد والألياف وأفقر في البروتين والدهن عن رجيع الكون الذي ينفصل في أكوان التبييض، وعادة يخلط رجيع الكون بجزء من القشور الخارجية للحبوب في صناعة علف الماشية أما الجزء المنفصل أثناء عملية التلميع فيحتوي على طبقة الأغلفة الداخلية الرفيعة مع جزء من الإندوسبيرم. والجدول (١٦) يوضح التركيب الكيماوي لنواتج عملية تبييض الأرز.

ومن المؤكد أن عملية تبييض الأرز تخفض من القيمة الحيوية فمثلاً الإندوسيرم يحتوي على الأوريزينين Oryzenin وهو جلوتين مع قدر قليل جداً من البرولامين والألبيوين والجلوبيولين. بينما توجد هذه البروتينات الأخيرة بقدر مناسب في الجنين وأغلفة الحبة التي تفصل في التبييض والأرز الشعير غير صالح لتغذية الإنسان بدون تبييض ولكنة قد يقدم للحيوانات في بعض الدول التي بها فائض من المحصول والذي يصعب تصديره. والأرز الأسمر يستعمل في تغذية الإنسان ولكنه يكون أكثر عرضة للتزنخ والإصابة بالحشرات أثناء التخزين من الأرز الأبيض.

جدول (١٦) ويبن الجدول التالي التركيب الكيماوي لنواتج تبييض الأرز.

المنتجات	رطوبة ٪	بروتين ٪	دهن ٪	كربوهيدرات٪	ألياف ٪	رماد ٪
أزر شعير	١٢,٥	٦,٠	٢,٠	٦٥,٠	٨,٠	٦,٠
أرز مقشر	١١,٥	٧,٥	١,٠	٧٧,٥	٠,٥	١,٠
أرز أبيض	١٣,٠	٧,٠	٢,٥	٧٥,٥	٠,٥	١,٥
أرز لامع	١٣,٠	٦,٥	٠,٥	٧٩,٠	٠,٥	٠,٥
رجيع الكون	٨,٠	١١,٥	١٣,٥	٥٣,٥	٤,٥	٠,٩
مخلفات التلميع	١١,٠	١٠,٠	٧,٥	٦٧,٠	١,٠	٦,٠
السرس	٨,٥	٣,٥	١,٠	-	٣٩,٠	١٨,٠

والأرز الكسر يمكن استعماله في التغذية أو كعلف أو في صناعة التخمير أو يستخرج منه النشا أو يطحن لتحويله إلى دقيق يستخدم في صناعة بعض العجائن الغذائية أو يخلط بدقيق القمح في صناعة الخبز ولا يمكن استعمال دقيق الأرز بمفرده في صناعة الخبز فهو منخفض في محتواه من الجلوتين وحتى لو خلط بدقيق القمح فإن حجم الرغيف الناتج ينخفض حسب كمية دقيق الأرز الموجود.

وكثيراً ما تستعمل مخلفات التلميع في تغذية الإنسان حيث تضاف المواد المالئة لتثبيت قوام الصلصات والبودنج، أما الرجيع فقد يستعمل علفاً للماشية أو قد يستخرج منه زيت رجيع الكون (يستخدم في صناعة الصابون).

أما السرس فغير صالح لتغذية الماشية بسب ارتفاع نسبة الألياف إلى ما يقرب من ٢٩ ٪ ونسبة الرماد الغني بالسليكون إلى حوالي ٢٠ ٪ ولذلك أهمية السرس قاصرة على استعماله في الحريق أو في صناعة الفورفيورال أو كمادة مالئة في صناعة الأسمدة أو كمادة عازلة وقد يستعمل رماد السرس كمادة مالئة في صناعة الطوب أو في صناعة الصابون أو يستخدم في سليكات الصوديوم.

الأرز المغلي والمقوى

يحدث فقد كبير في فيتامينات الأرز أثناء عملية التبييض وبسبب هذا الفقد نشأت فكرة إيقاف الاستمرار في عمليات التبييض عند حد إنتاج الأرز الأسمر Brown rice المنزوع منه أقل كمية ممكنة من الأغلفة كوسيلة للإبقاء على قدر من الفيتامينات في الأرز.

ومن هنا نشأت فكرة معاملة الأرز الشعير قبل التبييض بالنقع والحرارة إذ يسبب ذلك هجرة الفيتامينات والمواد القابلة للذوبان في الماء من الأغلفة الخارجية إلى الإندسرم- نقع الأرز الشعير في ماء دافئ لبضع ساعات ثم تصفية الماء وتجفيف الأرز في الشمس قبل تقشيره وتبييضه بالطريقة العادية- وأثناء النقع يتشرب الأرز الماء مما يترتب عليه تسرب الفيتامينات B- Complex ونقلها إلى الإندوسبيرم وقد عدلت هذه الطريقة المسماة Parboiling وأدخلت عليها المعاملة بالبخار وتحت ضغط مرتفع عقب النقع وقبل التجفيف الصناعي ثم تقشير الأرز وتبييضه بالطريقة العادية لإنتاج ما يسمى Parboiled rice.

وقد يدعم الأرز Fortified rice بالفيتامينات عن طريق تغطية حبوب الأرز الأبيض بطبقة رقيقة من محلول الفيتامينات المحضر صناعياً ثم تجفف هذه الحبوب وتغطى بمادة واقية مثل الكازين في الكحول وبعد أن يتبخر الكحول تعفر حبوب الأرز ببيروفوسفات الحديد ويعاد تغطيتها بالمحلول الواقي. والغرض من إضافة المادة الواقية هو منع فقد الفيتامينات المضافة في ماء الغسيل قبل طبخ الأرز وقد ثبت بالتجربة أن فيتامينات تدعيم الأرز لا تفقد بالتخزين أو بالغسيل أو أثناء الطبخ وتضاف حبوب الأرز المدعمة بالفيتامينات بمعدل رطل/ ٢٠٠ رطل من الأرز العادي.

أسئلة عن الوحدة الثانية

أجب عن الأسئلة الآتية :

١- اذكر طبقات حبة القمح الأساسية فقط.

٢- ما هي مركبات النشا الأساسية، ذاكرا أهمية وجود النشا المهشم في عملية الخبيز.

٣- تكلم عن أقسام بروتينات القمح.

٤- تكلم عن الأملاح المعدنية الموجودة بحبة القمح موضحا أهميتها الغذائية.

٥- تكلم عن المواد المسئولة عن اللون في حبوب القمح.

٦- تكلم عن دور إنزيمات الأميليز في تحليل جزء النشا.

٧- اذكر أقسام الفاقد في حبوب القمح، شارحا إحداها- مع ذكر كيفية تلافي الفقد أثناء التخزين.

٨- اذكر الغرض من تعديل رطوبة القمح.

٩- تكلم عن العوامل التي تؤثر على عملية تكييف حبوب القمح.

١٠- اذكر طرق تكييف حبوب القمح، شارحا اثنين فقط.

١١- اذكر عيوب طحن القمح في مطاحن الحجارة.

١٢- تكلم عن العوامل التي تؤثر على قوة الدقيق.

١٣- وضح العلاقة بين نسبة استخلاص الدقيق وقيمته الغذائية.

١٤- تكلم عن دور الإنزيمات الموجودة طبيعيا في الدقيق خلال مراحل إنتاج الخبز.

١٥- اذكر أهمية إضافة كل من الماء والملح أثناء الخبيز.

١٦- تكلم عن دور الخميرة في صناعة الخبز.

١٧- اذكر طرق خلط مكونات الخبز، شارحا إحداها.

١٨- اذكر التغيرات التي تحدث خلال خلط مكونات الخبز- مرحلة التخمير- مرحلة الخبيز.

١٩- اذكر عيوب رغيف الخبز.

٢٠- تكلم عن بيات أو تجلد الخبز.

٢١- اذكر خطوات صناعة المكرونة، شارحا كيفية تجفيفها.

٢٢- اذكر الشروط الواجب توافرها في الدقيق والدهن المستخدم في صناعة البسكويت.

٢٣- اذكر العوامل التي تؤدي إلى تشقق وتكسر البسكويت.

٢٤- اذكر الطبقات الأساسية لحبة الأرز.

٢٥- تكلم عن الأرز المغلي.

تصنيع غذائي - ٢

تصنيع التمور ومنتجاتها

الوحدة الثالثة : تصنيع التمور ومنتجاتها

الجدارة: التعرف على مكونات التمور وقيمتها الغذائية وكيفية تصنيع منتجاتها.

الأهداف: أن يتعرف المتدرب على خطوات تصنيع منتجات التمور المختلفة وكذلك تأثير المعاملات التصنيعية على جودة المنتج.النهائي.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ٩ ساعات

الوسائل المساعدة:

- بعض الكتب والمراجع.
- جهاز عرض باستخدام الحاسب.
- بعض الصور والمعلقات ووسائل الإيضاح.

متطلبات الجدارة: دراسة مقرر تصنيع غذائي- ١ (٢٤١ صنع) الفصل السابق يسهل من دراسة هذا المقرر.

الباب الأول: واقع صناعة التمور و قيمتها الغذائية

مقدمة:

تعتبر المملكة العربية السعودية من الدول التي تتربع على صدارة إنتاج التمور في العالم. ويقدر عدد أشجار نخيل التمر في العالم بنحو ٩٦ مليون نخلة. بلغ متوسط إنتاجها السنوي من التمور في الفترة (١٩٩١- ١٩٩٣م) حوالي ٣٧٠٨ ألف طن. وقد بلغ متوسط الإنتاج السنوي للبلدان العربية في نفس الفترة حوالي ٦٦٪ من الإنتاج العالمي.

ويعود تاريخ معرفة الإنسان لأشجار النخيل إلى أقدم العصور حيث زرعت في مناطق دجلة و الفرات و العراق منذ أكثر من ٤ آلاف عام في منطقة الخليج العربي و منها انتشرت تلك الزراعة إلى مختلف مناطق العالم ذات المناخ الملائم لزراعتها.

ويبلغ عدد أشجار النخيل بالمملكة أكثر من ١٣ مليون نخلة مثمره تغطي مساحة أكبر من ٩٣,٨ ألف هكتار و تنتج أكثر من ٥٨٩ ألف طن سنويا. ولقد ساهمت برامج الدعم و التشجيع الحكومية على الوصول لتلك المكانة نظرا لما تتمتع به النخلة من أهمية تاريخية و اقتصادية و ثروة وطنية كبيرة.

كذلك تعتبر التمور منجماً للعناصر الغذائية و المعادن اللازمة للإنسان فهي أغنى مصادر الطاقة اللازمة للإنسان بالإضافة إلى ما تحتويه من عناصر غذائية أخرى مثل البوتاسيوم و المنجنيز و المغنسيوم و الكالسيوم و الفيتامينات و غيرها من عناصر ضرورية لحياة الإنسان و لعل من أكبر الدلائل على تقدير النخلة و مكانتها في حياة البشر مارد في القران الكريم و السنة النبوية بخصوصها.

واقع إنتاج التمور في المملكة

تعتبر المملكة العربية السعودية إحدى أكبر دول العالم إنتاجاً للتمور و لديها إمكانيات واعدة للتوسع في زراعتها، و نظرا لأهمية الاقتصادية و الاستراتجية للاستثمار في مجال التمور بصفه عامة و لتمتع المملكة بميزة نسبية في إنتاجها تؤهلها أن تحتل مركز الريادة في أسواق التمور العالمية، لذا فإن التوسع في إنتاج و تصنيع التمور تزامنا مع اتجاه الدول المتزايد نحو تنويع مصادر الدخل مما يعتبر مطلبا اقتصاديا و قوميا بالإضافة لكونه مجالا خصبا لتحقيق الطموحات الاستثمارية من خلاله حيث يمثل نخيل التمر مصدرا رئيسا للدخل لعدد كبير من العاملين بالمجال الزراعي و بالتالي ما يعود من مردود على الدخل القومي للبلاد.

ويوضح الجدول (١٧) المساحة المزروعة بنخيل التمور و إنتاج التمور في المملكة في الفترة من ١٩٨٦-١٩٩٥م و يلاحظ من هذا الجدول حجم الإنتاج في تزايد مستمر فبعد أن كان حوالي ٤٥٧ ألف طن في عام

١٩٨٦ بلغ ما يقرب من ٥٨٩ ألف طن عام ١٩٩٥ م ويقدر إنتاج التمور بالمملكة عام ١٩٩٦ بحوالي ٥٩٩ ألف طن، كما يقدر إنتاج التمور في المملكة عام ١٩٩٧ بحوالي ٦٠٩ ألف طن.

جدول (١٧) مساحة و إنتاج التمور في المملكة في الفترة ١٩٨٦- ١٩٩٥ م.

السنة	المساحة (هكتار)	الإنتاج (طن)
١٩٨٦	٦٣٠٣٣	٤٥٧٤٤٣
١٩٨٨	٦٤٠٧٣	٥١٣٦١٣
١٩٨٩	٦٨٣٠٥	٥٢١٨٤٦
١٩٩٠	٧٢٣٧٩	٥٢٧٨٨١
١٩٩١	٧٧٤٤٨	٥٢٨٠٧٤
١٩٩٣	٨٣٧٠٣	٥٦٣٠٠٨
١٩٩٤	٨٥٧٩٠	٥٦٧٧٦٢
١٩٩٥	٩٣٨٢٥	٥٨٩٠٠٠

و يوضح الجدول (١٨) إنتاج المملكة المتوقع من التمور خلال السنوات العشر القادمة ١٩٩٨- ٢٠٠٧ م على أساس معدل نمو سنوي قدرة ١,٧٪ كما جاء في إحصائيات وزارة الزراعة و المياه في الفترة ١٩٨٩- ١٩٩٥م. وحسب إحصائيات عام ١٩٩٥ م جاءت منطقة الرياض في المرتبة الأولى من حيث حجم الإنتاج و المساحة المزروعة فقد بلغ إنتاجها في هذا العام حوالي ١٦٤ ألف طن أي ما نسبته ٢٩٪ من إجمالي المملكة تليها المنطقة الشرقية بنسبة ١٥٪ فمنطقة عسير ١٠٪، فالقصيم ١٠٪ ، فالمدينة المنورة ٩,٧٪. وتنتج مناطق المملكة الباقية حوالي ٢٦,٣٪.

هذا ويصل عدد أنواع النخيل في المملكة إلى أكثر من ٤٠٠ صنف تنتشر بمختلف المناطق الزراعية و من الأصناف عالية الجودة التي تشتهر المملكة بزراعتها: نبوت سيف، نبوت سلطان، خلاص، سكري، روثانة، شقراء، برني، رزيز، صقعي، صفري، سلج، حلوة. وتتباين معدلات إنتاج النخلة الواحدة من صنف لآخر ويتوقف ذلك على عمر النخلة، مناخ المنطقة، نوع الخدمات و العناية الزراعية (مكافحة الآفات، الري، التسميد، التلقيح ...الخ) و يصل معدل الإنتاج السنوي للنخلة لبعض الأصناف إلى ٣٥٠ كجم.

وتشير الدراسات أن الإنتاج العالمي من التمور يستهلك ما نسبته ٩٠٪ في مرحلة الرطب أو في مرحلة التمر و أما الصناعات التحويلية القائمة على التمور فتبلغ نسبتها حوالي ٢,٥٪. وفي المملكة العربية السعودية تستهلك التمور في مختلف مراحلها البسر (الخلال)، الرطب، النصف جاف، الجاف.

ويختلف استهلاك التمور النصف جافة أو التمور الجافة باختلاف فئات المستهلكين و اختلاف مناطق الاستهلاك و اختلاف الأصناف و يبلغ معدل استهلاك الفرد في المملكة حوالي ٣٤,٢ كجم في السنة.

هذا وقد بلغ حجم الصادرات العالمية للتمور من الدول المنتجة في عام ١٩٩٣ حوالي ٢٢٧ ألف طن بلغ إجمالي قيمتها نحو ٢٢٠مليون دولار أمريكي وهو ما يوازي ٦٪ فقط من الإنتاج العالمي، وهذا يعني أن ٩٤٪ من الإنتاج يستهلك محليا، هذا وتختلف أسعار الصادرات العالمية من التمور من قارة لأخرى ومن بلد لأخر في نفس القارة. ويعود هذا التفاوت الكبير في أسعار التصدير إلى نوعية و جودة التمور المصدرة و خلوها من الإصابات بالآفات و المعاملات التي أجريت عليها قبل التصدير و موقع البلد المصدر وللأسف لا توجد إستراتيجية تسويقية واضحة و فعالة لدى معظم الدول الرئيسة المنتجة للتمور.

وتأتي الهند في أوائل الدول المستوردة للتمور حيث بلغ متوسط وارداتها السنوية في الفترة من ١٩٩٠-١٩٩٢ حوالي ٥٩٦٣٣ طن تمثل ٢٠٪ من إجمالي الصادرات العالمية، وتأتي الإمارات العربية المتحدة في المرتبة الثانية وسوريا و الأردن في المرتبة الثالثة.

جدول (١٨) إنتاج المملكة المتوقع من التمور خلال الفترة ١٩٩٨– ٢٠٠٧ م.

السنة	الإنتاج المتوقع (ألف طن)
١٩٩٨	٦١٩
١٩٩٩	٦٣٠
٢٠٠٠	٦٤١
٢٠٠١	٦٥٢
٢٠٠٢	٦٦٢
٢٠٠٣	٦٧٤
٢٠٠٤	٦٨٥
٢٠٠٥	٦٩٧
٢٠٠٦	٧٠٩
٢٠٠٧	٧٢١

صناعة التمور في المملكة

يعتبر التصنيع الزراعي من الركائز الأساسية في تحقيق التنمية الزراعية فهو يزيد في كفاءة الإنتاج و يرفع من قدرته التسويقية و يوفر السلعة لفترة أطول في العام فضلا عن حفظ التوازن السعري بين المنتج و المستهلك.

ويعتبر التصنيع ضرورة قومية و توجها أساسيا و بديل حتمي لتنويع مصادر الدخل الحالية و خاصة إذا كان التصنيع يقوم على توفر الموارد الطبيعية وتأتي التمور في أوائلها. ولقد وضحت إحدى الدراسات أن الاستثمار في إنتاج و تصنيع التمور لا يحتاج إلى رأس مال كبير بالإضافة إلى جدواه الاقتصادية حيث يبلغ معدل العائد على الاستثمار فيه حوالي ١٥٪ وفترة استرداد رأس المال لا تتجاوز ٦ سنوات.

وعلى ذلك فتصنيع التمور يمكن أن يكون له دور هام في دعم الدخل القومي و تحقيق الأمن الغذائي خاصة مع ازدياد إنتاج التمور في المملكة في السنوات الأخيرة حيث بلغ في عام ١٩٩٥م حوالي ٥٨٩ ألف طن إلا أن هذه الزيادة في الإنتاج لم يواكبها زيادة مماثلة في كميات التمور المصنعة.

هذا والجدير بالذكر أن تصنيع التمور كان يقتصر على عمليات الكبس و التعبئة و التغليف حتى بدأ الاتجاه إلى ضرورة تصنيع التمور بإنتاج محورات و مشتقات منها مما يضاعف مردودها ويعزز موضعها في عمليات التصنيع الغذائي وفق التقنيات الحديثة.

وقد بلغ عدد المصانع المنتجة للتمور المكبوسة أو المفردة حتى نهاية عام ١٤١٧ هـ ٢١ مصنعا بلغ إجمالي طاقتها الإنتاجية المرخصة ٣١٣١٣ طن ويعمل بها ١١٠٨ فردا بما في ذلك المصنع الحكومي التابع لوزارة الزراعة و المياه بالإحساء وبلغ إجمالي استثماراتها أكثر من ٣٥٧ مليون ريال. هذا وتبلغ نسبة التمور التي تمت تعبئتها في المصانع القائمة حوالي ١٥٪ من حجم إنتاج المملكة من التمور مما يعتبر نسبة منخفضة جدا خاصة إذا اعتبرنا أن عمليات التعبئة و التغليف هذه مجرد أسلوب متطور لتداول التمور ولا يعتبر تصنيعا بالمعنى المفهوم لعمليات التصنيع. ويبين الجدول (١٩) أنواع التمور التي يتم إنتاجها في هذه المصانع .

ونظرا لوفرة الإنتاج المحلي من التمور يبقى دائما فائض من تمور الموسم قد يتعرض للتلف أو يقدم علفاً للحيوان أو يباع بأسعار بخسة مما يشير إلى ضرورة الاتجاه نحو إيجاد صناعات تعتمد على التمور كمادة خام لإنتاج محورات أو مشتقات منها مثل أصابع التمر المغطاة بالشيكولاته، وعجينة التمر و حلوى التمر بجانب السكر السائل و الخميرة و الخل. وهناك تطور دائم وإقبال على المنتجات المختلفة حيث زاد الطلب على بعض هذه المنتجات بعد تطويرها و منافستها للمنتجات المستوردة المشابهة.

جدول (١٩) أنواع التمور التي تنتجها المصانع.

م	النوع	الكمية المنتجة (طن)
١	تمور كاملة معبأة	٢٢٢٦
٢	عجينة التمر	١٧٣٤
٣	تمور مكبوسة	١٠٩٧
٤	تمور مفردة مغلفة	٧٥٠
٥	تمور محشوة باللوز	١٣٩٤
٦	منتجات تمور متنوعة	١٤٣٦٠
	الإجمالي	٢١٥٦١

القيمة الغذائية والمكونات الكيميائية للتمور

تعتبر التمور من الأغذية ذات القيمة الغذائية العالية نظرا لما تحتويه من مواد سكرية وبروتينية وفيتامينات ومعادن ولا أدل على ذلك من قول الله سبحانه وتعالى في سورة مريم "وهزي إليك بجذع النخلة تساقط عليك رطبا جنيا" الآية (٢٥).

التمور من أغنى الموارد الغذائية من حيث الطاقة الحرارية فإذا قارناها ببعض أنواع الفواكه نجد أن الكيلوجرام الواحد من البرتقال يمد الجسم بحوالي ٥٠٠ سعر حراري والعنب ٨٠٠ سعر حراري والموز ١٠٠٠ سعر حراري وبالنسب لبعض أنواع الأغذية الأخرى نجد آن الأرز المطبوخ يعطي الكيلو جرام الواحد ١٧٩٩ سعراً والكيلو جرام من الخبز يعطي ٢٢٥٠ سعرا ولحم الضأن (الخالي من الدهون) يعطي الكيلو جرام الواحد ٢٢٤٤ سعرا بينما الكيلو جرام من التمر الطبيعي يعطي ٣٠٠٠ سعرا حراريا.

ولا ترجع أهميه التمور إلى كونها مصدرا للطاقة الحراري اللازمة للإنسان فقط بل إلى ما تحتويه من معادن وفيتامينات فهي في غاية الأهمية لبناء أعضاء جسم الإنسان فكل مائة جرام من التمر تحتوي على ٦٥ ميللجرام من الكالسيوم ٧٢ ميللجرام من الفوسفور ٥,٢ ميللجرام من الحديد كما تحتوي التمور على كميات مرتفعة من الفلورين يقدر بخمسه أضعاف ما تحتويه الفواكه الأخرى وهذا العنصر يساعد على منع تسوس الأسنان ولذلك تحرص شركات صناعة معاجين الأسنان على إضافته ضمن مكونات المعاجين.

كما تعتبر التمور من أغنى المواد الغذائية في عنصر البوتاسيوم الذي يساعد على صفاء الذهن و القدرة على التفكير والتركيز فهو هام جدا لخلايا المخ فكل مائة جرام من التمر المنزوع النوى يحتوي على ٦٤٨ ميللجرام من عنصر البوتاسيوم.

ومن ناحية احتواء التمر على الفيتامينات فهو يحتوي على فيتامين (أ) الذي يساعد على تقوية أعصاب البصر ومكافحه العشى الليلي وتقوية الأعصاب السمعية كما يحتوي التمر على فيتامين (ب) الذي يقوم بتليين الأوعية الدموية والأعصاب والذي يفيد الذين يعانون من استرخاء عضلة القلب كما يفيد مرضى الكبد وتشقق الشفاه وتكسر الأظافر وجفاف الجلد إلى جانب احتوائه على مواد تخفض ضغط الدم عند الحوامل وتقويه عضلات الرحم في الأشهر الأخيرة من الحمل و يساعد على سهولة الولادة فضلا عن كونه من أحسن الأغذية المناسبة للنفساء والمرضعة كما تعمل الألياف على الوقاية من سرطان الأمعاء وتحفظها من الالتهاب والضعف وهو بذلك يعتبر ملياً طبيعاً ممتازاً بالإضافة إلى تنشيط العصارات الهضمية.

وقد ثبت أن طلع النخل يحتوي على سكر القصب بنسبة وجوده في قصب السكر (١٤٪) كما يحتوي على نسبة كبيرة من المواد البروتينية تفوق نسبة الموجود في اللحوم كما يحتوي الطلع على هرمون الايسترون الذي ينشط المبيض ويساعد على تكوين البويضة.

هذا ويتكون لحم الثمرة الناضج من المواد السكرية والماء والسيليلوز والبكتين والبروتين والدهون والأحماض العضوية والفيتامينات والأملاح المعدنية والصبغات كما تتواجد مادة التانين (المادة القابضة) في المراحل الأولى للثمار ثم تختفي باكتمال نضج الثمار.

الرطوبة:

تبين من تحليل الثمار في مختلف أطوار نموها أن نسبه الماء تصل إلى أقصاها أثناء فترة النمو وعندما يبدأ اللون الأخضر في الاختفاء وظهور اللون المميز للصنف سواء كان أحمر أو أصفر أو برتقالياً تصل نسبة الرطوبة إلى ٦٤٪ وعند دخول الثمار مرحلة الإرطاب وتصل نسبته إلى ٩٠٪ من الثمرة تنخفض نسبه الرطوبة إلى ٣٣٪ ثم تستمر نسبه التناقص حتى تصل إلى ٢٢٪ في مرحله التمر.

و تتأثر سرعة فساد التمر لحد معين لما يحتويه من ماء ولذلك إذا زادت نسبه الرطوبة عن ٢٤٪ وأريد حفظ الثمار لمدة معينة فيجب حفظها على درجه حرارة- ٢٠ درجة مئوية.

المواد السكرية:

كما ذكرنا فإن المواد السكرية هي المكون الرئيس للتمور تصل نسبتها إلى ٧٠٪ من الوزن الجاف للتمور المنزوعة النوى وتحتوي ثمار التمر في مرحلة الخلال على سكريات أحادية وثنائية بنسب متفاوتة في الكثير من الأنواع ثم يزداد تدريجيا تحول السكريات الثنائية إلى أحادية بتقدم الثمرة في النضج وتتوقف سرعة تحول السكريات الثنائية إلى أحاديه على عدة عوامل أهمها: درجه الحرارة، الرطوبة النسبية للجو المحيط بالثمرة بالإضافة إلى العوامل الكيميائية والفسيولوجية فكلما ارتفعت درجة الحرارة زادت سرعة التحول وتقل كميه السكروز في الثمرة بتقدم مراحل النضج مع ارتفاع نسبه السكريات الأحادية حتى تصبح نسبه السكريات الثنائية في مرحلة الرطب والتمر لا تتجاوز٥٪ من نسبه السكريات الكلية في معظم أنواع التمور.

وبناء على ذلك يمكن استعمال نسبه السكريات الكلية إلى الرطوبة كمقياس صحيح عند مقارنه الأصناف ببعضها وارتباط ذلك بقوام و صلابة الثمار حيث إنه إذا زاد تركيز السكروز عن ٢٠٪ فإن ذلك يعني أن التمر من الأصناف الجافة أما بالنسبة للأصناف الرطبة والنصف جافة فلا يمكن وضع حدود فاصلة بين هذه الأصناف على أساس تركيز السكروز وعلى ذلك يمكن اعتبار أن العلاقة بين السكريات والرطوبة من المقاييس التي يمكن استخدامها في تقسيم أصناف التمور فإذا كانت نسبه السكريات إلى الرطوبة ٢ أو أكثر دل ذلك على أن الصنف يمكن اعتباره من الأصناف الجافة وإذا كانت هذه النسبة تتراوح بين ١ : ٢ فإنه يعد من الأصناف نصف الجافة وإذا كانت النسبة أقل من ١ فإن ذلك يعني أن الصنف رطب.

السيليلوز:

يكون السيليلوز والهيمسيليلوز معظم جدران الخلايا المكونة للقسم الطري من الثمرة حيث يكونان ٨٥٪ من وزن الثمرة في مرحلة القمري ثم تقل هذه النسبة كلما تقدمت الثمرة إلى مرحلة النضج ويمكن تقدير نسبه هذين المكونين بتقدير الألياف الخام وقد وجد أن نسبه الألياف الخام في ٦٨ صنفاً سعودياً من التمور تتراوح بين ٢- ٤٪ من الوزن الجاف للتمور منزوعة النوى ويعطي السيليلوز عند تحلله سكريات سداسية بسيطة هي الجلوكوز بينما يعطي الهيميسليلوز عند تحلله سكريات خماسية بسيطة مثل الزيلوز والأرابينوز.

البكتين:

ترتبط مادة البكتين بنسبه وجود الماء فكلما ارتفعت نسبه الماء (أكثر من ٣٠٪) انخفضت نسبه البكتين (١,٠٤) على أساس الوزن الجاف بينما الثمار النصف جافة (٢٠- ٣٠ ٪ رطوبة) والجافة (أقل من

٢٠٪ رطوبته) احتوت على نسبه عالية من البكتين (١,٧٥- ١,٥١ ٪) على التوالي وهذه المواد البكتينية تعوق عمليه الترشيح أثناء صناعة الدبس أو السكر السائل ولذا يجب التخلص منها بالإنزيمات المحللة.

البروتين:

أما من ناجيه احتواء التمر على البروتين فلا يعتبر مصدرا هاما لهذا المكون وتبلغ نسبه البروتين بين ١,٥- ٣٪ وتزداد نسبه البروتين في النوى عن لحم الثمرة حيث يصل في النواة إلى ٥,٢٢٪ من الوزن الطازج للنواة.

الدهون:

لا تعتبر التمور مصدرا هاما للدهون حيث يحتوي لحم الثمرة على نسبه تتراوح بين ٠,٣- ٢٪ من الدهن في صورة شموع على قشرة الثمرة.

هذا والجدير بالذكر أن المواد الصلبة الذائبة (السكريات- الأحماض- الصبغات) تكون ضغطا إسموزيا يزداد بزيادة نضج الثمرة وتحول السكريات الثنائية (السكروز) إلى سكريات أحادية (جلوكوز- فركتوز) وهذه الزيادة في الضغط الأسموزي تجعل الثمار أقل عرضة للتلف. ويبين الجدول (٢٠) المكونات الكيميائية للتمور منزوعة النوى ونسبه كل منها.

معدلات استهلاك الفرد والفئات المستهلكة للتمور

يوضح الجدول (٢١) معدل استهلاك الفرد من التمور خلال الفترات من ٧٤- ١٩٧٦ إلى ٩٣- ١٩٩٥ م ويتضح من الجدول التراجع المستمر في معدل استهلاك الفرد السنوي من التمور إذ تناقص من ٣٩,٣ كجم خلال الفترة من ٧٤- ١٩٧٦ م إلى ٢٨,٧ كجم في الفترة من ٩٣- ١٩٩٥ م هذا على الرغم من تزايد الكميات المتاحة للاستهلاك من ٢٩٠ إلى ٥١٢ ألف طن سنويا فيما بين هاتين الفترتين ويعزى ذلك إلى أن الأعمار الصغيرة من السكان لا تقبل على استهلاك التمور حيث تجد ما يحل محله من أنواع الأغذية والحلوى بسبب ارتفاع مستوى المعيشة أما في الماضي فإن التمر يكاد يكون هو الغذاء الرئيس لسكان شبه الجزيرة العربية فكان استهلاك التمر مرتفعا.

هذا وتتوقف نوعيه التمور المفضلة لدى المستهلكين على فترات نضج المحصول فقد وضحت دراسات جامعة الملك فيصل وجامعة الملك سعود أن الإقبال على تناول الرطب يمثل الأفضلية الأولى بنسبه ٦٠- ٧٠ ٪ في منطقتي الرياض والإحساء على التوالي بينما يمثل البلح (الزهو) الأفضلية الأولى بنسبه ٥٠ ٪ في المنطقة الجنوبية و ٣٩ ٪ في منطقه الرياض.

من هذا يتضح أن نوعية التمور المفضلة لدى المستهلكين هي التي تؤكل طازجة لذلك يزيد الطلب الاستهلاكي على التمور الطازجة صيفا وخاصة خلال شهر رمضان المبارك حيث ترتفع أسعارها نظرا لزيادة الطلب.

بينما يقل الطلب الاستهلاكي على التمور الجافة في فصل الصيف فتنخفض أسعارها محليا وذلك بسبب توافر التمور الطازجة بأنواعها المختلفة ويشكل استهلاك المجتمع السعودي من الرطب حوالي ٤٨٪ من إجمالي الإنتاج.

جدول (٢٠) المكونات الكيميائية للتمور (في ١٠٠جرام منزوعة النوى).

المكونات	النسبة
الماء	٢٢,٥ - ٢٤,٥٪
البروتين	٢,٢ جرام
الطاقة	٢٧٤ سعراً حراريا
سكريات	٧٢,٩ جرام
ألياف خام	٢,٣ جرام
رماد	١,٩ جرام
كالسيوم	٥٩ ملليجرام
فوسفور	٦٣ ملليجرام
حديد	٣ ملليجرام
صوديوم	١ ملليجرام
بوتاسيوم	٦٤٨ ملليجرام
دهن	٠,٥ ملليجرام
فيتامين A	٥٠ وحده دوليه
ثيامين	٠,٠٩ ملليجرام
ريبوفلافين	٠,١٠ ملليجرام
نياسين	٢,٢ ملليجرام

ومن الأصناف المميزة للرطب أصناف البرحي والسكري والخنيزي والخلاص والشيشي وحلوة المدينة والشقراء وغيرها.

وفي السنوات الأخيرة لجأ التجار والمنتجون إلى تعبئة الرطب وحفظه في ثلاجات تجميد على درجه حرارة - ١٨ °م من أجل حفظها وتسويقها في غير مواسمها

جدول (٢١) معدل استهلاك الفرد من التمور خلال الفترة من ٧٤- ١٩٧٦ إلى ٩٣- ١٩٩٥ م.

الفترة	متوسط الإنتاج المحلي السنوي (طن)	التجارة الخارجية		المتاح للاستهلاك (طن)	معدل نصيب الفرد	
		الواردات (طن)	الصادرات (طن)		السنوي كجم/ سنه	اليومي غرام/ يوم
٧٤- ١٩٧٦	٣١٨٠٩٤	٦٤٧٣	١٢٤٥٧	٢٩٠٢٦٢	٣٩,٣	١٠٧,٦
٧٧- ١٩٧٩	٣٧٤٥٨٢	٢٧٧٢	٩٩٥١	٣٤١٦٨٥	٣٧,٩	١٠٣,٨
٨٠- ١٩٨٢	٣٧١٥٥٨	٥٩٥	١٨٤٩٩	٣٢٨٨٩٧	٣١,٤	٨٦,١
٨٣- ١٩٨٦	٤٤٣٥٧٩	٢١٧٣	٢٠٣٩٠	٣٩٥٥٨٦	٣١,٣	٩٣,٩
٨٧- ١٩٨٩	٥١١٤٥٥	٦٨٢٨	٣٢٥٠٢	٤٥١٧٧٦	٣٢,٢	٨٨,٣
٩٠- ١٩٩٢	٥٣٦١٤٩	١٥٠١	١٨٩٩٩	٤٨٢٣٤٥	٣٠,٤	٨٣,٣
٩٣- ١٩٩٥	٥٧٣٣٤٤	٢٠٧	٢٣٠٤١	٥١١٩٧٤	٢٨,٧	٧٨,٧

الباب الثاني: جني الثمار والمعاملات المختلفة التي تجري عليها

١- جني الثمار:

تعتبر عملية جني الثمار هي المحصلة النهائية للعديد من العمليات الزراعية المختلفة التي تجري على أشجار نخيل البلح والتي يكون لها تأثيرٌ مباشر على كمية المحصول وجودته مثل عمليات الري والتسميد والتلقيح وخف الثمار والتقويس. فمن المعروف أن تعرض أشجار النخيل للعطش أو لعدم انتظام ري الأشجار يسبب نقص المحصول ويقلل من جودة الثمار وتزايد نسبة التساقط.

كذلك فإن الاهتمام بتسميد الأشجار يؤدي إلى زيادة المحصول نتيجة لتوفير الغذاء اللازم لنمو الأشجار ومحصولها كما أن عمليتي الخف والتقويس تساعدان بدرجة كبيرة في الحصول على ثمار ذات جودة عالية حيث تؤدي عملية الخف إلى تحسين نوعية الثمار وتقلل من التفاوت الزمني في مواعيد النضج والتغلب على ظاهرة المعاومة المنتشرة في أشجار نخيل البلح. أما عملية التقويس فهي تساعد على عدم تشابك العذوق بالسعف مما يقلل من تلف الثمار وتمكن من تسهيل عمليات جني المحصول.

وبذلك تتضح أهمية العوامل السابق الإشارة إليها في تحديد كمية محصول أشجار النخيل وجودة الثمار والتي تؤثر تأثيرا مباشرا على صلاحية الثمار للتداول والاستهلاك والتخزين. كما يتأثر إنتاج أشجار نخيل البلح بعوامل عديدة منها عمر النخلة والصنف والمنطقة والعمليات الزراعية، فالأشجار الصغيرة العمر أو الكبيرة عن اللازم تعطي محصولا أقل من المعدل العام. وبصفة عامة يتراوح محصول النخلة بين ٤٠كم إلى ٢٠٠كجم.

وتحديد درجة أو مرحلة النمو المناسبة للقطف هي البداية السليمة لقطف الثمار بحيث تكون صالحة للاستهلاك أو التخزين أو التصنيع ويمكن القول أن ثمار البلح تعتبر مكتملة النمو عند بلوغها مرحلة الخلال (تلون الثمار باللون المميز للصنف) مع ملاحظة أن الثمار في العزق الواحد لا تنضج في نفس الوقت يختلف موعد النضج في الصنف الواحد طبقا لعوامل عديدة مثل الظروف الجوية السائدة في المنطقة ودرجة النضج التي يرغبها المستهلك وتختلف طرق قطف الثمار باختلاف المرحلة التي ستقطف فيها كما يلي:

١- في حالة الأصناف التي يتم استهلاك ثمارها طازجة على شكل بسر (بلح) يتم الجمع باليد كما يقطع بعضها مع ساق العرجون والأصناف التي تصلح للتناول في هذه الحالة هي البرحي ، الحلوة، المكتومي وغيرها وفي مثل هذه الأصناف فإن اختفاء الطعم القابض من الثمار عادة ما يكون مرتبطا بفقد اللون الخاص بمرحلة الخلال. كما يبدأ في هذه المرحلة نقص المحتوى الرطوبي للثمرة ويظل هذا النقص مستمرا حتى مرحلة التمر. وفي معظم الأحوال تكون الثمار صالحة للاستهلاك

بعد انتهاء مرحلة الخلال مباشرة واختفاء اللون المميز لها وما زالت الثمار منتفخة ومحتوية على نسبة مرتفعة من الرطوبة وعلى العموم يمكن القول أن أفضل مرحلة للاستهلاك الطازج للثمار تختلف من صنف لآخر.

٢- تقطف الثمار التي تستهلك في طور الرطب قبل أن تتحول أنسجتها إلى الليونة حتى تتحمل التداول والتسويق ومن الأصناف المشهورة برطبها الخلاص- الرزيز- المكتومي- الخصاب .. إلخ.

٣- في طور التمر تقطف الثمار على دفعات أو تقطع العذوق كاملة دفعة واحدة وهي السائدة في معظم المزارع.

وأهم ما يجب اتباعه في جني الثمار ما يلي:

أ- الأفضل جني الثمار على مراحل للحصول على درجات موحدة من حيث نضج الثمار وهذا من شأنه تحسين نوعية الثمار وصفاتها ودرجاتها التسويقية.

ب- عدم ترك التمور على الأشجار بعد أن تجف لأن بقاءها يعرضها للإصابة بالحشرات ونقر الطيور مع جفافها وانخفاض جودتها.

ج- مراعاة عدم وضع التمور على الأرض ويفضل وضعها في صناديق من البلاستيك للمحافظة على الثمار ونظافة التمور ولسهولة تمييز الأصناف. حيث إن الصناديق تحافظ على هيكل الثمرة أثناء عمليات النقل والحفظ في المستودعات، كما أن التمور الموضوعة في الصناديق يمكن تبخرها بسهولة وسرعة وتعطي مجالا لاستيعاب غرف التبخير لكميات كبيرة.

٢- تدريج التمور في الحقل:

عادة ما يجري تدريج للتمور في الحقل قبل نقلها إلى المصنع وتشمل عملية التدريج عملية فرز للثمار غير الصالحة للتصنيع أو الاستهلاك الطازج مثل الحشف والصيص والتي يمكن استخدامها كعلف للحيوان. كما تفصل ثمار البلح عن الرطب حيث تسير ثمار الرطب على حصر وتعرض للشمس حتى تجف وتتحول إلى تمر أما الثمار في طور الخلال أو ما يسمى بالبلح أو البسر فتنظف وتعبأ في أقفاص من البلاستيك أو قد تترك على شماريخها وتعرض في الأسواق للاستهلاك الطازج.

٣- إنضاج ومعالجة التمور:

تبدأ عمليات التصنيع من الحقل بعد جني الثمار من أشجار النخيل وتبدأ هذه الخطوات بتحديد الوقت اللازم الذي ينبغي فيه قطف الثمار حيث تكون قد اكتمل نضجها البستاني والفسيولوجي للغرض الذي سوف تستهلك من أجله فبعضها يجنى بعد انتهاء مرحلة الخلال وابتداء مرحلة الرطب أو قد تترك لحين الوصول إلى مرحلة التمر.

ويتم تجفيف الثمار بنشرها في الشمس على حصير أو قماش لتحويل الثمار من مرحلة إلى أخرى أي من مرحلة الرطب القابلة للتلف لارتفاع نسبة الرطوبة بها إلى مرحلة التمر الشبه جافة والقابلة للحفظ لمدد طويلة. ويبين الجدول رقم (٢٢) نسبة الرطوبة وتغيرها في مراحل النضج المختلفة.

جدول (٢٢) نسبة الرطوبة في مراحل النضج المختلفة.

المرحلة	النسبة ٪
الخلال المبكرة	٨٥
الخلال المتأخرة	٥٠
الرطب المبكرة	٤٥
رطب ٥٠ ٪	٤٠
رطب ٩٠ ٪	٣٥
رطب ١٠٠ ٪	٣٠
التمر	٢٠

فهذه النسبة المنخفضة من الرطوبة في التمر (٢٠) والتي يمكن الوصول إليها بعد جني الثمار ونشرها في الشمس إلى تمام الجفاف ثم الكبس الجيد في الصناديق يجعلها قابلة للحفظ لمدد طويلة. وهي مهمة المزارع من الدرجة الأولى. وهذه الخطوة تعتبر من الأهمية بمكان لمصنعي التمور حيث إن توريد التمور بنسبة رطوبة عالية يؤدي إلى تخمرها وارتفاع نسبة الفاقد أثناء التصنيع.

الأمور الواجب مراعاتها عند إجراء التجفيف أو الإنضاج الصناعي للتمور

أ- إن أفضل إنضاج للثمار عندما تكون على أشجارها حيث تكتمل الجودة في جميع مكوناتها وذلك بالمقارنة إلى الثمار التي تجنى قبل اكتمال النمو أو بعده.

ب- إن الثمار التي تجنى قبل أو بعد النضج يمكن تصنيعها و تحسين جودتها و لكنها لن تكون في مستوى التي تنضج على شجرها.

ج- إن ارتفاع درجة الحرارة أثناء النضج يكون في صالح المزارع حيث تقصر فترة النضوج و تنضج الثمار بشكل متساوٍ على كل الشجرة.

د- إذا كانت درجة حرارة الجو لا تسمح بتقصير فترة الإنضاج والتي قد تمتد إلى أكثر من شهرين و بالتالي لا يمتد النضج إلى أكثر من مرحلة الخلال فتجب سرعة الجني و إجراء الإنضاج الصناعي.

ويلاحظ عدم جني الثمار من على الأشجار إلا بعد أن تكون قد وصلت إلى مرحلة الخلال (البلح) وبدأت في التلون الأصفر أو الأحمر حسب الصنف وبدأت تدخل في مرحلة الرطب وبذلك يمكن أن تستمر

عمليات النضج بعد الجني حيث يمكن بعمليات التجفيف أن تتحول الثمار إلى مرحلة التمر الذي يمكن تصنيعه بكبسه أو استخلاص السكر منه لإنتاج الدبس (عسل التمر).

٣- إنضاج التمور صناعيا

تجمع بعض الثمار قبل اكتمال نضجها تحت بعض الظروف الجوية غير الملائمة وفي هذه الحالة توضع الثمار في غرف خاصة Maturation room مع الإبقاء على درجة الحرارة عند ٨٠- ١٢٠ °ف وتحت ظروف رطوبة نسبية متحكم فيها.

وتجدر الإشارة بأن درجات الحرارة المرتفعة و الرطوبة النسبية العالية تعد مطلبا ضروريا للثمار الأقل نضجا و لكن بدأت مرحلة التلوين المصاحب لطور الخلال (البسر) أما الثمار الناضجة تقريبا والتي يظهر عليها أو لا يظهر عليها اللون المميز لطور الخلال ولكنها تحتفظ بشئ من صلابة اللحم حول البذرة وعند قاعدة الثمرة فهذه ربما لا تحتاج إلى حرارة إضافية (صناعية) خاصة إذا ما كانت درجة الحرارة خلال الفترة المبكرة من الموسم تتراوح بين ٨٠- ١٠٠ °ف.

وتختلف الفترة اللازمة لإنضاج الثمار من عدة ساعات إلى عدة أيام لاكتمال النضج وتطول هذه الفترة عندما تكون الثمار أقل نضجا ودرجة الحرارة أكثر انخفاضا. وتجب الملاحظة أنه كلما ارتفعت درجة حرارة الإنضاج كلما أدى ذلك إلى تلوين الثمار باللون الداكن.

ونظرا للاختلافات الكبيرة في ميعاد نضج الثمار وأيضا في محتوى الثمار من الرطوبة بين الأصناف المختلفة فإنه من الصعب وضع طريقة أو إجراء موحد للإنضاج الصناعي.

ومن الطرق الشائعة في إنضاج الثمار جمع الثمار من العذوق التي ما زالت متصلة بالأم. وعندما تبدأ قمة الثمرة في الليونة أو الطراوة يكمل إنضاجها في غرف مخصصة بعيدا من الشجرة الأم. ويتم إنضاج الثمار تماما بعد عدة أيام من تعرضها للشمس مع ملاحظة وضع الثمار في صواني خاصة قليلة العمق مثقبة لضمان التهوية الجيدة كما يجب المحافظة على الرطوبة العالية حول الثمار ويحتاج الإنضاج الكامل للثمار بهذه الطريقة إلى ١- ٨ أيام. ويتوقف طول هذه الفترة على درجة اكتمال النمو التي جمعت عندها الثمار في البداية ودرجة الحرارة حول الثمار. ويمكن التحكم في درجة الحرارة وذلك باستخدام الكهرباء حيث تستخدم مصابيح خاصة لإعطاء درجة حرارة بين ١٠٠- ١٢٥ °ف ويكون ذلك في أفران خاصة.

وفي بعض الأحيان يلجأ إلى إنضاج الثمار بواسطة السلق والتجفيف ويسمى الخلال المطبوخ. وتتم هذه العملية بقطع العذوق التي تم تلوينها وقبل أن تصل إلى الإرطاب ثم تغمر في قدور تحتوي على ماء مغلي لمدة

٢٠- ٤٠ دقيقة ترفع بعدها من الماء وتنشر على حصير. وكلما كانت الثمار في آخر طور الخلال كلما كانت نوعية الخلال المطبوخ أفضل.

وقد يلجأ في بعض الأحيان إلى إجراء عملية ترطيب للثمار أي تحويلها إلى مرحلة الرطب باستخدام بعض المواد الكيميائية مثل الخل أو حامض الخليك المخفف بتركيز ٢٪ حيث يتم معاملة الثمار بعد فصلها من العذوق وهي في طور الخلال. وكلما تأخرنا في هذا الطور كلما كانت صفات الثمار الناتجة أفضل.

ويعاب على هذه الطريقة ما يلي:

١- الثمار تكون قليلة الجودة.

٢- سرعة تعرض الثمار للإصابة بالتخمر والتعفن بسبب الخل وزيادة نسبة الرطوبة.

كما قد تغمر الثمار في محلول ملحي للإسراع أيضا في عملية النضج. وقد يستعمل عسل البلح (الدبس) في عملية الإنضاج وحفظ الثمار لمدة طويلة وذلك بوضع الثمار في أوعية مفتوحة ثم تغمر بالدبس وتعرض للشمس لمدة تتراوح من ٢٠- ٣٠ يوما. وهذه الطريقة تستخدم في الأصناف الطرية وتتميز بأن الثمار تكون على درجة عالية من الجودة من ناحية اللون والطعم، كما تتميز بصلابة الثمار نتيجة امتصاص جزء من الدبس وذلك بعكس الطرق الأخرى (المحلول ملحي أو الخل) والتي تؤدي إلى تغير في الطعم وليونة في القوام وسرعة الفساد. وقد تخزن الثمار على درجة حرارة تتراوح من ٣٢,٢- ٤٣,٣ °م لعدة أيام لإنضاجها.

٤- تخزين التمور:

تخزن معظم التمور بعد تعبئتها في الحقل في مخازن أو خيام أو أكواخ وقد ترسل التمور الفاخرة من بعض الأصناف ذات الجودة العالية إلى مخازن مبردة أو مخازن مدخنة لحمايتها من الحشرات. وفيما يلي وصف لبعض طرق تخزين التمور.

أ- المدابس:

وهي عبارة عن غرف تتراوح مساحتها بين ٣ متر طول X ٢متر عرض X ٢متر ارتفاع. وهي تبنى من الطين ويكون سمك الحوائط ٦٠ سم عند القاع ويقل السمك إلى النصف عند النهاية. ويكون ظهر الغرفة عادة أعلى من المقدمة حتى يكون للسقف بعض الميول للتخلص من الإمطار، وتسع الغرفة بهذا الحجم حوالي ١٢ طناً من التمور. أما أرضية الغرفة فتكون عادة ذات قنوات وتغطى بمادة ملساء مثل الكلس وهذه القنوات تمتد خارج الغرفة عن طريق وضع بعض البوص المجوف بها وذلك حتى ينساب عسل التمر (الدبس) منها ويجمع في صفائح معدنية. وهذا العسل الذي يخرج نتيجة تخزين التمور في هذه الغرف

يكون عادة أكثر تركيزا وقواما من الذي يصنع بطرق التصنيع وهذه النوعية من الدبس يفضلها المستهلك عن الدبس المصنع لارتفاع كثافته وقوامه وزيادة تركيزه.

وطريقة التخزين هذه أي تخزين التمر في المدابس لا تزيد مدتها عن شهرين. وعادة يغطى التمر بنوع من الحصير لحماية التمر من الذباب أو الزنبير بقدر الإمكان. وهذه الطريقة من التخزين في الحقل قد تستعمل أيضا كطريقة لإنتاج عسل البلح (رب التمر أو الدبس).

٢- الجرار:

يعتبر تخزين التمور في الجرار الفخارية أفضل من التخزين بطريقة المدابس وهي منتشرة في معظم مناطق إنتاج التمور. ويرجع سبب أفضليتها إلى نوعية الفخار وطريقة تصنيعه بالحرق يجعلها غير قابلة للتفتت والاختلاط بالتمور كما أن هذه الجرار لا تتشقق مما يجعلها أكثر مناسبة لحفظ التمور بعيدا عن الهواء أو الحشرات. ويمكن أن تكون الجرار ذات حجم كبير جدا وترص بجانب بعضها داخل مسطبة تصنع من الطين ولا يظهر من الجرار سوى فوهاتها. وتسع كل جرة من هذه الجرار حوالي ٤٠٠ كجم من التمور المكبوس ولحفظ التمور في هذه الجرار بعيدا عن الحشرات يوضع بعض من زيت الزيتون في فوهة الجرة لتغطية التمر. ويعوض هذا القدر من الزيت عند جفافه. ويمكن حفظ التمور بهذه الطريقة عدة سنوات بحالة جيدة بشرط أن تكون مكبوسة جيدا ومن نوعية فائقة الجودة وبعيدة عن وصول الحشرات إليها.

كما يمكن تخزين التمور بهذه الطريقة مع إضافة جزء من عسل التمر وفي هذه الحالة تكون الجرار بحجم أصغر ولا تخزن لفترات طويلة حيث تكون معدة للاستهلاك القريب.

وقد تستعمل الجرار أو القدور المصنوعة من المعدن وترجع ميزتها إلى عدم قابليتها للكسر ولكن عيوبها كثيرة حيث تفسد التمور عالية الرطوبة لعدم قابلية هذه الجرار لتبخير الرطوبة الموجودة في التمر.

ويمكن في حالة عدم وجود القدور أو الجرار الفخار والاضطرار إلى التخزين في القدور المعدنية أن تبطن هذه القدور بورق البولي إيثلين ولكن يجب الحذر عند وضع التمور وكبسها حيث قد تتمزق هذه البطانة ويبدأ تلامس التمر بجدار القدور.

٣- التخزين المبرد:

يعتبر هذا النوع من التخزين من الطرق التي يلجأ إليها أصحاب مصانع التمور بهدف تخزين التمور وضمان تشغيل المصنع على مدار العام ولتوزيعها في الأسواق المحلية والمحلات التجارية أو يتم تصديرها إذ أن التمور المخزنة على درجات حرارة منخفضة تحافظ على لونها ونكهتها كما أن درجة الحرارة المنخفضة تحفظ التمور من الإصابات الفطرية والحشرية.

هذا وتختلف درجات الحرارة المستخدمة في التخزين وكذلك درجات الرطوبة النسبية باختلاف الأصناف ونسب الرطوبة بها. فالتمور الطرية ذات المستوى المرتفع نسبيا من السكر المختزل تخزن على درجة أقل من الصفر المئوي منعا لظهور البقع السكرية أما الأصناف النصف جافة فيتم تخزينها على درجة الصفر المئوي. وتتوقف درجة الحرارة حسب نسبة الرطوبة الموجودة في صنف التمر وعلى طول مدة التخزين. وعموما فإن التخزين على درجة حرارة الصفر المئوي ورطوبة نسبية ٦٥- ٧٠٪ يضمن بقاء التمور المخزنة ثابتة الوزن واللون.

٤- التخزين في الصفائح:

يقوم بعض المزارعين أو تجار التمور بتخزين التمور في صفائح زنة ٢٠ كجم وهي الطريقة الأكثر شيوعا وتداولا من الناحية التجارية وتتم هذه الطريقة بأن تجمع التمور في مكان نظيف ثم تنظف من الشوائب مع استبعاد التمر الضعيف (الحشف) ثم يعرض التمر لحرارة الشمس في مكان مكشوف ثم تملأ الصفائح بالتمر ويضاف إليه قليل من الماء. ويجري الضغط داخل الصفيحة بآلة الكبس لعدة مرات حتى لا يتدفق سائل التمر المركز أو الدبس ثم تنقل الصفائح وتخزن في الأماكن المعدة أو تشحن إلى مراكز البيع في الأسواق.

٥- التخزين تحت تفريغ:

يمكن حفظ التمر إذا ما تمت تعبئته في علب من الصفيح المفرغة من الهواء مع استبدال الهواء بغاز خامل مثل النتروجين ثم تجري بسترة للعلب على درجة ٧٠ °م لمدة ٢٠- ٣٠ دقيقة ولا تصلح هذه الطريقة إلا للعبوات الصغيرة (٠,٥- ٢ كجم) وللأصناف الفاخرة من التمر.

الباب الثالث: صناعة تعبئة وكبس التمور

يعتبر التصنيع الزراعي المحور الأساسي لحركة التنمية الشاملة خاصة مع تنامي النشاط الزراعي والصناعي لحفظ التوازن بين الإنتاج والاستهلاك ويأتي في مقدمة هذا النشاط صناعة التمور باعتبارها المحصول الاستراتيجي الهام في المملكة خاصة بعد زيادة الإنتاج إلى ما يزيد على نصف مليون طن والتوقعات المستقبلية لزيادة الإنتاج في السنوات القادمة هذا والجدير بالذكر أن الإمكانيات التصنيعية المتوفرة لم تتجاوز حاليا الـ ٣٢ ألف طن وأن الطاقة التصنيعية للمصانع المرخصة أو قيد الإنشاء لا تتجاوز الـ ٧٨ ألف طن. وهذه الطاقة التصنيعية لا تتناسب وفائض الإنتاج. لذا فمن الضروري دفع عجلة التصنيع إلى الأمام لإقامة المصانع التحويلية لإنتاج التمور ومشتقاتها التي يمكن أن تنافس المنتجات الشبيهة المستوردة من حلوى وشيكولاتة وسكر وغيرها من المنتجات التي تساعد على امتصاص فائض الإنتاج وزيادة المردود الاقتصادي للمزارع والدولة بالإضافة إلى تشجيع الصناعات الإنتاجية من الخامات المحلية بصفة عامة والزراعية بصفة خاصة من حيث كونها الأقرب إلى سرعة التوطين باعتبارها من الصناعات المغذية لعديد من الصناعات الغذائية مثل صناعة المعجنات والحلوى والمياه الغازية ومنتجات الألبان بالإضافة إلى النواتج الثانوية التي يمكن استخدامها في صناعة التخمرات وإنتاج الخمائر والأعلاف كما أن مخلفات التمور تلعب دورا هاما في إنتاج كثير من المنتجات ذات العائد الاقتصادي مما يعطي لتصنيع التمور ميزة نسبية عن غيرها من المنتجات الزراعية وذلك لتعدد منتجاتها.

خطوات تعبئة وكبس التمور:

١- الاستلام والفرز:

تورد التمور عادة إلى المصنع في صناديق خشبية أو بلاستيكية وتفضل الأخيرة لسهولة تنظيفها وغسلها وتجري عملية فحص للتمور لتحديد درجة جودتها واستبعاد الحشفة المسوسة والصيص. وتنقل الصناديق إلى الوزن أو قد توزن السيارة بحمولتها من التمر على ميزان أرضي ويتسلم كل مزارع إيصال بالكمية الموردة تشتمل على عدد الصناديق ووزنها الإجمالي والوزن الصافي ونوع التمر.

٢- الغسيل وتحضير الصناديق:

تغسل الصناديق التي تورد فيها التمور إلى المصنع غسيلا جيدا وتستخدم الفرش لذلك وذلك قبل إعادتها إلى المزارع. وقد تستخدم أجهزة الغسيل الأوتوماتيكية لتوفير الوقت (شكل ٣٢)، ويراعى استبعاد الصناديق التي قد تكون شرخت أو كسرت.

شكل (٣٢) جهاز غسيل الصناديق.

٣- إزالة الثمار من العذوق:

كثير من التمور التي يتعاقد على توريدها للتصنيع تورد وهي ما زالت ملتصقة بالعذوق وتكون عادة لم تصل إلى مرحلة النضج الكامل حيث إن تركها على النخلة حتى تنضج قد يسبب لها كثيراً من المشاكل فبعض الأصناف تنضج قشرتها الخارجية وتتشقق بينما يكون اللحم الداخلي ما زال في طور النضج وبذا تتعرض مثل هذه التمور للعواصف الرملية والتي تدخل اللحم وتلتصق به ويصعب تنظيفها حتى بالغسيل الشديد. ولذلك تقطع العذوق قبل الوصول إلى مرحلة النضج بالكامل وتعلق على سنادات خشبية (دعامات) داخل المصنع حتى تمام النضج. وعند تمام النضج تقطع الثمار وتفصل باليد من العذوق. وبعد فصل الثمار تدرج حسب درجة نضجها إلى ناضجة وناضجة تقريبا وثمار تالفة تستبعد.

٤- تبخير التمور:

تبخر التمور عادة قبل التصنيع للتخلص من الحشرات التي تصيب الثمار في نهاية نضجها وذلك بتعريض الثمار داخل حيز محكم القفل إلى أحد الغازات مثل غاز بروميد الميثيل، والغرض من ذلك قتل الحشرات في جميع أطوارها ابتداء من البيض إلى اليرقة إلى الشرنقة ثم إلى الحشرة الكاملة، ووجود مثل هذه الأطوار حتى ولو كان لا يشكل ظاهرة إصابة يجعل المستهلك يصرف النظر عنها. فوجود ولو حشرة واحدة في عبوة يجعله يصرف النظر عن شراء أي نوع من هذه التمور. ولما كان جني التمور لا يستغرق سوى شهرين وربما شهر واحد في حين تستمر عملية تجفيف وتعبئة التمر طوال السنة ولهذا قد يكون مصدر الإصابة هو صالة التعبئة نفسها ولذلك يجب الإسراع في تبخير التمر كل فترة من الزمن "حوالي شهر" أو تخزين الثمار على درجة حرارة منخفضة ٥ ^{0} م أو قد تخزن الثمار وخاصة التي لم يكتمل نضجها على درجة حرارة عالية جدا تكفي لقتل هذه الحشرات.

مميزات عملية التبخير:

يمكن قتل الحشرات التي تصيب التمور بغمر الثمار في ماء مغلي أو التعرض لهواء درجة حرارته عالية أو التعرض لدرجة حرارة منخفضة. وقد يلجأ بعض صغار المصنعين للتمور لغمر التمور لمدة قصيرة في ماء يغلي وذلك قبل التعبئة مباشرة حيث تقتل الحشرات.

وهذه الطرق تناسب المصانع الصغيرة إلا أنها لا تناسب المصانع الكبيرة. وقد يستعمل التبريد كوسيلة لقتل الحشرات أو أطوارها فقد وجد أنه بخفض درجة الحرارة واقترابها من الصفر قد تتجمد بعض يرقات هذه الحشرات إلا أنها تعاود مزاولة نشاطها عند ارتفاع درجة الحرارة وقد تتحمل بعض يرقات الحشرات أن تعيش لمدة ٨٥ يوما على درجة حرارة بين ٢- ٦ °م. ويلاحظ أن وقف نشاط أو قتل هذه الحشرات بالتخزين على درجة حرارة منخفضة يزيد من التكلفة الاقتصادية للمنتج نتيجة ارتفاع تكلفة التبريد. وبالنسبة للتمور فإن تأثير التبريد يأخذ وقتا طويلا حتى تصل البرودة إلى وسط الثمار نتيجة ارتفاع الموارد الصلبة وخاصة السكريات.

من كل ذلك يتبين أن التبخير هو أرخص وأسهل وأسرع طريقة للتخلص من الحشرات ولا يلزم إعادة تجفيف الثمار كما أنه يحافظ على لون الثمرة ويمكن تبخير الثمار وهي في صناديقها أو أكياس أو على طبالي خشبية أو معدنية والتبخير ضروري جدا للتمور حتى مع وجود مخازن للتبريد إذا يجب تبخير الثمار قبل تخزينها في المخازن المبردة حتى لا تعاود الحشرات نشاطها بعد خروجها من التبريد. وعموما فإن التبخير هو أهم العمليات الصناعية التي تجري على التمور للتخلص مما تحتويه من حشرات أو يرقات أو بيض ولا يغني عن التبخير معاملة الثمار بالحرارة أو التبريد حيث تظل هذه الحشرات ملتصقة في الثمار وتكون سببا في عدم تسويق التمور بسهولة.

نظم التبخير:

يوجد نظامان للتبخير أحدهما تحت ضغط الجو العادي مع إغلاق محكم (شكل ٣٣) لحد ما وبدون اتخاذ تحذيرات تفصيلية للغاز. أما النظام الآخر فيجري تحت تفريغ كامل حيث يسحب الهواء بواسطة مضخة ويدخل الغاز ليحل محل الهواء. وفي حالة استعمال التفريغ الكامل يجب أن تكون جدران الغرفة من الصلب الذي يتحمل الضغط.

وقد تكون المواد المبخرة صلبة أو سائلة أو غازية ومن أمثلة المواد الصلبة سيانيد الكالسيوم حيث بتفاعله مع الماء يتبخر في الهواء وينفصل منه سيانيد الهيدروجين. أما المواد السائلة على درجة الحرارة العادية فمن أمثلتها داي سلفيد الكربون حيث درجة غليانه ٤٦ °م ولكنه يتبخر على درجة أقل من ذلك. أما المواد المبخرة الغازية فمن أمثلتها والأكثر شيوعا هو غاز بروميد الميثيل حيث تبلغ درجة غليانه ٤ °م. وجميع

المواد المبخرة يمكن استخدامها في التمور ما عدا سيانيد الهيدروجين. ومن خصائص هذه المواد أنها أثقل من الهواء وبالتالي ففي عملية التبخير تميل إلى التركز في قاع غرفة التبخير. ولذلك تزود غرف التبخير بمراوح تعمل على تحريك الغاز وتوزيعه على جميع الغرفة. ويجب أن يؤخذ في الاعتبار عملية تكثف الغاز على أسطح الثمار فكلما زادت كمية التمور في غرفة التبخير كلما زاد السطح الذي يتعرض للغاز وبالتالي زيادة الكمية التي يحتاجها المبخر. ويقوم المسؤول عن عملية التبخير بحساب الكمية اللازمة من الغاز حسب درجة الإصابة وحسب سعة غرفة التبخير.

شكل (٣٣) غرفة تبخير محكمة القفل.

الشروط الواجب توافرها في مادة التبخير:

١- القدرة الفائقة في قتل الحشرات في جميع أطوارها.

٢- السرعة في الانتشار.

٣- عدم السمية للإنسان والحيوان.

٤- الامتصاص بواسطة الثمار مع عدم ترك آثار ضارة داخل الثمار.

٥- لا تسبب رائحة أو طعماً غير مقبول للثمار.

٦- غير قابلة للانفجار.

٧- غير قابلة للاشتعال وفي حالة المواد غير الغازية، يجب أن يتوفر فيها سرعة التبخير والانتشار في الهواء والتخلل في الثمار مع عدم زيادة التكلفة.

وحتى الآن لا يوجد مادة واحدة تجمع كل المميزات المطلوبة. وكل مصنع عليه أن يختار ما يحقق أغراضه من هذه المواد مع الأخذ في الاعتبار مدى مهارة العاملين وتدريبهم على استعمال مثل هذه المواد وكذا كمية التمور المطلوب تبخيرها ومدى وجود ثلاجات لتخزين التمور بعد التبخير، ومدى الإصابة الحشرية ونسبتها في التمور. وأنسب هذه المواد من جميع الجوانب سواء من ناحية أمان الاستعمال وسهولة الاستعمال والتأثير المطلوب لقتل الحشرات بالإضافة إلى عنصر التكلفة هو غاز بروميد الميثيل. وأكثر المواد خطورة

سواء من ناحية الاستعمال أو من ناحية إجراءات الأمن والسلامة ومدى تدريب العاملين وكفاءتهم في مثل هذه الأحوال هو غاز داي سلفيد الكربون. فهو قابل للاشتعال وقابل للانفجار في حالة اختلاطه مع الهواء.

العوامل المؤثرة على كفاءة التبخير:

أ- تركيز مادة التبخير:

كلما زاد تركيز المادة كلما زاد ذلك من سرعة قتل الحشرات.

ب- مدة التبخير:

كلما زادت مدة التبخير كلما زاد عدد الحشرات التي تقتل.

ج- درجة حرارة غرف التبخير:

كلما زادت درجة الحرارة كلما كان ذلك أكثر فاعلية في قتل الحشرات (جدول ٢٣)، فالتركيز والمدة ودرجة الحرارة تكمل بعضها البعض في قوة التأثير على الحشرات وأي زيادة في إحداها يسمح بخفض العنصرين الآخرين.

وباستخدام بروميد الميثيل في درجات حرارة مختلفة وجد أنه يمكن قتل ٩٩,٩٪ من الحشرات بما في ذلك حشرة خنفساء الحبوب وذلك بالتركيزات الآتية:

جدول (٢٣) العلاقة بين درجة الحرارة وتركيز بروميد الميثيل في التأثير على قتل الحشرات.

درجة الحرارة (مئوي)	التركيز حجم/ ساعة/ لتر
١٠	٢٠٠
١٥	١٨٠
٢٠	١٥٠
٢٥	١٠٠

فيلاحظ أن رفع درجة الحرارة ١٥ °م من ١٠ °م إلى ٢٥ °م يمكن خفض وقت التبخير إلى النصف أو بنصف كمية مادة التبخير المطلوبة في حالة خفض درجة الحرارة. حيث إن الحشرات على هذه الدرجة المنخفضة تكون أقل نشاطا و لا تتكاثر ويكون معدل تنفسها أقل وبذلك تكون عملية التبخير أقل أهمية بالمقارنة لدرجة الحرارة المرتفعة. ويلاحظ أن الوقت اللازم لقتل الحشرات هو عندما يكون تركيز غاز التبخير عند التركيز المناسب لقتل الحشرات. ولكن في معظم الأحيان يفقد الغاز بالتسرب خلال الحوائط والأبواب وبالتالي لا يكون ذا تأثير فعال في قتل الحشرات ولذلك تزداد الجرعة اللازمة حتى تصل إلى التأثير الفعال في الوقت المناسب. أما إذا انخفض تركيز الغاز عن الحد المميت فإنه لا فائدة من

تعويض النقص حيث تتأقلم الحشرة على هذا التركيز المنخفض وتكتسب مناعة ضد الغاز. ولذلك وحتى يكون التأثير فعال من أول مرة فيجب زيادة جرعة الغاز تحسبا للفاقد منه أثناء وقت التبخير.

د- ارتفاع نسبة الرطوبة:

ارتفاع نسبة الرطوبة في الجو أو في التمور يخفض من كفاءة مادة التبخير حيث إن بعض مواد التبخير مثل أكسي الإيثلين يذوب بشدة في الماء.

هـ- معدل انتشار مادة التبخير:

وهذا العامل من الأهمية حيث إن سرعة انتشار غاز التبخير في زمن قصير يسرع من كفاءته الفعالة في قتل الحشرات.

و- شكل غرفة التبخير:

يؤثر شكل الغرفة على مدى انتشار غاز التبخير. فوجود زوايا أو أعمدة تعمل كعائق وتؤثر على كفاءة الانتشار، وقد تكون الغرف المكعبة أكثر مناسبة لعملية التبخير مع وجود مكان انتشار الغاز في منتصفها. ولكن حجم مثل هذه الغرف يكون محدودا بالارتفاع المسموح لوضع صناديق التمور. وبالنسبة للكميات الكبيرة يكون ارتفاع مثل هذه الغرف أقل من العرض والطول.

ز- نظام وضع الصناديق في غرف التبخير:

يؤثر نظام وضع الصناديق على سهولة تخلل الغاز للتبخير وبالتالي المدة اللازمة لقتل الحشرات. فيجب أن يكون هناك مسافات بينية بين الصناديق وبعضها وبينها وبين الحوائط والأسقف فكلما كان هناك مسافات كلما كان ذلك أسرع في انتشار الغاز.

وتجدر الإشارة عند استخدام غاز بروميد الميثيل من اتخاذ احتياطات الأمن والسلامة نظرا لخطورة الغاز على العاملين وأهم هذه الاحتياطات هي:

- أن تكون غرفة التبخير مانعة لتسرب الغاز.
- كتابة ملحوظات التحذير على أبواب الغرفة خلال عملية التبخر.
- يتم تشغيل مراوح الشفط قبل فتح الأبواب الخارجية لفترة من الوقت.
- تفتح الأبواب الخارجية بسرعة مع عدم السماح لأي شخص بالوقوف قرب الأبواب حتى يتم التخلص من الغاز تماما.
- لا يتم تفريغ الغرفة من التمر حتى يتم تجديد الهواء وتغيير الهواء ٦٠ مرة.
- تستمر مراوح الشفط في العمل بعد التخلص من الغاز تماما أثناء وجود العمال بالغرفة لنقل التمر خارجها.

- وضع أقنعة غاز قريبة من غرف التبخير في حالة حدوث أي حادث.

٥- تبريد التمور Date refrigeration

تنقل الصناديق بعد التبخير إلى مستودعات التبريد لحفظها على درجة حرارة منخفضة (- ١ إلى ٧ °م) حتى لا تعاود الحشرات أو اليرقات نشاطها وتظل التمور مخزنة على هذه الدرجة لحين التعبئة أو التصنيع. وتجب المحافظة على نسبة الرطوبة بين ٦٥- ٧٠٪ في مستودعات التبريد وذلك بوضع ستائر مبللة بالماء أو وضع أجهزة ترطيب Humidifier.

٦- الفرز والغسيل النهائي Sorting & washing

يتم سحب صناديق التمور من الثلاجات Refrigeration stores أو من غرف التبخير بعد تهويتها لمدة ساعتين على الأقل حيث يتم تفريغ الصناديق في القادوس الذي يؤدي إلى السير الناقل حيث يدفع الماء على هيئة رذاذ على طول السير الناقل للتخلص من بعض الشوائب ثم تنقل التمور إلى سير شبكي هزاز (شكل ٣٤) تساعد حركته الاهتزازية على تفكك كتل التمر الملتصقة كما تساعد فتحاته على التخلص من المواد الغريبة التي قد تكون موجودة، ويقوم العمال على جانبي السير باستبعاد التمور صغيرة الحجم أو الحشفة أو الصيص، ثم تمر التمور بعد ذلك إلى وحدة الغسيل النهائي ثم التجفيف والوحدة مزودة بسير شبكي يساعد على التخلص من ماء الغسيل الزائد حيث تحتوي الوحدة على فتحات لرذاذ الماء لإتمام عملية غسيل التمور. وفي نهاية الوحدة تجفف التمور بواسطة مراوح تدفع الهواء تحت ضغط لإزالة الماء الذي قد يكون عالقا بالتمور. ثم تمر التمور إلى سير الفرز النهائي الذي يحتوي على ثلاثة مسارات حيث يجري فرز التمور التالفة وغير الصالحة مع التدريج لحجمي إلى ثلاثة أحجام هي الممتازة وتخصص للحشو باللوزيات أو للتمور المفردة. والدرجة الثانية من الحجم المتوسط تخصص لإنتاج التمور المكبوسة، أما الدرجة الثالثة والتي تتميز بالتمور الصغيرة أو المخدوشة فتخصص لإنتاج عجينة التمر أو الدبس أو حلوى التمر أو إنتاج الخل. ويعتمد هذا التدريج لحد كبير على صنف التمر فالأصناف الجيدة تخصص لعملية التعبئة أما الأصناف غير الجيدة والتي لا تصلح لعملية التعبئة فتوجه إلى علمية التصنيع.
وجدير بالذكر أن عمليات التصنيع المختلفة لهذه المنتجات تعتمد إلى حد كبير على نسبة المكونات الكيميائية في التمور وخاصة المواد السكرية.

٧- التجفيف وتعديل الرطوبة Dehydration & rehydration

تنقل التمور من وحدة الغسيل إلى وحدة التجفيف حيث تمر التمور محملة على عربات أو سيور ناقلة من الشبك المعدني داخل الفرن المزود بمبادلات حرارية تعمل بالبخار لرفع درجة الحرارة لتجفيف التمور بعد عملية الغسيل وخفض نسبة الرطوبة بها إلى ٢٦- ٢٨٪ والفرن مزود بمراوح مركزية لتوزيع

الهواء الساخن أثناء مرور العربات. كما يزود الفرن بترمومترات الحرارة الجافة والمبتلة لمعرفة الرطوبة النسبية داخل الفرن. وفي حالة انخفاض نسبة الرطوبة في التمر عن ٢٢ ٪ يعمل على رفعها إلى الدرجة المطلوبة بين ٢٦- ٢٨٪ بواسطة البخار وهو وما يسمى بإعادة الترطيب Rehydration أو Conditioning.

شكل (٣٤) سير هزاز يستخدم لفرز التمور.

٨- **تعبئة وكبس التمر** Date packing and pressing

ينقل التمر من وحدة الترطيب بواسطة سير ناقل إلى خطوط التعبئة:

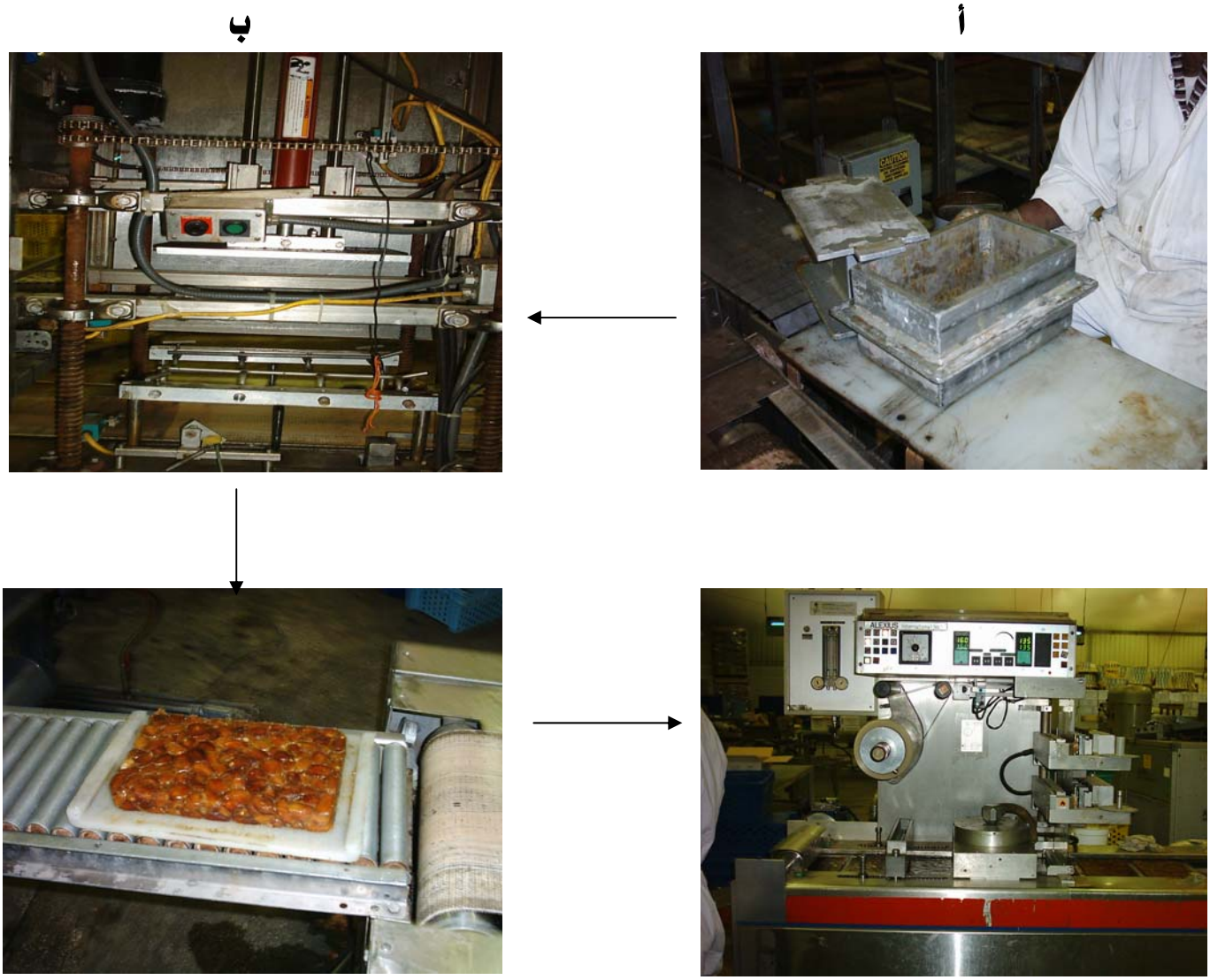
أ- تعبئة التمر المفرد Loose date.

ب- تعبئة التمر المكبوس Pressed date.

ففي خط تعبئة التمر المفرد يمر التمر إلى وحدة الوزن لوزن التمر حسب الطلب ثم يمر بعد ذلك بواسطة سير ناقل إلى وحدة التعبئة في أكياس البولي إيثلين أو أطباق الثرموفورم تحت تفريغ لإزالة الأكسجين وإدخال غاز خامل مثل النتروجين محله. وتكون أوزان العبوات للتمر المفرد بين ٥٠، ١٠٠، ٢٠٠، ٥٠٠، ١٠٠٠ جم حسب حاجة السوق وتوضع بطاقة البيانات على كل عبوة مشتملة الصنف وتاريخ الإنتاج وانتهاء الصلاحية ثم تنقل العبوات بعد ذلك إلى منضدة لتعبئة هذه العبوات داخل صناديق كرتونية وتقفل الكراتين بشريط لاصق وتلصق عليها بطاقة البيانات بعدد العبوات داخل الكرتونة واسم المصنع وصنف التمر المعبأ وتاريخ إنتاجه وانتهاء صلاحيته. ثم تنقل الصناديق إلى المستودعات المبردة لحين التوزيع والتسويق.

أما تعبئة التمر المكبوس فيتم نقله إلى ماكينة العبوات وكبسها وغلقها حيث تقوم هذه الماكينة بتشكيل العبوة حسب الوزن المطلوب (شكل ٣٥ أ) مع الكبس (شكل ٣٥ ب و جـ) ثم تغليفها بفيلم البولي إيثلين (شكل ٣٥ د) المطبوع ثم تلصق عليه بطاقة البيانات وتنقل هذه العبوات بواسطة سير ناقل إلى منضدة التعبئة لتعبئة هذه العبوات في صناديق الكرتون ثم ترسل بعد غلقها بشريط لاصق إلى

مستودعات التبريد. ويلصق على الصناديق من الخارج صنف التمر وعدد العبوات بها وتاريخ التعبئة و تاريخ الانتهاء ورقم التشغيل واسم المصنع.



شكل (٣٥) خطوات تحضير التمر المكبوس.

الباب الرابع: صناعة بعض منتجات التمور ومشتقاتها

بالرغم من الإنتاج الهائل للتمور في المملكة (٥٨٩ ألف طن) حسب تقدير وزارة الزراعة والمياه، إلا أنه للأسف لا يصنع من هذه الكمية سوى ٥ ٪ فقط وطريقة التصنيع هذه ما هي إلا عملية تعبئة وكبس للتمور بشكل نمطي جعل المستهلك يعزف عن استهلاكها ويتجه إلى بعض المنتجات الأخرى ذات الجاذبية الخاصة من حيث التنويع والشكل والقيمة الغذائية والتعبئة والتغليف، مما أدى إلى تشويه هذه الصناعة وتداعيها رغم ما يمكن أن تعود به من مردود اقتصادي يدعم الدخل القومي.

والحقيقة أن هناك منتجات مشتقة من التمور يمكن إنتاجها بصورة وجودة عالية وفي أشكال مختلفة تبعد عن المستهلك النمط الذي تعود عليه وتجعله يقبل عليها خاصة بعد أن يتعرف على الأوجه المختلفة لاستهلاكها بجانب قيمتها الغذائية. ومن هذه المنتجات والمشتقات المنتجات التالية:

تمور محشوة باللوزيات Almonds stuffed dates

تنقل التمور التي سوف تحشى باللوز أو غيره من المكسرات (يفضل صنف الصفري) بعد عملية تعديل الرطوبة ويفرز منها الحجم الكبير ذو الشكل المنتظم الزاهي اللون ويزال منها عنق الثمرة (موضع اتصال الثمرة بالعذوق) ثم تزال النواة إما بواسطة الماكينة أو تشق الثمرة بسكين لإزالة النواة ثم تنقل إلى منضدة الحشو بالمكسرات حيث توضع المكسرات داخل الثمرة ويضغط عليها باليد لإعادة التحامها وتعبأ في عبوات خاصة من الصفيح بأوزان نصف أو واحد كجم بترتيب وتنسيق أو قد توضع داخل صناديق خاصة ذات شكل جذاب يتمشى مع النوعية الفاخرة من التمر المحشو.

عجينة التمر Date paste

تنقل التمور غير الصالحة للتعبئة وكذلك الصغيرة الحجم بعد خروجها من وحدة الترطيب Conditioning وذلك بواسطة ناقله رافعة إلى ماكينة نزع النوى وتنسيل التمر حيث يفرغ التمر في قادوس الماكينة ومنه إلى أسطوانات التنسيل وفصل النوى الذي ينقل بواسطة ناقل حلزوني إلى خارج المصنع. أما التمر المنسول فينقل بواسطة ناقل مطاطي PVC إلى ماكينة الفرم Mincing حيث يخرج التمر على شكل عجينة سهلة التشكيل والتعبئة. فتوجه العجينة إلى وحدة الوزن والتغليف ثم التعبئة حيث تقطع العجينة إلى أوزان مختلفة من نصف كجم إلى ٢ كجم للاستهلاك المنزلي أو أوزان كبيرة ٥– ١٠ كجم لمصانع الحلوى والمخابز أو قد تنقل العجينة إلى خط استخلاص العسل (الدبس).

ولعجينة التمر مواصفات خاصة تجب مراعاتها أثناء التصنيع لتلافي العيوب التي قد تظهر عليها مثل تيبس العجينة واسودادها فيجب اختيار الصنف المناسب من ناحية التركيب الكيميائي فيفضل الأصناف التي ينخفض بها نسبة السكروز. كما يفضل درجات النضج بين الرطب والتمر. وقد تضاف إلى العجينة بعض

المواد التي قد تساعدها للاحتفاظ بالليونة مثل مادة الكربوكسي ميثيل سليولوز. كما قد يبخر منسول التمر قبل الفرم بغاز ثاني أكسيد الكبريت وذلك للمحافظة على لون العجينة ومنع تغير اللون بحيث لا تزيد نسبة الكبريت في العجينة عن ٢٥٠٠ جزء في المليون. كما قد تعامل العجينة بالبخار أو إضافة نسبة من الماء (٥ – ١٠ ٪) حسب حالة العجينة إذا وجدت أنها متماسكة وذلك للمساعدة على ليونتها مع الحرص أن لا تزيد نسبة الرطوبة النهائية عن ٣٠– ٣٢ ٪. وقد تخلط العجينة بالسمسم أو الفول السوداني أو المكسرات، كما قد تغلف بالشيكولاته وتشكل على هيئة أصابع من الحلوى أو تدخل في صناعة البسكويت والعجائن الغذائية.

شيكولاتة التمر Date chocolate

قد تستخدم عجينة التمر في إنتاج شيكولاتة التمر حيث تخلط العجينة Conching مع مسحوق الكاكاو الجاف وزبدة الكاكاو والسكر وكذلك مع مجروش البندق أو اللوز أو الفول السوداني أو بدونهم ويدفع الخليط في قادوس الباثق Extruder الذي ينتهي بوحدات التشكيل Dies ثم تنقل القطع على ناقل شبكي للتجفيف ثم إلى وحدات التعبئة والتغليف. وقد تخلط المكونات ويمر الخليط خلال الباثق إلى وحدات التشكيل ثم يصب الكاكاو السائل عليها عند الخروج حيث تغلف العجينة بطبقة من الشيكولاته السائلة. وتمر القطع بعد ذلك إلى فرن التجفيف ومنه إلى وحدات التعبئة والتغليف. وفي هذه الطريقة يستغنى عن عملية المزج Conching التي تسبق الدخول إلى الباثق.

مربى التمر Date jam

تؤخذ قطع التمور النظيفة بعد نزع النواة والغسيل وتوزن ثم تنقل إلى حلة تركيز تحت تفريغ حيث يضاف لها السكر بنسبة واحد وربع كجم من التمر إلى ٠,٧٥ كجم سكر مع إضافة ثلث كمية التمر ماء مع التقليب البطيء حتى يتجانس الخليط وتجرى عملية الطبخ حتى تصل درجة البركس إلى ٧٠ °م. فيضاف حمض الستريك بنسبة ٠,٢٪ كما يضاف البكتين بنسبة ٠,٥– ١,٥٪ وقد يستبدل بإضافة صمغ الجوار بنسبة ٠,٧٥٪ كما يمكن استبدال ٦٠٪ من السكروز بالسكر السائل (هاي فركتوز) تركيز ٥٥٪ مع استخدام صمغ الجوار بنسبة ٠,٧٥٪.

وفي حالة تعبئة المربى في عبوات من البلاستيك أو الزجاج فإنه يلزم إضافة مادة حافظة مناسبة مثل سوربات البوتاسيوم بنسبة ١ جم/ كجم. وتتم التعبئة بواسطة ماكينة تحتوي على قادوس من المعدن ٣١٦ غير القابل للصدأ والذي يضخ إليه المربى بواسطة مضخة تصل بين فتحة خروج حلة التركيز وبين قادوس ماكينة التعبئة وتضبط فتحة خروج المربى من القادوس حسب حجم العبوة حيث تنتقل العبوات من الصينية الدائرية لماكينة التعبئة إلى السير المعدني الذي يحمل العبوات حيث تستقبل كل عبوة الوزن

المحدد من المربى أثناء تحركها على السير ويقوم العمال على جانبي السير بوضع وتثبيت الغطاء على العبوة ثم مسحها بقطعة من القماش المبلل لتلافي وجود أي آثار من المربى قد تلوث العبوة ثم تلصق بطاقة البيانات على كل عبوة وترص العبوات داخل صناديق كرتونية وتلصق بشريط لاصق وترسل إلى مستودع مبرد درجة حرارته من ١٨– ٢٠ °م لحين التوزيع.

عسل التمر (الدبس) Date Syrup

هو المستخلص السكري للتمر بعد تبخير الماء منه وتركيزه إلى ٧٠ بركس وتتكون مراحل إنتاج عسل التمر (الدبس) من الخطوات التالية:

١- **الاستخلاص** Extraction

تستخدم عجينة التمر أو شرائح التمر والعجينة أفضل لسهولة عملية الاستخلاص. فتنقل العجينة إلى وحدات الاستخلاص التي تتكون من خزانات مزدوجة الجدران يتم تسخينها بواسطة البخار ويضاف الماء إلى العجينة بنسبة ١ : ٥ ويتم تقليب الخليط ببطء بواسطة مقلب يتحرك بموتور كهربائي لا تزيد سرعة دورانه عن ١٥- ٢٠ لفة في الدقيقة وتستمر عملية الاستخلاص بعد أن تصل درجة حرارة الخليط إلى ٨٥ °م وذلك لمدة نصف ساعة ثم يصفى الخليط بنقله بواسطة مضخة إلى هزاز شبكي حيث يفصل السائل عن لب التمر الذي ينقل بواسطة ناقل حلزوني إلى خزان الاستخلاص الثاني (المرحلة الثانية) ويضاف إلى لب التمر ضعف وزنه من الماء أي تكون النسبة ١ : ٢ ويسخن الخليط إلى نفس الدرجة السابقة لاستخلاص أكبر نسبة من المواد السكرية وتستمر عملية الاستخلاص لمدة نصف ساعة أخرى بعدها ينقل الخليط بواسطة مضخة إلى الهزاز الشبكي الثاني لفصل بقايا التمر عن السائل السكري وتقاس كفاءة الاستخلاص بتقدير نسبة المواد السكرية في بقايا التمر حيث يجب آلا تزيد عن ٨ ٪ وهذه البقايا تجمع وتنقل بواسطة ناقل حلزوني إلى خط إنتاج الخل للاستفادة منها في إنتاج الخل. إما السائل السكري الناتج من وحدة الاستخلاص الأولى والثانية فيجمع في خزان من المعدن ٣١٦ غير القابل للصدأ لترسيب المواد الغروية العالقة ويسحب السائل الرائق من أعلى الخزان عن طريق ماسورة متصلة بمضخة تسحب السائل وتدفعه إلى جهاز طرد مركزي سرعة لفاته ٦٠,٠٠٠ لفة في الدقيقة يقوم بفصل ما تبقى من المواد الغروية العالقة بالسائل السكري حيث تنفصل البقايا تلقائيا ويخرج السائل من ماسورة في أعلى الجهاز إلى وحدات تعديل وضبط المستخلص.

٢- **تعديل وضبط المستخلص** Extract standardization

يجمع المستخلص الرائق في خزانات من المعدن ٣١٦ غير القابل للصدأ ذات تدريج حجمي وتقاس كمية المستخلص ويضاف السكروز إلى المستخلص بنسبة ٥ ٪ وذلك بأن تذاب كمية السكر في حجم

من المستخلص وعند تمام الإذابة تضاف إلى باقي الكمية كما يضاف إلى المستخلص أيضا ٠,١ ٪ حمض الستريك أو الطرطريك لإتمام التحلل المائي للسكريات.

٣- **تركيز المستخلص** Extract concentration

يتم تركيز المستخلص على مرحلتين ففي المرحلة الأولى يتم التركيز حتى ٣٥ بركس ثم ينقل المستخلص إلى المرحلة الثانية من الجهاز حيث يصل التركيز إلى ٧٠ بركس وتجرى عملية التركيز بتبخير الماء من المستخلص تحت تفريغ حتى لا يؤدي ارتفاع الحرارة إلى كرملة السكريات واسوداد اللون. وفي نهاية عملية التبخير تتم إزالة التفريغ بإدخال الهواء فترتفع درجة الحرارة وذلك لمدة ٥ دقائق حتى تساعد الحرارة المرتفعة مع حامض الستريك على التحليل المائي للسكروز وتحويله إلى سكريات محولة غير قابلة للتبلور وظهور التسكير كعيب ظاهر في المنتج النهائي. وتجرى عملية التبخير باستخدام البخار المحمص درجة حرارته من ١١٠– ١٢٥ °م.أما بخار الماء الناتج من تركيز المستخلص فيتم تكثيفه في أعمدة التكثيف ويجمع بواسطة مصايد البخار ويرسل إلى محطة الغلايات لإزالة الهيدروجين النشط منه ثم يعاد استخدامه مرة أخرى للاستفادة منه بالطاقة الحرارية الكامنة فيه.

٤- **التعبئة** Packing

تتم تعبئة دبس التمر في عبوات بلاستيكية ويتكون خط التعبئة من عدد ٢ خزان من المعدن ٣١٦ غير القابل للصدأ ويحتوي كل خزان على مقلب Agitator وتغذى الخزانات بواسطة مضخة متصلة بوحدة التركيز Evaporator وتحتوي وحدة التعبئة على منضدة دائرية لوضع العبوات الفارغة وسير متحرك لنقل العبوات أثناء التعبئة. وتتم عملية التعبئة بواسطة التحكم في حجم التعبئة المطلوبة عن طريق ضبط فتحة التعبئة مع حجم العبوة وتستطيع الماكينة التعبئة من أحجام ٠,٥ إلى ٥ كجم وتمر العبوات بعد التعبئة إلى عملية غلق الغطاء بالكبس أو لف الغطاء ويفضل الأخير لإحكام غلق الغطاء وعدم تعرضه للفتح في حالة التعرض لأي ضغوط خارجية. وبعد التعبئة والغلق تمر العبوات إلى آلة لصق البطاقات ثم إلى منضدة التعبئة في الكراتين وتغلق الكراتين وتخزن في مخازن باردة جافة على قواعد خشبية أو بلاستيكية لحين التوزيع.

خل التمر Date vinegar

الخل هو السائل الناتج عن أكسدة الإيثانول الناتج من تخمر المواد السكرية باستخدام بكتريا حامض الخليك تحت ظروف هوائية. ويستخدم الخل في كثير من المشهيات مثل المخللات و الكاتشب والمستردة ... الخ. ويتم إنتاج الخل صناعيا في مرحلتين أساسيتين:

المرحلة الأولى (التخمر الإيثانولي)

ويتم فيها تخمير المواد المحتوية على مادة سكرية أو نشوية قابلة للتخمير Fermentable Sugar لا تقل عن ٩٪ باستخدام الخمائرYeast وأكثر الخمائر شيوعا لهذا الغرض هي خميرة *Saccharomyces cerevisiae* وتتم عملية التخمير تحت ظروف لا هوائية حيث تقوم الخميرة في هذه الحالة بتحويل المواد السكرية إلى إيثانول وثاني أكسيد الكربون وتحصل على الطاقة اللازمة لها وذلك كمرحلة وسطية لإنتاج الخل.

المرحلة الثانية (التخمر الخليكي)

وفيها تتم أكسدة الإيثانول الناتج في المرحلة الأولى إلى حامض خليك بواسطة بكتريا حامض الخليك تحت ظروف هوائية حتمية.

ويلاحظ هنا أنه لا يمكن إجراء هاتين المرحلتين تلقائيا حيث إن المرحلة الأولى تتم تحت ظروف لا هوائية حتمية أما في المرحلة الثانية فإن بكتريا حامض الخليك تحتاج إلى الأكسجين لإنتاج حامض الخليك (الخل) كما أن هناك سبب آخر يجعل عملية الإنتاج تلقائيا مستحيلة وذلك راجع إلى أن حامض الخليك المتكون يوقف نشاط ونمو الخميرة. فإذا زادت نسبة حامض الخليك عنّ ٠,٥ ٪ فإن نمو الخميرة يتوقف تماما.

وتجدر الإشارة إلى أن هذه الكمية من حامض الخليك (٠,٥ ٪) غالبا ما تتكون أثناء الإنتاج التجاري قبل أن يكتمل التخمر نتيجة عدم استخدام مادة تخمير جيدة أو استخدام خميرة غير نقية. ولذلك فمن الضروري الحصول على الخميرة من مصدر موثوق به وعادة ما تشتري الخميرة كمزرعة نقية نامية على آجار مغذي في أنابيب مغلقة بقطن معقم.

خطوات تصنيع الخل:

أ- تحضير البادئ:

١- يضاف إلى أنبوبة المزرعة النقية نصف حجمها من الدبس المخفف بالماء بحيث يكون تركيز الدبس بين ١٨- ٢٠ بركس وتتخذ الاحتياطات الميكروبية عند إضافة سائل الدبس حتى لا يحدث تلوث للخميرة.

٢- توضع هذه المزرعة بعد إضافة محلول الدبس في غرفة دافئة على درجة ٦٥- ٧٥° ف ولا تزيد عن درجة ٨٠° ف لعدة أيام حتى تمام التخمير والذي يستدل عليه بخروج الغاز وتحرك السدادة القطنية.

٣- تضاف المزرعة (المتحصل عليها من الخطوة السابقة) بعد تمام التخمر إلى ثلاثة أرباع جالون آخر من محلول الدبس ويرج جيدا وتقفل فوهة الجالون بسدادة قطنية معقمة. ويترك الجالون لمدة٢– ٣ أيام لحين تمام التخمر.

٤- تعقم كمية من محلول الدبس وذلك بتسخينها إلى درجة١٦٠- ١٦٥ ° ف في جهاز بسترة سريع أو بواسطة إدخال خرطوم من البخار في محلول الدبس.

٥- يترك المحلول ليبرد إلى درجة الغرفة مع بقاء السدادة القطنية ويجب أن يبرد المحلول إلى درجة أقل من ٧٥ ° ف قبل الاستعمال. ويمكن الوصول إلى ذلك بترك المحلول ليبرد طول الليل.

٦- يضاف المحلول الذي تم تخميره في الخطوة ٣ إلى محلول الدبس الجديد في الخطوة ٥ ويرج جيدا ويترك لحين تمام التخمير ويستغرق ذلك ما بين٢- ٤ أيام.

ب- تجهيز مخلفات وثمار التمر لإنتاج الخل:

تستخدم التمور الرديئة أو غير الصالحة للتعبئة بعد نزع النوى. ويتم طحن لب التمور وتضاف إليها الإنزيمات البكتينية مثل البكتينول بنسبة١٪ وتترك طوال الليل حتى تتحلل المواد البكتينية لاستخلاص السائل السكري.

ج- إضافة ثاني أكسيد الكبريت:

يضاف ثاني أكسيد الكبريتSO_2 أو أحد أملاحه مثل البوتاسيوم ميتابيسلفيت أو الصوديوم ميتابيسلفيت قبل بدء عملية تخمير المادة الخام (التمر أو الدبس) Substrate. حتى تكون عملية التخمير أكثر كفاءة كما يزداد الإنتاج بنسبة١٪ في حالة الإضافة. وأفضل نسبة من ثاني أكسيد الكبريت هي ١٢٥ جزء في المليون أو ما يكافئها من أي ملح كبريتي. حيث يساعد الكبريت على نمو الخمائر الحقيقية ومنع نمو الأحياء الدقيقة الأخرى التي تطرأ وتعرقل إنتاج الخل.

ويضاف ٤ أوقية منSO_2 أو سبعة ونصف أوقية من ملح البيسلفيت لكل طن من التمر أو لكل٨٠٠ لتر من محلول الدبس. ويترك الخليط بعد إضافة الكبريت لمدة ساعتين قبل إضافة بادئ الخميرة .

د- إنتاج الخل:

يتم إنتاج الخل على مرحلتين:

١- المرحلة الأولى (التخمر الإيثانولي): يضاف المحلول المتخمر الذي تم تجهيزه في البند(أ- ٤) في تجهيز البادئ إلى المحلول (ب) بنسبة(١٠٪) في خزان التخمير الذي يجب غسله جيدا بمحلول من الصودا الكاوية ثم بالبخار لجعله معقما قدر الإمكان. ويجب تنشيط بادئ الخميرة كل فترة وخاصة إذا استعمل التمر الرديء أو مخلفات الدبس.

الشروط الواجب مراعاتها أثناء التخمير

أ- تهوية محلول التخمير: تتم التهوية أثناء عملية خلط البادئ بمادة التخمير(محلول الدبس أو مجروش التمر) قبل عملية التخمير ويفضل أن تتم التهوية بضخ الخليط من أعلى الخزان أو بسحب السائل من أسفل الخزان وضخه إلى أعلى مرة أخرى. وذلك حتى لا يحدث ترسيب أو تلتصق المادة السكرية في قاع الخزان مما يبطل عملية التخمير. كذلك تساعد عملية التهوية هذه على زيادة نمو الخميرة وبالتالي فاعليتها في إجراء عملية التخمير. كذلك تساعد التهوية على إزالة غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يتكون أثناء تحول المادة السكرية والذي له تأثير محبط على عملية التخمر ويجدد وجود الأكسجين الذي يساعد على نمو الخميرة.

ب- ضبط درجة الحرارة: نتيجة ارتفاع درجة الحرارة أثناء التخمر والذي يؤدي إلى وقف نمو الخميرة حيث يقف النمو عند درجة حرارة تتراوح من٣٥- ٤٠ °م لهذا يجب تبريد خزان التخمير إلى درجة ٢٣,٩- ٢٩,٤ °م وأفضل درجة حرارة هي٢٦,٧ °م. وفي المرحلة الأولى من التخمر والتي تكون فيها سرعة تحول المواد السكرية سريعة فلا يوجد خوف من وجود أحياء دقيقة أخرى. أما المرحلة التالية من التخمر فتكون بطيئة عن الأولى وتستمر لمدة٢- ٣ أسابيع بالمقارنة بالمرحلة الأولى التي تستغرق ما بين٣- ٦ أيام فقطٍ. وهذه المرحلة الأخيرة يجب أخذ الحيطة فيها تماما حيث يمكن حدوث تلوث ببكتيريا الخل أو ما يسمى بالزهرة أو ببكتيريا حامض اللاكتيك. ونتيجة لبطء التخمر في المرحلة الثانية فمن الضروري تهوية المحلول لإعادة النشاط إلى الخميرة. وفي حالة الجو البارد أو انخفاض درجة الحرارة يعمل على تدفئة غرفة التخمير صناعيا حتى لا يؤدي انخفاض الحرارة إلى وقف عملية التخمرٍ.

ج- نهاية عملية التخمر:

يستدل على نهاية عملية التخمر عندما تصل قراءة أيدرومتر البالنج إلى درجة الصفر أو أقل (٠,٥ ٪سكر محول).

٢- المرحلة الثانية (الأكسدة- التخمر الخليكي): بانتهاء عملية التخمير ترسب الخميرة وبقايا لب التمر ويتكون راسب يتجمد في قاع خزان التخمير مما يسبب بعض المشاكل ولهذا يجب نقل السائل في نهاية مرحلة التخمير الأولى٣- ٦ أيام إلى خزان آخر لاستكمال عملية التحويل حتى لا يحدث ترسيب للخميرة مع بقايا لب التمر.ويتم التخمر الخليكي في الخطوات الآتية:

أ- تفصل الخميرة عن السائل المتخمر بسرعة وبكفاءة تامة حيث إن الرواسب تميل إلى التحلل الذاتي منتجة روائح غير مرغوبة أو يحدث نمو لبكتيريا حامض اللاكتيك والتي تضر عملية التخمر الخليكي. وتتم عملية فصل السائل عن الرواسب بطريقة السيفون حيث يسحب السائل المتخمر من أعلى الخزان بواسطة مضخة ماصة.

ب- يرشح الراسب المحتوي على الخميرة حيث يستفاد من هذا السائل لزيادة إنتاجية الخل والأفضل أن تستبعد هذه الرواسب ولا يعاد ترشيحها.

ج- تقاس نسبة الإيثانول في السائل المتخمر ويجب أن لا تزيد عن١٠٪ حيث إن بكتريا الخل لا تستطيع النمو وبدء الأكسدة إذا زادت هذه النسبة عن ذلك.

د- يضاف إلى السائل المتخمر الناتج في المرحلة الأولى من ربع إلى خمس حجمه خل طازج حيث تعمل هذه النسبة كبادئ لإنتاج الخل بما تحمله من بكتريا حامض الخليك ويجب أن لا تزيد درجة الحرارة أثناء ذلك عن٧٠- ٨٥ °ف. وتستغرق عملية التحول حوالي٣ أشهر لتحول الإيثانول إلى خل وتعتبر هذه المدة فترة تعتيق لإنتاج خل معتق جيد النكهة ويمكن أن تسحب كمية من الخل كل شهر وإضافة نفس الحجم من الإيثانول حتى تكون عملية إنتاج الخل مستمرة.

ويلاحظ أن معدل التحول إلى الخل Rate of acetification يتناسب مع كمية الأكسجين الملامسة للمواد المتفاعلة. أو مساحة الأجزاء من المادة المعرضة للهواء.فكلما زاد السطح المعرض للهواء كلما زاد إنتاج الخل. ولهذا يزود خزان التخمر الخليكي Acetator بالمواد التي تزيد من مساحة التعرض للهواء، ويستعمل لهذا الغرض نشارة الخشب حيث تسمح بدوران سائل الخل بحرية وتحتفظ بتماسكها في شكل ملفات حلزونية. كما قد تستعمل قطع الفلين لهذا الغرض أيضا وتمتاز باستدامتها.

ويتكون جهاز إنتاج الخل Acetator عادة من ثلاث غرف تحتوي الوسطى منها وهي أكبر الغرف على المادة الناشرة (نشارة الخشب أو الفلين) وتزود بفتحة قرب القاع تسمح بدخول الهواء. وفوق هذه الغرفة توجد غرفة توزيع والتي من خلالها يتم سريان الإيثانول في قنوات صغيرة إلى الغرفة الوسطى حيث يتم تحويل الإيثانول إلى خل ومنه إلى القاع الذي يحتوي على عدة ثقوب تسمح بدوران السائل. ويلاحظ أن التهويه ضرورية جدا لحياة بكتريا الخل حيث إنها تموت لو قطع عنها الهواء أكثر من ١٥ ثانية. ويجب تبريد Acetator أثناء عملية الأكسدة حيث إن الحرارة الناتجة من تحول ١ جم إيثانول إلى خل تصل إلى ١١٥ كالوري بينما الحرارة الناتجة من تحول جزيء واحد من السكر إلى إيثانول تصل إلى ٢٢ كالوري.

ولهذا يجب خفض حرارة Acetator حتى لا يتوقف النشاط ويتم ذلك بتبريد Acetator بالماء عن طريق مواسير تلف حوله أو بزيادة كمية الهواء الداخلة إذا كانت درجة الحرارة منخفضة عن اللازم فتعمل زيادة دخول الهواء إلى زيادة الأكسدة وبالتالي ترتفع درجة الحرارة. وإذا ارتفعت درجة الحرارة أكثر من٨٥ ° ف تخفض كمية الهواء الداخلة فينخفض معدل تحول الإيثانول إلى خل وتنخفض درجة الحرارة.

هـ- نسبة إنتاج الخل

تصل نسبة إنتاج الخل إلى ٩٨٪تقريبا. حيث إن كل ١ جم إيثانول ينتج نظريا ١,٣جم حامض خليك.ويجب الحذر من زيادة كمية الهواء الداخلة إذ قد يتأكسد الإيثانول بالكامل إلى ثاني أكسيد الكربون وماء ولا ينتج خل.

و- تعتيق الخل

يحتوي الخل على نسبة من بعض المواد الكيميائية التي يجب التخلص منها حيث تؤثر على طعمه ورائحته مثل الأحماض العضوية والأستيالدهيد والتي تنتج كمركبات وسطية أثناء عملية التخمر.ولهذا يعتق الخل لمدة تتراوح بين٦ شهور إلى سنة للتخلص من هذه المواد. فيوضع الخل في براميل مغلقة كاملة الامتلاء حتى لا يؤدي وجود الهواء إلى تحويل الخل إلى ثاني أكسيد الكربون وماء.

ز- ترشيح الخل

يرشح الخل لفصل أي شوائب قد تكون عالقة وحتى يصبح رائقا وشفافا تماما. وهناك عدة طرق للترشيح فقد تكون باستعمال المرشحات ذات الألواح المضغوطة من الإسبستوس حيث يدفع الخل بواسطة مضخة خلال هذه المرشحات. ويفضل أن تضاف إلى سائل الخل بعض المواد التي تساعد على الترشيح مثل تراب الترشيح أو كازينات الصوديوم أو البوتاسيوم. أو قد تستعمل أعمدة ترشيح من مادة البولي أميد ،

ويجب عدم ملامسة الخل لمعدن النحاس أو الحديد في أي جزء من المعدات حيث يتفاعل الخل معها وتؤدي إلى تعكيره.

ح- بسترة الخل

بعد الترشيح قد يصبح الخل عكرا بسبب نمو بكتريا الخل مرة أخرى ويمكن تلافي ذلك بتسخين الخل المرشح إلى درجة٦٠ °م لعدة ثوان وذلك بمرور الخل في جهاز بسترة سريع ثم تبريده في الحال. وقد تبستر الزجاجات بعد تعبئتها بغمر الزجاجات في وعاء به ماء ثم التسخين إلى درجة٦٠ °م أو يبستر الخل في جهاز للبسترة ويعبأ في الزجاجات وهو ساخن. هذا ولا يفضل استعمال غاز ثاني أكسيد الكبريت لمنع نمو بكتريا الخل حيث قد يترك آثارا من رائحته التي تؤثر على نكهة ورائحة الخل.

ط- تعبئة الخل

يعبأ الخل الممتاز المعتق في العبوات الزجاجية النظيفة المعقمة.

ك- مواصفات الخل

يجب أن لا تقل نسبة الحموضة في الخل مقدرة كحامض خليك عن ٤٪ ولا تزيد نسبة الإيثانول عن ٠,٥٪ كما يجب أن لا تزيد نسبة السكر في الخل عن ٠,٣٪.

السكر السائل

يعرف السكر السائل بأنه محلول أبيض رائق تصل فيه نسبة السكريات الكلية من٨٠- ٨٢٪ في التركيز العالي أو قد تنخفض إلى ٥٥- ٦٠٪ في التركيزات المنخفضة. وقد بدأ انتشار السكر السائل منذ فترة بعيدة لبعض الأغراض الغذائية الصناعية وكانت بداية انتشاره من مصانع النشا حيث يتم تحويل النشا ببعض الأنزيمات إلى سكريات محولة مختزلة (جلوكوز وفركتوز). وقد لاقى هذا النوع من السكر انتشارا كبيرا خاصة في مصانع المشروبات الغازية والحلوى والأشربة السكرية. ويختلف هذا النوع من السكر عن السكريات المحلية الصناعية مثل السربيتول والمانيتول والتي يكون فيها درجة البركس صفر ولهذا فهي تستعمل في تحلية بعض الأغذية المخصصة لمرضى السكر.

ولقد بدأ استخلاص السكر السائل من التمر منذ فترة ليست ببعيدة لما يمتاز به من سكريات أحادية بسيطة (مختزلة) لا تحتاج إلى عمليات تحويل من حالة إلى أخرى فهو يحتوي على ٥٥٪ من السكريات على صورة جلوكوز، ٤٥٪ على صورة فركتوز كما أن جميع السكريات الثنائية التي قد تكون موجودة في التمر قبل الاستخلاص ستحول إلى سكريات أحادية أثناء مراحل الإنتاج لأن معظم مراحل

الإنتاج تجري في ظروف حامضية. لذا يمكن اعتبار السكر السائل المنتج من التمر من النوع المسمى بالسكر السائل المحول كليًا.

مراحل إنتاج السكر السائل من التمر:

١- استخلاص المواد الصلبة الذائبة وذلك في ماء ساخن على درجة ٨٥ °م لمدة نصف ساعة مع التقليب المستمر.

٢- ترشيح المستخلص للتخلص من الألياف وبعض المواد الغروية التي يشكل البكتين فيها الجزء الأكبر.

٣- تجميع المستخلص في خزانات من المعدن ٣١٦ غير القابل للصدأ وإضافة بعض المواد الكيميائية المجمعة للمواد الغروية التي مازالت باقية وترسيبها في قاع الخزان مثل فوسفات الكالسيوم.

٤- إزاحة المستخلص الرائق بطريق السيفون عن طريق مضخة متصلة بأنبوب السيفون ودفعه إلى جهاز طرد مركزي لإزالة أي شوائب ذات وزن جزئي مرتفع.

٥- تجميع المستخلص الرائق من جهاز الطرد المركزي في خزانات وإضافة الكربون النشط إلى المحلول لاختزال أية مواد ملونة وقصرها لتنقية المستخلص من أي مواد ملونة تكون ذائبة في المحلول. ويترك المحلول لفترة نصف ساعة حتى يمتزج الكربون مع المستخلص.

٦- يضاف أحد المواد المساعدة على الترشيح والتي تقوم بتجميع المواد الملونة العالقة مثل تراب الترشيح (فولرزارث) ثم يرشح المزيج الناتج خلال مرشحات من الاسبستوس المضغوط للتخلص من جميع المواد غير السكرية من المحلول حتى لا يتغير اللون بعد ذلك عند تعرضه للهواء الجوي. وتستعمل المبادلات الأيونية للتخلص من أي أملاح قد تكون ذائبة في محلول التمر وتؤدي إلى تعكيره.

٧- يركز المستخلص بعد ترشيحه وتنقيته في أجهزة خاصة بتبخير الماء حتى ترتفع درجة البركس إلى مالا يقل عن ٧٥٪ وتتم هذه العملية على درجة حرارة لا تزيد عن ٥٥ °م حتى لا تتأثر السكريات بالحرارة المرتفعة ويتغير لونها ويكون ذلك بخلخلة الهواء في هذه الأجهزة عن طريق مضخة تفريغ حيث يكون الضغط داخل الجهاز ١مم زئبق.

٨- يعبأ السكر السائل المركز داخل براميل مطلية من الداخل لمنع ذوبان بعض أيونات الحديد في محلول السكر والتي تكون مادة ملونة معقدة التركيب مع السكر يصعب إزالتها وتؤثر على نوعية السكر المنتج.

إنتاج الهاي فركتوز (السكر العالي) High fructose glucose syrup

يعتبر السكروز وشراب الجلوكوز من المحليات الأساسية المستخدمة في معظم المنتجات الغذائية والدوائية. وكان للتقدم التكنولوجي في مجال التصنيع الغذائي والحاجة إلى استخدام مواد تحلية بديلة للسكروز أثر كبير في تزايد الطلب والحاجة إلى مثل هذه المواد. مما دفع العديد من الباحثين إلى إجراء بحوث ودراسات للتوصل إلى إيجاد محليات جديدة سواء طبيعية كانت أم صناعية ومنها طرق زيادة حلاوة المواد الطبيعية بتحويل الجلوكوز القليل الحلاوة (٧٤,٥٪ من حلاوة السكروز ١٠٠٪) إلى الفركتوز العالي الحلاوة (١٧٥٪ من حلاوة السكروز ١٠٠٪). وتأتي أهمية الفركتوز باعتباره أحلى السكريات الطبيعية وتميزه بصفات غذائية وصناعية تلائم استخدامه في معظم التطبيقات. ولقد أثمرت جهود هذه الدراسات في توفير منتجات على نطاق تجاري عرفت بشراب الجلوكوز الغني بالفركتوز High fructose glucose syrup بدرجة حلاوة جيدة.

ويمكن الحصول على الشراب عالي الفركتوز بإحدى الطرق الآتية :

أ- الفصل الجزئي للجلوكوز من خليط منه مع الفركتوز وذلك بإحدى الطرق الآتية:

١- الفصل باستخدام هيدروكسيد الكالسيوم.

٢- الفصل بالأكسدة الإنزيمية للجلوكوز.

٣- الفصل بالبلورة الجزئية للجلوكوز.

٤- الفصل باستخدام راتنجات التبادل الأيوني.

ب- تحويل الجلوكوز إلى الفركتوز بإحدى الطرق الآتية :

١- التحويل بالطريقة الإنزيمية

وتستخدم هذه الطريقة في الصناعة باستخدام إنزيم جلوكوز أيزوميريز Glucose isomerase وتعطي هذه الطريقة شراب جلوكوز يحتوي على ٣٥- ٤٠٪ فركتوز. وقد يستخدم الإنزيم بصورة وجبة أو بتثبيته على أحد الأنظمة الصلبة مثل المبادلات السليولوزية أو الراتنجية.

٢- التحويل بالطريقة الكيميائية

يؤدي التحول القاعدي لسكر الجلوكوز إلى تكوين مزيج من الجلوكوز والفركتوز والمانوز والذي يسمى Isomrization ويكون التوازن الحاصل بين الجلوكوز والفركتوز والمانوز من خلال مركب وسطي هو ٢،١ إينيديول (1, 2 ~ enediol) واعتمادا على هذا التفاعل برزت فكرة تحويل الجلوكوز في بعض المحاليل إلى الفركتوز بهدف زيادة الحلاوة أسوة بالطريقة الإنزيمية حيث تعطي جميع القواعد نتائج ناجحة في تحويل الجلوكوز إلى فركتوز بدرجات متفاوتة.

وتوجد عدة فرضيات حول ميكانيكية تحويل الجلوكوز إلى الفركتوز. وأكثر هذه الفرضيات تقبلا هي فرضية أن المركب الوسطي إينيديول في شكله الحلقي يكون تحت الظروف القاعدية مستقبلا للبروتينات، فإذا كانت باضافة البروتون إلى أحد جانبي الكربون – ١ يتكون الفركتوز في حين باضافة البروتون إلى الكربون – ٢ يتكون الجلوكوز أو المانوز. وأهم المركبات القاعدية المستخدمة في عملية التحويل هي:

١- هيدروكسيد الكالسيوم

يؤدي استخدامه إلى خليط يحتوي على٧٠٪ جلوكوز، ٢٥٪ فركتوز، ٠,٥٪ مانوز، ٠,٥٪ سكريات حامضية، ٠,٤٪ سكريات غير مختزلة باستخدام الأس الهيدروجيني (٩- ١٠,٥) لمدة ٥– ٨ ساعات ودرجة الحرارة ٤٠– ٦٠ °م.

٢- هيدروكسيد الصوديوم

يؤدي استخدامه إلى مزيج يحتوي ٧٠٪ جلوكوز، ٢٥٪ فركتوز، ٠,٧٪ مانوز، ٠,٤٪ سكريات غير مختزلة، ٠,٥٪ سكريات حامضية باستخدام الأس الهيدروجيني (٩- ١٠,٥).

٣- ثنائي الصوديوم خماسي السليكات

يستخدم هذا المركب في مزيج من كحول الميثايل والماء (٨٠٪) وقد كانت عملية التحويل ١,٧ مرة أسرع من استعمال الماء فقط كوسيط للتحويل وكانت نسبة التحويل ٦٧,٧٪ خلال ١٨ ساعة على درجة حرارة ٤٠ °م.

٤- ألومينات الصوديوم أو البوتاسيوم

استخدمت ألومينات الصوديوم أو البوتاسيوم في عملية تحويل الجلوكوز بنسبة ٠,٥ – ١ مول من الألومينات لكل مول من الجلوكوز وذلك على درجة ٢٥– ٣٠ °م لمدة ١٤ ساعة. وكانت النتيجة أن الجلوكوز المعامل احتوى على ٦٧٪ فركتوز، ويتم التخلص من أملاح الألومينات الناتجة من التفاعلات بتنظيم الرقم الهيدروجيني للمحلول بإضافة الأحماض لها ومن ثم فصل الفركتوز على شكل معقد مع الصوديوم.

هذا وقد أشارت نتائج البحوث إلى زيادة نسبة الفركتوز في كل من عصير التمر الخام والعصير الرائق عند معاملتها بمحلول ألومينات الصوديوم (٠,٥مول) وبنسبة ١:٣ جم/ جم وبلغت نسبة الفركتوز في العصير الناتج بعد التحويل للمعاملتين ٧٣,٥٪ ، ٨٧,٧٪.

وعند استخدام الألومينات المثبتة على هلام السليكا وعلى الرمل لتحويل جزء من جلوكوز عصير التمر إلى فركتوز وذلك بمزجها بعصير التمر الرائق وبنسبة (١:٣جم/ جم). فبلغت نسبة الفركتوز في العصير

الناتج بعد التحويل للمعاملتين ٨٦,٢٩٪ ، ٧٤,٩٩٪ من محتوى السكريات الكلية وبزيادة مقدارها ٤٢,٣٪ ، ٣١٪ على التوالي.

إنتاج خميرة الخبز

الخميرة أحد أقسام الأحياء الدقيقة الهامة في حياتنا اليومية وتحتاج الخميرة لنموها إلى وجود مصدر سكري أو أي مادة كربوهيدراتية وعادة ما يستعمل المولاس المتخلف عن صناعة سكر القصب لهذا الغرض حيث يحتوي على نسبة مرتفعة من السكريات القابلة للتخمر Fermentable sugars لا تقل عن ٥٥ ٪ بالإضافة إلى احتوائه على كثير من المواد الغذائية التي تحتاجها الخميرة لنموها من معادن وفيتامينات، ولا تقل التمور في ذلك. ولذا فهي تستعمل بديلا للمولاس في البلاد التي يكثر فيها زراعة النخيل وتصنيع التمور حيث يستفاد من التمور غير الصالحة للاستهلاك الطازج أو التمور الرديئة في استخلاص. محتواها من المواد السكرية والمعادن واستخدامها كبيئة لنمو الخميرة.

خطوات إنتاج الخميرة:

١- تحضير مستخلص من التمر حيث يضاف الماء إلى التمور سواء الكاملة أو المنزوعة النوى بنسبة كيلو تمر إلى ٥ لتر من الماء ويسخن الخليط إلى درجة ٨٥ °م مع التقليب المستمر لاستخلاص أكبر كمية من المواد السكرية. وتستمر عملية التسخين والتقليب لمدة نصف ساعة يرشح بعدها الخليط على مرشح هزاز لفصل جميع الشوائب والمواد العالقة ويترك السائل السكري ليبرد ثم يعاد تمريره على جهاز طرد مركزي لفصل المواد الغروية والتي أساسها المواد البروتينية التي من الضروري إزالتها قبل التلقيح بالخميرة حتى لا تعيق هذه المواد نمو وتكاثر الخميرة.

٢- يجمع المحلول السكري الرائق في خزانات التخمير والتي تكون من المعدن ٣١٦ الغير قابل للصدأ ومزودة بمقلب رأسي يدور بواسطة محرك كهربائي بسرعة لا تزيد عن ١٠ لفة/ دقيقة لضمان تحرك الخميرة في جميع أجزاء السائل السكري وعدم رسوبها إلى القاع. كما تعمل حركة المقلب على إدخال الهواء اللازم لنمو وتكاثر الخميرة. كما يزود خزان التخمير بمواسير داخلية مثبتة في الجدران توصل بمصدر للمياه تعمل على تبريد الخزان أثناء التخمير حيث إن ارتفاع درجة الحرارة أثناء التخمير والذي ينتج عن الطاقة المنبعثة من الخميرة يؤدي إلى وقف نمو الخميرة. ولهذا تخفض درجة الحرارة بحيث لا ترتفع عن ٣٥– ٤٠ °م وهي الدرجة التي يتوقف عندها نمو ونشاط الخميرة.

٣- تضاف الخميرة الطازجة النشطة إلى المحلول السكري في جهاز التخمير بنسبة ٥ ٪ ، من المحلول الذي يتكون من ٩٥٪ ، من سكر الجلوكوز. وأفضل أنواع السلالات خميرة الخبز *Saccaromyces cervisia/ var. ellepsoid* ويجب ألا تزيد درجة بركس المحلول عن ٢٠ ، كما تضاف مغذيات

الخميرة من معادن مثل الفوسفور والكالسيوم وبعض الفيتامينات مثل البيوتين والذي يتواجد في مولاس البنجر ولهذا يجب خلط نسبة من هذا المولاس مع المحلول السكري لإغنائه بهذا الفيتامين. وعادة يسحب الخليط من أسفل خزان التخمير بواسطة مضخة ثم يدفع مرة أخرى إلى أعلى الخزان وذلك للمساعدة على تهوية الخليط وسرعة نمو الخميرة وهناك عدة عوامل تؤثر على نمو وزيادة الخميرة وهي:

أ- نسبة الجلوكوز إلى الفركتوز في المحلول فكلما زادت نسبة الجلوكوز إلى الفركتوز زادت نسبة الخميرة بحيث لا تتعدى نسبة الجلوكوز ٨٥٪.

ب- نسبة السكريات المحولة عموما يجب ألا تزيد عن ٢٠٪ حيث إن الزيادة تؤدي إلى تحول الخميرة إلى إنتاج الإيثانول بدلا من إنتاج الخميرة.

ج- درجة حرارة التخمير فيجب ألا تزيد درجة الحرارة عن ٣٥°م حيث تتسبب الحرارة المرتفعة في وقف نمو ونشاط الخميرة.

د- كمية الهواء الداخلة حيث تساعد زيادة حركة الهواء على نمو وتكاثر الخميرة كما تعمل على تبريد الخليط.

هـ- درجة حموضة الخليط فيجب ضبط درجة الحموضة عند الأس الهيدروجيني ٤,٨ – ٥,٥.

و- وجود فيتامين البيوتين اللازم لنمو الخميرة.

ز- مصدر الخميرة المستعملة ومدى نقاوتها ونشاطها.

مدة التخمير:

تستغرق مدة التخمير من ١٢- ١٥ ساعة ويستدل على تمام التخمير بتقدير نسبة السكر في الخليط فيجب ألا تزيد عن ٣٪.

نسبة التصافي:

تتراوح نسبة الخميرة في نهاية المدة بين ١٠- ٤ ٪ من حجم المحلول المتخمر.

فصل الخميرة:

يدفع المحلول في نهاية عملية التخمر إلى أجهزة الطرد المركزي لفصل الخميرة عن الورت (محلول مازال يحتوي على خمائر).

غسيل الخميرة:

يعاد غسل كريمة الخميرة بالماء لإذابة ما قد يكون عالقا بها وذلك بتخفيفها بالماء ثم إعادة فصلها بالطرد المركزي وتكرر هذه العملية مرتين لتمام نقاء الخميرة.

تجفيف الخميرة:

تدفع كريمة الخميرة إلى جهاز تجفيف وهو عبارة عن أسطوانة دائرية تسخن بالبخار حيث تتساقط عليها كريمة الخميرة على شكل سائل رقيق يجف بمجرد ملامسته للأسطوانة وتكشط الخميرة الجافة بواسطة سكينة أسفل الأسطوانة حيث تكون نسبة الرطوبة بها حوالي٤٪. وتطحن وتعبأ في عبوات صفيح أو أكياس من الورق المشمع ويسمى هذا النوع من الخميرة بالخميرة الجافة Active dry yeast وتتميز باحتفاظها بحيويتها ونشاطها لمدة طويلة تصل إلى ٤- ٦أشهر حسب درجة حرارة التخزين ويمكن نقلها إلى مسافات بعيدة بعكس الخميرة الطازجة.

التجفيف تحت تفريغ:

أما الخميرة الطازجة فينزع منها الماء عن طريق التفريغ الشديد حيث تتجمع كريمة الخميرة في أحواض تدور فيها أسطوانة مثقبة ومغلفة بنوعية خاصة من القماش الذي يبتل بالكريمة أثناء دوران الأسطوانة في حوض الخميرة بينما يتعرض داخل الأسطوانة لتفريغ شديد ينزع الماء من القماش المبتل وعند وصول سمك الخميرة على القماش إلى حد معين يكشط بواسطة سكين مثبتة على الجهاز لتنزل داخل قادوس ومنه إلى باثق لتشكيلها في قوالب منظمة ثم تقطع أثناء خروجها من الباثق ومرورها على ناقل معدني من المعدن ٣١٦ الغير قابل للصدأ حسب الوزن وتغلف بورق زبدة ثم في ورق المونيوم لمنع فقد الرطوبة منها. وهذا النوع من الخمائر يسمى بالخميرة الطازجة أو المضغوطة Compressed ويجب حفظها على درجة حرارة منخفضة حتى لا تفقد حيويتها ونشاطها وتصل نسبة الرطوبة بها حوالي ٥٥- ٦٥ ٪.

مسحوق التمر سريع الذوبان Instant date powder

يمكن تحضير مشروب سريع الذوبان من التمر كأحد المنتجات لما يمتاز به عن غيره من المشروبات سريعة الذوبان بقيمته الغذائية العالية التي يحتوي عليها التمر.

تصنيع مسحوق التمر سريع الذوبان:

تخلط مقدار من عجينة التمر بمقدار ١,٥من وزن العجينة بالماء وتخلط جيدا حتى يتجانس الخليط ويصبح على شكل عجينة سائلة نوعا ما ثم يضاف إليها مسحوق الحليب الجاف بنسبة ١٥٪ ومادة الكربوكس ميثايل سليولوز بنسبة ١٪ وفوسفات الكالسيوم بنسبة ٠,١٪ ويخلط الجميع مع العجينة خلطا جيدا وينشر هذا الخليط فوق صواني من المعدن الغير قابل للصدأ بعد دهنها بزيت زيتون نقي لمنع

الالتصاق ثم توضع هذه الصواني في الفرن وتجفف وتستغرق عملية التجفيف حوالي ١٢- ١٥ ساعة حتى تجف العجينة. فتبرد الصواني وتجمع العجينة الجافة وتطحن وقد يضاف إليها النشا بنسبة ١٪ لمنع امتصاص الرطوبة من الجو والغرض من إضافة مسحوق الحليب الجاف و الكربوكس ميثايل سليلوز هو تسهيل عملية التجفيف حيث إن المواد التي ترتفع فيها نسبة السكر عن ٨٪ يصعب تجفيفها وخاصة إذا كانت في شكل عجينة مثل التمر. كما تساعد فوسفات الكالسيوم على منع الالتصاق. وتبلغ نسبة الرطوبة في المنتج النهائي ٢- ٤٪ ويجب حفظ المنتج في أكياس من رقائق الألمونيوم أو البرطمانات محكمة القفل. وقد تضاف بعض المواد المانعة للتكتل Anticaking مثل ثنائي فوسفات الصوديوم.

ويمكن استخدام مسحوق التمر السريع الذوبان كغذاء مرتفع القيمة الغذائية للأطفال لما يحتويه من مادة كربوهيدارتية وبروتينات وفيتامينات ومعادن موجودة أصلا في التمر. كما يمكن إغناء المسحوق بتدعيمه ببعض أنواع دقيق الحبوب الغنية في الدهون مثل دقيق فول الصويا كي تعمل على سرعة انتشار المسحوق عند إذابته في الماء لما يحتويه دهن الصويا من مواد مستحلبة (ليثيثين).

كذلك يمكن استخدام هذا المسحوق في عمل الجلي أو إدخال المسحوق الجاف منه في خلطة التورتة أو الآيس كريم.

كما يمكن استخدام هذا المسحوق الجاف بإضافته إلى اللبن الرايب أثناء الشرب مثل مسحوق التانج.

حلوى من التمور

نظرا لما تمتاز به التمور من سكريات متنوعة (جلوكوز/ فركتوز/ سكروز) فإنه يمكن استخلاصها واستعمالها في إنتاج العديد من المنتجات مثل الأشربة والمياه الغازية وصناعة الحلويات بأنواعها. كما يمكن استخدام التمور نفسها بعد تجهيزها في المراحل المختلفة من تبخير وغسيل وتجفيف ثم تعديل رطوبة إلى إدخالها في بعض الحلوى أو حشو بعض الحلوى.

ونتيجة اعتماد الحلوى على عنصر السكريات كمادة تحلية أساسية والذي يتوفر في التمور لهذا اعتمدت كثير من المنتجات السكرية على التمور كأحد المواد السكرية بالإضافة إلى غناها من المواد الغذائية الأخرى مثل المعادن وبالذات عنصر البوتاسيوم والحديد.

ومن أهم المنتجات السكرية التي يستخدم فيها التمر أو الدبس هي الحلوى البكتينية والجيلاتينية. وسوف نتناول كيفية تحضير كل من هذه المنتجات والقيمة الغذائية لها مقارنة بالمنتجات السكرية الشبيهة لها وهي:

١- الحلوى البكتينية

يعتمد هذا النوع من الحلوى على استخدام الخاصية الجيلية للبكتين فيخلط البكتين مع الماء والسكر السائل أو دبس التمر ثم يضاف حامض عضوي مثل حامض الستريك أو الطرطريك أو الأسكورييك ويخلط الخليط ويسخن على درجة حرارة ٨٥ °م ويستمر التسخين حتى يصل البركس إلى ٦٨ درجة وقد يضاف أحد الألوان التي يجب أن تكون من مصدر نباتي مثل الكاروتين أو البيتانين. والنسب المستعملة في صناعة الحلوى البكتينية هي:

١- سكر سائل أو دبس تمر ٨٤,٧٤٪
٢- بكتين موالح ١,٤٦٪
٣- حامض عضوي (ستريك أو ماليك أو طرطريك) ١,١٢٪
٤- ماء صالح للشرب ٩,٥٥٪
٥- ألوان وصبغات نباتية حسب الطلب.

ويلاحظ أن أهم مميزات استعمال السكر السائل المستخلص من التمر أو دبس التمر مقارنة بسكر القصب أو البنجر هو أن السكر السائل من التمر يحتوي على نسبة عالية نوعاً ما من سكر الفركتوز الذي له أهمية صحية حيث يقلل من ظاهرة تسوس الأسنان، كما أن حلاوته أعلى من السكروز ولا يؤدي إلى ظاهرة التسكر، كما أنه لا يمتص إلا في الجزء الأخير من الأمعاء مما يقلل من فرصة امتصاصه مباشرة في الدم مثل الجلوكوز (سكر العنب) ولذا يكون مريض السكر في مأمن من ضرر هذا النوع (الفركتوز).

٢- الحلوى الجيلاتينية أو حلقوم التمر (الملبن)

وهذا النوع يشبه إلى حد كبير الحلقوم حيث تستخدم فيه نفس مكونات الحلقوم Turkish de light مع إضافة عجينة التمر أو التمر المفروم بعد نزع النوى.

وينتج هذا النوع من الحلوى من طبخ السكروز والنشا مع إضافة أحد الأحماض العضوية مثل الستريك أو الطرطيك ومكسبات النكهة والألوان الطبيعية مثل الكاروتين أو البيتانين أو الأنثوسيانين مع إضافة الحشو الذي يتكون من عجينة التمر أو أجزاء التمر المفروم على أن لا تزيد نسبة الرطوبة في المنتج النهائي عن ٢٠٪ وأن لا يقل خليط السكروز والجلوكوز عن ٦٠٪ على أن لا تزيد نسبة الجلوكوز بها عن ٢٥٪.

والحلوى الجيلاتينية المصنعة من التمور تعتبر غنية بالبروتين والمعادن والموجودة في التمور مقارنة بأصناف الحلقوم الأخرى، كذلك فإن الجيلاتين يضيف إلى القيمة الغذائية لهذا المنتج نسبة كبيرة من البروتين تتراوح بين ٨٤- ٨٦٪.

كما يمكن إغناء هذا المنتج بإضافة بعض المكسرات المجروشة بالإضافة إلى التمر مما يجعله وجبة غذائية كاملة من حيث كمية السعرات الحرارية التي يحتويها.

٣- أصابع حلوى التمور Date bars

تستخدم التمور بعد تنظيفها جيداً ونزع النوى منها وطحنها على شكل عجينة تدخل ضمن مكونات الحلوى من سكريات وحليب وشيكولاتة لإعدادها في شكل أصابع مثل أصابع شيكولاتة مارز حيث يمكن تقديمها ضمن برنامج التغذية المدرسية أو تغذية أفراد القوات المسلحة أو أغذية الطوارئ. ويتم تصنيع هذا المنتج بخلط المكونات من سكريات وتمور ومكسرات وشوكولاتة وتجنيسها تجنيساً كاملاً ثم فرد هذه العجينة على صواني من المعدن الغير قابل للصدأ بسمك مناسب وتقطع بأبعاد مناسبة ثم تجفف وتنقل إلى التعبئة والتغليف.

٤- توفي التمر

هو ناتج طبخ السكروز والجلوكوز بنسب معينة مع الحليب أو منتجاته أو بعض الدهون. والتوفي Tuffee من الحلويات التي يقبل عليها الصغير والكبير لما تمتاز به من ليونة وطعم ونكهة مستساغة وتتنوع الأشكال لمنتجات التوفي حسب نوع المكونات الداخلة في تكوين التوفي وطريقة التصنيع ودرجة الحرارة المستخدمة ونسبة المكونات إلى بعضها. ويختلف التوفي عن الحلوى الصلبة في نسبة ما يحتويه من الماء فبينما تصل نسبة الماء في الحلوى الصلبة إلى ٢- ٤٪ نجد أن هذه النسبة تصل في التوفي إلى ٨- ١٠٪ ، كذلك يختلف التوفي عن الحلوى الصلبة في أن التوفي يحتوي على نسبة من الدهن لا تقل عن ١٠٪ في المنتج النهائي بالإضافة إلى نسبة من الحليب، الأمر الذي يجعل التوفي مرتفع القيمة الغذائية وخاصة عندما يضاف إلى الخلطة نسبة من عجينة التمر أو الدبس.

المقادير:

٦٨ كجم سكروز	٦٨ كجم جلوكوز
٣٤ كجم حليب جاف	٢٢,٥ كجم زيت نخيل مهدرج
٣٠٠ مل ليثيثين	٢٠٠ مل طعم نعناع

خطوات إنتاج توفي التمر:

١- يذاب السكر أولاً في كمية من الماء ثم يضاف الجلوكوز مع التقليب البطيء والمستمر. ثم تضاف الزبد وبقية مواد الحشو الأخرى التي أساسها التمور.

٢- يسخن الخليط ببطء مع رفع درجة الحرارة إلى ١٢٣ °م ولمدة طويلة للحصول على منتج غير هش.

٣- تصب العجينة على منضدة مزدوجة الجدران يمر الماء بداخلها لتبريد العجينة.

٤- تقطع العجينة بعد تبريدها حسب الأحجام والأوزان المطلوبة.

٥- تنقل القطع على ناقل من المعدن الغير قابل للصدأ للتغليف.

هذا ويمكن استخدام سكر التمر بديلاً عن السكروز في حدود لا تزيد عن ٣٠٪ حيث إن زيادة سكر التمر تؤدي إلى ليونة قوام التوفي.

٥- فوندان التمر

هو ناتج طبخ خليط من السكروز والجلوكوز مع أو بدون سكر محول وماء مع إضافة أجزاء التمر والمكسرات وقليل من الألبيومين أو الجيلاتين أو الجلسرين. ويختلف عن التوفي في أن عملية الطبخ تتم في أوانٍ مفتوحة حيث تمزج الخلطة بالهواء وبعد الطبخ والتبريد يشكل الفوندان إلى أشكال مختلفة. ويشترط في هذا المنتج أن لا تزيد نسبة الجلوكوز عن ٣٣٪ من السكريات الكلية وأن لا تقل نسبة السكروز عن ٦٠٪ في المنتج النهائي.

٦- لفائف التمر (تمر الدين)

تشبه لفائف التمر لفائف عصير المشمش المجفف (القمر الدين) فتجفف عجينة التمر بعد تحضيرها وتصفيتها من الألياف الخشنة وتصب العجينة التي تكون شبه سائلة فوق صواني من البلاستيك أو المعدن الغير قابل للصدأ بعد دهان الصواني بزيت الزيتون حتى لا تلتصق عجينة التمر في الصواني. ولقد قام عدد من الباحثين بتطوير عدد من تمر الدين وذلك بإضافة نكهات فواكه طبيعية أو بعض أنواع العصائر وخاصة عصير البرتقال.

٧- زبدة التمر

تتلخص طريقة تحضير هذا المنتج في إضافة محلول الجلوكوز وقليل من مسحوق القرنفل إلى مسحوق التمر الجاف. ويطبخ هذا المزيج على النار حتى يصبح في قوام الزبدة. ثم يعبأ المزيج المطبوخ وهو ساخن في برطمانات أو علب صفيح. وتستعمل زبدة التمر في كثير من الوجبات الغذائية مثل الشربات والمثلوجات والفطاير والكيك.

أسئلة عن الوحدة الثالثة

أجب عن الأسئلة الآتية:

١- اذكر الاحتياطات الواجب مراعاتها عند جني ثمار التمر.

٢- اذكر الأمور الواجب مراعاتها عند إجراء التجفيف أو الإنضاج الصناعي للتمور.

٣- تكلم عن طرق تخزين التمور.

٤- اذكر اخطوات تعبئة وكبس التمور، موضحا أهمية عملية التبخير.

٥- تكلم عن نظم التبخير، ذاكرا الشروط الواجب توافرها في مواد التبخير.

٦- تكلم عن العوامل التي تؤثر على كفاءة التبخير.

٧- اذكر فقط أهم المنتجات التي يمكن تصنيعها من التمور ومشتقاتها، شارحا إحداها.

المراجع

أولا: المراجع العربية

١- سلسلة غذاء تحت المجهر- الحبوب- د. حس حسن- دار المؤلف للنشر والطباعة والتوزيع- بيروت- لبنان- ٢٠٠٣,

٢- تكنولوجيا الجبن- د. عبده السيد شحاتة- المكتبة الأكاديمية- القاهرة- جمهورية مصر العربية- ١٩٩٧,

٣- تكنولوجيا صناعات الحبوب ومنتجاتها- د. مصطفى كمال مصطفى- المكتبة الأكاديمية- القاهرة- جمهورية مصر العربية- ١٩٩٢,

٤- حفظ وتصنيع منتجات الفاكهة والخضر- د. أحمد محمود عليان- الدار العربية للنشر والتوزيع- القاهرة- جمهورية مصر العربية- ١٩٩٧,

٥- محاضرات في أسس إنتاج وتصنيع الألبان- د. محمد عبد الفتاح مهيا- كلية الزراعة والطب البيطري- جامعة الملك سعود- القصيم- المملكة العربية السعودية- ١٩٩٠,

٦- مبادئ الألبان العامة- د. جمال الدين عبد التواب- جامعة الرياض- المملكة العربية السعودية- ١٩٧٧,

٧- الاختبارات الروتينية للألبان كيميائيا وبكتريولوجيا- د. جمال الدين عبد التواب،د. جودت سامي الشيخلي- جامعة الرياض- المملكة العربية السعودية- ١٩٨١

٨- علم ميكروبات الأغذية- د.جودت سامي الشيخلي،د.محمد نزار أحمد- جامعة الرياض- المملكة العربية السعودية- ١٩٧٧,

٩- الألبان- د..أمين اسماعيل، د. سمير أبو دنيا، د. عبد المنعم وهبة، د.أحمد يوسف، د. فاطمة سلامة- دار المطبوعات الجديدة- الأسكندرية- جمهورية مصر العربية- ١٩٧٦,

١٠- مبادئ علم الألبان- د. محسن الشبيبي، د. صادق طعمه، د. نزار شكري، د. هيلان التكريتي- وزارة التعليم العالي والبحث العلمي- العراق- ١٩٨٠,

١١- الحليب السائل- د. ثابت السفر، د. رعد الحمداني، د. محمود العمر- وزارة التعليم العالي والبحث العلمي- العراق- ١٩٨٣,

١٢- صناعة الجبن والألبان المتخمرة العملي- د. عبد الله شاكر محمود، أ. عصام فاضل علوان- جامعة البصرة- العراق- ١٩٨٣,

١٣- حفظ الأغذية- تطبيقات وتمارين عملية- د. أحمد جمال الدين الوراقي- جامعة الملك سعود- المملكة العربية السعودية،١٩٨٤

١٤- أسس علوم الأغذية- ترجمة د. واصل محمد أبو العلا، د. صبحي سالم بسيوني- الدار العربية للنشر والتوزيع- القاهرة- جمهورية مصر العربية- ١٩٨٥.

١٥- نخلة التمر: ماضيها وحاضرها والجديد في زراعتها وصناعتها وتجارتها- د. عبد الجبار البكر- الدار العربية للموسوعات- بيروت- لبنان- ٢٠٠٢.

١٦- نخلة التمر علم وتقنية: الزراعة والتصنيع- د. حسن خالد حسن الكعيدي- دار زهران للنشر والتوزيع. الأردن- عمان- ٢٠٠٠.

١٧- طبائع النخيل و معاملاتها- د. سعد خلف العفنان- مطابع المحيسن الحديثة للأوفست- حائل- المملكة العربية السعودية- ١٩٩٤.

١٨- إنتاج وتصنيع التمور ومنتجاتها وإمكانية الحصول على منتجات جديدة- قطاع الصناعات الغذائية- الإدارة العامة للتنمية الصناعية- ١٤١٦هـ.

ثانيا: المراجع الأجنبية

1. Atherton, H. V. and Newlander , J.A. Chemistry and Testing of Dairy Products, AVI Publishing Company, Inc. , Westport, USA, 1977.
2. Harper, W.J and Hall , C.W. Dairy Technology and Engineering, AVI Publishing company, Inc. , 1976
3. Kessler, H.G. food Engineering and Dairy Technology, Vering A. Kessler .W. Germany, 1981
4. Samuel A. M. (1988). Equipment for Bakers. Lightning Source Inc.
5. Samuel A. M. (1991). Cereal Technology. Lightning Source Inc.
6. Samuel A. M. (1991). Chemistry and Technology of Cereals As Food and Feed. Kluwer Academic Pub.
7. Samuel A. M. (1992). Cookie and Cracker Technology. Kluwer Academic Pub.
8. Samuel A. M. (1999). Bakery Technology and Engineering. Lightning Source Inc.

المحتويات

مقدمة .....
تمهيد .....
الوحدة الأولى : تصنيع الحليب ومنتجاته ١
الباب الأول : صناعة الألبان ومنتجاتها ٢
تطور صناعة الألبان في العالم ٣
تطور صناعة الألبان بالمملكة العربية السعودية ٣
المشاكل التي تواجه قطاع إنتاج وتصنيع الألبان في المملكة ٤
إنتاج الحليب النظيف في المزرعة ٥
نقل الحليب واستلامه ٦
أولا : نقل الحليب ٦
ثانيا : استلام الحليب ٨
الباب الثاني : الحليب : تعريفه وتركيبه وقيمته الغذائية ٩
The milk: definition, composition and nutritional value ٩
أولا : تعريف الحليب ٩
ثانيا : تركيب الحليب ١٠
ثالثا : القيمة الغذائية للحليب **Nutritional value of milk** ١٣
الباب الثالث : تجنيس الحليب ١٥
Homogenization of milk ١٥
أجهزة التجنيس ١٥
نظريات التجنيس ١٥
العوامل المؤثرة على كفاءة عملية التجنيس ١٥
تأثير عملية التجنيس على الحليب ١٦
مزايا تجنيس الحليب ١٧
عيوب تجنيس الحليب ١٧
الأغراض التي يستعمل فيها التجنيس في صناعات الألبان ١٧
الباب الرابع : المعاملات الحرارية للحليب السائل ١٨
Heat treatments of milk ١٨
بسترة الحليب Pasteurization of milk ١٨
غلي الحليب Boiling of milk ٢٣
تعقيم الحليب Sterilization of milk ٢٤
تعبئة و تخزين الحليب السائل المعامل حراريا ٢٧
الباب الخامس : البادئات Starters ٣١
أنواع البادئات ٣١
تحضير وتجديد البادئات ٣٣

صفات البادئ الجيد ٣٥
العوامل التي تؤدي إلى ضعف البادئ ٣٥
الاختبارات الكيماوية والبكتريولوجية للبادئات ٣٦
الباب السادس : تصنيع المنتجات الدهنية اللبنية ٣٧
أولا : القشدة ٣٧
أنواع القشدة ٣٧
القيمة الغذائية للقشدة ٣٨
طرق صناعة القشدة ٣٩
ثانيا : الزبد ٤٠
تركيب الزبد ٤١
القيمة الغذائية للزبد ٤١
استعمالات الزبد ٤١
طرق صناعة الزبد ٤١
العيوب التي تظهر في الزبد ٤٧
صفات الزبد الجيد ٤٧
ثالثا : السمن ٤٨
طرق تصنيع السمن ٤٨
صفات السمن الجيد : ٥٠
الباب السابع : الألبان المتخمرة Fermented milk ٥٠
القيمة الغذائية للألبان المتخمرة ٥١
صناعة الألبان المتخمرة ٥٢
اختبارات الألبان المتخمرة ٥٥
الباب الثامن : الجبـنCheese ٥٧
أصناف الجبن ٥٧
القيمة الغذائية للجبن ٥٨
تجبن الحليب ٥٩
عوامل النجاح في صناعة الجبن ٥٩
الادوات و المواد المستعملة في صناعة الجبن ٦٠
صناعة بعض أصناف الجبن ٦١
ثانيا : الجبن الحلوم Halloumi cheese ٦٤
ثالثا : جبن الجودا Guda cheese ٦٥
الباب التاسع : الحليب المكثف والمجفف ٦٧
الحليب المكثف ٦٧
صناعة الحليب المكثف المعقم (المبخر) ٧٠

الحليب المجفف ٧١
الباب العاشر : المثلوجات اللبنية ٧٤
تصنيف المثلوجات اللبنية ٧٤
تركيب الآيس كريم ومصادر مكوناته ٧٤
خطوات صناعة الآيس كريم ٧٥
الريع ٧٧
القيمة الغذائية للآيس كريم ٧٧
أسئلة عن الوحدة الأولى ٧٨
الوحدة الثانية : تصنيع الحبوب ومنتجاتها ٨١
الباب الأول : التركيب البنائي والكيميائي لحبوب القمح ٨٢
التركيب البنائي لحبة القمح Structure of wheat grains ٨٣
التركيب الكيميائي للحبوب Chemical composition of cereals ٨٥
توزيع المركبات الغذائية في الحبوب ٨٦
١- الكربوهيدرات Carbohydrates ٨٦
٣- بروتينات الحبوب Cereal proteins ٨٨
٤- المواد الدهنية ٩٠
٥- الأملاح المعدنية Minerals ٩٠
٦- الفيتامينات Vitamins ٩١
٧- التوكوفيرولات Tocopherols ٩١
٨- المواد المسئولة عن اللون في الحبوب : ٩١
٩- أنزيمات الحبوب ٩٢
الباب الثاني : تخزين وإعداد الحبوب للطحن ٩٣
أولا : تخزين القمح ٩٣
أقسام الفاقد في حبوب القمح : ٩٣
أنواع الصوامع : ٩٥
ثانيا : إعداد الحبوب للطحن ٩٦
١- تنظيف القمح Wheat cleaning ٩٦
٢- تعديل رطوبة القمح Wheat conditioning ١٠٠
أساسيات عملية التكيف Principles of conditioning ١٠١
طرق التكييف أو تعديل الرطوبة Methods of conditioning ١٠٢
الباب الثالث : طحن القمح Wheat milling ١٠٥
١- مطاحن الحجارة Stone milling ١٠٥
٢- مطاحن السلندرات Roller milling ١٠٦
معدلات الاستخلاص Extraction rates ١١٠

قوة الدقيق ١١١
الباب الرابع : صناعة الخبز Bread baking technology ١١٣
المواد الخام المستخدمة في صناعة الخبز ١١٣
إنتاج الخبز Bread production ١١٨
أولا : مرحلة خلط المكونات Mixing the ingredients ١١٨
ثانياً : مرحلة التخمير Fermentation stage ١٢٢
ثالثاً : مرحلة الإنضاج الحراري (الخبيز) Thermal processing ١٢٣
عيوب رغيف الخبز ١٢٥
بيات (تجلد) الخبز Bread staling ١٢٥
الباب الخامس : تصنيع بعض منتجات دقيق القمح ١٢٨
أ- صناعة المكرونة Production of macaroni ١٢٨
خطوات الصناعة ١٢٩
ب- صناعة البسكويت ١٣١
الباب السادس : تكنولوجيا الأرز Rice technology ١٣٤
أصناف الأرز ١٣٥
التركيب المورفولوجي لحبة الأرز: ١٣٦
التركيب الكيماوي لحبة الأرز ١٣٦
المعاملات التكنولوجية التي تتم على الأرز الشعير ١٣٨
استخدام المذيبات في تبييض الأرز ١٤٠
التركيب الكيماوي لنواتج ضرب الأرز ١٤٢
المنتجات ١٤٢
أسئلة عن الوحدة الثانية ١٤٤
الوحدة الثالثة : تصنيع التمور ومنتجاتها ١٤٥
الباب الأول : واقع صناعة التمور و قيمتها الغذائية ١٤٦
واقع إنتاج التمور في المملكة ١٤٦
صناعة التمور في المملكة ١٤٩
القيمة الغذائية والمكونات الكيميائية للتمور ١٥٠
معدلات استهلاك الفرد والفئات المستهلكة للتمور ١٥٣
الباب الثاني : جني الثمار والمعاملات المختلفة التي تجرى عليها ١٥٦
٢- تدريج التمور في الحقل : ١٥٧
٣- إنضاج ومعالجة التمور : ١٥٧
٣- إنضاج التمور صناعيا ١٥٩
٤- تخزين التمور: ١٦٠
الباب الثالث : صناعة تعبئة وكبس التمور ١٦٣

خطوات تعبئة وكبس التمور: ١٦٣
الباب الرابع: صناعة بعض منتجات التمور ومشتقاتها ١٧٢
تمور محشوة باللوزيات Almonds stuffed dates ١٧٢
عجينة التمر Date paste ١٧٢
شيكولاتة التمر Date chocolate ١٧٣
مربى التمر Date jam ١٧٣
عسل التمر (الدبس) Date Syrup ١٧٤
خل التمر Date vinegar ١٧٥
خطوات تصنيع الخل: ١٧٦
السكر السائل ١٨١
إنتاج الهاي فركتوز (السكر العالي) High fructose glucose syrup ١٨٣
إنتاج خميرة الخبز ١٨٥
مسحوق التمر سريع الذوبان Instant date powder ١٨٧
حلوى من التمور ١٨٨
أسئلة عن الوحدة الثالثة ١٩٢
المراجع ١٩٣