كُتيِّب فني

التصنيع الغذائي على نطاق صغير
الفواكه والخضار ومنتجات الألبان

الأمم المتحدة
الاسكوا
ESCWA

ازدهارُ البلدان كرامةُ الإنسان

الأمم المتحدة
الاسكوا
ESCWA

ازدهارُ البلدان **كرامةُ الإنسان**

رؤيتنا

طاقاتٌ وابتكار، ومنطقتُنا استقرارٌ وعدلٌ وازدهار

رسالتنا

بشغَف وعزْم وعَمَل: نبتكِر، ننتج المعرفة، نقدِّمُ المشورة،
نبني التوافق، نواكب المنطقة العربية على مسار خطة عام 2030.
يداً بيد، نبني غداً مشرقاً لكلِّ إنسان.

E/ESCWA/CL1.CCS/2021/BOOKLET.2

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

كتيِّب فني

التصنيع الغذائي على نطاق صغير
الفواكه والخضار ومنتجات الألبان

الأمم المتحدة
بيروت

© 2021 الأمم المتحدة
حقوق الطبع محفوظة

تقتضي إعادة طبع أو تصوير مقتطفات من هذه المطبوعة الإشارة الكاملة إلى المصدر.

توجّه جميع الطلبات المتعلقة بالحقوق والأذون إلى اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، البريد الإلكتروني: escwa@un.org-publications.

النتائج والتفسيرات والاستنتاجات الواردة في هذه المطبوعة هي للمؤلفين، ولا تمثل بالضرورة الأمم المتحدة أو موظفيها أو الدول الأعضاء فيها، ولا ترتب أي مسؤولية عليها.

ليس في التسميات المستخدمة في هذه المطبوعة، ولا في طريقة عرض مادتها، ما يتضمن التعبير عن أي رأي كان من جانب الأمم المتحدة بشأن المركز القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو لسلطات أي منها، أو بشأن تعيين حدودها أو تخومها.

الهدف من الروابط الإلكترونية الواردة في هذه المطبوعة تسهيل وصول القارئ إلى المعلومات وهي صحيحة في وقت استخدامها. ولا تتحمل الأمم المتحدة أي مسؤولية عن دقة هذه المعلومات مع مرور الوقت أو عن مضمون أي من المواقع الإلكترونية الخارجية المشار إليها.

جرى تدقيق المراجع حيثما أمكن.

لا يعني ذكر أسماء شركات أو منتجات تجارية أن الأمم المتحدة تدعمها.

المقصود بالدولار دولار الولايات المتحدة الأمريكية ما لم يُذكر غير ذلك.

تتألف رموز وثائق الأمم المتحدة من حروف وأرقام باللغة الإنكليزية، والمقصود بذكر أي من هذه الرموز الإشارة إلى وثيقة من وثائق الأمم المتحدة.

مطبوعات للأمم المتحدة تصدر عن الإسكوا، بيت الأمم المتحدة، ساحة رياض الصلح،
صندوق بريد: 8575-11، بيروت، لبنان.

الموقع الإلكتروني: www.unescwa.org.

فريق الإعداد

الفريق الذي أعدّ الكتيب الفني مؤلف من كل من:

- ريم النجداوي
- لارا جدع
- ساره دانيال

الفريق الذي قام بتنقيح الكتيب وقدّم مساهمات أخرى:

فريق الإسكوا: كريم حسن ولينا فليفل

فريق تصميم الأشكال: سما عبد الشاكور وفاطمة عبد العزيز

الترجمة والتصميم العام: فريق قسم إدارة المؤتمرات في الإسكوا

مقدمة

يواجه قطاع الزراعة والأغذية في المنطقة العربية تحديات بارزة تتعلق بندرة الموارد الطبيعية، والوصول إلى المدخلات الزراعية، والوصول إلى الأسواق، والتغيرات المناخية المتزايدة. تعتبر التكنولوجيات الزراعية الخضراء من الحلول التي تساهم في التخفيف من هذه التحديات وتعزيز قدرات المزارعين على الصمود ولكن لا يزال اعتماد التكنولوجيات الخضراء غير منتشر على صعيد المنطقة العربية بسبب محدودية المعلومات والوصول إلى آليات التمويل الملائمة.

لهذا الغرض، وضعت الإسكوا هذا الكتيب الفني حول التصنيع الغذائي على نطاق صغير للفواكه والخضروات ومنتجات الألبان، مما يساهم في المحافظة على الطعام لفترة أطول من الوقت وتقليل خسائر ما بعد الحصاد وهدر وفقد الطعام، بالإضافة إلى توفير فرص عمل للمجتمعات المحلية والريفية.

ويصدر هذا الكتيب في إطار مشروع حساب التنمية التابع للإسكوا بعنوان "تعزيز مرونة واستدامة القطاع الزراعي في المنطقة العربية" الذي يهدف إلى تعزيز القدرات الوطنية على معالجة مرونة القطاع الزراعي واستدامته في المنطقة مع التركيز على ثلاثة بلدان عربية وهي الأردن ولبنان وفلسطين.

وبالإضافة إلى الكتيب الفني هذا، أعدت الإسكوا مواد تدريبية حول موضوع التصنيع الغذائي على نطاق صغير للفواكه والخضروات ومنتجات الألبان، تم تقديمها خلال ورش عمل تدريبية وطنية نفّذت في البلدان الثلاثة.

المحتويات

ص. 3 فريق الإعداد

ص. 4 مقدمة

ص. 6 ملخص تنفيذي

ص. 7 وصف التكنولوجيا

ص. 8 عمليات تجهيز الفواكه والخضار

ص. 8 ألف. التجفيف

ص. 9 باء. صنع المربى والهلام

ص. 11 جيم. العصائر والشراب

ص. 12 دال. صنع الخل

ص. 12 هاء. صنع الصلصة

ص. 13 واو. صنع المعجون والهريس

ص. 14 زين. صنع المخلل

ص. 15 تصنيع منتجات الألبان

ص. 15 ألف. البسترة

ص. 15 باء. تحضير الزبدة والسمن

ص. 16 جيم. الزبادي (اللبن)

ص. 17 دال. الجبن

ص. 18 العمليات الخضراء ذات الصلة

ص. 20 اعتبارات التصميم

ص. 21 مزايا التكنولوجيا وتحديات تطبيقها

ص. 22 المراجع

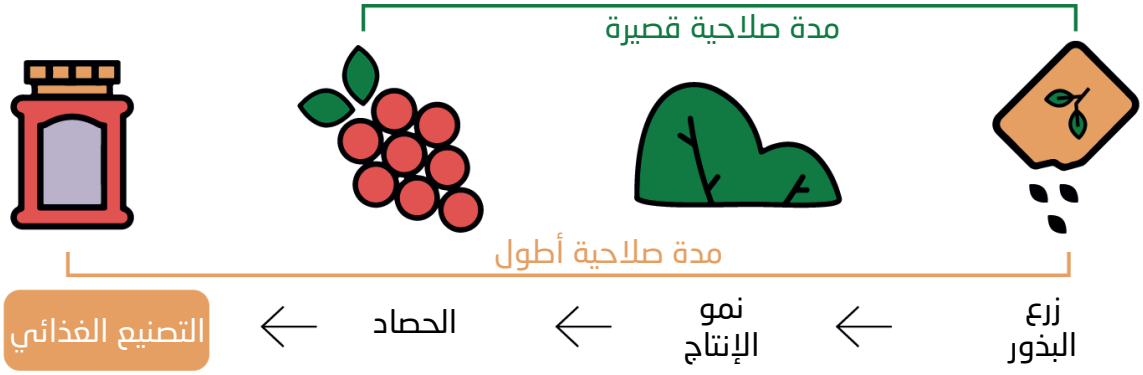
ملخص تنفيذي

تشير عملية التصنيع الغذائي إلى مجموعة متنوعة من ممارسات الحفاظ على الغذاء التي تحسن من صلاحية الطعام للأكل واستساغته حيث يعود تاريخ بعض طرق التصنيع الغذائي إلى آلاف السنين. وقد أدى التاريخ المديد لمختلف عمليات التصنيع الغذائي إلى ارتباط هذه المواد الغذائية بقيمة ثقافية كبيرة. غير أن عمليات التصنيع الغذائي تتطلب مستوىً مناسباً من التعليم للحفاظ على المعارف والمهارات المرتبطة بالوصفات المهمة ثقافياً وجغرافياً. وتشمل بعض أشكال هذه الأغذية المصنّعة المربى والعصير والمخللات ومنتجات الألبان مثل الجبن والزبادي من بين منتجات أخرى كثيرة.

تبرز الخسائر في الأغذية في جميع مراحل سلسلة القيمة الغذائية، لكن يمكن لمختلف أشكال التصنيع الغذائي أن تخفف من حدة هذا التحدي. علاوة على ذلك، يمكن أن تحصل خسائر في الأغذية بسبب وقوع حوادث في مرحلة التصنيع (مثل انسكاب الحليب) أو التلف/التدهور في مراحل المناولة والتخزين والتوزيع (ما يسبب مظهراً غير مرغوب فيه للفاكهة والخضار). وفي حين أن التحسينات في البنية الأساسية والتكنولوجيا يمكن أن تمنع وقوع خسائر غذائية في المقام الأول، فإن التصنيع الغذائي بحدّ ذاته قد يخفف من حدة الضرر اللاحق بالأغذية. كما أن العديد من أنواع التصنيع الغذائي تطيل مدة صلاحية المواد الغذائية، ما يحد بشكل فعال من هدر الأغذية على مستوى المستهلك.

وصف التكنولوجيا

تعتمد عملية التصنيع الغذائي على مبدأ حفظ الأغذية الذي يهدف إلى جعل الأغذية أكثر أماناً، وتجنب تلفها وإطالة مدة صلاحيتها وذلك عن طريق منع تكاثر الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض. كما يمكن أن تؤدي عملية التصنيع الغذائي إلى تعزيز توافر بعض المواد الموسمية وتوفير منتجات غذائية ذات قيمة غذائية أعلى بإضافة الفيتامينات والمعادن أثناء التصنيع. ويبرز التخمير والتجفيف والتعليب والتركيز من بين الطرق ذات الصلة في التصنيع الغذائي على نطاق صغير. ومن المهم جداً، قبل البدء الفعلي في التصنيع الغذائي، تحضير المنتج الغذائي سواء كان الخضار أو الفواكه أو الحليب. ويشمل تحضير المنتج الغذائي الغسل والفرز، وفي بعض الأحيان التقشير والتقطيع، وسلق الفواكه والخضار والبسترة للحليب.



يشمل التصنيع الغذائي أساليب الحفظ على المدى القصير مثل التبريد ونُظُم التخزين البارد والتغليف إضافة إلى أساليب الحفظ على المدى الطويل مثل المعالجة عن طريق الإجراءات الكيميائية بما في ذلك التخمير أو الحفظ بالسكر أو الأحماض أو المعالجة عن طريق الإجراءات الفيزيائية بما في ذلك استخدام درجات الحرارة العالية والمنخفضة واستخدام الإشعاعات.

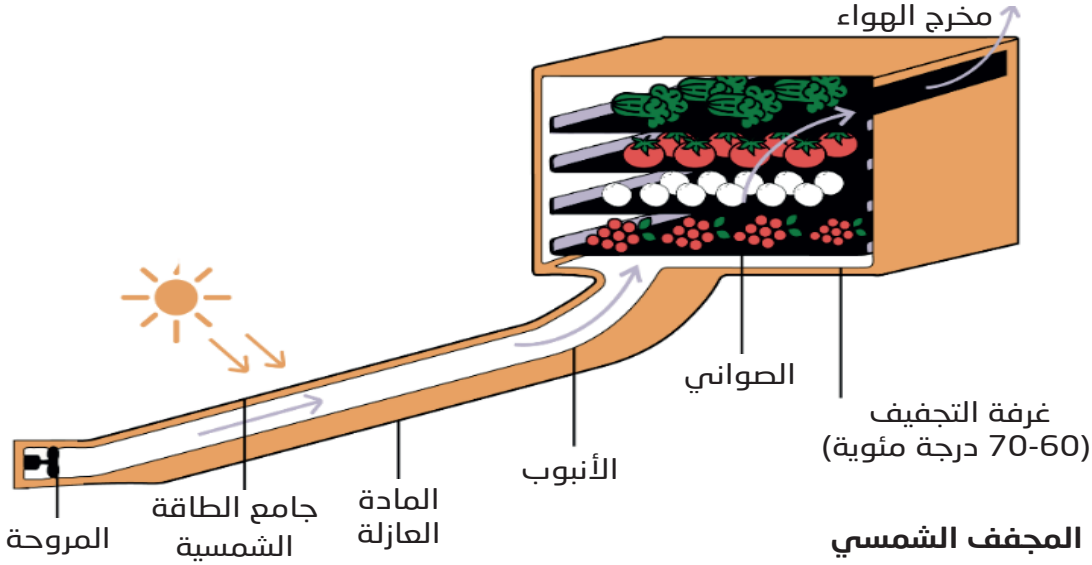
يتضمن هذا القسم أبرز العمليات الغذائية وطرق الإنتاج المستخدمة في المنطقة العربية لحفظ الفواكه والخضار ومنتجات الألبان في التصنيع الغذائي على نطاق صغير، وهي تشمل:

عمليات تجهيز الفواكه والخضار

ألف. التجفيف

التجفيف هو من أقدم الطرق وأقلها كلفةً لحفظ الأغذية. كان يتم التجفيف تحت أشعة الشمس المباشرة في الهواء الطلق، وهي طريقة تنطوي على العديد من التحديات في التطبيق التي تؤثر على جودة المنتج النهائي المعرض للتلوث بالغبار والحشرات والعوامل الخارجية الأخرى. وتشمل أساليب التجفيف الحديثة التجفيف بالطاقة الشمسية باستخدام المجفف الشمسي. إنه بديل أخضر للتجفيف بأشعة الشمس المباشرة باستخدام الصواني المطلية باللون الأسود وأجهزة تجميع الطاقة الشمسية لتسريع عملية التجفيف مع حماية المنتج من التلوث الخارجي. ويمكن تجفيف مجموعة متنوعة من الفواكه (مثل المشمش والعنب والتين والخوخ) والخضار (مثل الطماطم والجزر والبصل والبامية والباذنجان والخضروات الورقية مثل السبانخ والنعناع) وكذلك منتجات الألبان (الكشك والجميد) لحفظها لفترة أطول.

كما في أي تقنية أخرى للتصنيع الغذائي، يجب تحضير الفواكه والخضار قبل عملية التجفيف. وتشمل خطوات تحضير الأغذية الفرز (إزالة المنتجات التالفة)، والغسل ويفضل أن يكون بالماء المكلور (60-100 جزء في المليون من الكلور)[1] لإزالة الملوثات المادية الخارجية أو بالماء والخل (250 مل خل في ليتر ماء)، والتقشير في بعض الحالات، والتقطيع إلى أشكال متجانسة ومناسبة (تضمن السماكة والحجم المماثلين للوصول إلى نفس معدل التجفيف في دفعة واحدة من الفواكه أو الخضار) والسلق (غمر المنتج في الماء المغلي (95 إلى 100



1. يمكن تحضير محلول الكلور من 100 جزء في المليون بإضافة 10 مل (أو ملعقتين صغيرتين) من المبيض المنزلي في 5 لترات من الماء، أو 200 ملغ من هيبوكلوريت الصوديوم إلى لتر واحد من الماء (Azam Ali, 2008).
2. يعتمد وقت السلق على نوع المنتج وحجمه (Azam Ali, 2008).

درجة مئوية) لمدة دقيقة ونصف إلى 5 دقائق لتعطيل الإنزيمات والكائنات الدقيقة [2] ويتم عادة سلق الخضار والفواكه الصلبة وليس تلك الطرية مثل الطماطم والفلفل[3]. وللحفاظ على اللون وتجنب التحمر غير المرغوب فيه، لا بد من علاج الفواكه قبل تجفيفها. ولاعتماد ممارسات طبيعية وخضراء أكثر، يمكن أن تغمس الفواكه في عصير الليمون قبل عملية التجفيف لوقف نشاط الإنزيمات المسؤولة عن التحمر غير المرغوب فيه.

للتجفيف، يتم وضع المنتج على الصواني أو الرفوف داخل مجفف. ويجب مراقبة درجة حرارة التجفيف بشكل جيد لتجنب ارتفاع درجة الحرارة. ويجري تجفيف معظم الفواكه والخضار على حرارة 60 إلى 70 درجة مئوية.

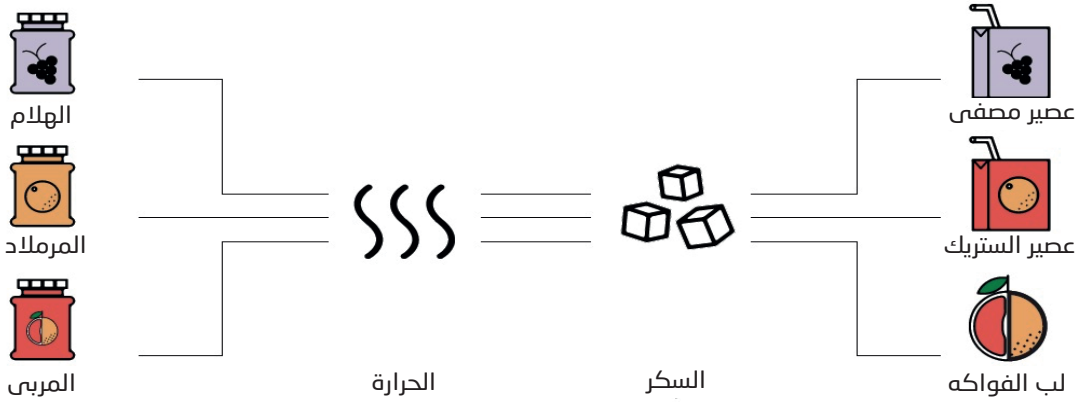
باء. صنع المربى والهلام

يتم تحضير المربى من لب فاكهة واحدة أو مزيج من الفواكه المطبوخة مع السكر للوصول إلى نسبة عالية من السكر (Brix) في المنتجات النهائية تتراوح بين 68 و72 في المائة. إذا كانت أقل من 68 في المائة، يحصل تخمير عن طريق العفن أو الخمير وإذا كانت أعلى من 72 في المائة، يحصل تبلّر. ويتلف التسخين الإنزيمات والكائنات الحية الدقيقة المسؤولة عن تحلل الفواكه الطازجة. وتساهم الحموضة العالية للمنتج النهائي (درجة الحموضة 3 تقريباً) وارتفاع محتوى السكر في تجنب إعادة التلوث ونمو العفن بعد فتح جرات المربى. ويتم إنتاج الهلام بنفس الطريقة مثل المربى ولكن باستخدام عصير مصفى دون اللب لإنتاج المنتج النهائي. ومن خلال إنتاج المربيات والهلام، يتم حفظ الفواكه من عدة أشهر إلى عدة سنوات إذا تم تخزينها بشكل صحيح في مكان جاف، بعيداً عن النور المباشر.

صنع المربى والهلام

يمكن أن يحفظ الفواكه من عدة أشهر إلى عدة سنوات، إذا تم تخزينه بشكل صحيح.

يمنع المحتوى من الحموضة [درجة الحموضة ≈ 3] والسكر (68-72 في المائة) الموجود بكميات عالية التلوث بالعفن ونموه بعد فتح الجرات.



3. Azam Ali, 2008.

1. منهجية صنع المربى

- يتم فرز الفواكه وغسلها وتقشيرها (إذا لزم الأمر) وتقطيعها إلى شرائح. ويجب إزالة الفواكه المتعفنة والفاسدة والمتضررة جداً بالإضافة إلى أي ملوثات مادية. وليس عدم الانتظام في الحجم والشكل من العوامل الهامة في هذا النوع من التصنيع الغذائي طالما أن الفواكه ذات نوعية جيدة.

- تضاف الفواكه إلى القدر وتُطبخ على نار هادئة لتطرية الأنسجة وإطلاق البكتين والعصير من الفواكه[4].

- يضاف السكر إلى القدر ويخلط مع الفواكه على نار هادئة حتى ينحل تماماً. وتختلف كمية السكر حسب محتوى السكر الأولي للفواكه. وبشكل عام، تستخدم كميات متساوية تقريباً من السكر والفواكه في وصفات المربى[5]. ومع ذلك، للحصول على تقدير أفضل لكمية السكر، يمكن استخدام طريقة بيرسون سكوير[6].

- يتم رفع مستوى الحرارة مع الاستمرار بالتحريك لكي يغلي الخليط حتى الوصول إلى نقطة الغليان النهائية للمربى. وبعد حوالي 15 دقيقة، ينبغي أخذ عينة واختبارها لتحديد مستوى السكر والاتساق. ويجب إزالة خليط المربى من مصدر الحرارة عندما يصل محتوى السكر في الخليط أو المحتوى النهائي للمواد الصلبة الذائبة إلى 65-68 في المائة[7]. وهذا ما يسمى أيضاً "النقطة النهائية للمربى"، "درجات بريكس" للمربى التي يمكن تحديدها باستخدام عدة طرق. وتجدر الإشارة إلى ضرورة إزالة قدر المربى من مصدر الحرارة أثناء استخدام أي من هذه الأساليب:

- استخدام جهاز قياس الانكسار اليدوي الذي يحدد تركّز السكر في المنتج النهائي . توضع عينة مربى صغيرة تُركت لتبرد إلى حوالي 20 درجة مئوية على زجاج جهاز قياس الانكسار. ويتم إغلاق الغطاء وتوجيه جهاز قياس الانكسار نحو ضوء ساطع. وتقرأ النسبة المئوية للسكر من حيث يمر الطرف الداكن عبر المقياس (UNIDO, 2004).
- استخدام ميزان حرارة السكر: عند النقطة النهائية للمربى والتي ترافق محتوى السكر 68 في المائة، يجب أن تكون حرارة المربى حوالي 105 درجات مئوية على مستوى سطح البحر. بعد أن يبدأ الخليط في الغليان لبضع دقائق، يجب إزالته عن مصدر

جهاز قياس الانكسار (Azam Ali, 2008)

4. قد تحتاج بعض الفواكه إلى الماء لمنعها من الاحتراق.
5. الحد الأقصى لكمية الفواكه التي يمكن استخدامها لصنع مربى بنوعية جيدة هو 50 في المائة فواكه، مع 50 في المائة سكر والحد الأدنى من كمية الفواكه لإنتاج مربى بنوعية مقبولة هو 40 في المائة (Azam Ali, 2008).
6. في حال كان محتوى البكتين في الفواكه منخفضاً، يمكن إضافة البكتين المتاح تجارياً (البكتين عالي الميثوكسيل (UNIDO, 2004) إلى الخليط في هذه المرحلة مع الاستمرار بالخلط ليكون التوزيع متعادلاً. ويساعد البكتين على زيادة سماكة السائل ليصبح مادة شبيهة بالهلام. ويمكن إضافة مسحوق البكتين مع كمية صغيرة من السكر (أخلط البكتين مع السكر بكمية 5 أضعاف وزنه) ويمكن إضافة سائل البكتين مباشرة إلى خليط لب الفواكه (Azam Ali, 2008).
7. UNIDO, 2004.

الحرارة وقياس درجة حرارته بميزان الحرارة. وإذا أظهر 105 درجات مئوية، هذا يعني أن المربى بات جاهزاً[8].

- اختبارات على المستوى المنزلي:
  - » اختبار الإسقاط: يتكون من فحص نسيج المربى باستخدام ملعقة خشبية يتم غمسها في المربى وتقام فوق القدر لمدة ثانية أو ثانيتين. إذا كان نسيج المربى لا يزال يسيل، هذا يعني أنه ما زال يحتاج إلى بعض الوقت ليصبح جاهزاً. وإذا بدأت الكتل تتشكل، هذا يعني أن المربى وصل إلى نقطة الجهوزية.
  - » إسقاط قطرة من المربى في الماء البارد بعد تبريدها قليلاً. إذا تفرقت في الماء، هذا يعني أن المربى لا يزال بحاجة إلى مزيد من الغليان، أما إذا سقطت في قطعة واحدة حتى وصلت إلى الجزء السفلي من الكوب، هذا يعني أنه تم الوصول إلى النقطة النهائية.
- يضاف حمض الستريك في المرحلة النهائية لضمان درجة حموضة 3-3.3 وحفظ المربى بشكل أفضل.
- التعبئة والتغليف: يجب تعقيم الجرات الزجاجية المخصصة لاستخدامها في التعبئة والتغليف مسبقاً في الماء المغلي لمدة 10 إلى 15 دقيقة تقريباً وإزالتها لتجف رأساً على عقب على سطح/منشفة نظيفة لتصريف جميع المياه.
- ينبغي تعبئة المنتج النهائي في حين لا يزال ساخناً (حوالي 85 درجة مئوية) في الأواني النظيفة إلى ما يقرب من 90 في المائة لخلق فراغ جزئي في الجرة التي ينبغي أن تكون محكمة الإغلاق وتقلب رأساً على عقب لضمان تعقيم الغطاء ثم تُترَك لتبرد بشكل مستقيم. كما يمكن تعقيم الجرات المملوءة لضمان حفظ المربى بشكل أفضل.

2. منهجية صنع الهلام

تشبه طريقة تحضير الهلام طريقة صنع المربى، لكنها تستخدم عصير الفواكه المصفى دون اللب. بعد تسخين الفواكه وتطريتها، يتم نقلها إلى كيس مصنوع من قماش الموسلين الذي يتم ربطه وتعليقه للسماح للعصير بالتنقيط. ويجب أن تكون كمية السكر والعصير متساوية تقريباً. أما بقية خطوات المعالجة فمشابهة لخطوات صنع المربى.

جيم. العصائر والشراب

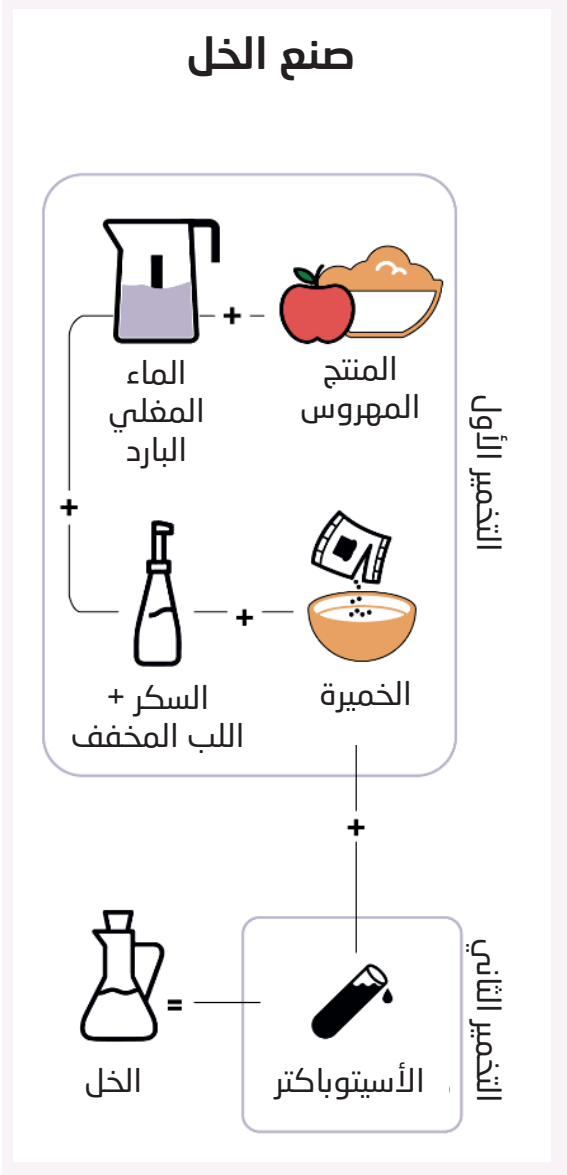
لتحضير العصير، يجب أن تكون الفواكه ناضجة أو مفرطة النضج. يتم غسلها بالماء الصالح للشرب وفرزها للحصول على الفواكه ذات النضوج المماثل وإزالة الأجزاء التالفة أو المتعفنة. ويمكن أن تتم إزالة اللب يدوياً أو باستخدام معصرة الفواكه أو ماكنة إزالة اللب التي تفصل البذور والقشرة عن اللب، والتي تستخدم عادة للطماطم والماراكويا وغيرها. لكن لا بد من تصفيتها أو غربلتها إذا تمت إزالة اللب يدوياً. ويتم عصر الحمضيات لاستخراج العصير دون القشور المرة. ويجب بسترة العصائر على حرارة 80-90 درجة مئوية لمدة 10 إلى 20 دقيقة لتلف الإنزيمات والكائنات الدقيقة. ويمكن أن يتم ذلك قبل ملء العصير في زجاجات أو بعد أن تتم تعبئته بارداً في زجاجات محكمة الإغلاق ومعقمة مسبقاً؛ وفي حال كان ذلك قبل تعبئة العصير، ينبغي توخي الحذر لتجنب اسوداد لونه. تتراوح درجة الحموضة الأمثل للعصائر بين 3 و4 وقد تتطلب بعض العصائر الأقل حمضية إضافة حمض الستريك لزيادة الحموضة ومنع التلف مثل عصير البطيخ. ويجب تخزين العصائر في مكان جاف وبارد بعيداً عن أشعة الشمس المباشرة.

يُحضر الشراب عن طريق غلي عصير الفواكه مع السكر أو شراب السكر، وتُحدد الكمية باستخدام أسلوب بيرسون سكوير. وتتم بسترة الشراب كما في حال العصير وملؤه في زجاجات معقمة مسبقاً وتخزينه في مكان جاف ومظلم. ويُستهلك الشراب بخلط كميات صغيرة منه مع الماء.

8. على ارتفاع أعلى، تنخفض نقطة الغليان وينبغي تعديل العمل.

دال. صنع الخل

الخل هو نتيجة التخمير الثاني للسكر الموجود في الفواكه والخضار والحبوب. وبالتالي يتم تحويل مكون الكحول الذي يتم إنتاجه بعد التخمير الأول إلى حمض الخليك بواسطة بكتيريا حمض الخليك (أنواع أسيتوباكتر) خلال التخمير الثاني. ويحتوي الخل عادة على حمض الخليك بنسبة تتراوح بين 6 و10 في المائة، وهو ما يحفظ المنتج لعدة أشهر/سنوات إذا تم وضعه في حاويات محكمة الإغلاق سدادة للهواء (UNIDO, 2004). تبدأ عملية صنع الخل عن طريق هرس الفواكه بالماء المغلي المبرّد (يفضل أن تكون كمية الماء ضعف كمية اللب)، ثم إضافة السكر (120 غرام من السكر/لتر واحد من اللب المخفف). في هذه المرحلة، تتم إضافة الخميرة ويُترَك الخليط لمدة يومين في درجة حرارة دافئة (25 درجة مئوية) ليحصل التخمير الأول. ثم تضاف بادئة التخمر من الأسيتوباكتر في وقت لاحق إلى الخليط لبدء عملية التخمير الثانية التي تستغرق حوالي 11 يوماً في حرارة دافئة (20-22 درجة مئوية) لإنتاج منتج الخل بشكله النهائي (Azam Ali, 2008). بالنسبة للتخمير الأول، يجب إغلاق الأواني التي تحتوي على الخليط بشكل جيد لمنع الهواء من الدخول؛ بينما للتخمير الثاني، على عكس الخميرة تتطلب بكتيريا حمض الخليك وجود الهواء لتعمل ولتحوّل الإيثانول إلى خل. ويمكن حصول ذلك من خلال تغطية الأواني بقطعة قماش قطنية تسمح للهواء بالوصول إلى الخليط. ويمكن قياس مستوى الحموضة بورق فحص الرقم الهيدروجيني ويمكن زيادتها بإضافة المزيد من السكر إلى الخليط أو تقليلها عن طريق إضافة ملعقة صغيرة من البيكربونات/10 لترات من الخليط. يجب تصفية المنتج النهائي وتعبئته في زجاجة نظيفة ومعقمة. ويمكن بسترة الزجاجات في الماء المغلي لمدة 10 دقائق ليحصل المنتج على فترة صلاحية أطول. وينبغي تخزين الخل في مكان جاف وبارد بعيداً عن أشعة الشمس.



هاء. صنع الصلصة

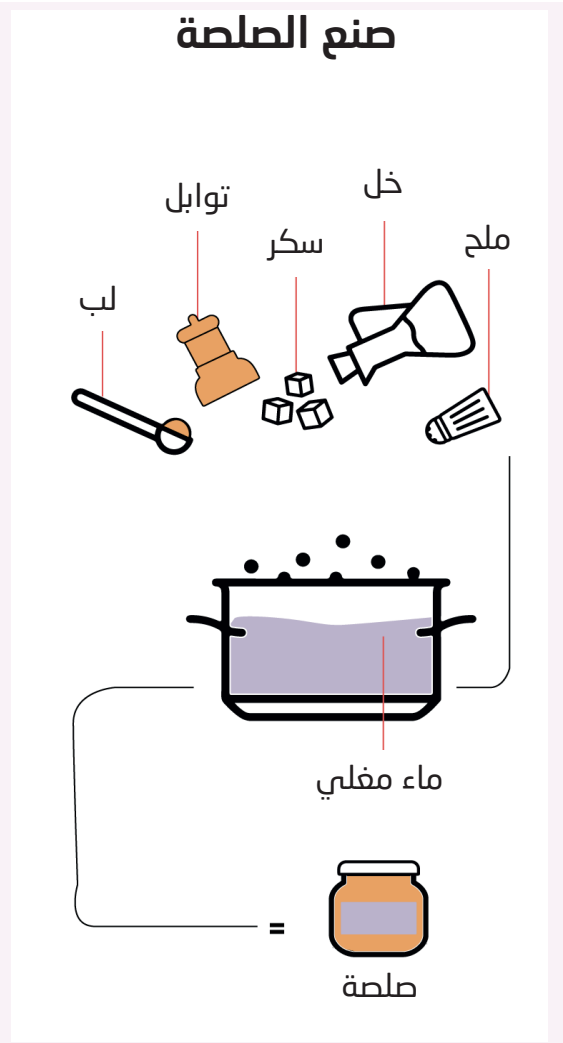
تصنع الصلصات عادة من مزيج من الفواكه أو الخضار ذات اللب، المغلي مع الملح والسكر والتوابل والخل. يحدد مؤشر الحفظ[9] المقادير التي سيتم استخدامها. ويجب أن يكون فوق 3.6 لحفظ الصلصة لفترة أطول بعد فتح

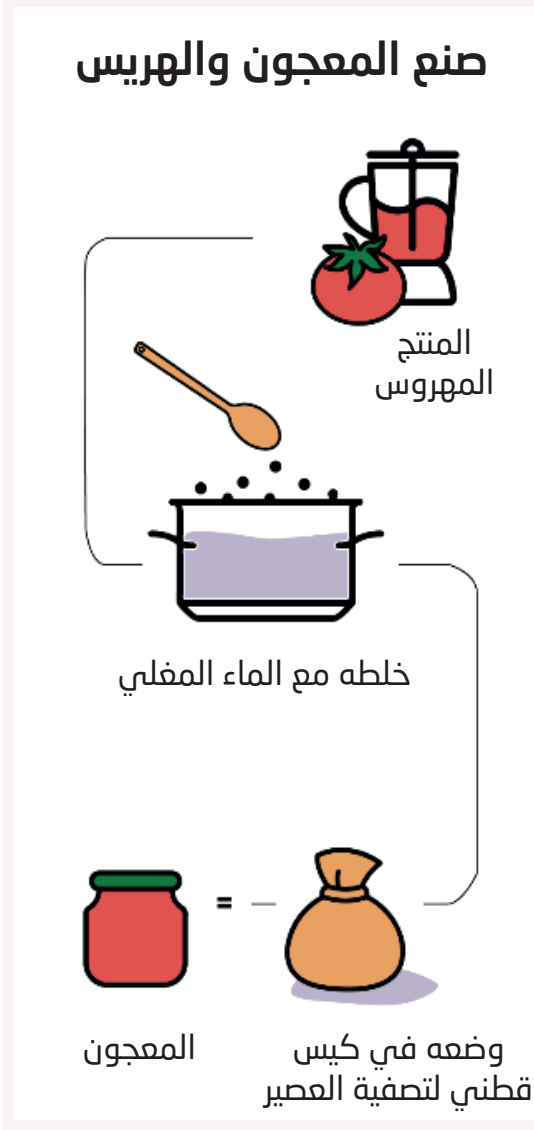
9. "مؤشر الحفظ: يتم احتساب هذا الرقم لإظهار أن كمية الأحماض والسكر والملح كافية لمنع تلف الأطعمة". يمكن احتساب مؤشر الحفظ على النحو التالي: إجمالي الحموضة × 100/(100 - إجمالي المواد الصلبة) = ما لا يقل عن 3.6 (يُقاس السكر بصفته 'إجمالي المواد الصلبة') (UNIDO, 2004).

الإناء. وتستخدم الفواكه أو الخضار الناضجة ولكن ليس بشكل مفرط لصنع الصلصات، ولا ينبغي أن تكون تالفة أو متضررة بشدة. بعد غسلها بالماء النظيف، يتم تقشيرها وتقطيعها وإزالة لبها. ويمكن استخدام طريقة السلق وهي عبارة عن غمس الخضار في الماء المغلي من 5 إلى 10 دقائق لتطرية الأنسجة وتسهيل التقشير وتلف الإنزيمات والميكروبات؛ وتستخدم عادة للطماطم. ويمكن جمع اللب بواسطة ماكنة تسييل الفواكه والخضار وهي ماكنة لفصل اللب يدوياً أو آلياً. في صلصة الطماطم النموذجية: يستخدم كغم واحد من الطماطم و10 غرام من الأملاح و200 مل من الخل و80 غرام من السكر مع مزيج من التوابل والأعشاب التي يمكن أن تكون مغمورة في الخليط في كيس موسلين مربوط لإضافة المزيد من النكهة وتتم إزالته عندما تصبح الصلصة جاهزة. يسخن الخليط لمدة 20 دقيقة على حرارة حوالي 90 درجة مئوية ويستمر تحريك الخليط لتجنب احتراقه، ويُضاف الخل في نهاية الغليان. ثم تُعبأ الصلصة في جرات معقمة مسبقاً وتتم بسترتها في الجرات بعد تعبئتها وتُترَك لتبرد قبل تخزينها في مكان بارد وجاف بعيداً عن أشعة الشمس.

واو. صنع المعجون والهريس

تُهرس الفواكه أو الخضار حتى تشكل منتجاً سميكاً وسلساً ويتم غليها ليتبخّر الماء الذي تحتويه ويستمر تحريكها لتجنب احتراقها. وينبغي أن يكون تركيز المواد





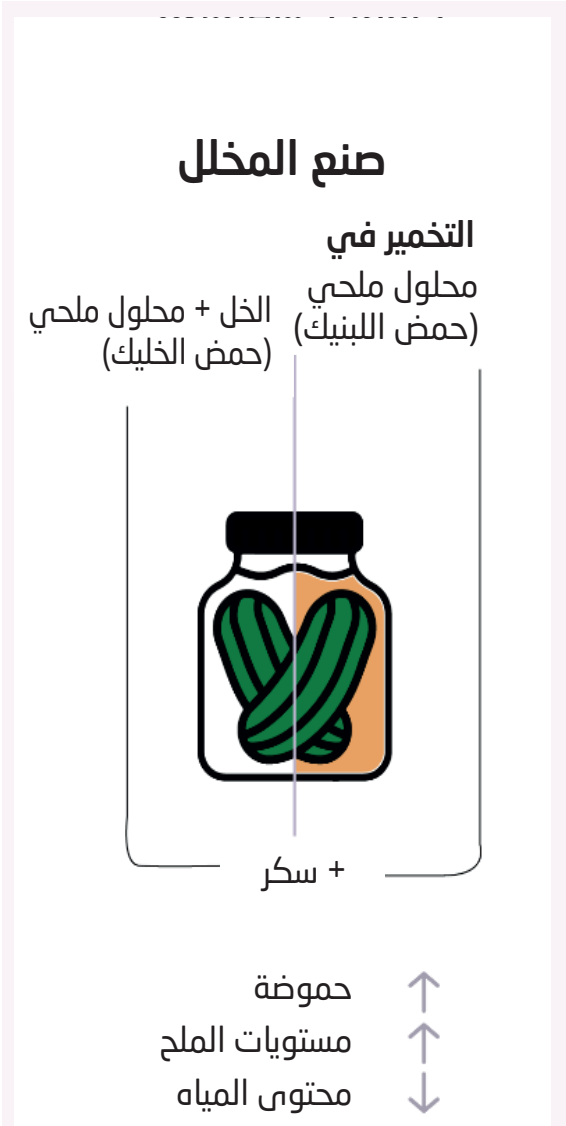
الصلبة في المنتج النهائي حوالي 36 في المائة (UNIDO, 2004). ومن الأمثلة الشائعة على هريس الخضار هو هريس الطماطم الذي يمكن تحضيره أيضاً بطريقة غير الطهي. تكون هذه الطريقة الأخيرة بتعليق لب الطماطم في كيس قطني معقم لمدة ساعة لتصفية العصير حتى يفقد اللب نصف وزنه. ثم يضاف 2.5 في المائة من الملح إلى المركّز الذي يتم تعليقه مجدداً لتصفيته لمدة ساعة أخرى حتى يصبح وزنه ثلث وزن اللب الأصلي. لتحضير 1.5 كغم من معجون الطماطم بطريقة غير الطهي، يتم استخدام 15 كغم من الطماطم و250 غرام من الملح (Azam Ali, 2008).

زين. صنع المخلل

تستخدم طريقتان بشكل رئيسي لإنتاج المخللات. إن الطريقة الأولى هي من خلال عملية التخمير عن طريق حفظ الخضار في محلول ملحي (2-5 في المائة ملح) مما يسمح بالنمو الطبيعي للبكتيريا التي تخمّر السكر لإنتاج حمض اللبنيك، وتضاف أحياناً كمية إضافية من السكر لتعزيز التخمير. أما الطريقة الأخرى فهي من خلال غمر الخضار في الخل (حمض الخليك) مع محلول ملحي وكمية صغيرة من السكر. تخلق الحموضة العالية، وارتفاع مستويات الملح وانخفاض محتوى المياه ظروف حفظ جيدة للمنتج وتمنع انتشار الكائنات الدقيقة غير المرغوب فيها. كما تتم بسترة المنتجات المخللة لتجنب تلفها والقضاء على أي كائنات دقيقة مقاومة للملح أو الحمض التي يمكن أن تنمو بعد فتح الجرات. وفي صنع المخلل، يمكن قطع الخضار أو تقطيعه إلى شرائح أو تخليله ككل، وفي هذه الحالة ينصح بفرزه وتصنيفه من أجل الحصول على منتج متجانس.

1. اختبار الحموضة

تتوفر عدة طرق لاختبار حموضة الطعام. يتم عادة استخدام ورق فحص الرقم الهيدروجيني ويشير تغيُّر لونه إلى درجة الحموضة كما هي محددة في الجدول المرفق بالورق. كما يمكن استخدام مقياس الرقم الهيدروجيني لهذا الغرض، وهو جهاز إلكتروني محمول. لكن، لقياس مقدار الحمض في الطعام (حمض الستريك، حمض الخليك، إلخ)، يمكن معايرة الحمض بمحلول هيدروكسيد الصوديوم.



تصنيع منتجات الألبان

ألف. البسترة

تعتبر البسترة خطوة أساسية في تصنيع الحليب. وتتألف من تسخين الحليب لمدة 30 دقيقة للوصول إلى 63 درجة مئوية لضمان القضاء على البكتيريا والكائنات الدقيقة الأخرى التي يمكن أن تكون ضارة بصحة المستهلك. كما أن البسترة مهمة لضمان حفظ الحليب ومنتجات الحليب لفترة أطول. بالنسبة للمنتجين على نطاق صغير، تتم البسترة من خلال تسخين الحليب بشكل غير مباشر في غلايات مزدوجة الغلاف. ويوجد طرق أخرى للبسترة تستخدم في إنتاج كميات أكبر مثل البسترة على درجة حرارة عالية لوقت قصير (HTST) (72 درجة مئوية لمدة 15 دقيقة)، وتستخدم لعمليات تصنيع الكميات الكبيرة (أكثر من 250 لتر/الساعة)، أو البسترة على درجة حرارة عالية جداً (UHT) (135 درجة مئوية)، وتستخدمها المصانع الكبيرة وتتطلب آلات خاصة.

باء. تحضير الزبدة والسمن

الخطوة الأولى في تحضير الزبدة أو السمن هي فصل القشدة عن الحليب أو نزع دسمه. ويمكن فصل القشدة عن طريق الطرد المركزي الذي يتطلب جهاز طرد مركزي أو عن طريق الجاذبية بالسماح للحليب بأن ينزل إلى القعر وللقشدة بأن تطفو على سطح الحليب لتتم إزالتها. لتكون عملية نزع الدسم أكثر كفاءة، يجب أن تكون حرارة الحليب 45 درجة مئوية.

1. تحضير الزبدة

من حيث المبدأ، تحتوي الزبدة على حوالي 80 في المائة من الدهون و16 في المائة من الرطوبة و2 في المائة من الحليب الصلب غير الدهني (Tessema, A. and Tibbo, M. 2009). لتحضيرها، يتم استخدام ممخضة الزبدة لمخض القشدة أو هزِّها حتى تشكيل حبيبات الزبدة. تتم تعبئة نصف الممخضة بالزبدة كحد أقصى ويتم تشغيلها حتى تصل حبيبات الزبدة إلى حجم ذي نسيج صلب. ويجب ألا تتخطى حرارة القشدة 15 درجة مئوية خلال هذه العملية.

2. تحضير السمن

يتكون السمن بالكامل تقريباً من زبدة الحليب (99.9 في المائة) مما يتطلب إزالة الرطوبة عن طريق التبخر. ويتم تسخين الزبدة على نار بطيئة حتى تصل الحرارة إلى 120-125 درجة مئوية وتتبخر الرطوبة بالكامل.

جيم. الزبادي (اللبن)

ينتج الزبادي عن تخمير الحليب حيث يتم تحويل اللاكتوز إلى حمض اللبنيك من خلال تدخل البكتيريا (Lactobacillus delbruekii sp. bulgaricus and Streptococcus thermophilus). للحصول على الزبادي، يتم تسخين الحليب المصفى على حرارة 90-95 درجة مئوية لمدة 45 دقيقة تقريباً. ويُترَك ليبرد ويصل إلى حوالي 42 درجة مئوية قبل تلقيحه بـ 2 في المائة من مستنبت الزبادي الذي يحتوي على البكتيريا المطلوبة للتخمير. ويمكن في هذه المرحلة تعبئة الزبادي في حاويات نظيفة وتركها لتحتضن

لمدة أربع ساعات. وينبغي تخزينها في وقت لاحق على درجة حرارة باردة (4 درجات مئوية). وتشمل المنتجات الفرعية للزبادي التي يتم إنتاجها في المنطقة العربية اللبنة والكشك والجميد:

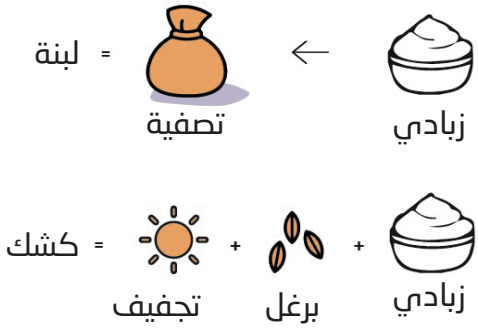
1. اللبنة

اللبنة هي شكل من أشكال الزبادي الجاف. لتحضيرها، يتم نقل الزبادي إلى أكياس قطنية ويُترَك ليصفّى من ليلة إلى ضحاها. واللبنة هي المنتج المتبقي في الكيس وهي جاهزة للاستهلاك أو البيع.

2. الكشك

الكشك منتج لبناني تقليدي من منتجات الألبان يتم تحضيره بالبرغل (القمح الجاف المجروش) المخمّر في الزبادي. تتم هذه العملية بنقع البرغل في الزبادي وفرك الخليط لضمان الامتصاص الكامل للزبادي. وتتكرر هذه الخطوة يومياً لمدة أربعة أيام مع إضافة الزبادي والملح إلى الخليط. ويُترَك الخليط ليتخمّر لمدة تسعة أيام وبعد ذلك يصبح "الكشك الأخضر" جاهزاً للاستهلاك أو الحفظ في الزيت لاستخدامه في وقت لاحق. كما يمكن تجفيف الكشك لحفظه لمدة أطول. ويتم ذلك عن طريق فرش الكشك الأخضر على قماش نظيف تحت أشعة الشمس المباشرة وفركه كل صباح لضمان حسن تجفيفه. وقد ثبت أن المجففات الشمسية مفيدة وصحية أكثر لتحضير الكشك الجاف. وأخيراً، عندما يجف الكشك تماماً، يُطحن في المطحنة ليصبح على شكل مسحوق ناعم جاهز للبيع[10].

المنتجات الفرعية للزبادي



3. الجميد

الجميد منتج أردني تقليدي من منتجات الألبان يتم تحضيره من الزبادي الجاف المصنوع من حليب الأغنام أو الماعز أو البقر وغيرها. وتتضمن طريقة تحضير الجميد الخطوات التالية[11]:

- تسخين الحليب على حرارة حوالي 50 إلى 60 درجة مئوية وإضافة بادئة التخمر من الزبادي بنسبة 5-6 في المائة وتركه ليتخمّر لمدة 6 إلى 12 ساعة على درجة حرارة دافئة.
- إضافة الثلج إلى الزبادي وتركه من ليلة إلى ضحاها للسماح بتشكّل الزبدة.
- تمخيضه لمدة 4 إلى 6 ساعات لنزع الدسم عن الزبادي.
- تسخين الزبادي منزوع الدسم حتى فصل مصل الزبادي ثم تصفيته في أكياس القماش على درجة حرارة الغرفة إلى حين الحصول على معجون مناسب.
- إضافة 5 في المائة ملح إلى المعجون ثم عجنه وتحديد شكله وتجفيفه قبل تغليف الجميد وتسويقه.

دال. الجبن

يستند صنع الجبن إلى مبدأ تخثر البروتين في الحليب لتشكيل الخثارة التي يتم فصلها بعد ذلك عن مصل الزبادي السائل. وتوجد أنواع كثيرة من الجبن في جميع أنحاء العالم، ويرجع هذا التنوع في النكهات والملمس إلى الاختلاف في ظروف التصنيع، ونوع وأصل الحليب، وكمية الدهون في الحليب، والبكتيريا التي تستخدم لتخمير الحليب وفترة الإنضاج وغيرها من العوامل. كما بالنسبة للزبدة والسمن، يجب فصل القشدة عن الحليب في صنع الجبن. ويمكن تخثير البروتين باستخدام المنفحة[12]،

10. Chedid and others, 2018.
11. Al-Saed and others, 2012.

أو التخمير لصنع حمض اللبنيك، أو عن طريق إضافة الحمض (مثل عصير الليم أو الخل) أو الغلي باستخدام مستخلصات نباتية. ويتشكّل هلام شبه صلب من تختر بروتينات الحليب؛ ويُفصل مصل الزبادي عن الخثارة عن طريق إنتاج حمض اللبنيك الذي يحدد أيضاً نكهة الجبن وملمسه النهائي. ثم تُقطّع الخثارة ويحدد شكلها باستخدام قواطع الخثارة على سبيل المثال.

12. إنزيم موجود في المعدة الرابعة للحيوانات المجترة، أو مُعدّ صناعياً (Fellows and Axtell Eds, 2008).

العمليات الخضراء ذات الصلة

في حين تعتبر عملية التصنيع الغذائي تكنولوجيا موثوقة للحد من هدر الأغذية وبالتالي المساهمة في الأمن الغذائي وحماية البيئة، فإنها تمثل مجموعة متنوعة من العمليات التي يمكن أن تتطلب الكثير من موارد الطاقة والمياه طوال المراحل المختلفة لتحضير المنتجات. ويمكن معالجة ذلك من خلال الجمع بين الممارسات الجيدة الأخرى والتكنولوجيات الخضراء وعملية التصنيع الغذائي للحد من اعتمادها على الطاقة غير المتجددة وزيادة كفاءتها في استخدام الموارد الطبيعية الأخرى مثل المياه. ولا تعود هذه التكنولوجيات بالفائدة على البيئة فحسب، بل تقدم فوائد اقتصادية أيضاً على المدى الطويل[13]. وتشمل هذه التكنولوجيات ما يلي:

- استخدام الطاقة المتجددة: تمثل تكنولوجيات الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة وغيرها مصدراً بديلاً للطاقة والحرارة يمكن استخدامها داخل مرفق صغير للتصنيع الغذائي على مختلف مستويات التشغيل. وفي تقرير الإسكوا "الحلول التكنولوجية للطاقة المتجددة الصغيرة السعة في المنطقة العربية: مجموعة الأدوات التنفيذية"، الذي وضع في إطار مشروع المبادرة الإقليمية لنشر تطبيقات الطاقة المتجددة صغيرة السعة في المناطق الريفية في المنطقة العربية في عام 2020، نوقشت عدة تطبيقات لتكنولوجيات الطاقة المتجددة المستخدمة في الزراعة والتصنيع الغذائي[14]. وتشمل هذه التكنولوجيات ما يلي: المجففات الشمسية التي تعتمد على الإشعاع الشمسي أو المجففات التي تعمل بالكتلة الأحيائية أو الغاز الحيوي المستخدم في تجفيف الأغذية، أو الألواح الكهروضوئية الشمسية، أو تربينات الرياح أو الوقود الأحيائي المستخدم لتشغيل مطاحن الحبوب، أو التبريد الذي يعمل بالطاقة الشمسية (الكهروضوئية أو الحرارية) أو حرّاق الغاز الحيوي، واستخدام مواقد الطهي المحسنة (ICS) المصممة لزيادة كفاءة الاحتراق والحد من التلوث أو مواقد الوقود الأحيائي والغاز الحيوي وغيرها للطهي، إلخ. كما يمكن استخدام تكنولوجيات الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح الصغيرة خارج الشبكة وغيرها من حلول الطاقة المتجددة لتوليد الطاقة لأغراض الإضاءة أو لتشغيل الأجهزة داخل مرفق صغير السعة للتصنيع الغذائي. وتشمل هذه الأجهزة الخلاطات، والهزازات، والغلايات، والعجانات، وآلات وضع العلامات والتعبئة والتغليف، وأجهزة لتبريد منتجات الألبان وتخزينها بشكل آمن مثل الثلاجات وخزانات التبريد ومكيفات الهواء. بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام ألواح تجميع الطاقة الشمسية الحرارية لتسخين المياه المطلوبة أيضاً في مرافق التصنيع الغذائي لتحضير المنتجات وتنظيف المعدات وغيرها من الأنشطة.

- حصاد مياه الأمطار: نظراً للاستخدام المكثف للمياه كأحد المكونات في التصنيع الغذائي وفي عدة عمليات مثل الغسيل (المنتجات الغذائية والرزم والجرات والأماكن)، يمكن أن يكون حصاد مياه الأمطار مصدراً إضافياً جيداً للمياه لاستخدامها في معالجات الأغذية على نطاق صغير، شريطة أن تعالج مياه الأمطار معالجة سليمة، لا سيما عند استخدامها في اتصال مباشر مع المنتجات الغذائية.

- معالجة المياه الرمادية وإعادة استخدامها: يمكن إنشاء نظام لتجميع المياه المستخدمة في عمليات مثل التعقيم والغسيل وأنشطة التنظيف داخل المباني لمعالجة المياه وإعادة تدويرها بغية استخدامها لاحقاً. ويمكن إعادة استخدام المياه من مراحل أنظف

13. Lee and Okos, 2011.

14. المبادرة الإقليمية لنشر تطبيقات الطاقة المتجددة صغيرة السعة في المناطق الريفية في المنطقة العربية (REGEND): مشروع تنفّذه الإسكوا وتموّله وكالة التنمية الدولية السويدية (سيدا)، مع شركاء التنفيذ، بما فيهم جامعة الدول العربية، والوزارات ذات الصلة، وغيرها من المنظمات الإقليمية والوطنية ذات الصلة. للمزيد من المعلومات، يرجى الاطلاع على الموقع التالي: https://www.unescwa.org/ar/regend

من الإنتاج (مثال تعقيم المنتجات ومواد التعبئة والتغليف) في مراحل لاحقة أقل نظافة.

- استخدام تغليف الأغذية المراعي للبيئة: استخدام التغليف القابل للتحلل، والقابل لإعادة التدوير، والتقليل من استخدام المواد في التغليف، وزيادة المحتوى المعاد تدويره، والخالي من المكونات السامة[15].

- الممارسات الجيدة الأخرى[16]:
  - الصيانة الجيدة والمنتظمة للمعدات وشبكة المياه والأنظمة داخل المنشأة للحد من التسربات (المياه والوقود وسائل التبريد) لضمان كفاءة استخدام الطاقة والمياه والمدخلات.
  - التنظيف الجاف الأولي للمباني والآلات (من دون مياه) للحد من كميات المياه اللازمة للتنظيف.
  - يمكن استخدام المعدات الخاصة التي يمكنها تنظيم استهلاك المياه والتحكم به مثل فوهات رذاذ المياه في الغسيل أو خراطيم المياه عالية الضغط للتنظيف.
  - إيقاف تشغيل المياه والكهرباء عند عدم استخدامها.
  - استخدام النفايات العضوية كعلف أو تحويلها إلى سماد/سماد عضوي.
  - استخدام تقنيات محسنة لتقليل الخسائر في الأغذية خلال بعض العمليات مثل التقشير.

15. Boye and Arcand, 2012.
16. The Cadmus Group, Inc., 2013.

اعتبارات التصميم

بغض النظر عن نوع تقنية الحفظ، ينبغي اتباع المبادئ الأساسية للممارسة الجيدة[17] ومراعاة عدة عوامل لتحسين نظافة المنتجات وجودتها. وتتمثل الأهداف الرئيسية فيما يلي:

- استخدام معدات محددة للتصنيع الغذائي.
- احترام ومراقبة درجة حرارة الأغذية والتوقيت عند تصنيعها.
- ضمان النظافة الصحية الجيدة في مكان العمل.
- ضمان جودة المواد الخام وكل مكون من المكونات ومواصفاتها المناسبة.
- استخدام كميات ونسب دقيقة من المكونات المختلفة.
- قياس المعايير الكيميائية مثل الرقم الهيدروجيني والحموضة والمواد الصلبة القابلة للذوبان.
- مراقبة جودة المياه المستخدمة في مختلف مراحل الإنتاج. يجب أن تكون مناسبة للاستهلاك البشري وينبغي اختبارها بانتظام.

د. ضمان أخذ العينات والتحليل بانتظام وفقاً للمعايير واللوائح لضمان جودة المنتج النهائي[18].

ه. اختيار أفضل المواد والشروط للتعبئة والتغليف.

و. مراعاة قيود الحجم لكل عبوة.

ز. وجود قوى عاملة متوفرة عند الحاجة.

ح. دراسة جهوزية السوق لاستقبال المنتجات المصنّعة.

إن توفير منتج آمن للمستهلك هو الهاجس الأول لدى منتجي الأغذية. وينبغي أن يكون ذلك جزءاً أساسياً من عملية التخطيط للأغذية وتحضيرها وإنتاجها نظراً إلى أن أي إهمال للسلامة يمكن أن يؤدي إلى تهديد خطير للصحة العامة. ويعتبر نظام تحليل المخاطر ونقاط المراقبة الحرجة (HACCP) طريقة إدارة هامة لضمان سلامة الأغذية. يقوم هذا النظام على الوقاية من الأخطار لإنتاج الغذاء الآمن لأنه يسمح بتحليل المخاطر والسيطرة عليها في جميع مراحل التصنيع الغذائي من مناولة المنتج الغذائي إلى استهلاكه.

17. Azam Ali, 2008.
18. Paltrinieri and others, 1997.

مزايا التكنولوجيا وتحديات تطبيقها

يتضمن هذا القسم المزايا وتحديات التطبيق الرئيسية للتصنيع الغذائي.

المزايا الرئيسية

- المساهمة في ضمان الأمن الغذائي.
- إطالة مدة صلاحية الأغذية وجعل الطعام أكثر أماناً عن طريق تعطيل عملية التلف وعمل الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض.
- الحد من النفايات بعد الحصاد وخلق منتجات جديدة من المنتجات الزراعية التي تشوبها بعض العيوب أو الفائضة.
- مساعدة المزارعين على تسويق منتجاتهم خارج موسمها.
- توليد فرص عمل جديدة ودخل إضافي للمجتمعات المحلية: بيع بعض المنتجات المصنّعة يمكن أن يكون أكثر ربحية من بيع المنتجات الطازجة.
- تصنيع مجموعة متنوعة من المنتجات الجديدة ذات الفوائد الغذائية الإضافية.
- خلق الفرص للاستفادة من السوق الدولية لتسويق السلع التقليدية العالية الجودة.
- جعل المنتجات الغذائية أكثر ملاءمة للنقل والتخزين.
- توفير فرصة تعليمية: تشمل عملية التصنيع الغذائي عنصراً ثقافياً لأنها تسمح للمجتمعات المحلية بالتعامل أكثر مع الأنواع النباتية والحيوانية المحلية والأغذية التقليدية.

تحديات التطبيق الرئيسية

- في حين أن عملية التصنيع الغذائي بمثابة فرصة تعليمية، تتطلب تدريباً وخبرة مناسبين لإنتاج منتج بنوعية جيدة؛ مما قد يثني الناس عن اعتماد التصنيع الغذائي كمشروع صغير.
- في المناطق الريفية، غالباً ما تكون عمليات التصنيع الغذائي يدوية، مما يؤدي إلى ارتفاع الخسائر في الأغذية.
- قد تؤدي بعض طرق التصنيع الغذائي إلى فقدان المغذيات في الأغذية أو زيادة المكونات الغذائية غير الصحية مثل السكر والدهون المشبعة.
- قد تؤدي قلة النظافة الصحية وسوء المناولة في التصنيع الغذائي إلى زيادة المخاطر الصحية على المستهلكين.
- تسود مخاوف حول سلامة الأغذية مرتبطة بالمواد المسببة للحساسية غير المعلنة وسوء الترويج للعلامات التجارية والتلوث.
- قد تنتج أضرار عن نفايات تغليف الأغذية المصنعة بطريقة لا تتوافق مع المعايير المراعية للبيئة.

المراجع

Al-Saed, A.K., Al-Groum, R.M. and Al-Dabbas, M.M. (2012). Implementation of hazard analysis critical control point in jameed production. Food Science and Technology International. Vol. 18, No. 3, pp. 229-239. Available from: https://www.researchgate.net/publication/225375818_Implementation_of_hazard_analysis_critical_control_point_in_jameed_production.

Axtell, B. and Fellows, P.J. (Eds). Opportunities in fruit and vegetable processing. Opportunities in food processing series. Wageningen: ACP-EU Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA), 2008. 212 pages. Available from: https://publications.cta.int/media/publications/downloads/1452_PDF.pdf?

Azam Ali, Susan (2008). Home-based fruit and vegetable processing: a manual for field workers and trainers, Book 2: Practical Guidance and Recipes. Charlotte Dufour, eds. Food and Agriculture Organization of the United Nations and the Ministry of Agriculture, Irrigation and Livestock, Government of Afghanistan. Available from: http://www.fao.org/3/a1549e/a1549e00.pdf.

Boye, Joyce I., and Arcand, Yves (2012). Current Trends in Green Technologies in Food Production and Processing. Food Engineering Reviews (2013), vol. 5, pp. 1-17. Available from: https://www.researchgate.net/publication/257780846_Current_Trends_in_Green_Technologies_in_Food_Production_and_Processing.

Chedid, Mabelle; Tohmé, Salwa T.; Ali Chalak, Ali; Karam, Sarah and Hamadeh, Shadi K. (2018). The Lebanese Kishk: A Traditional Dairy Product in a Changing Local Food System. Journal of Food Research. Vol. 7, No. 5, pp. 16-23. Available at: https://www.researchgate.net/publication/325703800_The_Lebanese_Kishk_A_Traditional_Dairy_Product_in_a_Changing_Local_Food_System.

Fellows, P.J. and Axtell, B. (Eds). Setting up and running a small-scale dairy processing business. Opportunities in food processing series. Wageningen: ACP-EU Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA), 2008. 188 pages. Available from ; https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/52216/CTA_OFP-Dairy_prF_amended%28l-r%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Lee, W. and Okos, M. R. (2011). Sustainable food processing systems - Path to a zero discharge: reduction of water, waste and energy. Procedia Food Science. 11th International Congress on Engineering and Food (ICEF11). Vol. 1, pp. 1768-1777. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211601X11002616.

Paltrinieri, Gaetano; Figuerola, Fernando and Rojas, Loreto (1997) Technical manual on small-scale processing of fruits and vegetables. FAO Regional office for Latin America and The Caribbean. Santiago, Chile. Available from: http://www.fao.org/3/

x0209e/x0209e00.htm#TopOfPage.

Tessema, A. and Tibbo, M. (2009). Milk processing technologies for small-scale producers. Technical Bulletin No. 3. ICARDA. Available from: https://www.researchgate.net/publication/304526128_Milk_processing_technologies_for_small-scale_producers.

The Cadmus Group, Inc. under USAID's Global Environmental Management Support Program (2013). Food Processing: Resource Efficient and Cleaner Production Briefing and Resource Guide for Micro & Small Enterprises. Available from: https://usaidgems.org/Documents/MSEs/USAID_MSE_Sector_Guideline_Food_Processing_2013.pdf.

United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) (2004). Small-scale Fruit and Vegetable Processing and Products: Production Methods, Equipment and Quality Assurance Practices. Vienna. Available from: https://www.unido.org/sites/default/files/2009-05/Small_scale_fruit_and_vegetable_processing_and_products_0.pdf.

21-00575