مدونة الممارسات لتخفيض الأكريلاميد في الأغذية

CXC 67-2009

مقدمة

1. يعود القلق الحالي من وجود الأكريلاميد في الغذاء إلى سنة 2002. إذ أفاد علماء سويديون بأن كميات الأكريلاميد التي تصل إلى "ملغ/كلغ" قادرة على التشكل في الأغذية الغنية بالكاربوهيدرات، أثناء الطبخ في درجات حرارة مرتفعة، على سبيل المثال، أثناء القلي والخَبز والتحميص وتحميص الخبز والشواء. تم تأكيد هذه النتائج بسرعة من خلال باحثين آخرين، وبالتالي، إزدادت المجهودات العالمية الكبرى للبحث عن المصادر الأساسية للتعرض للملوثات الغذائية، وتقييم المخاطر الصحية ذات الصلة ووضع إستراتيجيات لإدارة المخاطر. تم تقديم تفاصيل لهذه المبادرات العالمية على شبكة منظمة الصحة العالمية / منظمة الأغذية والزراعة للمعلومات حول الأكريلاميد (http://www.acrylamide-food.org) و"قاعدة المعلومات حول الأكريلاميد"[1] http://ec.europa.eu/food/safety/chemical_safety/contaminants/catalogue_en. كما كان هنالك اشتغال على دراسات تخفيف الأكريلاميد التي تم نشرها باللغة الأنجليزية في صندوق أدوات الأكريلاميد الخاص بكنفيدرالية مصانع الأغذية والمشروبات التابعة للإتحاد الأوروبي http://www.fooddrinkeurope.eu/asp/documents/brochures_form.asp?doc_id=65.
2. يتشكل الأكريلاميد أساسا في الأغذية من خلال تفاعل الأسبراجين (حمض أميني) مع السكريات المختزلة (خاصة الغلوكوز والفروكتوز) كجزء من تفاعل ميلارد، بإمكان الأكريلاميد أن يتشكل أيضا من خلال تفاعلات يكون 3- أمينات البروبيوناميد متسببا فيها. يتشكل الأكريلاميد أوليا في ظروف ذات درجات حرارة مرتفعة (عادة أكثر من 120 درجة مائوية) وفي رطوبة منخفضة.
3. قامت لجنة الخبراء المشتركة بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية المعنية بالمواد المضافة إلى الأغذية (JECFA) بتحليل مكثف حول البيانات المتأتية من 24 دولة معظمها متأتية من أوروبا وشمال أمريكا حول حدوث الأكريلاميد. لقد تم الإستنتاج أن أهم مجموعات الأغذية التي تتواجد فيها الأكريلاميد هي البطاطا المقلية[2]، ورقائق البطاطا (شيبس)[3]، والقهوة، والبسكويت[4] / المرطبات، والخبز، واللفافات/ الخبز المحمص. يبقى المدى الكامل لتواجد الأكريلاميد في كامل الحمية الغذائية غير واضح.

---

[1] هي قاعدة بيانات تحتوي على معلومات حول مشاريع ونشاطات الدول الأعضاء في الإتحاد الأوروبي التي تتصل بالأكريلاميد.

[2] منتجات البطاطا المقطعة إلى شرائح سميكة ومقلية (ينبغي الإشارة إليها بالبطاطا المقلية في بعض المناطق بما في ذلك شمال أمريكا، وبالشيبس في المملكة المتحدة).

[3] منتجات الوجبات الخفيفة للبطاطا المقطعة إلى شرائح رقيقة والمقلية (تتضمن الأغذية التي تسمى رقائق البطاطا في بعض المناطق بما في ذلك شمال أمريكا).

النطاق

4. ترشد مدونة الممارسات الحالية السلطات القطرية والمحلية والمصنعين والهيئات الأخرى ذات الصلة بهدف منع وتخفيض تشكّل الأكريلاميد في منتجات البطاطا والحبوب. يشمل الإرشاد ثلاث إستراتيجيات (حيثما تتوفر المعلومة) بهدف تخفيض تشكل الأكريلاميد في منتجات محددة:
   i. المواد الخام،
   ii. مراقبة/إضافة مكونات أخرى،
   iii. التصنيع والمعالجة الحرارية للغذاء.

إعتبارات عامة وقيود وضع التدابير الوقائية

5. لا يمكن أخذ التدابيرالتي تتوجه إلى تخفيض مستويات الأكريلاميد ، بصفة منفردة، دون الإعتبارات الأخرى. ينبغي أخذ الإحتياطات لتجنب الإضرار بالسلامة الكيميائية والمكروبيولوجية الحالية للأغذية. من الضروري أيضا عدم تغيّر الخصائص التغذوية للمنتجات، بالإضافة إلى خصائصها الحسية وقبول المستهلك المعني لهذه المنتجات. مما يعني تقييم جميع إستراتيجيات التخفيض بالنظر إلى فوائدها والتأثيرات الضارة المحتملة. على سبيل المثال:
   i. عندما يتم النظر في دراسة إجراءات وقائية، ينبغي القيام بفحوصات بهدف ضمان عدم حصول زيادة الملوثات الأخرى للعمليات. من ضمن هذه الملوثات، ن-نِتْروزامين والهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات، وكاربامات الإيثيل وفُوران والأمينات الحلقية غير المتجانسة العطرية والحمض الأميني المتحلل بالحرارة.
   ii. ينبغي على الإجراءات الوقائية التي تم تخصيصها من أجل الأكريلاميد ألا تضر بالثبات المكروبيولوجي للمنتج النهائي. بالخصوص، من الضروري إيلاء الإعتبار إلى محتوى المنتج النهائي من الرطوبة.
   iii. ينبغي أخذ الإحتياطات بهدف تجنب التغيّرات الضارة للخاصيات الحسية للمنتج النهائي. يرتبط تشكل الأكريلاميد في المنتج النهائي بإنشاء المميزات الخاصة بلون ونكهة وطعم الأغذية المطبوخة. يتعين تقييم التغيرات المقترحة الخاصة بشروط الطبخ، أو بالأحرى المواد الخام والمكونات الأخرى، من منظار مقبولية المنتج النهائي بالنسبة للمستهلك.
6. قد تكون عمليات تقييم السلامة الرسمية والبرهنة على فاعلية الاستخدام والموافقة التشريعية، ضرورية من أجل المضافات الجديدة المحتملة ومساعدات المعالجة من قبيل أنزيم الأسبراجيناز. تقوم بعض الشركات بإنتاج أنزيم الأسبراجيناز لاستعماله في المنتجات الغذائية ووافقت بعض البلدان عليه باعتباره من مساعدات المعالجة.
7. يجدر الإشارة إلى أنه بالإمكان تغيّر مدى تشكّل الأكريلاميد بشكل كبير على سبيل المثال، داخل دفعة إنتاج تم إنتاجها في نفس المصنع، أو بين المصانع التي تستعمل نفس العملية والمكونات والتركيبات.

[4] منتجات المخبوزة المصنوعة من الحبوب (يتم الإشارة إليها بالبسكويت في بعض المناطق، بما في ذلك شمال أمريكا).

8. ينبغي أن يكون المصنعون واعين بإمكانية تعقيد التجارب المتعلقة بإستراتيجيات التخفيف من جراء تباين محتوى المواد الخام الوافدة وعدم مراقبة أجهزة التسخين جيدا، وذلك من خلال حجب مستويات الأكريلاميد.

المواد الخام

9. هنالك عدد من العوامل التي تؤثر على مستويات السكر المختزل بما في ذلك:

i. الظروف الجوية ومعدل تطبيق السماد – من المعروف أن هذه العوامل تؤثر على مستويات السكريات المختزلة، على الرغم من ذلك، لا توجد معلومات محددة في الوقت الحالي، حول توفر تدابير تخفيض المطبّقة على المصنعين.

ii. الصنف – إختيار أصناف بمستويات دنيا من السكريات المختزلة التي يمكن الوصول إليها قدر الإمكان، مع الأخذ بعين الإعتبارات التغيرات المحلية والموسمية لعمليات الطبخ في درجات حرارة مرتفعة من قبيل القلي والخَبز.

iii. درجة حرارة التخزين ومدته – مراقب ظروف التخزين من المزرعة إلى المصنع، تم تحديد درجة الحرارة التي تتجاوز 6 درجات مائوية كأحد الممارسات الجيدة بالنسبة للتخزين طويل الأمد من أجل التصنيع. تجنب استخدام البطاطا التي تعرضت بشكل مفرط إلى درجات حرارة منخفضة أثناء التخزين مما أدى إلى تراكم السكريات (في درجة حرارة 4-6 درجات مائوية أو أقل) في القلي والتحميص والخَبز في الفرن. في الطقس البارد يجب وقاية البطاطا من الهواء البارد. تجنب ترك شحنات البطاطا في الخارج (بدون حماية) في الليل في درجات حرارة التجمد. تعتبر بعض الأصناف أقل عرضة من غيرها للتحلية في درجات حرارة منخفضة. يوجد معلومات حول بعض الأصناف في قاعدة البيانات الأوروبية للبطاطا المزروعة ومكتب الفدرالية الألمانية لأنواع النباتات.

iv. درجة حرارة ومدة إعادة تكييف– ينبغي إعادة تكييف البطاطا التي تم تخزينها في درجات حرارة منخفضة خلال بضعة أسابيع في درجات حرارة مرتفعة (على سبيل المثال، 12-15 درجة مائوية). ينبغي اتخاذ قرار حول إعادة تكييف البطاطا بالإضافة إلى الفترة الضرورية لإعادة التكييف، بالإستناد إلى نتائج إختبار القلي.

v. حجم الدرنة/ الدرنة غير الناضجة – تحتوي الدرنة غير الناضجة على مستويات أعلى من السكر المختزل وتنتج منتجات مقلية أكثر قتامة مع احتمال احتوائها على مستويات أعلى من الأكريلاميد. ينبغي تجنب وجود درنات غير ناضجة عند اختيار أو فرز أو تصنيف البطاطا في بعض المراحل قبل التصنيع.

الممارسات الموصى بها للقطاع الصناعي من أجل تصنيع منتجات البطاطا (على سبيل المثال، البطاطا المقلية، رقائق البطاطا، وجبات الخفيفة من المصنوعة من البطاطا)

تدابير التخفيف التي تم مناقشتها في الأقسام الحالية ليست مدرجة بحسب الأولية. من المنصوح به اختبار تدابير التخفيض لتحديد أنجحها بالنسبة لمنتوجك.

مرحلة التصنيع	تدابير التخفيض
مواد خام	إختيار أصناف بطاطا بمستويات مخفضة من السكريات المختزلة يمكن الوصول إليها قدر الإمكان، مع الأخذ بعين الإعتبارات الاختلافات المحلية والموسمية. إجراء إختبار على دفعات البطاطا الوافدة للكشف عن مستويات السكريات المختزلة أو قم بإجراء إختبار قلي (بهدف الحصول على لون ذهبي خفيف)
	تجنب إستعمال بطاطا مخزنة في درجة حرارة أقل من 6 درجات مائوية. مراقب ظروف التخزين من المزرعة إلى المصنع و في الطقس البارد ينبغي حماية البطاطا من الهواء البارد. تجنب ترك شحنات البطاطا في الخارج (بدون حماية) في الليل في درجات الحرارة المنخفضة. ينبغي إعادة تكييف البطاطا التي تم تخزينها في درجات حرارة منخفضة لبضعة أسابيع في درجات حرارة مرتفعة (على سبيل المثال، 12- 15 درجة مائوية).
مراقبة / إضافة مكونات أخرى	في حال صنعت الوجبات الخفيفة المستندة إلى البطاطا من المعجنات ينبغي كلما أمكن ذلك، تعويض البطاطا بمكونات أخرى ذات محتوى أقل من السكر المختزل/الأسباراجين على سبيل المثال دقيق الأرز. تجنب إضافة السكريات المختزلة (على سبيل المثال، كعامل تسمير أو ناقل التوابل أو التغليف).
	تبين أن إضافة أنزيم الأسباراجيناز من شأنه أن يقلل الأسباراجين وبالتالي الأكريلاميد في المنتجات المستندة إلى معجنات البطاطا.
	معالجة البطاطا المقلية باستعمال بيروفسفات الصوديوم ومعالجة منتجات البطاطا باستعمال الأيونات الموجبة ثنائية وثلاثية التكافؤ على سبيل المثال بإمكان المعالجة بأملاح الكالسيوم قبل التصنيع أن يساهم في تخفيض الأكريلاميد.

التصنيع والمعالجة الحرارية للغذاء	**البطاطا المقلية:** تبييض شرائط البطاطا في المياه بهدف تخفيض مستويات السكريات المختزلة قبل الطبخ. بإمكان عملية خفض درجة الحموضة بإضافة بيروفُسفات الصوديوم الحمضية أثناء المراحل الأخيرة للتبييض أن تخفض هذه المستويات أكثر. قص شرائط أكثر سُمكا، إذ تبين أن الشرائط ذات حجم 14 × 14 مم تحتوي على مستويات أقل من الأكريلاميد خلافا للشرائط (8 × 8 مم). كلما كان ذلك ضروريا، من خلال قلي البطاطا. **رقائق البطاطا:** بالإمكان تحسين مقاييس المدة ودرجة الحرارة وتجهيزات الطبخ بهدف إنتاج منتج مقرمش ذو لون أصفر ذهبي. عند الإمكان، ينبغي النظر في القلي بتفريغ الهواء بهدف تصنيع بطاطا ذات نسبة كبيرة من السكريات المختزلة. من الموصى به تبريد المنتج سريعا إذا تم استعمال القلي الومضي. يتعين إنجاز فرز اللون في خط التصنيع بهدف إزالة الرقائق الداكنة.

10. عادة ما يكون مثبط الإنبات مهما في المخازن حيث يتم الإحتفاظ بالمنتج في درجات حرارة تتجاوز 6 درجات مائوية، على الرغم من عدم سماح اللوائح المحلية في بعض الحالات باستعمال مثبطات الإنبات.
11. عند الإمكان، ينبغي على مصنعي البطاطا المقلية ورقائق البطاطا أن يقوموا بفحص الدفعات الوافدة من خلال قياس محتوى السكر المختزل أو تقييم لون عينة البطاطا المقلية. بشكل خاص، إختبار قلي البطاطا التي تم تخزينها في درجات حرارة منخفضة لفترات طويلة. عند استعمال الأصناف ذات مستويات غير منخفضة، بما فيه الكفاية، من السكريات المختزلة، بإمكان إعادة التكييف والتبييض قبل عمليات الطبخ في درجات حرارة مرتفعة، والقلي بتفريغ الهواء بغية التسخين، أن تخفض مستوى الأكريلاميد.

مراقبة/إضافة مكونات أخرى

12. بالإمكان، في بعض الأحيان، إستعمال بعض المكونات ذات محتوى منخفض من السكريات المختزلة/ الأَسْباراجين بهدف تعويض البطاطا جزئيا على سبيل المثال دقيق الأرز، من أجل إنتاج الوجبات الخفيفة معادة التشكل أو المستندة إلى البطاطا والمنتجة من عجينة البطاطا.
13. تبين أن إضافة أنزيم الأَسْباراجيناز في منتجات البطاطا من شأنه تخفيض الأسبراجين وبالتالي مستويات الأكريلاميد في منتجات البطاطا المصنوعة من عجينة البطاطا. بإمكان أنزيم الأَسْباراجيناز أن يكون الأنسب للمنتجات الغذائية المصنعة من مواد مُسيّلة أو معجونة. من الناحية العملية، بإمكان الأَسْباراجين أن يخفض الأكريلاميد في رقائق البطاطا مسبقة التصنيع، على الرغم من ذلك، عادة ما تكون مستويات الأَسْباراجين في منتج البطاطا مرتفعة جدا، بالتالي وبهدف الوصول إلى تخفيض هام للأكريميد، ينبغي إضافة كمية كبيرة من أنزيم الأَسْباراجيناز. مما يؤدي إلى منع استعمال الأنزيم في بعض منتجات البطاطا.

14. تم إثبات أن المعالجة باستعمال كاشف على سبيل المثال، بيروفُسفات الصوديوم وأملاح الكالسيوم قبل مرحلة القلي قادرة على تخفيض تشكل الأكريلاميد. ينبغي استعمال المضافات بحسب القانون القطري والدولي.
15. ينبغي أيضا تجنب استعمال السكريات المختزلة من قبيل عامل التسمير وناقل التوابل أو التغليف كلما أمكن ذلك، لأنها قادرة التسبب في تشكيل مستويات مهمة من الأكريلاميد.

تصنيع الغذاء والتسخين

16. بالإمكان تخفيض مساحة السطح، على سبيل المثال بالنسبة للبطاطا المقلية، من خلال قصها لشرائح أكثر سمكا، إذ تبين احتواء الشرائح ذات حجم 14 × 14 مم على مستويات أقل من الأكريلاميد خلافا للشرائح الرقيقة (8 × 8 مم) أو أن إزالة الرقائق صغيرة (القطع الصغيرة من البطاطا) قبل القلي أو بعده يؤدي إلى تخفيض مستويات الأكريلاميد في البطاطا المقلية أو المحمّرة.
17. بالإمكان اعتماد المعالجات بالغسل أو التبييض أو السلق الجزئي لتسرب الأسبراجين / متفاعلات السكريات المختزلة من سطح البطاطا قبل مرحلة الطبخ. بالإمكان إضافة عدة كواشف لتخفيض نسب الحموضة أثناء المراحل الأخيرة من التبييض بهدف مزيد تخفيض مستويات الأكريلاميد، وهي تتضمن معالجة البطاطا المقلية باستعمال بيروفُسفات الصوديوم الحمضية والمعالجة بأملاح الكالسيوم وأملاح الأيونات الموجبة ثنائية وثلاثية التكافؤ (أظهرت هذه الطريقة إمكانية تخفيض تشكل الأكريلاميد في البطاطا المقلية التي صنعت من عجينة البطاطا) والتبييض في محلول كلوريد الصوديوم (بالرغم من أن هذه الطريقة قد تزيد من التعرض لمادة الصوديوم في الأغذية).
    i. أظهر تبييض ونقع البطاطا إمكانية تخفيض مستويات الأكريلاميد ولكن لديها آثار عكسية على نكهة ونسيج المنتج النهائي. بإمكان التبييض أن يؤدي أيضا إلى تسريب الفيتامين س والأملاح من البطاطا. بإمكان مرحلة التبييض قبل القلي/ التحميص أن تخفض محتوى الدهون للمنتج النهائي، ولكن هنالك معلومات متضادة حول هذا الموضوع.
    ii. بإمكان التبييض ألا يكون مناسبا أيضا لبعض المنتجات على سبيل المثال رقائق البطاطا، ذلك أنها قد تسبب كمية امتصاص للرطوبة غير مقبولة، مما يؤدي إلى فقدان التماسك/ الهشاشة أو إمكانية التلف المكروبيولوجي.
18. بالإمكان تخفيض مستويات الأكريلاميد في رقائق البطاطا من خلال التحكم في المدخلات الحرارية. بإمكان القلي بتفريغ الهواء أن يوفر فرصة لتخفيض هذه المستويات في الرقائق المصنوعة من البطاطا ذات المحتوى المرتفع من السكريات المختزلة. بإمكان رقائق البطاطا المبردة بسرعة والمطبوخة بالقلي الومضي أن تقلل مستويات الأكريلاميد في المنتج النهائي. تم إثبات فاعلية التدبير الذي يقوم على الفرز البصري في خط الإنتاج لإزالة الرقائق ذات اللون الداكن، في تخفيض الأكريلاميد. بإمكان الطبخ الجزئي باستعمال حرارة الأشعة تحت الحمراء البعيدة والمعالجات بالبخار الجاف المستخدمة لصنع رقائق ذات دهنيات منخفضة، أن تخفض الأكريلاميد.

19. بهدف الوصول إلى تخفيضات هامة في محتوى البطاطا المقلية من الأكريلاميد، عند طبخ المنتج قبل الاستهلاك مباشرة، قم بتسخين الزيت إلى درجة حرارة لا تتجاوز 170- 175 درجة مائوية وقم بقلي البطاطا ليصبح لونها أصفر ذهبي عوضا عن بني ذهبي. بحسب الطاقة المولدة لحرارة المقلاة، ينبغي أن تمكن كمية البطاطا التي تم وضعها في الزيت من منح درجة حرارة فعلية للقلي تبدأ من 140 درجة مائوية وتنتهي في 160 درجة مائوية. سيزيد الانخفاض في درجة الحرارة لمدة أطول بعد إضافة البطاطا من امتصاص الدهون، وستؤدي درجة حرارة نهاية القلي إلى تشكل الأكريلاميد بنسبة كبيرة.
20. ينبغي أن يضمن مصنعو البطاطا نصف المقلية مسبقة التصنيع أنّ تعليمات الطبخ التي وضعوها على المغلف تتماشى مع ضرورة تخفيض تشكّل الأكريلاميد. في حين أن إقتراح القلي هو أحد المقترحات الموضوعة على مغلف البطاطا المقلية "مسبقة التصنيع"، ينبغي على درجة الحرارة الموصى بها ألا تتجاوز 175 درجة مائوية. ينبغي أن تذكر تعليمات الطبخ أيضا ضرورة قيام المستهلك بتخفيض مدة طبخ الكميات الصغيرة وأن يتم قليها حتى يصبح لونها أصفر ذهبي.
21. يتم تصنيع بعض أنواع البطاطا "في الفرن" أو منتجات البطاطا مسبقة التصنيع بهدف تخزينها في ظروف برودة عوضا عن ظروف التجمد. بالإمكان التخزين في هذه الظروف أن يؤدي إلى الطعم الحلو بسبب التخزين في درجات حرارة منخفضة ويعود ذلك إلى نشاط الأميلاز المتبقي الذي يؤدي إلى تشكّل السكر المختزل من النشا. إذا حدث ذلك، يتعين اعتماد التبييض (لمدة أطول و/أو درجات حرارة أعلى) بهدف تعطيل نشاط الأميلاز.

المواد الخام

22. في العادة، يتراوح الأسبراجين من 75 إلى 2200 مغ/كغ في القمح، ومن 50 إلى 1400 مغ/كغ في الشوفان، ومن 70 إلى 3000 مغ/كغ في الذرة، ومن 319 إلى 880 مغ/كغ في الشيلم، ومن 15 إلى 25 مغ/كغ في الأرز. بسبب مستوى التنوع، قد تكون هنالك إمكانية لتقليل الأكريلاميد من خلال استغلال اختلاف المحتوى من الأسبراجين عند جمع هذه الأصناف. على الرغم من ذلك، في حالات مشابهة للبطاطا، من المحتمل أن تؤدي هذه المقاربات على مهلة هامة، بالإضافة إلى عوامل أخرى من قبيل الإنتاجية والمقاومة للعدوى الفطرية (تشكّل السموم الفطرية في الحقول) التي ينبغي النظر فيها.
23. بإمكان النقص في محتوى التربة من السلفور أن يؤدي إلى زيادة مستويات الأسبراجين في القمح والشعير. بالتالي، ينبغي تجنب التربة التي تحتوي على نقص في الكبريت أو ينبغي تسميدها جيدا. قد يؤدي المستوى العالي من النتروجين في التربة في محتوى أعلى من الأسبراجين في الحبوب وينبغي تجنّب التسميد المفرط باستعمال النتروجين.
24. في منتجات الحبوب الممزوجة، قد يكون هنالك هدف لتخفيض نسبة المصدر السائد للاكريلاميد من خلال دمج الحبوب ذات محتوى أقل من الأسبراجين. على سبيل المثال، قد تتضمن هذه الإستراتيجية تعويض الشعير والقمح بالأرز، إلا أنه من الضروري أخذ التداعيات التغذوية والحسية.

الممارسات الموصى بها للقطاع الصناعي من أجل تصنيع المنتجات المستندة إلى الحبوب (على سبيل المثال، الخبز، خبز مقرمش، البسكويت / مكونات المخابز، حبوب فطور الصباح)

تدابير التخفيف التي تم مناقشتها في الأقسام الحالية ليست مدرجة بحسب الأولية. من المنصوح به اختبار تدابير التخفيض لتحديد أنجحها بالنسبة لمنتوجك.

مرحلة التصنيع	تدابير التخفيض
مواد ١٠	ينبغي تجنب استعمال التربة ذات مستوى غير كاف من السلفور، أو ينبغي تسميدها بطريقة مناسبة. ينبغي تجنب التسميد المفرط باستعمال النتروجين.
مراقبة / إضافة مكونات أخرى	**عموميات:** ينبغي النظر في نوع الدقيق الذي سيتم استعماله. يحتوي دقيق عالي الاستخلاص على أَسْباراجين أقل من الدقيق الكامل. على الرغم من ذلك، تُخفض عملية تقليل الحبوب الكاملة الفوائد التغذوية للمنتج النهائي. ينبغي النظر في تعويض دقيق القمح بدقيق الأرز جزئيا.
	البسكويت / مكونات المخابز عند استعمال الأمونيوم الذي يحتوي على عوامل تخمير، ينبغي النظر في معوضات تحتوي على عوامل تخمير أخرى على سبيل المثال، البوتاسيوم والصوديوم الذي يحتوي على عوامل تخمير. عند إنتاج خبز الزنجبيل ينبغي تعويض الفروكتوز بالغلوكوز. تبين أن إضافة أنزيم الأَسْباراجيناز لتخفيض الأَسْباراجين وبالتالي الأكريلاميد في المنتجات الصلبة المستندة إلى معجنات القمح مثل الكعكات والبسكويت الرقيق.
	الخبز ينبغي تجنب استعمال السكريات المختزلة في الوصفة. بالإمكان إضافة أملاح الكالسيوم، على سبيل المثال كربونات الكلسيوم أن تقلل من تشكل الأكريلاميد.
	حبوب فطور الصباح: تخفيض السكريات المختزلة في مرحلة الطبخ. ينبغي النظر في إسهام المدخلات الأخرى، على سبيل المثال: الجوز المحمص، الفواكه المجففة وما إذا كانت ضرورية، خصوصا عند احتمال إضافتها لمستوى هام من الأكريلاميد.
التصنيع والمعالجة الحرارية للغذاء	**عموميات:** ينبغي عدم الخَبز أكثر من اللازم.
	الخُبز: ينبغي تعديل بيان مدة ودرجة حرارة عملية الخَبز بمعنى، تخفيض درجة حرارة في المراحل الأخيرة عندما يصل المنتج إلى مرحلة الرطوبة المنخفضة. زيادة مدة تخمير عجينة الخبز.
	خبز مقرمش: التحكم في المحتوى النهائي من الرطوبة. بالنسبة للخبز المقرمش غير المخمر، ينبغي مراقبة درجة حرارة العملية وسرعة الفرن.

حبوب فطور الصباح:
ينبغي عدم الإفراط في خبزها أو تحميصها.
ينبغي مراقبة التحميص للوصول إلى منتج ذو لون موحد.

مراقبة / إ

25. ينبغي
نسبة أسبراجين أقل من دقيق القمح الكامل. تبين أن التعويض الجزئي لدقيق القمح بدقيق الأرز من شأنه تخفيض الأكريلاميد في البسكويت الصغير المحلى وفي خبز الزنجبيل. على الرغم من ذلك، سيخفض تقليل المحتوى من القمح الكامل الفوائد التغذوية للمنتج النهائي. يختلف محتوى الأسبراجين بحسب الدقيق وينبغي عند الاختيار الموازنة بين القيمة الغذائية والحد من تشكل الأكريلاميد.

26. أظهر ثنائي كربونات الأمونيوم إمكانيته في زيادة إنتاج الأكريلاميد في المنتج المخبوز. بالتالي، ينبغي على المصنعين النظر في إمكانية التقليل من استعمال أمونيوم يحتوي على عوامل تخمير. ينبغي استعمال المضافات بحسب التشريعات القطرية أو العالمية. ينبغي أن تتضمن عوامل التخمُّرْ المستخدمة تجاريا ما يلي:
    i. ثاني كربونات الصوديوم + محمضات،
    ii. ثاني فوسفات ثاني الصوديوم و ثاني كربونات الصوديوم والأحماض العضوية،
    iii. ثاني كربونات البوتاسيوم + ثاني طرطرات البوتاسيوم،
    iv. ثاني كربونات الصوديوم + بيروفُسفات الصوديوم الحمضية (SAPP)،
    v. من شأن تعويض عوامل التخمير التي تحتوي على الأمونيوم بتلك التي تحتوي على الصوديوم أن يزيد من تعرض الأغذية لمادة الصوديوم مما يؤثر سلبا على الخاصيات المادية لخبز الزنجبيل والخاصيات الحسية للبسكويت. قد يؤدي الجمع بين ثنائي كربونات الصوديوم والأحماض العضوية، على سبيل المثال حمض طارطري و حمض السيتريك، إلى إنتاج منتج ذو تخمر أقل إلى حد ما. ينبغي أن تكون كمية الأحماض العضوية المضافة محدودة، بسبب احتمال تطوّر الطعم الحامض وتسرب الغاز السريع جدا في العجين.
    vi. تتشكل كميات كبيرة من الأكريلاميد إذا كان السكر المختزل مصدره الفروكتوز عوضا عن الغلوكوز. أثبتت التحقيقات التجارية إحتمال نجاح إزالة مصادر الفركتوز أو تعويضه بالغلوكوز في مكونات المنتج (شراب السكر، عصيدة الفاكهة، العسل) على تخفيض تشكّل الأكريلاميد. إذا كان شراب الغلوكوز ضروريا (الذي يعرف أيضا بشراب الذرة في شمال أمريكا)، ينبغي أن يكون مستوى الفروكتوز في هذا الشراب منخفضا قدر الإمكان. يعد تعويض السكريات المختزلة بالسكروز طريقة أخرى فعالة لتخفيض الأكريلاميد في المنتجات الحلوة المخبوزة، إذا كان التسمير أقل أهمية.

27. تبين أن إضافة أنزيم الأَسْباراجيناز قادر على تخفيض الأسبراجين وبالتالي الأكريلاميد في المنتجات الصلبة والمستندة إلى عجينة القمح مثل البسكويت والبسكويت المملح.

28. ينبغي توخي الحذر عند استعمال السكريات المختزلة أثناء تصنيع رقائق فطور الصباح. عند استعمال هذه السكريات عادة ما يتم إضافتها بعد عملية الخَبز، في هذه الحالة لن يحدث

تشكل إضافي للأكريميد. على الرغم من ذلك، يعد إضافة السكريات المختزلة قبل الخَبز مصدرا يمكن تجنبه، لتشكل الأكريلاميد.

29. بإمكان المكونات الصغرى الأخرى أن يكون لها تأثير. إذ تبين حدوث زيادة في تشكّل الأكريلاميد في بعض الوصفات عند زيادة مكونات من قبيل الزنجبيل والعسل والهيل أثناء إنتاج البسكويت. والعكس بالعكس، تبين أن جوز الطيب، في بعض الحالات، يؤدي إلى نقصان الأكريلاميد. بهدف تخفيض مستويات الأكريلاميد في المنتجات النهائية، بإمكان المصنعين أن يفحصوا تأثير مختلف التوابل على وصفاتهم.

30. تبين أن إعادة استعمال المواد (إعادة استعمال البقايا) يزيد من مستويات الأكريلاميد في بعض الحالات، ولكن ليس في غيرها من الحالات. يحتاج المصنعون إلى فحص عمليات تصنيع المنتجات الفردية لتحديد ما إذا كان تخفيض نسبة إعادة استعمال المواد يقلل مستويات الأكريلاميد في منتجاتهم.

تصنيع الأغذية والتسخين

31. يخفض تخمير معجنات خبز القمح بالخميرة محتوى الأسبراجين الحر. يستهلك التخمير لمدة ساعتين معظم الأسبراجين في نماذج عجينة دقيق القمح، وإذا كانت المدة أقل فإنها ستكون غير فعالة، كما هو الحال بالنسبة للتخمر بالعجينة المخمرة.

32. بالإمكان تخفيض تشكّل الأكريلاميد من خلال تغيير بيان المدة - درجة الحرارة لعملية الخبز، وبشكل خاص من خلال تخفيض درجة حرارة المراحل الأخيرة عندما يصل المنتج إلى المرحلة الحساسة الحاسمة من انخفاض الرطوبة المنخفضة. ينبغي ألا يؤدي التعويض من خلال زيادة درجة الحرارة في المراحل الأولى للخبز إلى زيادة هامة في الأكريلاميد، بما أن محتوى الرطوبة في هذه المرحلة ينبغي أن يكون هاما بما فيه الكفاية بهدف الوقاية من تشكّله. بإمكان التحكم الحذر في بيان درجات حرارة ومدة عمل الفرن أن تكون فعالة في تخفيض مستويات الأكريلاميد. تم تطبيق هذه المبادئ بشكل جيد على كل من نموذج البسكويت وأنواع الخبز المقرمش غير المخمرة.

القهوة

33. لا تتوفر حاليا تدابير تجارية لتخفيض الأكريلاميد في القهوة.

34. بينت الدراسات أن تركيزات الأكريلاميد تنخفض عند تخزين مسحوق القهوة في حاويات مغلقة في فترات تخزين طويلة ويتم حاليا العمل على محاولة تحديد الآليات الأساسية التي توفر مزيدا من الفرص، مستقبلا، لتخفيف تشكله. على الرغم من ذلك، من المحتمل أن يؤثر أي تغيير حاصل على بيانات التحميص أو التخزين المقصود لفترات طويلة، بهدف تخفيض مستويات الأكريلاميد، بشكل كبير، على الخاصيات الحسية ومقبولية المستهلك للمنتج.

ممارسات المستهلك

35. ينبغي أن تنظر السلطات القطرية والمحلية في تقديم النصح للمستهلكين بهدف تجنب الإفراط في تسخين البطاطا والمواد الغذائية المستندة إلى الحبوب عند استعمال الحرارة المرتفعة في عمليات الطبخ. بإمكان هذه النصيحة أن تتضمن توصيات بضرورة طبخ

البطاطا المقلية والمحمرة ليصبح لونها أصفر ذهبي عوضا عن بني ذهبي، مع ضمان طبخ الغذاء بالكامل. بالمثل، يمكن نصح المستهلك بالحصول على لون بني خفيف عند تحميص الخبز والمنتجات ذات الصلة.

36. ينبغي على السلطات القطرية والمحلية إيلاء إهتمام إلى تشجيع المستهلكين لتجنب تخزين البطاطا التي يزمع طبخها في درجات حرارة مرتفعة في ظروف تجميد و/أو تبريد.
37. كلما كان ذلك ضروريا، ينبغي على القطاع الصناعي السعي لتقديم النصح إلى المستهلكين حول تعليمات الطبخ والمناولة المناسبة التي تكون قادرة على تخفيض تشكل الأكريلاميد في المنتج.