



INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION  
ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL CAFÉ  
ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ  
ORGANISATION INTERNATIONALE DU CAFÉ

ED 2075/09

30 septembre 2009  
Original : anglais

F

## Code d'usages

### Réduction de l'acrylamide dans les aliments

Le Directeur exécutif présente ses compliments aux Membres et a l'honneur de joindre à la présente, pour information, le Code d'usages pour la prévention de l'acrylamide dans les aliments adopté par la Commission du Codex Alimentarius à sa 32<sup>e</sup> session, du 29 juin au 4 juillet 2009.

## CODE D'USAGES POUR LA RÉDUCTION DE L'ACRYLAMIDE DANS LES ALIMENTS (CAC/RCP 67-2009)

### INTRODUCTION

1. L'inquiétude récente au sujet de la présence d'acrylamide dans les aliments date de 2002. Des scientifiques suédois ont signalé que des quantités d'acrylamide pouvant s'évaluer en mg/kg se forment dans les aliments riches en hydrates de carbone lorsqu'ils sont cuits à haute température, par ex. frites cuites au four, rôtis, grillé (pain) et grillés. Ces résultats ont rapidement été confirmés par d'autres chercheurs ; à la suite de quoi des efforts internationaux importants ont été déployés pour rechercher les principales sources d'exposition alimentaire, évaluer les risques sanitaires connexes et élaborer des stratégies de gestion des risques. Les détails concernant ces initiatives de recherche mondiale sont disponibles auprès du réseau d'information sur l'acrylamide de la FAO et de l'OMS (<http://www.acrylamide-food.org/>) et de la banque de données européenne des activités liées à l'acrylamide<sup>a</sup> présent dans les aliments ([http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/acrylamide\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/acrylamide_en.htm)). Il a été également travaillé sur les études relatives à la réduction de l'acrylamide qui sont rapportées en anglais dans la Boîte d'outils de la CIAA « Acrylamide Tool Box » et à [http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/acrylamide\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/acrylamide_en.htm) et [http://www.ciaa.be/asp/documents/brochures\\_form.asp?doc\\_id=65](http://www.ciaa.be/asp/documents/brochures_form.asp?doc_id=65).
2. La formation de l'acrylamide dans les aliments est principalement liée à la réaction de l'asparagine (un acide aminé) avec les sucres réducteurs (notamment le glucose et le fructose) dans le cadre de la réaction de Maillard ; elle peut aussi être liée aux réactions produites en présence de l'acrylamide. La formation de l'acrylamide a lieu essentiellement dans des conditions de températures élevées (généralement supérieures à 120°C) et d'humidité faible.
3. Le Comité mixte FAO/OMS d'experts sur les additifs alimentaires (JECFA) a entrepris une analyse approfondie des données relatives à l'occurrence de l'acrylamide dans 24 pays, situés pour la plupart en Europe et en Amérique du Nord. Il a conclu que les groupes d'aliments qui y contribuent de façon importante sont les frites<sup>b</sup>, les chips<sup>c</sup>, le café, les biscuits<sup>d</sup>/les pâtisseries, le pain et les petits pains/le pain grillé. L'étendue dans laquelle l'acrylamide est présente dans l'ensemble de l'alimentation reste incertaine.

### CHAMP D'APPLICATION

4. Ce Code d'usages est destiné à fournir aux autorités nationales et locales, aux fabricants et autres organismes pertinents des directives pour empêcher et réduire la formation d'acrylamide dans les produits à base de pommes de terre et les produits à base de céréales. La directive couvre trois stratégies (là où l'information est disponible) pour la diminution de la formation de l'acrylamide dans des produits spécifiques :
  - i. Matières premières;
  - ii. Contrôle / addition d'autres ingrédients ; et
  - iii. La transformation et le traitement thermique des aliments.

<sup>a</sup> Une base de données contenant des informations sur les projets et les activités se rapportant à l'acrylamide dans les Etats membres de l'Union européenne.

<sup>b</sup> Produits à base de pommes de terre grossièrement tranchées et frites (appelés "French fries" dans certaines régions dont l'Amérique du Nord, ou "chips" au Royaume-Uni).

<sup>c</sup> Produits de grignotage à base de pommes de terre finement tranchées et frites (comprend les produits appelés "potato chips" dans certaines régions dont l'Amérique du Nord).

<sup>d</sup> Produits de boulangerie à base de céréales (appelés "cookies" dans certaines régions dont l'Amérique du Nord).

## CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET CONTRAINTES LIÉES À L'ÉLABORATION DES MESURES DE PRÉVENTION

5. Les mesures axées sur la réduction des concentrations d'acrylamide ne peuvent pas être prises isolément des autres considérations. Des précautions sont nécessaires pour éviter de porter atteinte à l'innocuité chimique et microbiologique des aliments. Les qualités nutritionnelles des produits doivent également rester intactes, ainsi que leurs propriétés organoleptiques et l'acceptabilité ultérieure des consommateurs. Cela signifie que toutes les stratégies de minimisation doivent être évaluées en observant leurs bénéfices et tout effet nocif éventuel. Par exemple:
  - i. Lorsque des mesures préventives pour l'acrylamide sont examinées, des contrôles devraient être effectués afin de s'assurer que ces mesures ne vont pas engendrer une augmentation d'autres procédés de contaminants. Ceux-ci comprennent les N-nitrosamines, les hydrocarbures polycycliques aromatiques, les chloropropanols, le carbamate d'éthyle, le furanne, les aminés hétérocycliques aromatiques ainsi que les pyrolysates d'acide aminé.
  - ii. Les mesures de prévention liées à l'acrylamide de doivent pas porter atteinte à la stabilité microbiologique du produit final. En particulier, il est important de prêter attention à la teneur en humidité du produit final.
  - iii. Des précautions doivent être prises afin d'éviter des changements préjudiciables aux propriétés organoleptiques du produit final. La formation de l'acrylamide est intimement associée à la génération des caractéristiques de couleur, de saveur et d'arôme des produits cuits. Les changements proposés au niveau des conditions de cuisson, ou même des matières premières et des autres ingrédients doivent être évalués du point de vue de l'acceptabilité du produit final par le consommateur.
6. Les éventuels nouveaux additifs et auxiliaires technologiques, comme l'asparaginase, devront être soumis à une évaluation de sécurité officielle et faire l'objet d'une démonstration d'efficacité à l'usage avant l'approbation réglementaire. Certaines sociétés produisent actuellement de l'asparaginase pour l'emploi dans les produits alimentaires et certains pays l'ont approuvé en tant qu'auxiliaire technologique.
7. Il devrait être noté que l'étendue de la formation de l'acrylamide peut être assez variable par exemple dans la fabrication par lots dans la même usine de fabrication ou entre des usines de fabrication qui utilisent le même procédé, les mêmes ingrédients et les mêmes formules.
8. Les fabricants doivent d'être conscients du fait que la variabilité dans les matières premières entrantes ainsi que les appareils de chauffe peu contrôlés peuvent compliquer les essais des stratégies de mitigation en occultant les niveaux d'acrylamide.

**PRATIQUES RECOMMANDÉES À L'INDUSTRIE POUR LA PRODUCTION DES PRODUITS À BASE DE POMMES DE TERRE (PAR EX. FRITES, CHIPS, SNACKS À BASE DE POMMES DE TERRE).**

**LES MESURES DE DIMINUTION DÉBATTUES DANS LES SECTIONS SUIVANTES NE SONT PAS RÉPERTORIÉES DANS UN ORDRE DE PRIORITÉ. IL EST RECOMMANDÉ QUE TOUTES LES MESURES DE RÉDUCTION SOIENT TESTÉES AFIN D'IDENTIFIER CELLES QUI SERAIENT LES MIEUX ADAPTÉES À VOTRE PROPRE PRODUIT.**

Étape de la production	Mesures de réduction
Matières premières	<p>Sélectionner des cultivars de pomme de terre avec des teneurs en sucres réducteurs aussi faibles que cela est raisonnablement réalisable en tenant compte de la variabilité régionale et saisonnière.</p> <p>Tester les livraisons d'arrivée des pommes de terre pour les niveaux de sucres réducteurs ou faire un test de friture (viser une couleur dorée claire)</p>
	<p>Eviter l'utilisation de pommes de terre entreposées à moins de 6 °C. Contrôler les conditions d'entreposage de la ferme à l'usine et en cas de temps froid, protéger les pommes de terre de l'air froid. Eviter de laisser les livraisons de pomme de terre à l'extérieur (sans protection) dans des conditions climatiques de temps glacial pendant de longues périodes, par ex. la nuit. Les pommes de terre qui ont été entreposées à des températures basses devraient être reconditionnées pendant quelques semaines à des températures plus élevées (par ex. 12 – 15 °C).</p>
Contrôle / addition d'autres ingrédients	<p>Dans le cas de produits de grignotage à base de pommes de terre produits à partir de pâtes, remplacer si possible une partie de pomme de terre par d'autres ingrédients avec une teneur plus basse en sucres réducteurs/asparagine, par ex. la farine de riz.</p> <p>Eviter l'ajout de sucres réducteurs (par ex. comme un agent de brunissage, support d'épices ou enrobage).</p>
	<p>Il a été montré que l'ajout d'asparaginase dans certains cas réduisait l'asparagine et par conséquent l'acrylamide dans les produits à base de pâte de pommes de terre.</p>
	<p>Le traitement des frites avec le pyrophosphate de sodium et le traitement des produits à base de pommes de terre avec des cations divalents et trivalents par ex. les sels de calcium avant le traitement peut contribuer à la réduction de l'acrylamide.</p>
Transformation et traitement thermique des aliments	<p><b>Frites:</b></p> <p>Blanchir les rondelles de pommes de terre dans l'eau afin de diminuer les niveaux de sucres réducteurs avant la cuisson. L'abaissement du pH avec l'addition de pyrophosphate de sodium acide durant les dernières étapes de blanchiment peut réduire plus avant les niveaux.</p> <p>Coupez des rondelles plus épaisses; il a été démontré que des rondelles de 14x14mm ont des niveaux d'acrylamide plus bas que les rondelles coupées finement (8x8mm).</p> <p>Si cela est adapté, pré-frire les frites.</p>
	<p><b>Chips:</b></p> <p>Optimiser le temps, la température et les installations de cuisson afin de produire un produit croustillant avec une couleur jaune dorée.</p> <p>Si disponible, prendre en considération la friture sous vide pour transformer les pommes de terre avec un niveau élevé de sucres réducteurs.</p> <p>Un refroidissement rapide est recommandé si la technique de la friture instantanée est employée.</p> <p>Réaliser un triage optique électronique afin de retirer les chips foncées.</p>

## MATIÈRES PREMIÈRES

9. Un certain nombre de facteurs influencent la réduction des niveaux de sucre tels que:
  - i. Les conditions climatiques et le taux d'utilisation des engrais – Ces facteurs sont connus pour influencer les niveaux de sucres réducteurs. Toutefois aucune information spécifique sur les mesures de réduction applicables aux fabricants sont disponibles actuellement.
  - ii. Cultivar – Sélectionnez les cultivars avec des teneurs réduites en sucre aussi faibles que cela est raisonnablement réalisable en prenant en compte la variabilité régionale et saisonnière pour des procédés de cuisson à haute température tels que la friture et la cuisson au four.
  - iii. Température d'entreposage et durée – Contrôle des conditions d'entreposage de la ferme à l'usine; Une température de  $>6^{\circ}\text{C}$  a été reconnue comme constituant une bonne pratique pour l'entreposage à long terme pour le traitement. Pour la friture, la cuisson et la cuisson au four, évitez l'emploi de pommes de terre qui ont été soumises durant l'entreposage à des températures excessivement basses (à ou en dessous de  $4\text{-}6^{\circ}\text{C}$ ) qui provoquent l'accumulation de sucres. En cas de temps froid, protégez les pommes de terre de l'air froid. Évitez de laisser les livraisons de pommes de terre à l'extérieur (sans protection) la nuit dans des conditions de temps glacial. Certains cultivars sont moins disposés que d'autres à produire des sucres à basse température. L'information sur certains cultivars est contenue dans une base de données disponible dans la Base de données européenne sur les pommes de terre cultivées ainsi qu'auprès du Bureau fédéral allemand des variétés végétales.
  - iv. Température de reconditionnement et durée – Les pommes de terre qui ont été entreposées à des températures basses devraient être reconditionnées pendant quelques semaines à des températures plus élevées (par ex.  $12\text{--}15^{\circ}\text{C}$ ). La décision de reconditionner les pommes de terre devrait être effectuée sur la base des résultats du test de friture.
  - v. Taille du tubercule/tubercules immatures – Les tubercules immatures ont des niveaux de sucres réducteurs plus élevés et produisent des produits frits plus foncés avec des niveaux d'acrylamide potentiellement plus élevés. La présence de tubercules immatures devrait être évitée en sélectionnant, triant ou calibrant les pommes de terre à une certaine étape avant le traitement.
10. Il est souvent essentiel d'utiliser un inhibiteur de germination dans les entrepôts où les températures sont supérieures à  $6^{\circ}\text{C}$ , bien que les réglementations régionales dans certains cas n'autorisent pas l'utilisation des inhibiteurs de germination.
11. Les fabricants de pommes de terres frites ainsi que de chips devraient, lorsque cela est possible, filtrer les lots entrants en mesurant la teneur en sucres réducteurs ou en évaluant la couleur d'un échantillon frit. En particulier les pommes de terre frites qui ont été entreposées à de basses températures pour de longues périodes. Lors de l'utilisation de cultivars avec des teneurs en sucres réducteurs non suffisantes, le reconditionnement et le blanchiment avant les processus de cuisson à température élevée et la friture sous vide pour la chauffe peuvent diminuer le niveau de l'acrylamide.

## CONTRÔLE/AJOUT D'AUTRES INGRÉDIENTS

12. En ce qui concerne les produits de grignotage à base de pommes de terre, reconstitués ou formés, fabriqués à partir de pâtes de pomme de terre, d'autres ingrédients à plus faible teneur en sucres réducteurs et en asparagine peuvent parfois être utilisés dans certains produits pour remplacer partiellement la pomme de terre par ex. la farine de riz.
13. L'ajout de l'enzyme asparaginase permet de réduire la teneur en asparagine et, de ce fait, de réduire les niveaux d'acrylamide dans les produits à base de pommes de terre fabriqués à partir de pâtes de pommes de terre. L'asparaginase est mieux adaptée aux produits alimentaires fabriqués à partir de matériaux liquides ou en bouillie. Dans la pratique l'asparaginase peut réduire de façon fonctionnelle l'acrylamide dans les chips préfabriquées, toutefois la quantité d'asparagine dans le produit de pomme de terre brut est généralement si élevé qu'afin d'accomplir une diminution significative de l'acrylamide une large quantité d'asparaginase doit être ajoutée. Ceci peut empêcher l'emploi de l'enzyme pour certains produits de pomme de terre.
14. Le traitement à l'aide d'autres réactifs, comme par exemple le pyrophosphate de sodium et les

sels de calcium avant l'étape de la friture permet également, comme il a été démontré, de réduire la formation d'acrylamide. Les additifs devraient être employés conformément à la législation nationale ou internationale.

15. L'emploi de sucres réducteurs en tant qu'agent de brunissage, support d'épices ou enrobage devrait être évité lorsque cela est possible parce qu'ils peuvent provoquer la formation de niveaux significatifs d'acrylamide.

## TRANSFORMATION ET TRAITEMENT THERMIQUE DES ALIMENTS

16. La réduction de la surface de contact peut être employée par exemple dans les frites en coupant les pommes de terre en rondelles plus épaisses ; il a été démontré que des rondelles de 14x14mm contiennent des niveaux d'acrylamide plus bas que les rondelles coupées fines (8x8mm) et que le retrait des fines (les petits fragments de pommes de terre) avant ou après la friture réduit les niveaux d'acrylamide dans les pommes de terre frites ou rôties.
17. Les traitements de lavage, blanchiment ou d'étuvage permettent de lixivier l'asparagine/les sucres réducteurs réactifs de la surface de la pomme de terre avant l'étape de la cuisson. Différents réactifs pour baisser le pH peuvent également être ajoutés durant les dernières étapes du blanchiment pour réduire plus avant les niveaux de l'acrylamide, celles-ci comprennent le traitement des pommes de terre frites avec du pyrophosphate acide de sodium, le traitement avec des sels de calcium et les sels d'un certain nombre d'autres cations divalents et trivalents (cette méthode a prouvé pouvoir diminuer la formation d'acrylamide dans les frites fabriquées à partir de pâte de pommes de terre) ainsi que le blanchiment dans une solution de chlorure de sodium (bien que cette méthode peut augmenter l'exposition diététique au sodium).
  - i. Le trempage ou le blanchiment des pommes de terre a montré réduire les niveaux d'acrylamide mais peut également avoir un effet néfaste sur la saveur et la texture du produit final. Le blanchiment peut aussi conduire à la lixiviation de la vitamine C et de minéraux des pommes de terre. Une étape de blanchiment avant la friture/cuisson peut diminuer la teneur en graisses du produit final, mais il existe des informations contradictoires sur ce sujet.
  - ii. Le blanchiment peut aussi être inapplicable pour certains produits, par exemple les chips, car il peut provoquer une ingestion d'humidité inacceptable, conduisant à une perte de consistance/croustillance ou un dommage microbiologique possible.
18. Les concentrations d'acrylamide dans les chips peuvent être réduites en contrôlant l'apport thermique. La friture sous vide offre la possibilité de réduire les concentrations d'acrylamide dans les chips fabriquées à partir de pommes de terre dont la teneur en sucres est élevée. Le refroidissement rapide des chips soumises à la friture instantanée peut aussi réduire les concentrations d'acrylamide dans le produit final. L'utilisation du triage optique électronique pour éliminer les chips brunies se révèle être un moyen efficace de réduire l'acrylamide. La cuisson partielle ainsi que les traitements à vapeur sèche utilisés pour faire des chips à faible teneur en matières grasses peuvent diminuer également l'acrylamide.
19. Des réductions considérables de la teneur en acrylamide contenue dans les frites peuvent être réalisées en fixant la température au début de la friture à un maximum de 170-175 °C et en les cuisant juste avant leur consommation jusqu'à ce qu'elles atteignent une couleur jaune doré au lieu de brun dorée. Selon la puissance de chauffe de la friture, la quantité de pommes de terre immergée dans l'huile devrait viser à donner une température de friture réelle débutant à environ 140 °C et s'achevant à 160°C. Une diminution plus importante et durable de la température après addition de la pomme de terre augmentera l'ingestion de graisses et une température finale plus élevée résultera en une formation excessive d'acrylamide.
20. Les fabricants de frites préfabriquées devraient s'assurer que les instructions de cuisson inscrites sur l'emballage soient compatibles avec la nécessité de minimiser la formation d'acrylamide. Quand la friture est l'une des options inscrites sur l'emballage des frites « prêtes à cuire au four », la température de friture recommandée ne devrait pas dépasser 175 °C. Les instructions de cuisson devraient aussi indiquer que les consommateurs doivent diminuer le temps de cuisson pour des quantités plus faibles et qu'ils devraient faire cuire les frites jusqu'à obtenir une couleur jaune dorée.

21. Certaines frites « au four » ou produits préfabriqués à base de pommes de terre sont conçus pour un entreposage dans des conditions de réfrigération plutôt que de congélation. L'entreposage à ces températures peut entraîner l'accumulation des sucres liée à la basse température à cause de l'activité de l'amylase résiduelle, qui engendre la formation de sucres réducteurs issus de l'amidon. Si cela était le cas, le blanchiment doit être adapté (durée plus longue et/ou température plus élevée) afin de désactiver complètement l'activité de l'amylase.

**PRATIQUES RECOMMANDÉES À L'INDUSTRIE POUR LA PRODUCTION DES PRODUITS À BASE DE CÉRÉALES (PAR EXEMPLE PAIN, BISCUITS/PRODUITS DE BOULANGERIE, CÉRÉALES POUR PETIT DÉJEUNER).**

**LES MESURES D'ATTÉNUATION PRÉSENTÉES DANS LES SECTIONS SUIVANTES NE SONT PAS RÉPERTORIÉES DANS UN ORDRE DE PRIORITÉ. IL EST RECOMMANDÉ QUE TOUTES LES MESURES DE RÉDUCTION SOIENT TESTÉES AFIN D'IDENTIFIER CELLES QUI SERAIENT LES PLUS ADAPTÉES À VOTRE PROPRE PRODUIT.**

Étape de la production	Mesures de réduction
Matières premières	Les sols pauvres en soufre devraient être évités, ou fertilisés de manière adéquate. Une fertilisation excessive en azote devrait être évitée.
Contrôle / ajout d'autres ingrédients	<p><b>Général:</b> Examiner le type de farine à utiliser. Les farines à extraction élevée contiennent moins d'asparagine de façon significative que les farines complètes. Toutefois, la réduction de la teneur en farine complète réduira les bénéfices nutritionnels du produit final. Examiner la possibilité de remplacer partiellement la farine de blé par de la farine de riz.</p>
	<p><b>Biscuits/produits de boulangeries:</b> Lorsque des agents de levage contenant de l'ammonium sont utilisés, prendre en considération leur remplacement par d'autres agents de levage, par exemple le potassium et le sodium contenant des agents de levage. Dans la production de pain d'épice remplacer le fructose par le glucose. Il a été montré que l'ajout d'asparaginase réduit l'asparagine et par conséquent l'acrylamide dans les produits à base de pâte dure de blé tels que les biscuits et les craquelins.</p>
	<p><b>Pain:</b> Évitez l'utilisation de sucres réducteurs dans la recette. L'ajout de sels de calcium, par ex. le carbonate de calcium peut réduire la formation d'acrylamide.</p>
	<p><b>Céréales de petit-déjeuner:</b> Minimisez les sucres réducteurs dans la phase de cuisson. Examinez la contribution d'autres inclusions par ex. les noix grillées, les fruits secs et s'ils sont nécessaires lorsqu'ils sont sous une forme qui peut ajouter de façon significative le niveau d'acrylamide.</p>
Transformation et traitement thermique des aliments	<p><b>Général:</b> Ne pas surcuire.</p>
	<p><b>Pain:</b> Adapter le profil durée température du processus de cuisson, par ex. en diminuant les températures des étapes finales lorsque le produit atteint une phase d'humidité faible. Allonger les durées de fermentation des pâtes à pain.</p>
	<p><b>Pain grillé suédois:</b> Contrôler la teneur finale en humidité. Dans le pain grillé suédois non fermenté, contrôlez la température de traitement ainsi que la vitesse du four.</p>
	<p><b>Céréales de petit déjeuner:</b> Ne pas surcuire ou surgriller. Contrôler l'action de griller afin d'obtenir une couleur uniforme pour le produit.</p>

## MATIÈRES PREMIÈRES

22. D'une façon générale, la teneur en asparagine peut varier de 75 à 2200 mg/kg dans le blé, de 50 à 1400 mg/kg dans l'avoine, de 70 à 3000 mg/kg dans le maïs, de 319 à 880 mg/kg dans le seigle et de 15 à 25 mg/kg dans le riz. Ces variations laissent entrevoir la possibilité de réduire l'acrylamide en exploitant la variabilité de la teneur en asparagine dans le groupe des cultivars. Toutefois, comme pour les pommes de terre, ces méthodes risquent d'entraîner des délais considérables, et les autres facteurs, comme le rendement et la résistance aux infections fongiques (formation de mycotoxine dans les champs), devraient être pris en considération.
23. L'insuffisance de la teneur en sulfure dans le sol peut occasionner l'augmentation des taux d'asparagine dans le blé et l'orge. Par conséquent, il y aurait lieu d'éviter les sols pauvres en sulfure, ou de les fertiliser. Une teneur élevée en azote dans les sols peut résulter en une teneur élevée d'asparagines dans les céréales et une fertilisation excessive de l'azote devrait être évitée.
24. Dans les produits à base de céréales mélangées, il y a peut-être un cadre pour réduire la proportion de la source prédominante d'acrylamide en incorporant des céréales avec une teneur basse d'asparagine. Par exemple, cette stratégie pourrait inclure le remplacement du seigle et du blé par le riz. Toutefois les implications nutritionnelles et organoleptiques doivent être examinées.

## CONTRÔLE /AJOUT D'AUTRES INGRÉDIENTS

25. Une réflexion devrait être engagée sur le type de farines utilisées dans les produits. Les farines à extraction élevée contiennent de façon significative moins d'asparagine que les farines complètes. Un remplacement partiel de la farine de blé par la farine de riz a montré une réduction de l'acrylamide dans les petits biscuits sucrés et le pain d'épices. Toutefois la diminution de la teneur de la farine complète réduira les effets des bénéfices nutritionnels du produit final. Les types de farines varient dans leur teneur en asparagine et le choix devrait être équilibré entre la valeur nutritionnelle et la minimisation de la formation d'acrylamide.
26. Il a été montré que la présence de bicarbonate d'ammonium augmente le rendement potentiel d'acrylamide issu d'un produit de boulangerie. Par conséquent, les fabricants doivent examiner si les agents de levage contenant de l'ammonium peuvent être réduits. Les additifs devraient être employés conformément à la législation nationale ou internationale appropriée. Le remplacement de levains utilisés commercialement comprend:
- i. Le bicarbonate de sodium + acidulants;
  - ii. Le diphosphate de sodium, bicarbonate de sodium et acides organiques;
  - iii. Le bicarbonate de potassium + bitartrate de potassium ;
  - iv. Le bicarbonate de sodium + pyrophosphate de sodium acide (SAPP).
  - v. Le remplacement des agents de levage contenant de l'ammonium par ceux qui contiennent du sodium risque d'augmenter l'exposition par voie alimentaire au sodium et risque de produire aussi un effet indésirable sur les propriétés physiques du pain d'épice et sur les propriétés organoleptiques des biscuits. La combinaison du bicarbonate de soude et des acides organiques, par ex. l'acide tartarique et l'acide citrique, peut donner au produit un aspect qui aurait moins de gonflant. La quantité d'acides organiques ajoutée doit être limitée en raison du goût acide qui pourrait se développer et des gaz qui seraient libérés trop rapidement dans la pâte.
  - vi. De plus grandes quantités d'acrylamide sont formées si le sucre réducteur est le fructose plutôt que le glucose. Des études commerciales ont montré que le retrait de sources de fructose ou le remplacement par le glucose dans les ingrédients du produit (sirops de sucre, miel) constituaient des facteurs de réussite dans la réduction de la formation d'acrylamide. Si le sirop de glucose (connu aussi sous le nom de sirop de maïs en Amérique du Nord) est nécessaire, le niveau de fructose dans ce sirop devrait être aussi bas que possible. Le remplacement de sucres réducteurs par le sucrose est une autre manière efficace de diminuer de façon significative l'acrylamide dans les produits de boulangerie et pâtisserie, si le brunissage est moins important.

27. Il a été démontré que l'ajout de l'asparaginase réduit l'asparagine et par conséquent l'acrylamide dans les produits à base de pâte dure de blé, tels que les biscuits et les craquelins.
28. Des précautions seront également nécessaires quant à l'usage des sucres réducteurs dans la fabrication des céréales pour le petit déjeuner. Quand ces sucres sont utilisés, ils sont généralement ajoutés après la cuisson au four, auquel cas il n'y aura pas formation d'acrylamide. En revanche, l'ajout des sucres réducteurs avant la cuisson constitue une source de formation d'acrylamide qu'il est possible d'éviter.
29. D'autres ingrédients secondaires peuvent aussi avoir une influence. On a pu observer un accroissement de la formation d'acrylamide avec certaines recettes qui utilisent des ingrédients comme le gingembre, le miel et la cardamome dans la fabrication des biscuits. Inversement, la muscade a provoqué dans certains cas une diminution de l'acrylamide. Pour réduire les taux d'acrylamide présent dans les produits finaux, les fabricants pourraient étudier l'effet d'épices différentes dans leurs propres recettes.
30. La retransformation (la pratique de réutilisation des résidus) entraîne dans certains cas, mais pas dans tous, l'augmentation des concentrations d'acrylamide. Les fabricants devraient envisager d'étudier les procédés de fabrication relatifs à chaque produit pour déterminer quand la retransformation peut être un moyen de réduire les taux d'acrylamide dans leurs produits.

### **TRANSFORMATION ET TRAITEMENT THERMIQUE DES ALIMENTS**

31. La fermentation à la levure des pâtes à pain à base de farine de blé réduit la teneur en asparagine libre. En deux heures, la fermentation utilise la majorité de l'asparagine présente dans les modèles de pâte à base de farine de blé; les périodes plus courtes sont moins efficaces, tout comme la fermentation du levain.
32. La formation d'acrylamide peut être diminuée en modifiant le profil durée-température du processus de cuisson, notamment en réduisant la température dans les étapes finales, quand le produit atteint la phase de vulnérabilité cruciale de faible humidité. Compenser en augmentant la température dans les premiers stades de la cuisson au four ne devrait pas entraîner une forte augmentation de l'acrylamide, car le taux d'humidité à ce stade devrait être suffisamment élevé pour prévenir la formation d'acrylamide. Le contrôle alerte des températures du four ainsi que des profils durée-température de cuisson peut réduire efficacement les concentrations d'acrylamide. Ces principes ont été appliqués avec succès à la fois sur un modèle de biscuit, et sur des pains grillés suédois non fermentés.

### **CAFÉ**

33. Aucune mesure commerciale relative à la réduction de l'acrylamide dans le café est actuellement valable.
34. Des études ont également montré que les concentrations d'acrylamide déclinent lors de l'entreposage dans le café en poudre entreposé dans des contenants fermés pendant des durées prolongées et des travaux sont en cours pour identifier les mécanismes sous-jacents qui pourront fournir des possibilités de réduction futures. Cependant, tout changement intervenant dans le profil de la torréfaction, ou l'utilisation délibérée de l'entreposage prolongé dans le but de réduire les concentrations d'acrylamide auront probablement un impact considérable sur les propriétés organoleptiques du produit et son acceptabilité par les consommateurs.

### **PRATIQUES DES CONSOMMATEURS**

35. Les autorités nationales et locales devraient aussi envisager de conseiller aux consommateurs nationaux d'éviter de surchauffer les produits à base de pommes de terre et de céréales quand ils utilisent des méthodes de cuisson à haute température. L'information devrait inclure les recommandations concernant la cuisson des frites et des pommes de terre au four jusqu'à une couleur jaune doré au lieu de brun doré, tout en s'assurant que l'aliment est suffisamment cuit. De même, il pourrait être conseillé aux consommateurs de griller le pain et les produits similaires jusqu'à la couleur brun clair.

36. Les autorités nationales et locales devraient aussi envisager d'inciter les consommateurs à ne pas entreposer les pommes de terre destinées à la cuisson à température élevée dans des conditions de froid et/ou de réfrigération.
37. Quand l'industrie concernée s'emploie à fournir aux consommateurs des conseils de cuisson appropriée et des instructions relatives à la manutention, cela peut aider à atténuer la formation d'acrylamide dans le produit.