

# commission du codex alimentarius



ORGANISATION DES NATIONS  
UNIES POUR L'ALIMENTATION  
ET L'AGRICULTURE

ORGANISATION  
MONDIALE  
DE LA SANTÉ



# F

BUREAU CONJOINT: Viale delle Terme di Caracalla 00153 ROME Tél: +39 06 57051 www.codexalimentarius.net Email: codex@fao.org Facsimile: 39 06 5705 4593

Point 12 de l'ordre du jour

CX/CF 07/1/15  
Janvier 2007

## PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES COMITÉ DU CODEX SUR LES CONTAMINANTS DANS LES ALIMENTS

Première session  
Beijing, Chine, 16 - 20 avril 2007

### AVANT-PROJET DE CODE D'USAGES POUR LA RÉDUCTION DE L'ACRYLAMIDE DANS LES ALIMENTS (N06-2006)

(A l'étape 3 de la procédure d'élaboration)

Les gouvernements et les organisations internationales sont invités à soumettre leurs observations sur le présent document **au plus tard le 1er mars 2007**, de préférence par courrier électronique, à l'attention de Mme Tanja Åkesson, Secrétariat néerlandais auprès du Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments, télécopie: +31 70 3786141 ;courriel: [info@codexalimentarius.nl](mailto:info@codexalimentarius.nl) et d'en adresser une copie au Secrétaire de la Commission du Codex Alimentarius, Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires, viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie (télécopie: + 39 06 5705 4593; courriel: [Codex@fao.org](mailto:Codex@fao.org)).

### HISTORIQUE

1. A sa trente-huitième session, le Comité du Codex sur les additifs alimentaires et les contaminants est convenu d'entreprendre une nouvelle activité sur l'élaboration d'un code d'usages pour la réduction de l'acrylamide dans les aliments et est convenu d'établir un Groupe de travail électronique chargé de préparer le projet initial du code d'usages (ALINORM 06/29/12 par. 185 et annexe XXIX)<sup>1</sup>.
2. La proposition de nouvelle activité a été approuvée par la Commission du Codex Alimentarius à sa vingt-neuvième session en tant que document N06-2006 (ALINORM 06/29/41, annexe VIII)<sup>2</sup>.
3. Le Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments est invité à examiner le projet initial du code d'usages pour la réduction de l'acrylamide dans les aliments préparé par le Groupe de travail électronique tel qu'il figure en annexe du présent document. Le Comité est également invité à étudier le rapport du Groupe de travail électronique tel qu'il figure aux paragraphes 4 – 8.

### RAPPORT DU GROUPE DE TRAVAIL ÉLECTRONIQUE

4. Comme convenu par le Comité du Codex sur les additifs alimentaires et les contaminants à sa trente-huitième session<sup>1</sup>, le Groupe de travail électronique dirigé par les États-Unis et le Royaume-Uni a élaboré l'avant-projet du code d'usages pour la réduction de l'acrylamide dans les aliments. Le Canada, la Chine, le Danemark, la Communauté européenne, les États-Unis, l'OMS, CIAA, ICGMA, IFT et INC ont participé au Groupe de travail électronique.
5. Des informations supplémentaires ont été demandées concernant les concentrations d'acrylamide dans les pays en développement, notamment pour les aliments de production nationale.

6. Le présent projet de code d'usages a pour but de diffuser les stratégies qui faciliteront la réduction de l'acrylamide dans les denrées faisant l'objet d'un commerce international. Le projet de code d'usages examine les techniques de minimisation éprouvées qui se sont révélées efficaces dans le cadre commercial. Plusieurs stratégies possibles, qui sont encore au stade de la recherche, sont également examinées.

7. Le projet de code d'usages est principalement axé sur les aliments à base de pommes de terre et de céréales, compte tenu de leur importance en matière d'exposition alimentaire à l'acrylamide. Il prend appui sur l'information considérable qui existe à l'heure actuelle sur ces produits. Certes, le café contribue aussi largement à l'exposition à l'acrylamide, mais il n'existe pas à l'heure actuelle de stratégies efficaces de minimisation de l'acrylamide contenue dans le café.

8. Le présent code d'usages puise dans un nombre d'activités déjà mises en œuvre, comme la « boîte à outils CIAA pour l'acrylamide », document préparé par la Confédération des industries agro-alimentaires de l'Union européenne (CIAA), qui contient les mesures possibles de réduction de l'acrylamide dans de nombreux secteurs alimentaires.<sup>3</sup> La boîte à outil est mise à jour régulièrement, au fur et à mesure que les connaissances nouvelles et les avancées dans les différents secteurs alimentaires sont communiquées.

## AVANT-PROJET DE CODE D'USAGES POUR LA RÉDUCTION DE L'ACRYLAMIDE DANS LES ALIMENTS

### INTRODUCTION

1. L'inquiétude récente au sujet de la présence d'acrylamide dans les aliments date de 2002. Des scientifiques suédois<sup>4</sup> 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 ou cuits au four. Ces résultats ont rapidement été confirmés par d'autres chercheurs;<sup>5</sup> 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.<sup>6,7,8,9,10,11</sup> 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 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)).
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;<sup>12,13</sup> elle peut aussi être liée aux réactions produites en présence de l'amino-3 propionamide.<sup>14,15</sup> 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 des additifs alimentaires (JECFA)<sup>7</sup> 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 contribuent de façon importante sont les frites<sup>a</sup>, les chips<sup>b</sup>, le café, les biscuits<sup>c</sup>/les pâtisseries, le pain et les petits pains/le pain grillé.

### TOXICOLOGIE

4. Le JECFA a étudié l'acrylamide suite à la demande du Comité de 2005.<sup>7</sup> La section ci-après contient le résumé des principales conclusions de l'étude du JECFA.
5. L'acrylamide est un produit chimique industriel important utilisé depuis le milieu des années 50 comme produit chimique intermédiaire dans la production des polyacrylamides, qui sont utilisés comme flocculants dans la clarification de l'eau potable et d'autres applications industrielles. La neurotoxicité de l'acrylamide chez les humains est essentiellement associée aux expositions professionnelles et accidentelles. En revanche, les études expérimentales de l'acrylamide chez les animaux ont montré des propriétés génotoxiques et cancérigènes, et des troubles de la reproduction.
6. Le JECFA a analysé les données sur l'occurrence de l'acrylamide fournies par 24 pays et les données nationales sur l'ingestion alimentaire fournies par 17 pays. Le Comité a identifié des ingestions d'acrylamide moyennes de l'ordre de 0,3 – 2,0 µg/kg de poids corporel/jour, avec une moyenne de 1 µg/kg de poids corporel/jour pour l'ensemble de la population et des ingestions de l'ordre de 0,6 – 5,1 µg/kg de poids corporel/jour, avec une moyenne de 4 µg/kg de poids corporel/jour pour les gros consommateurs (90 – 99<sup>ème</sup> percentile).

---

<sup>a</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>b</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>c</sup> Produits de boulangerie à base de céréales (appelés « cookies » dans certaines régions, dont l'Amérique du Nord).

7. Pour évaluer le risque de cancer dû à l'acrylamide présent dans les aliments, le JECFA a calculé une dose repère de limite inférieure de l'intervalle de confiance (BMDL) pour la formation de tumeur mammaire à partir des études de cancérogénicité chez les rongeurs et a calculé ensuite la marge d'exposition (MOE) entre la dose repère BMDL et l'ingestion d'acrylamide chez l'homme. Pour les ingestions moyennes (1 µg/kg de poids corporel/jour), la marge d'exposition était de 300; pour les ingestions plus élevées (4 µg/kg de poids corporel/jour), la marge d'exposition était de 75. Le JECFA a considéré que ces marges d'exposition étaient faibles pour un composé qui est génotoxique et cancérogène et a conclu que les marges d'exposition indiquent un risque sanitaire pour l'homme.
8. Le JECFA a également déterminé des marges d'exposition de 200 et de 50 pour les effets neurologiques liés à des ingestions moyennes et élevées; pour les effets sur la reproduction, le développement et autres effets non néoplasiques, le JECFA a déterminé des marges d'exposition de 2000 et de 500 liés à des ingestions moyennes et élevées. Sur la base de ces marges d'exposition, le JECFA a conclu que les effets neurologiques sur la reproduction et sur le développement sont peu probables chez le consommateur moyen, mais que des changements morphologiques au niveau des nerfs ne sont pas exclus pour les personnes chez qui l'ingestion est très élevée.
9. En résumé, le JECFA a conclu que les effets principaux de l'acrylamide quant à l'évaluation des risques sont la génotoxicité et la cancérogénicité. Le Comité a également déclaré que les études en cours sur la neurotoxicité et les troubles neurologiques du développement observés chez les rats permettront de mieux définir si les effets neurotoxiques ou neurodéveloppementaux proviennent de l'ingestion d'acrylamide à long terme et à faible dose.
10. Le JECFA a formulé les recommandations suivantes:
  - i. réévaluer l'acrylamide quand les résultats des études en cours sur la cancérogénicité et la neurotoxicité à long terme seront disponibles,
  - ii. poursuivre les travaux sur l'utilisation d'un modèle pharmacocinétique (PBPK) de type pharmacologique pour mieux relier les données du biomarqueur humain avec les évaluations de l'exposition et les effets toxicologiques observés chez les animaux de laboratoire,
  - iii. poursuivre les efforts visant à réduire la concentration d'acrylamide dans les aliments, et
  - iv. obtenir des données relatives à l'occurrence de l'acrylamide dans les aliments tels qu'ils sont consommés dans les pays en développement.
11. Il y a un certain nombre d'études en cours sur la toxicologie de l'acrylamide. Comme l'indique son Plan d'action pour l'acrylamide présent dans les aliments,<sup>16</sup> l'agence américaine pour les produits alimentaires et pharmaceutiques (FDA) et autres organismes connexes mènent une série d'études à la fois sur l'acrylamide et sur le glycidamide. Des études à court terme ont été réalisées sur la toxicocinétique, la biodisponibilité, la formation d'adduit à l'ADN, et l'acrylamide dans les aliments pour rongeurs,<sup>17,18,19,20,21,22</sup> mais les résultats des dosages à long terme relatifs à la cancérogénicité et de l'évaluation de la neurotoxicité développementale ne seront pas disponibles avant 2008. La FDA a effectué des recherches sur un modèle pharmacocinétique (PBPK) de type pharmacologique pour l'acrylamide présent chez les rongeurs et chez les humains. Ce modèle permettra d'obtenir de meilleurs estimations du degré de dégradation de l'ADN suite aux expositions à l'acrylamide par voie alimentaire et une meilleure extrapolation des risques de cancer chez les humains à partir des études de cancérogénicité chez les rongeurs.<sup>23</sup> La première grande étude de cohorte épidémiologique possible a récemment montré qu'il n'y a pas de relation entre l'ingestion d'acrylamide et le cancer colorectal, et que l'ingestion d'aliments donnés riches en acrylamide ne s'accompagne pas d'un risque élevé.<sup>24</sup> D'autres groupes poursuivent leurs travaux sur la toxicologie de l'acrylamide, y compris des travaux récents sur les adduits et les métabolites urinaires.<sup>25,26</sup>

## USAGES RECOMMANDÉS

12. D'une façon générale, il y a trois catégories principales de stratégies axées sur la réduction de la formation d'acrylamide dans un produit donné:
- i. les matières premières — réduction des taux d'asparagine et/ou des sucres réducteurs dans les matières premières;
  - ii. la gestion/l'ajout des autres ingrédients — réduction de la concentration effective de l'asparagine et/ou des sucres réducteurs pendant les premiers stades de la transformation des aliments par la gestion adéquate/l'ajout des autres ingrédients, et
  - iii. la transformation et la température — la modification/la gestion adéquate de la transformation des aliments, et le profil thermique de la cuisson, pour minimiser les conditions qui engendrent une température excessive et une humidité faible.
13. Aux fins du présent code d'usages, les usages recommandés sont répartis en fonction de groupes d'aliments.

## POMMES DE TERRE

### Matières premières

14. La concentration des sucres réducteurs dans les matières premières est le facteur le plus important qui puisse être utilisé dans la pratique pour influencer la formation d'acrylamide dans les pommes de terre et les produits à base de pommes de terre. Il existe une corrélation étroite entre la concentration des sucres réducteurs et la formation causée par la cuisson de l'acrylamide dans les pommes de terre.<sup>27</sup> Qui plus est, la concentration des sucres réducteurs exerce un effet plus grand sur les concentrations finales d'acrylamide que la concentration d'asparagine.<sup>28</sup> Un certain nombre de facteurs affecte les concentrations des sucres réducteurs, dont les conditions climatiques, les cultivars,<sup>28</sup> la température et la durée d'entreposage,<sup>29</sup> la température et la durée du reconditionnement,<sup>29</sup> la taille des tubercules,<sup>30</sup> et le taux d'utilisation des engrais.<sup>31</sup> Les concentrations des sucres réducteurs contenus dans les pommes de terre peuvent varier jusqu'à deux ordres de grandeur,<sup>28</sup> et dépendent surtout du cultivar et des conditions d'entreposage. L'utilisation de la variation du taux des sucres réducteurs représente une opportunité majeure de réduction de la formation d'acrylamide pendant la cuisson. Malgré la variété des facteurs agronomiques et génétiques liés à la production des tubercules de pommes de terre contenant des concentrations faibles d'asparagine et/ou de sucres réducteurs, les différentes approches risquent d'entraîner des délais considérables, et les autres facteurs, comme le rendement et la résistance aux infections fongiques (formation de la mycotoxine dans les champs), devront être pris en considération.
15. Essentiellement, certains cultivars sont davantage susceptibles de contenir des concentrations plus élevées de sucres réducteurs que d'autres, et il y aurait lieu, si possible, d'éviter de les utiliser dans les procédés de cuisson à haute température comme la friture et la cuisson au four. Plus précisément, les cultivars choisis devraient contenir une concentration de sucres réducteurs inférieure à 0,3 % sur la base du poids humide.<sup>3</sup> La base de données européenne relative aux pommes de terre cultivées contient l'information sur les pommes de terre adaptées à la friture y compris l'information sur celles qui conviennent à la fabrication des chips.<sup>32</sup>
16. L'entreposage des pommes de terre à des températures inférieures à 9 – 10 °C favorise la formation des sucres réducteurs.<sup>33</sup> Généralement, l'accumulation des sucres due à la basse température se produit quand les tubercules sont entreposés à environ 9 – 10 °C ou moins, et l'augmentation de la concentration des sucres réducteurs qui s'en suit est d'un ordre de grandeur (ou plus). Certains cultivars sont moins susceptibles que d'autres de produire des sucres à basse température.<sup>34,35</sup> L'information sur ces cultivars est contenue dans la base de données disponible auprès du bureau fédéral allemand des variétés végétales.<sup>36</sup> Dans la mesure du possible, les pommes de terre destinées à la friture ou à la cuisson au four devront être entreposées de manière à minimiser l'accumulation des sucres liée aux températures basses.

17. Quand les pommes de terre qui ont été entreposées à des températures basses sont reconditionnées sur une période de quelques semaines à des températures plus élevées (par ex., 12 – 25 °C), le taux des sucres réducteurs diminue de nouveau, sans atteindre toutefois le taux d'avant l'entreposage.<sup>29</sup> Le reconditionnement entraîne une variabilité accrue de la couleur du produit frit, à savoir qu'un tubercule dans un lot peut être mieux reconditionné qu'un autre, et que les tissus (dans un même tubercule) peuvent être mieux reconditionnés que les autres. Les défauts de friture seront plus importants dans les chips et les frites obtenues à partir des pommes de terre reconditionnées. Il vaudrait mieux éviter d'utiliser pour la friture et la cuisson au four les pommes de terre dans lesquelles l'accumulation des sucres due à l'entreposage en basse température est excessive. Par contre, l'entreposage à basse température est inévitable car aux températures plus élevées, les pommes de terre sont davantage susceptibles de germer et de contracter certaines maladies. En réalité, l'entreposage à basse température est d'une importance fondamentale pour maintenir les taux d'atteinte de maladies suffisamment bas et conserver les pommes de terre préemballées dans de bonnes conditions de vente. Il est souvent crucial d'utiliser un inhibiteur de germination dans les entrepôts où la température est supérieure à 7 °C,<sup>37</sup> bien que la réglementation régionale, dans certains cas, n'autorise pas l'utilisation des inhibiteurs de germination. La nécessité de recourir aux traitements anti-germes dépend de la variété du tubercule, de la durée de l'entreposage, et de la saison. Pour les cultivars ayant une période de dormance courte, les inhibiteurs de germination sont nécessaires, même si la température de l'entreposage est de 3,5 °C.
18. Les fabricants de frites et de chips devront choisir les cultivars de pommes de terre à faible teneur en sucres réducteurs, trier les lots à l'arrivée en fonction de la teneur en sucre ou de la couleur d'un échantillon frit, et contrôler les conditions d'entreposage entre l'exploitation et l'usine.<sup>3</sup>

#### **Gestion/ajout des autres ingrédients**

19. En ce qui concerne les produits de grignotage à base de pommes de terre, reconstitués ou formés, obtenus à partir d'une pâte de pomme de terre, il est possible d'incorporer d'autres ingrédients de faible teneur en sucres réducteurs et en asparagine pour remplacer une partie de la pomme de terre. La valeur pratique de cette option dépendra des propriétés organoleptiques et de l'acceptabilité ultérieure des consommateurs.
20. L'ajout de l'enzyme asparaginase permet de réduire la teneur en asparagine et, de ce fait, de réduire les concentrations d'acrylamide dans les produits à base de pommes de terre fabriqués à l'aide d'une pâte de pomme de terre.<sup>38,39</sup> Bien que le traitement à l'asparaginase ne soit pas encore commercialisé, une patente américaine a été attribuée à ce procédé et deux sociétés ont notifié les autorités de la FDA de leur point de vue comme quoi l'utilisation de l'asparaginase dans certains aliments est généralement reconnue inoffensive (GRAS). L'asparaginase est mieux adaptée aux produits alimentaires fabriqués à partir de matériaux liquides ou en bouillie.<sup>38</sup>
21. Le traitement à l'aide d'autres réactifs divers avant l'étape de la friture a également permis de réduire la formation d'acrylamide. Néanmoins, ces procédés de minimisation expérimentaux n'ont pas encore fait l'objet d'une application commerciale totale, et la question de savoir si ces pré-traitements auront des effets indésirables sur les qualités organoleptiques du produit final n'a pas, d'une manière générale, été encore abordée. De même, la valeur pratique de ces procédés dans le contexte commercial, comme dans la restauration, n'a pas encore été étudiée en profondeur. Les techniques qui entrent dans cette catégorie expérimentale comprennent: le traitement des frites aux acides aminés,<sup>40,41</sup> au pyrophosphate acide de sodium,<sup>3</sup> le traitement aux sels de calcium, et aux sels d'un certain nombre d'autres ions bi et trivalents (cette méthode a permis de réduire la formation d'acrylamide dans les frites fabriquées à partir d'une pâte de pommes de terre<sup>42</sup>) et le blanchiment dans une solution de chlorure de sodium<sup>43</sup> (bien que cette méthode risque d'accroître l'exposition alimentaire au sel). Outre les oppositions de nature organoleptique, et la valeur pratique dans le contexte commercial, il y a lieu de signaler qu'un certain nombre de ces procédés devront recevoir l'approbation réglementaire.
22. L'acrylamide a également été détectée dans le taro, un légume racine d'utilisation courante dans la cuisine chinoise. Les études en laboratoire ont indiqué que l'enrobage du taro dans une pâte fine à base d'amidon permet de réduire la formation d'acrylamide.<sup>44</sup>

**Transformation et traitement thermique des aliments**

23. Les concentrations d'acrylamide dans les frites ou les pommes de terre au four peuvent être réduites en diminuant la surface de contact; par exemple, en coupant les pommes de terre en tranches plus épaisses ou en éliminant les fines (les petits fragments de pommes de terre) avant ou après la friture.<sup>45,46</sup>
24. Les traitements de lavage, de 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, comme on l'a démontré pour les tranches de pommes de terre.<sup>47,48</sup> Le blanchiment est une étape normale de la transformation dans la fabrication des frites qui permet de gérer les taux de sucres à la surface du produit. Cependant, il importe de noter que la durée prolongée du blanchiment pourrait produire des effets indésirables sur le goût et la consistance. Le blanchiment peut ne pas convenir à certains produits, par ex. les chips, suite à l'absorption d'humidité inacceptable qui entraîne la perte de la consistance/de l'effet craquant ou la dégradation microbiologique possible.<sup>49</sup>
25. Les concentrations d'acrylamide dans les chips peuvent être réduites en contrôlant l'apport thermique.<sup>3</sup> 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.<sup>3</sup>
26. 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 175 °C et en les cuisant jusqu'à atteindre une couleur jaune doré au lieu de brun doré<sup>50,51</sup> Il est cependant essentiel de s'assurer que le produit final est suffisamment cuit. Suivant les proportions relatives des pommes de terre crues et de l'huile de cuisson, la température de l'huile de friture baisse quand on y ajoute les frites. Cette baisse de la température peut permettre de réduire la formation d'acrylamide, bien qu'une baisse trop grande de la température produira des effets indésirables sur la qualité culinaire du produit.<sup>52</sup> Ainsi, un poids maximum de 100 g de frites par litre d'huile est recommandé.<sup>53</sup> Des expériences de laboratoire ont montré que l'élimination de la chaleur résiduelle dans les frites après leur friture (par le refroidissement instantané dans l'azote liquide) peut permettre de limiter la formation d'acrylamide.<sup>54</sup> Les fabricants qui utilisent la friture instantanée pour fabriquer les chips ont découvert que le refroidissement rapide des chips après la cuisson permet de réduire les concentration d'acrylamide dans le produit final.<sup>3</sup>
27. Des réductions similaires sont réalisables sur les frites congelées « prêtes à cuire au four » (c'est-à-dire des produits qui ont été blanchis, étuvés et congelés par le fabricant et conçus pour être cuits au four ou frits par le consommateur), en les faisant cuire jusqu'à ce qu'elles deviennent jaune doré<sup>55</sup> et qu'elles ne soient pas trop cuites. Les fabricants de frites « prêtes à cuire au four » devraient s'assurer que les instructions de cuisson inscrites sur l'emballage soient compatibles avec la nécessité de minimiser la formation d'acrylamide.<sup>3</sup> Quand la friture est l'une des options inscrites sur l'emballage des frites « prêtes à cuire au four », la température de friture ne doit pas dépasser 175 °C et le poids maximum des frites ne doit pas dépasser 100 g par litre d'huile.<sup>53</sup> Les instructions de cuisson doivent aussi indiquer que les consommateurs doivent diminuer le temps de cuisson pour des quantités plus faibles.<sup>3</sup> Il est de nouveau indispensable de s'assurer que les frites sont suffisamment cuites.
28. Certaines frites ou produits préfabriqués à base de pommes de terre « prêts à cuire au four » 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.<sup>56</sup> Si c'est le cas, des mesures devront être prises pour éliminer l'activité de l'amylase résiduelle, qui engendre l'accumulation des sucres liée à la basse température. Les consommateurs concernés peuvent aussi éviter d'entreposer les frites ou les produits à base de pommes de terre préfabriqués « prêts à cuire au four » frais pendant des durées prolongées à ces températures, ou utiliseront à la place des produits congelés.
29. La pratique de l'immersion dans un bain sucré pour donner aux produits à base de pommes de terre précuits (comme les frites) une couleur dorée uniforme est à éviter, car le sucre contenu dans le bain peut favoriser la formation d'acrylamide.<sup>49</sup>

## CÉRÉALES

### Matières premières

30. En ce qui concerne les céréales et les produits à base de céréales comme le pain, les biscuits et les céréales pour petit déjeuner, la teneur en asparagine est le facteur le plus important dans les matières premières qui agisse sur la formation de l'acrylamide. La quantité de données disponibles sur la teneur en asparagine dans les différentes céréales et leurs cultivars respectifs est limitée. 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<sup>57</sup> et de 15 à 25 mg/kg dans le riz.<sup>55</sup> 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 la mycotoxine dans les champs), devront être pris en considération. Le choix du type de farine à utiliser dans les produits est également important. Les farines allégées contiennent substantiellement moins d'asparagine que les farines complètes. En revanche, la diminution du taux de farine complète entraîne la baisse des qualités nutritionnelles du produit final.
31. L'insuffisance de la teneur en soufre dans le sol peut occasionner l'augmentation des taux d'asparagine dans le blé et l'orge.<sup>58</sup> Par conséquent, il y aurait lieu d'éviter les sols pauvres en soufre, ou de les fertiliser.

### Gestion/ajout des autres ingrédients

32. Les agents de levage sont d'utilisation courante dans la production des biscuits, et consistent généralement en une combinaison de sodium et de bicarbonate d'ammonium. Des expériences faites sur des modèles de produits de boulangerie et de pain d'épices ont montré que la présence de bicarbonate d'ammonium a pour effet d'augmenter considérablement la formation d'acrylamide dans les biscuits et autres produits de boulangerie.<sup>59</sup> Par conséquent, les fabricants devront examiner la possibilité de réduire l'utilisation des agents de levage contenant de l'ammonium, en les remplaçant, par exemple, par des agents de levage contenant du sodium. Par contre, les fabricants devront aussi envisager la possibilité que ce changement accroisse l'exposition alimentaire au sodium, ou produise des effets indésirables sur les qualités physiques ou organoleptiques des produits de boulangerie.<sup>3</sup>
33. Les sucres (saccharose, glucose, fructose et/ou le sirop de maïs enrichi au fructose) sont d'utilisation courante dans la fabrication des biscuits pour produire la couleur et l'arôme. Parmi ces sucres, seuls le glucose et le fructose sont des sucres réducteurs. Si, pour une teneur totale en sucres donnée, la proportion des sucres réducteurs dans la recette est augmentée, des concentrations plus élevées d'acrylamide seront présentes dans le produit fini.<sup>55</sup> Par ailleurs, les quantités d'acrylamide formé sont plus grandes si le sucre réducteur est le fructose au lieu du glucose. Par conséquent, les fabricants devront minimiser l'utilisation des sucres réducteurs dans la production des biscuits quand cela est possible. Sinon, remplacer le fructose par le glucose est une option efficace; quand le sirop de glucose (connu aussi sous le nom de sirop de maïs aux États-Unis) est nécessaire, le taux de fructose devra être le plus bas possible.<sup>3</sup>
34. Des précautions seront également nécessaires quant à l'usage des sucres réducteurs dans la fabrication des céréales pour 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.
35. 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.<sup>55</sup> Inversement, la muscade a provoqué dans certains cas une diminution de l'acrylamide.<sup>60</sup> Pour réduire les taux d'acrylamide présent dans les produits finaux, les fabricants pourraient étudier l'effet d'épices différentes dans leurs propres recettes.
36. Dans les produits à base de mélange de céréales, il est possible de réduire la proportion de la source prédominante d'acrylamide en incorporant des céréales dont la teneur en asparagine est plus faible. Par exemple, dans le cadre de cette stratégie, il est possible de remplacer le seigle et le blé par du riz; les implications nutritionnelles et organoleptiques devront cependant être prises en compte.



37. Des études expérimentales indiquent que le traitement avec des amino-acides donnés, des sels de calcium et l'enzyme asparaginase peuvent réduire la formation d'acrylamide dans les produits à base de céréales. Il y a lieu de noter cependant que ces traitements n'ont pas encore été entièrement testés dans le contexte commercial, et qu'ils devront faire l'objet de l'approbation réglementaire.<sup>3</sup>
38. La retransformation (la pratique de réutilisation des résidus) entraîne dans certains cas, mais pas dans tous, l'augmentation des concentrations d'acrylamide.<sup>3</sup> 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**

39. La fermentation à la levure des pâtes à pain à base de farine de blé réduit la teneur en asparagine libre.<sup>61</sup> 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.
40. Le degré de formation d'acrylamide pendant la cuisson au four est lié de façon critique à la durée et à la température du régime de cuisson et au taux d'humidité du produit durant la cuisson.<sup>55</sup> En règle générale, plus la teneur en eau est élevée moins l'acrylamide se forme. La formation d'acrylamide peut être diminuée en modifiant le profil durée-température du processus de cuisson,<sup>62</sup> 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 est suffisamment élevé pour prévenir la formation d'acrylamide. La gestion adéquate 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 les pains plats non fermentés.<sup>55</sup> Par ailleurs, quand le pain plat est très sec, il est parfois possible d'augmenter son humidité sans perdre la qualité du produit.
41. S'il est vrai que le degré de brunissement d'un produit à base de céréales peut souvent être l'indicateur du degré de formation d'acrylamide, ce n'est pas toujours un indicateur fiable. Par exemple, dans certaines céréales pour petit déjeuner, un brun plus foncé peut être associé à une diminution de l'acrylamide due à la dégradation ou à la perte de l'acrylamide préalablement formée.<sup>63</sup>
42. L'acrylamide se forme aussi quand on grille le pain, mais il est possible de minimiser considérablement le brunissement en faisant griller le pain plus clair.<sup>3</sup>

### **CAFÉ**

43. Les travaux récents montrent que l'asparagine est très certainement le déterminant principal de l'acrylamide dans le café. En raison des températures élevées du processus de torréfaction, d'autres voies de formation peuvent également contribuer dans une faible mesure.<sup>64</sup>
44. Les travaux qui ont porté sur les mécanismes de la formation de l'acrylamide dans le café montrent que l'acrylamide se forme rapidement pendant les premiers stades de la torréfaction, et que les concentrations diminuent ensuite considérablement vers la fin du cycle de la torréfaction par suite de décomposition ou de volatilisation.<sup>3,63,64</sup> Les concentrations d'asparagine dans le café vert se situent dans une fourchette étroite, ce qui implique que la réduction des concentrations d'acrylamide dans le café torréfié ne peut pas s'accomplir en sélectionnant des types de café vert donnés.<sup>3,64</sup> Des études ont également montré que l'acrylamide n'est pas stable dans le café en poudre entreposé dans des contenants fermés pendant des durées prolongées<sup>3,65,66,67</sup> 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.<sup>3,60,64</sup>

**CONTRAINTES LIÉES À L'ÉLABORATION DES MESURES DE PRÉVENTION**

45. 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. Des exemples figurent dans le prochain paragraphe. Par ailleurs, les nouveaux additifs et auxiliaires technologiques possibles, 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.
46. L'élaboration d'une stratégie de minimisation donnée devra s'effectuer progressivement, en transposant les résultats obtenus en laboratoire à l'échelle d'une usine pilote et, seulement après, en les appliquant au niveau de la production. Il y a lieu de noter que le degré de formation d'acrylamide peut varier à l'intérieur d'un même lot de production. Par exemple, la concentration d'acrylamide dans les différents paquets de biscuits, prélevés dans la même ligne de production, peut varier de plus d'un ordre de grandeur ou deux.<sup>63</sup> Cette variabilité inhérente est manifestement indésirable quand il s'agit d'évaluer l'impact des différentes conditions de transformation/de cuisson sur la formation d'acrylamide. Cela souligne la nécessité d'assurer l'homogénéité de la matière première en vrac eu égard à l'asparagine et aux sucres réducteurs, et la gestion adéquate des éléments/du matériel chauffants avant d'essayer de rechercher des stratégies de minimisation possible.
47. Il y a un certain nombre d'autres contaminants qui peuvent, dans certaines circonstances, se former au cours de la transformation ou de la cuisson des aliments. Ils comprennent les N-nitrosamines,<sup>68</sup> les hydrocarbures polycycliques aromatiques,<sup>69</sup> les chloropropanols,<sup>70</sup> le carbamate d'éthyle,<sup>71</sup> le furanne,<sup>72</sup> les aminés hétérocycliques aromatiques et les pyrolysates d'acide aminé.<sup>73</sup> Pour ce qui est des considérations relatives aux mesures de prévention de l'acrylamide, des contrôles seront nécessaires afin d'assurer qu'elles n'engendreront pas une augmentation des autres contaminants du processus.
48. Il est essentiel que les mesures de prévention liées à l'acrylamide ne portent pas atteinte à la stabilité microbiologique du produit final. Dans ce contexte, il vaut la peine d'indiquer que la formation d'acrylamide au cours de la fabrication des biscuits dépend crucialement de la précision des détails relatifs au profil température-durée-humidité, notamment aux stades plus avancés d'humidité faible du processus de cuisson. Toute mesure palliative qui engendre une augmentation trop grande du taux d'humidité dans le produit final, et qui, de ce fait, diminue sa stabilité microbiologique, est indésirable.
49. Lors de l'évaluation d'une stratégie de minimisation donnée, les avantages devront être évalués par rapport aux effets indésirables possibles sur les propriétés nutritionnelles de l'aliment. Par exemple, bien que le blanchiment ou le trempage des pommes de terre réduisent les concentrations d'acrylamide, il est bien connu que l'immersion des pommes de terre dans l'eau entraîne la lixiviation de la vitamine C et des sels minéraux qu'elles contiennent. Toutefois, l'étape du blanchiment avant la friture ou la cuisson au four est reconnue comme moyen de diminuer le taux des matières grasses dans le produit.<sup>74</sup> Inversement, la friture des produits à base de pommes de terre à une température trop basse risque de produire l'augmentation du taux des matières grasses dans le produit final. Le remplacement des agents de levage contenant de l'ammonium par ceux qui contiennent du sodium risque d'accroître l'exposition alimentaire au second, et d'avoir des effets indésirables sur les propriétés physiques du pain d'épices et les qualités organoleptiques des biscuits.<sup>3</sup>
50. Des précautions devront être prises pour éviter les changements préjudiciables aux propriétés organoleptiques du produit final. L'acrylamide se forme dans le cadre de la réaction de Maillard entre les composés qui contiennent des groupes aminés et les composés carbonylés. La réaction de Maillard se situe au cœur même de la génération par induction thermique des caractéristiques de couleur, de saveur et d'arôme des aliments cuits. Tout changement qui, dans le but de minimiser l'acrylamide, diminue l'acceptance du produit auprès des consommateurs ira à l'encontre du but recherché. Les changements proposés au niveau des conditions de cuisson, ou même des matières premières et des autres ingrédients, devront être évalués du point de vue de l'acceptabilité du produit final par le consommateur.

51. La prévisibilité et la cohérence des résultats relatifs à toute mesure de mitigation devront être adéquates, c'est-à-dire que la variation devra se situer dans une fourchette acceptable. A l'heure actuelle, des variations élevées sont souvent observées même lors de la répétition d'une mesure de réduction donnée dans des conditions contrôlées, par ex., entre les différents lots d'un produit fabriqué dans la même usine de fabrication, ou entre des usines de fabrication qui utilisent le même procédé, les mêmes ingrédients et les mêmes formules. Les origines de ces variations ne sont pas encore comprises. Davantage de recherche sur ce point précis est nécessaire, car la variabilité des concentrations d'acrylamide a des implications considérables dans l'estimation des expositions alimentaires et des risques.

### **PRATIQUES DES CONSOMMATEURS**

52. Les autorités nationales et locales devront 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 devra 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 sera conseillé aux consommateurs de griller le pain et les produits similaires jusqu'à la couleur brun clair.
53. Les autorités nationales et locales devront 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. Les détaillants devront aussi revoir leurs méthodes d'entreposage afin d'éviter d'entreposer les pommes de terre à basse température.

## REFERENCES

1. ALINORM 06/29/12 (2006)
2. ALINORM 06/29/41 (2006)
3. Confederation of the Food and Drink Industries of the EU (CIAA): The CIAA Acrylamide "Toolbox". (2006) Available at: [http://www.ciaa.be/documents/brochures/CIAA\\_Acrylamide\\_Toolbox\\_Oct2006.pdf](http://www.ciaa.be/documents/brochures/CIAA_Acrylamide_Toolbox_Oct2006.pdf)
4. E.Tareke, P.Rydberg, P.Karissom, S.Ericksson, and M.Tornqvist: Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. *J.Agric.Food Chem.*, 51, 4998 - 5006 (2002)
5. J.S.Ahn, L.Castle, A.Clarke, M.Lloyd, and D.Speck: Verification of the findings of acrylamide in heated foods. *Food Add.Contam.*, 19, 1116 - 1124 (2002)
6. Food Standards Agency: *Analysis of Total Diet Samples for acrylamide*. Food Survey Information Sheet, No. 71/05 (2005) Available at: <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/fsis712005.pdf>
7. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA): *Report on 64th meeting (Rome, 8-17 February 2005)*. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (2005) Available at: [http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/en/summary\\_report\\_64\\_final.pdf](http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/en/summary_report_64_final.pdf)
8. M.A.Slayne and D.R.Lineback: Acrylamide: consideration for risk management. *J.AOAC Int.*, 88, 227 - 233 (2006)
9. A.Göbel and A.Kliemant: The German minimisation concept for acrylamide. *Food Add.Contam.* (in press)
10. A.Kliemant and A.Göbel: Acrylamide minimisation concept - a risk management tool in Thermal processing of food - potential health benefits and risks. Ed.: Senate Commission on Food Safety SKLM. Wiley-VCH, Weinheim (2007)
11. German Federal Office of Consumer Protection and Food Safety (BVL): The German minimisation concept for acrylamide. (2006) Available at: [http://www.bvl.bund.de/cln\\_027/nn\\_521172/EN/01\\_Food/04\\_Acrylamid\\_en/00\\_Minimierungskonzept\\_en/minimierungskonzept\\_node.html\\_nnn=true](http://www.bvl.bund.de/cln_027/nn_521172/EN/01_Food/04_Acrylamid_en/00_Minimierungskonzept_en/minimierungskonzept_node.html_nnn=true)
12. D.S.Mottram, B.L.Wedzicha, and A.T.Dodson: Acrylamide is formed in the Maillard reaction. *Nature*, 419, 448 - 449 (2002)
13. R.Stadler, I.Blank, N.Varga, F.Robert, J.Hau, Ph.Guy, M.C.Robert, and S.Riedicker: Food Chemistry: acrylamide from Maillard reaction products. *Nature*, 419, 449 - 450 (2002)
14. D.V.Zyzak, R.A.Sanders, M.Stojanovic, D.H.Tallmadge, B.L.Eberhart, D.K.Ewald, D.C.Gruber, T.R.Morsch, M.A.Strothers, G.P.Rizzi, and M.D.Villagran: Acrylamide formation mechanism in heated foods. *J.Agric.Food Chem.*, 51, 4782 - 4787 (2003)
15. M.Granvogl, M.Jezussek, P.Koehler, and P.Schieberle: Quantitation of 3-aminopropionamide in potatoes - a minor but potent precursor in acrylamide formation. *J.Agric.Food Chem.*, 52, 4715 - 4757 (2004)
16. United States Food and Drug Administration: FDA Action plan for acrylamide in food. (2004) Available at: <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/acrypla3.html>
17. G.Gamboa da Costa, M.I.Churchwell, L.P.Hamilton, F.A.Beland, M.M.Marques, and D.R.Doerge: DNA adduct formation from acrylamide via conversion to glycidamide in adult and neonatal mice. *Chem.Res.Toxicol.*, 16, 1328 - 1337 (2003)
18. D.R.Doerge, J.F.Young, L.P.McDaniel, N.C.Twaddle, and M.I.Churchwell: Toxicokinetics of acrylamide in glycidamide in Fischer 344 rats. *Toxicol.Appl.Pharmacol.*, 208, 199 - 209 (2005)
19. I.Maniere, T.Godard, D.R.Doerge, M.I.Churchwell, M.Guffory, M.Laurentie, and J.M.Poul: DNA damage and DNA adduct formation in rat tissues following oral administration of acrylamide. *Mutat.Res.*, 580, 119 - 129 (2005)
20. N.C.Twaddle, M.I.Churchwell, L.P.McDaniel, and D.R.Doerge: Autoclave sterilization produces acrylamide in rodent diets: implications for toxicity testing. *J.Agric.Food Chem.*, 52, 4344 - 4349 (2004)

21. N.C.Twaddle, L.P.McDaniel, G.Gamboa da Costa, M.I.Churchwell, F.A.Beland, and D.R.Doerge: Determination of acrylamide and glycidamide serum toxicokinetics in B6C3F1 mice using LC-ES/MS/MS. *Cancer Lett.*, 207, 9 - 17 (2004)
22. E.Tareke, L.P.McDaniel, M.I.Churchwell, N.C.Twaddle, and D.R.Doerge: Relationship between biomarkers of exposure and toxicokinetics in Fischer 344 rats and B6C3F1 mice administered single doses of acrylamide and glycidamide and multiple doses of acrylamide. *Toxicol.Appl.Pharmacol.*, 63 - 75 (2006)
23. D.R.Doerge: FDA/NTP Toxicology Studies: GeneTox, Metabolism, PBPK and Chronic Studies with Acrylamide. 31st Annual Summer Toxicology Forum, Aspen, Colorado. (2005) Available at: [http://www.toxforum.org/html/summer\\_meeting\\_2005.html](http://www.toxforum.org/html/summer_meeting_2005.html)
24. L.A.Mucci, H.-O.Adami, and A.Wolk: Prospective study of dietary acrylamide and risk of colorectal cancer among women. *Int.J.Cancer*, 118, 169 - 173 (2006)
25. T.R.Fennell, S.C.Sumner, R.W.Snyder, J.Burgess, R.Spicer, W.E Bridson, and M.A.Friedman: Metabolism and haemoglobin adduct formation of acrylamide in humans. *Toxicological Sciences*, 85, 447 - 459 (2005)
26. T.R.Fennell, S.C.Sumner, R.W.Snyder, J.Burgess, and M.A.Friedman: Kinetics of elimination of urinary metabolites of acrylamide in humans. *Toxicological Sciences*, 93, 256 - 267 (2006)
27. T.M.Amrein, B.Schonbachler, F.Rohner, H.Lukac, H.Schneider, A.Keiser, F.Escher, and R.Amado: Potential for acrylamide formation in potatoes: data from the 2003 harvest. *Eur.Food Res.Technol*, 219, 572 - 578 (2004)
28. T.M.Amrein, S.Bachmann, A.Noti, M.Biedermann, M.F.Barbosa, S.Biedermann-Brem, K.Grob, A.Keiser, P.Realini, F.Escher, and R.Amado: Potential of acrylamide formation, sugars, and free asparagine in potatoes: a comparison of cultivars and farming systems. *J.Agric.Food Chem.*, 51, 5556 - 5560 (2003)
29. A.Noti, S.Biedermann-Brem, M.Biedermann, K.Grob, P.Albisser, and P.Realini: Storage of potatoes at low temperature should be avoided to prevent increased acrylamide formation during frying and roasting. *Mitt.Lebensm.Hyg*, 94, 167 - 180 (2003)
30. T.De Wilde, B.De Meulenaer, F.Mestdagh, Y.Govaert, W.Ooghe, S.Fraselle, K.Demeulemeester, C.Van Peteghem, A.Calus, J.M.Degroodt, and R.Verhe: Selection criteria for potato tubers to minimize acrylamide formation during frying. *J.Agric.Food Chem.*, 54, 2199 - 2205 (2006)
31. T.De Wilde, B.De Meulenaer, F.Mestdagh, Y.Govaert, S.Vandeburie, W.Ooghe, S.Fraselle, K.Demeulemeester, C.Van Peteghem, A.Calus, J.M.Degroodt, and R.Verhe: Influence of fertilization on acrylamide formation during frying of potatoes harvested in 2003. *J.Agric.Food Chem.*, 54, 404 - 408 (2006)
32. European Cultivated Potato Database. (2006) Available at: <http://www.europotato.org/menu.php>
33. R.H.Coffin, R.Y.Yada, K.L.Parkin, B.Grodzinski, and D.W.Stanley: Effect of low temperature storage on sugar concentrations and chip color of certain processing potato cultivars and selections. *J.Food Sci.*, 52, 639 - 645 (1987)
34. R.W.Blenkinsop, L.J.Copp, R.Y.Yada, and A.G.Marangoni: Changes in compositional parameters of tubers of potato (*Solanum tuberosum*) during low temperature storage and their relationship to chip processing quality. *J.Agric.Food Chem.*, 50, 4545 - 4553 (2002)
35. B.Putz: Erste 4 °C - typen bei Kartoffeln aus deutscher Züchtung. *Kartoffelbau*, 48, 280 - 282 (1997)
36. Bundessortenamt: Database of descriptive variety lists. (2006) Available at: [www.bundessortenamt.de](http://www.bundessortenamt.de)
37. British Potato Council: BPC Store Managers' Guide. (2001)
38. 2nd International Acrylamide in Food Workshop, Chicago: *Working Group #1: Mechanisms of formation and methods of mitigation (April 13 - 15 2004)* (2004) Available at: [http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acryl2004/acryl\\_2004\\_wg1\\_report.pdf](http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acryl2004/acryl_2004_wg1_report.pdf) and [http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acryl2004/wg1\\_2004.pdf](http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acryl2004/wg1_2004.pdf)

39. V.A.Elder, J.G.Fulcher, K-H.H.Leung, and M.G.Topor: Method for reducing acrylamide formation in thermally processed foods. WO 2004/075657 A2 (2004)
40. E.Brathen, A.Kita, S.H.Knutzen, and T.Wicklund: Addition of glycine reduces the content of acrylamide in cereal and potato products. *J.Agric.Food Chem.*, 53, 3259 - 3264 (2005)
41. P.Rydberg, S.Eriksson, E.Tareke, P.Karlsson, L.Ehrenberg, and M.Tornqvist: Investigation of factors that influence the acrylamide content of heated foodstuffs. *J.Agric.Food Chem.*, 51, 7012 - 7018 (2003)
42. P.J.Corrigan: Method for reducing acrylamide in foods, foods having reduced levels of acrylamide and article of commerce. WO 2005/034649 A1 (2005)
43. F.Pedreschi, O.Bustos, D.Mery, P.Moyano, K.Kaack, and K.Granby: Color kinetics and acrylamide formation in NaCl soaked potato chips. *J.Food Eng.*, 79, 989 - 997 (2007)
44. Centre for Food Safety: Acrylamide in fried and baked food. (2006) Available at: [www.cfs.gov.hk/cfs\\_news2\\_acryl.html](http://www.cfs.gov.hk/cfs_news2_acryl.html)
45. D.Taubert, S.Harlfinger, L.Henkes, R.Berkels, and E.Schomig: Influence of processing parameters on acrylamide formation during frying of potatoes. *J.Agric.Food Chem.*, 52, 2735 - 2739 (2004)
46. B.Matthaus, N.U.Haase, and K.Vosmann: Factors affecting the concentration of acrylamide during deep-fat frying of potatoes. *Eur.J.Lipid Technol*, 106, 793 - 801 (2004)
47. A.Kita, E.Brathen, S.H.Knutzen, and T.Wicklund: Effective ways to decrease acrylamide content in potato crisps during processing. *J.Agric.Food Chem.*, 52, 7011 - 7016 (2004)
48. F.Pedreschi, P.Moyano, K.Kaack, and K.Granby: Color changes and acrylamide formation in fried potato slices. *Food Res.Int.*, 38, 1 - 9 (2005)
49. Euproean Commission: Note of the meeting of experts on industrial contaminants in food, Acrylamide workshop: information on ways to lower the levels of acrylamide formed in food. (2003) Available at: [http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/acryl\\_guidance.pdf](http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/acryl_guidance.pdf)
50. F.Pedreschi, K.Kaack, and K.Granby: Reduction of acrylamide formation in potato slices during frying. *Lebensm.-Wiss.U.Technol.*, 37, 679 - 685 (2004)
51. K.Grob: Reduction of exposure to acrylamide: achievements, potential of optimisation, and problems encountered from the perspectives of a Swiss enforcement laboratory. *J.AOAC Int.*, 88, 253 - 261 (2005)
52. K.Fiselier, D.Bazzocco, F.Gama-Baumgartner, and K.Grob: Influence of the frying temperature on acrylamide formation in French fries. *Eur.Food Res.Technol.*, 222, 414 - 419 (2006)
53. K.Grob, M.Biedermann, S.Biedermann-Brem, A.Noti, D.Imhof, T.Amrein, A.Pfefferle, and D.Bazzocco: French fries with less than 100 mg/kg acrylamide. A collaboration between cooks and analysts. *Eur.Food Res.Technol.*, 217, 185 - 194 (2003)
54. K.Ishihara, A.Matsunaga, K.Nakamura, K.Sakuma, and H.Koga: Examination of conditions inhibiting the formation of acrylamide in the model system of fried potato. *Biosci.Biotechnol.Biochem.* (in press)
55. Confederation of the Food and Drink Industries of the EU (CIAA): *A summary of the efforts and progress achieved to date by the European food and drink industry (CIAA) in lowering levels of acrylamide in food.* Acrylamide status report December 2004 (2004)
56. K.Fiselier, A.Hartmann, A.Fiscalini, and K.Grob: Higher acrylamide contents in French fries prepared from 'fresh' prefabricates. *Eur.Food Res.Technol.*, 221, 376 - 381 (2005)
57. A.Habel, A.Lhrack, and M.Spriner U.Tietz: Development of new technologies to minimize acrylamide in food. (2005) Available at: [www.ilu-ev.de/berichte/acrylamide\\_bll\\_fei-veoeffenlichung\\_final.pdf](http://www.ilu-ev.de/berichte/acrylamide_bll_fei-veoeffenlichung_final.pdf)
58. N.Muttucumaru, N.G.Halford, J.S.Elmore, A.T.Dodson, M.Parry, P.R.Shewry, and D.S.Mottram: The formation of high levels of acrylamide during the processing of flour derived from sulfate-deprived wheat. *J.Agric.Food Chem.*, 54, 8951 - 8955 (2006)

59. M.Biedermann and K.Grob: Model studies on acrylamide formation in potato, wheat flour and corn starch; ways to reduce acrylamide contents in bakery ware. *Mitt.Lebensm.Hyg*, 94, 406 - 422 (2003)
60. D.Taeymans, A.Anderson, P.Ashby, I.Blank, P.Gonde, P.Van Eijck, V.Faivre, S.P.D.Lalljie, H.Lingert, M.Lindblom, R.Matissek, D.Muller, R.H.Stadler, A.Studer, D.Silvani, D.Tallmadge, G.Thompson, T.Whitmore, J.Wood, and D.Zyzak: Acrylamide: update on selected research activities conducted by the European food and drink industry. *J.AOAC Int.*, 88, 234 - 241 (2005)
61. H.Fredriksson, J.Tallving, J.Rosen, and P.Aman: Fermentation reduces free asparagine in dough and acrylamide in bread. *Cereal Chem.*, 81, 650 - 653 (2004)
62. Association of the Chocolate, Biscuits and Confectionery Industries of the EU CAOBISCO: Review of acrylamide mitigation in biscuits, crackers and crispbread. (2006) Available at: [www.caobisco.com/english/pdf/7254-639e.pdf](http://www.caobisco.com/english/pdf/7254-639e.pdf)
63. D.Taeymans, J.Wood, P.Ashby, I.Blank, A.Studer, R.H.Stadler, P.Gonde, P.Van Eijck, S.P.D.Lalljie, H.Lingert, M.Lindblom, R.Matissek, D.Muller, D.Tallmadge, J.O'Brien, S.Thompson, D.Silvani, and T.Whitmore: A review of acrylamide: an industry perspective on research, analysis, formation and control. *Crit.Rev.Food Sci.Nutr.*, 44, 323 - 347 (2004)
64. R.H.Stadler and G.S.Scholz: Acrylamide: an update on current knowledge in analysis, levels in food, mechanisms of formation, and potential strategies of control. *Nutr.Revs*, 62, 449 - 467 (2004)
65. T.Delatour, A.Perisset, T.Goldmann, S.Riedicker, and R.H.Stadler: Improved sample preparation to determine acrylamide in difficult matrixes such as chocolate powder, cocoa, and coffee by liquid chromatography tandem mass spectroscopy. *J.Agric.Food Chem.*, 52, 4625 - 4631 (2004)
66. K.Hoenicke and R.Gatermann: Stability of acrylamide in food during storage. *Czech J.Food Sci.*, 88, 268 - 272 (2004)
67. D.Andrzejewski, J.A.Roach, M.L.Gay, and S.M.Musser: Analysis of coffee for the presence of acrylamide by LC-MS/MS. *J.Agric.Food Chem.*, 52, 1996 - 2002 (2004)
68. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food: Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds in food: second report. Food Surveillance Paper No. 32., HMSO London (1992)
69. M.J.Dennis, R.C.Massey, G.Cripps, I.Venn, N.Howarth, and G.Lee: Factors affecting the polycyclic aromatic hydrocarbon content of cereals, fats and other food products. *Food Add.Contam.*, 8, 517 - 530 (1991)
70. Food Standards Agency: *Survey of 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) in selected food groups*. Food Survey Information Sheet, No. 01/03 (2001) Available at: <http://www.food.gov.uk/science/surveillance/fsis-2001/3-mcpdse1>
71. R.Battaglia, H.B.S.Conacher, and B.D.Page: Ethyl carbamate (urethane) in alcoholic beverages and foods: a review. *Food Add.Contam.*, 7, 477 - 496 (1990)
72. U.S.Food and Drug Administration: Exploratory data on furan in food. (2004) Available at: <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/furandat.html>
73. R.C.Massey and M.J.Dennis: The formation and occurrence of amino acid pyrolysates and related mutagens in cooked foods. *Food Add.Contam.*, 4, 27 - 36 (1987)
74. G.Lisińska: Manufacture of potato chips and French fries in Potato science and technology. Ed.: G.Lisińska and W.Leszczynski. Elsevier Science Publishers Ltd, New York (1989)