

**Point 9 (e) de l'ordre du jour****CX/CF 11/5/13
Janvier 2011****PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES****COMITÉ DU CODEX SUR LES CONTAMINANTS DANS L'ALIMENTATION****5^{ème} Session****La Haye, les Pays-Bas, 21 – 25 mars 2011****DOCUMENT DE TRAVAIL SUR LE FURANE**

(Préparé par le groupe de travail électronique dirigé par les États-Unis d'Amérique)

GÉNÉRALITÉS

1. La 4^{ème} session du Comité du Codex sur les Contaminants dans les aliments (CCCCF) est convenue d'établir un groupe de travail électronique conduit par les États-Unis afin de préparer un document de travail sur le furane dans les aliments.¹ La liste des participants du groupe de travail électronique est jointe en tant qu'Annexe I.
2. On a proposé que le document de travail inclue une révision de l'exposition au furane, les toxicités au furane et les technologies disponibles afin de réduire le furane dans les aliments en vue d'explorer la possibilité de développer un code d'usages (COP).
3. Étant donné que le but ultime du Code d'usages est de fournir des informations sur la réduction des niveaux de furane dans l'alimentation, ce document va être ciblé sur les informations relatives à la formation et la mitigation du furane. Des discussions plus brèves sur la toxicologie, l'analyse, et l'exposition sont aussi inclus.

INTRODUCTION

4. Le furane (C₄H₄O; CAS No. 110-00-9) est un composé hautement volatile, hétérocyclique, lipophile utilisé en tant qu'intermédiaire dans la production des produits chimiques industriels et agricoles en tant qu'intermédiaire dans la production des produits chimiques industriels et agricoles. Le furane peut être trouvé dans les gaz d'échappement du moteur, le bois et la fumée du tabac ainsi que dans les produits de la combustion au charbon et la gazéification (1, 2).

Furane, C₄H₄O

5. Le furane peut se former dans les aliments en conséquence de l'échauffement (3-6) ou l'exposition à l'ionisation ou la radiation ultraviolette (4, 7-8). Les précurseurs potentiels du furane comprennent des acides aminés, des sucres, des acides gras polyinsaturés (PUFA), l'acide ascorbique, et les caroténoïdes (5-6). Les composés à base de furane ont été longtemps liés au goût et au parfum des aliments (3) et avant 2004, le

¹ ALINORM 10/33/41

furane lui-même était connu pour être présent dans un nombre limité d'aliments (3,9-11). En 2004, les scientifiques aux États-Unis de l'Organisme de surveillance des aliments et des médicaments (U.S. FDA) ont indiqué avoir trouvé des niveaux significatifs de furane dans une large gamme d'aliments, en particulier dans le café et les aliments soumis à la distillation à la cornue dans les conserves et les bocaux (4). Le furane a été par la suite également identifié dans certains aliments à basse humidité, comme les toasts, les biscuits, les pommes chips et les tortilla chips (12-13).

TOXICOLOGIE et ÉPIDÉMIOLOGIE

6. Le furane dans l'alimentation est un sujet d'inquiétude parce que le furane est connu en tant que rongeur carcinogène (14). Le furane a été répertorié par l'Agence internationale de recherche sur le cancer (IARC) comme faisant partie du groupe 2B, éventuellement cancérigène pour les humains (1).

7. Le Comité d'experts mixte OMS/FAO sur les additifs alimentaires (JECFA) a examiné le furane lors de sa 72^{ème} réunion à Rome, du 16 au 25 février 2010. Les paragraphes suivants (paras. 7-11), prélevés directement du rapport de la 72^{ème} réunion, fournit des informations sur les données toxicocinétiques et toxicologiques du furane.

Absorption, distribution, métabolisme et excrétion

8. Suite à l'administration orale aux souris et aux rats, le furane est rapidement absorbé, métabolisé et éliminé dans l'urine et les matières fécales en tant que métabolites et exhalé dans l'air en tant que furane inchangé et du dioxyde de carbone se forme en tant que résultat de l'ouverture de cycle. Le métabolite initial de cycle est le *cis*-2-butène-1,4-dial (BDA), qui se forme dans le foie dans une réaction catalysée par le CYP2E1. Les produits dérivés au furane sont les plus abondants dans le foie des animaux nourris. Une variété de métabolites urinaires identifiés peut émaner des acides aminés ou des protéines de réticulation (15).

Données toxicologiques

9. La toxicité du furane administrée oralement a été étudiée largement chez les souris et les rats dans une large gamme. Le site primaire de toxicité du furane et le foie bien que les reins et les poumons soient aussi affectés à des doses élevées (>30 mg/kg-pc par jour). En outre, les modifications dans certains paramètres hématologiques et hormonaux apparaissent à des doses aussi basses que 0.12 mg/kg-pc par jour administrées 5 jours/semaine (15).

10. En ce qui concerne l'hépatotoxicité, le découplage de la cellule hépatique mitochondriale oxydative phosphorylation constitue un événement critique dans la cytolethalié. La malformation du foie y compris le stress oxydatif conduit à la mort de la cellule. Ceci, en retour, fait augmenter les réponses régénératives y compris la prolifération hépatocellulaire augmentée dans les souris et les rats et notamment dans le rat, une réaction proliférative antérieure impliquant l'épithélium biliaire, désignée comme cholangiofibrose. Ces modifications prolifératives peuvent être à la base d'une tumorigénicité du foie soit seule ou en combinaison avec une altération de l'ADN. Bien que le furane ne soit pas génotoxique dans un certain nombre de systèmes de test et que la fixation à l'ADN du foie du rat n'était pas détectable, le métabolite BDA est hautement réactif et lié aux protéines et aux acides nucléiques. BDA a produit des ruptures de brin dans les cellules cultivées de mammifère et était mutagénique dans les bactéries et les cellules de mammifères cultivées; étant un dialdéhyde, il est aussi formé en réticulation avec l'ADN des cellules cultivées. La génotoxicité *in vitro* de BDA offre la possibilité que la BDA formée *in vivo* à partir du furane puisse réagir à l'ADN (15).

11. Différentes études sur le cancer du furane administré oralement (gavage) dans les souris et les rats ont été exécutées. Dans les souris, des doses de 8 et de 15 mg/kg-pc par jour, 5 jours/semaine, et 0.5, 1.0, 2.0, 4.0 et 8.0 mg/kg-pc par jour, 5 jours/semaine ont été utilisées. Chez les rats, des doses de 2, 4 et 8 mg/kg-pc par jour, 5 jours/semaine, ont été administrées. Dans les foies des rats mâles et femelles, des incidences élevées de cholangiocarcinome ont été induites à toutes les doses dans l'étude du programme national de toxicologie des U.S. (NTP), accompagnée par une hyperplasie du tractus biliaire, une métaplasie et fibrose. Les tumeurs hépatocellulaires avaient augmenté à des incidences basses. Dans les deux sexes du rat, le furane avait également augmenté les incidences de cellules mononucléaires, quoique contre des incidences exceptionnellement basses dans les groupes de contrôle. Dans les souris mâles et femelles dans les deux études, seules les tumeurs hépatocellulaires ont augmenté (15).

12. Aucune étude épidémiologique sur le furane chez les humains n'est disponible (15).

Conclusions du JECFA

13. Le JECFA a calculé les expositions diététiques suivantes pour le furane: 1 µg/kg-pc/d pour la population générale (exposition moyenne), et 2 µg/kg-pc/d pour les consommateurs avec une exposition élevée au furane. Ces évaluations couvrent potentiellement l'exposition diététique pour les enfants ainsi que pour les adultes (15-16).

14. Le JECFA a examiné l'induction des adénomes hépatocellulaires et des cancers chez les souris femelles en tant que point limite pertinent et a calculé une BMDL₁₀² de 1.3 mg/kg-pc/d, correspondant à 0.96 mg/kg-pc/d lorsque ajustée à un barème de dosage de 5 jours/semaine jusqu'à une dose quotidienne moyenne. A l'exposition diététique moyenne, la marge d'exposition (MOE) était de 960. Pour une exposition diététique élevée, la marge d'exposition (MOE) était de 480. Le JECFA a considéré que ces marges d'exposition (MOE) indiquaient une inquiétude pour la santé humaine pour un composé cancérigène qui peut agir via un métabolite génotoxique réactif d'acide déoxyribonucleique (ADN) (16).

Informations additionnelles

15. Un essai de cancérigénité de deux ans du furane dans F344 rats est actuellement conduit en tant que partie d'une nouvelle étude NTP à des doses de furane de 0, 0.02, 0.044, 0.092, 0.20, 0.44, 0.92, et 2.0 mg/kg-pc/jour. L'étude est destinée à déterminer la relation dose/effet pour la cancérigénité du furane dans F344 rats et fournit des informations sur des doses plus basses que celles testées antérieurement. La date finale prévue du rapport pour l'étude est 2013. Les études affiliées en cours aborderont les toxicocinétiques et les bio marqueurs (dose/effet pour la formation de l'adduct ADN-furane du foie à des doses de furane ≥ 0.1 mg/kg-pc, accumulation et retrait d'adduct, évaluation des adducts d'hémoglobines et les mercapturates urinaires en tant que bio marqueurs de l'exposition au furane, et modelage pharmacocinétique fondé physiologiquement) et questions mécanistiques (Mutagénèse du rat Big Blue, dose/effet pour l'hépatotoxicité subchronique du furane, réversibilité de l'hépatotoxicité et épigénétique) (17).

16. Les études épidémiologiques suggèrent que le café est associé à un risque réduit de cancer du foie chez les humains (18-19), malgré le café contenant des niveaux élevés de furane.

ANALYSE

17. Le 72^{ème} rapport du JECFA a fourni les informations suivantes sur l'analyse du furane: la chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse (GC-MS) a démontrée être la technique la plus appropriée pour la détection fiable de bas niveaux de furane dans les aliments. La chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse (GC-MS) est généralement précédée par la technique de l'extraction « headspace » (HS) ou la micro-extraction en phase solide avec la technique « headspace » (HS-SPME). A la fois les approches HS et HS-SPME sont simples et pratiques et procurent des résultats satisfaisants pour les analyses des volatiles. En raison de la haute volatilité du furane, les échantillons d'aliments et les normes doivent être réfrigérés et manutentionnés rapidement. Les échantillons liquides en purée ou les échantillons en poudre reconstitués peuvent être transférés directement dans des fioles HS, tandis que les échantillons solides doivent être homogénéisés. La plupart des méthodes publiées comprennent l'emploi du deutérium de furane étiqueté en tant que norme interne, qui est normalement ajouté à l'échantillon homogénéisé avant l'extraction. Les limites de détection (LOD) et les limites de quantification (LOQ) de 0.1 à 5 µg/kg et de 0.4 à 13 µg/kg, respectivement ont été décrites comme des méthodes basées sur l'extraction HS. Des LOD et LOQ plus basses sont indiquées pour les méthodes utilisant HS-SPME. Aucun matériel de référence certifié n'est actuellement disponible (15-16).

18. Le tableau 1 répertorie une variété de méthodes qui ont été développées depuis que FDA des USA a publié sa méthode originale en 2004. La méthode initiale du FDA des USA est appropriée pour les fioles d'incubation « headspace » à 80 °C, mais après les rapports de la formation de furane à des températures plus basses (20-24), les recommandations ultérieures étaient d'incuber les fioles « headspace » à 60 °C (24-25) ou 50 °C ou plus bas (26). Les révisions détaillées sur la méthodologie d'analyse du furane peuvent être trouvées dans les références récentes suivantes (23, 27).

² BMDL₁₀, limite plus basse sur la dose de référence pour un 10% de réaction

Tableau 1: méthodes typiques pour l'analyse du furane dans les différentes matrices

Référence	Méthode	LOD indiquée (µg/kg)	LOQ indiquée (µg/kg)	Matrice alimentaire	Méthode de quantification
Altaki et al., 2007 (28)	HS-SPME/GC-IT-MS(1)	0.008 – 0.070	0.030 – 0.250	Jus de pomme, miel, soupe, café, aliments pour bébés	Courbe de calibration externe
Becalski et Seaman, 2005 (5)	HS/GC-MS(2)	1	—	Systèmes de modèle	Courbe de calibration externe
Becalski et al., 2010 (29)	HS/GC-MS(2)	0.1	—	Fruits (jus, fruits en conserve), légumes (jus, légumes en conserve), produits mélangés (fèves cuites, pâtes, chili con carne), viandes (ragoût de bœuf, viande luncheon, poisson en conserve), café, aliments pour bébé	Courbe de calibration externe
Bianchi et al., 2006 (30)	HS-SPME/GC-MS(3)	0.0257	0.0417	Aliments pour bébé	Courbe de calibration externe
Goldmann et al., 2005 (31)	HS-SPME/GC-MS(3)	0.034	0.086	Café, aliments d'animaux de compagnie, jus, aliments pour bébé	Courbe de calibration externe
Ho et al., 2005 (32)	HS-SPME/GC-MS(3)	0.3	0.8	Café fermenté; boissons à base de café	Courbe de calibration externe
Ridgway et al., 2010 (33)	SBSE/GC-MS(4)	2	10	Café, aliments pour bébé	Addition Standard
US FDA, 2004 (34); Nyman et al., 2006 (20); Nyman et al., 2008 (25)	HS/GC-MS(2)	0.2-4.4	0.6-13	Jus de pomme, bouillon de poulet, beurre de cacahouètes, préparations pour nourrissons, fèves vertes en conserve, bretzels, biscuits Graham, pommes chips	Addition standard
Yoshida et al., 2007 (24)	HS/GC-MS(2)	0.2-0.5	0.5-2.0	Aliments pour bébé, préparations pour nourrissons	Courbe de calibration externe

(1) la micro extraction en phase solide avec la technique « headspace /la spectrométrie de masse- la chromatographie d'échange d'ions

(2) Headspace/la chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse

(3) Micro extraction en phase solide avec technique "headspace"/la chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse

(4) La technique d'extraction sur barreau (SBSE)/ chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse

OCCURRENCE DE L'EXPOSITION

Occurrence

19. Le furane a été trouvé dans une gamme large d'aliments traités thermiquement. Les investigations initiales étaient ciblées sur les aliments chauffés étanches dans des boîtes et des bocaux, tels que les aliments pour bébés, les préparations pour nourrissons, les légumes en conserve, les fèves cuites, les soupes, les sauces, les viandes et les poissons cuits à l'étouffée et en conserve (4,12). Le furane a également été trouvé

dan le café, la bière, les jus de fruits et de légumes, la sauce de soja, les boissons nutritives et les aliments à base de céréales tels que les gâteaux secs (biscuits), les biscuits sales, les céréales de petit déjeuner et le pain (7,13,27,35-36).

20. Les niveaux de furane dans les aliments pour adultes varient typiquement de non détectables à moins de 100 µg/kg, bien que les niveaux dans certains aliments varient en des centaines de µg/kg. Basées sur les données de l’Australie, le Brésil, le Canada, l’Union européenne (EU), le Japon, la République de Corée, la Suisse et les U.S.A., le JECFA a rapporté les gammes suivantes pour les niveaux moyens nationaux de furane dans les aliments avec les niveaux de contamination les plus élevés: le café torréfié (en poudre), 814–4590 µg/kg; le café instantané (en poudre), 90–783 µg/kg; le café torréfié infusé, 34–113 µg/kg; les aliments pour bébé en bocaux, 19–96 µg/kg; la sauce de soja, 16–52 µg/kg; le poisson en conserve, 6–76 µg/kg; et les fèves cuites, 27–581 µg/kg (15).

21. Le café torréfié (dans une forme sèche non brassée) est particulièrement élevé dans le furane. Tandis que les niveaux de furane dans le café brassé sont typiquement proches ou en dessous de 100 µg/kg (par ex., 7,36), les niveaux de furane dans les fèves de café entières torréfiées ou le café moulu peuvent approcher les mille de µg/kg (36). L’EFSA (36) a fourni les valeurs de moyenne suivantes (borne supérieure) pour cinq catégories de café: café instantané, 602 µg/kg; café, fèves torréfiées, 3611 µg/kg; le café moulu torréfié, 1807 µg/kg; café non spécifié, 1855 µg/kg; et café prêt à boire, 102-104 µg/kg. Les valeurs du café reportées par le FDA pour le café en tant que boisson était plus basses: 42-52 µg/kg pour le café brassé (7).

22. Les aliments pour bébé ont été étudiés considérablement à cause des niveaux relativement élevés de furane, du souci existant face à la sensibilité des nourrissons /des tous petits au furane, et parce que les aliments pour bébés préparés commercialement peuvent contenir une large portion de régimes pour nourrissons/tout-petits. Les aliments pour bébés fraîchement préparés /faits maison contiennent peu ou pas de furane (30, 37). Les aliments pour bébé commerciaux ont été reportés comme contenant du furane non détectable jusqu’à du furane supérieur à 150 µg/kg (7, 13, 24, 27, 35, 38). Les aliments pour bébés contenant des légumes ou les mélanges de légumes et de viande ont été reportés de façon conséquente comme ayant des niveaux de furane plus élevés que les aliments pour bébés contenant uniquement des fruits, uniquement de la viande, ou de la viande et des amidons (13,24,37,39-40). Zoller et al. (13) ont identifié les éventails (et moyennes) suivants pour les aliments pour bébés en bocal contenant les ingrédients suivants: viande sans légumes, 3 à 8 µg/kg (ps de moyenne donnée); légumes, 4 à 153 µg/kg (moyenne de 40 µg/kg); et fruit, 1 à 16 µg/kg (moyenne de 4 µg/kg). Basé sur les données de contrôle européen, l’EFSA (36) a identifié la teneur moyenne de furane dans 6 catégories d’aliments pour bébés comme suit: à base de céréales, 19 µg/kg; viande et légumes, 39-40 µg/kg; légumes uniquement, 39-40 µg/kg; fruits et légumes, 10-12 µg/kg; fruits uniquement, 2.5-5 µg/kg; et non classifié 31-32 µg/kg.

Exposition

23. Les estimations d’exposition du furane en Europe, au Danemark, aux USA, et au Brésil à partir de l’évaluation du JECFA sont indiquées dans le tableau 2. Les expositions moyennes pour les adultes variaient entre 0.25 et 1.17 µg/kg-pc/d et les expositions supérieures en pourcentage variaient de 0.60 et 2.22 µg/kg-pc/d. Ainsi que noté dans le paragraphe 12, le JECFA a choisi une exposition de 1 µg/kg-pc/d pour le consommateur moyen et de 2 µg/kg-pc/d pour le consommateur élevé en tant que base de son calcul MOE.

Tableau 2: évaluations du JECFA sur l’exposition diététique au furane^a

Pays	Évaluation de l’exposition diététique (µg/kg-pc par jour)	
	Moyenne	Pourcentage supérieur
Europe Europe ^b	0.29–1.17 adultes 0.27–1.01 nourrissons 3–12 mois	0.60–2.22 adultes (95ème) 1.14–1.34 nourrissons 6–9 mois (95ème)
Danemark	0.95–1.02 adultes 0.08 enfants 4–6 ans	2.10–2.19 adultes (95ème)
Amérique du Nord U.S. ^d	0.25–0.26 adultes 0.23 enfants 2–5 ans 0.41 infants 0–12 mois	0.61 adultes (90ème) 0.99 nourrissons 0–12 mois (90ème)

Pays	Évaluation de l'exposition diététique ($\mu\text{g}/\text{kg}\text{-pc}$ par jour)	
	Moyenne	Pourcentage supérieur
Amérique du Sud Brésil ^c	0.46 nourrissons 6–11 mois	1.34 nourrissons 6–11 mois (99ème)

^a Adapté de (15).

^b Résultats diététiques individuels pour 14 pays européens de la base de données du précis européen sur la consommation d'aliments ; analysés les valeurs de furane de 2004–2009.

^c Résultats diététiques individuels issus de l'Étude nationale danoise sur la Nutrition ; nouvelles données du furane pour certains aliments traités à la chaleur.

^d Résultats diététiques individuels des USA. 1994–1996, 1998 CSFII supplémentaire; valeurs analysées du furane à partir des études de 2003 et 2007 .

^e Résultats diététiques individuels pour les nourrissons ; données analysées pour les aliments pour bébé.

24. Le tableau 3 montre des évaluations additionnelles d'exposition publiées pour le furane dans l'alimentation. Les estimations de l'exposition moyenne sont similaires au tableau 2, à l'exception des estimations pour la Corée, qui étaient beaucoup plus basses.

Tableau 3: évaluations de l'exposition additionnelle pour le furane dans l'alimentation

Pays/région	Exposition moyenne ($\mu\text{g}/\text{kg}\text{-pc}/\text{d}$), Exposition catégorie	Référence
Canada	0.37, 20 + ans 1.12, 1-4 ans	29
Corée	0.0106, adultes 0.0174, bébés	38
Taiwan	0.299, adultes males 0.177, adultes femelles 0.47, 6-mois	41
Allemagne	0.5, 6-mois	37
Finlande	0.1-2.1, nourrissons	42

25. Le café est le contributeur majeur de l'exposition diététique au furane pour les adultes en Europe et en Amérique du Nord (7, 15, 39). Pour les enfants, le JECFA a reporté que les céréales du petit déjeuner étaient le contributeur majeur à l'exposition (15).

FORMATION

26. Le furane est formé dans les aliments en conséquence d'un traitement thermique (3-6). La formation du furane a également été rapportée dans les aliments traités par rayonnement ionisant (4,7-8) ou radiation ultraviolette (45-46).

27. Maga (3) a révisé le travail antérieur sur la formation du furane et les dérivés du furane dans les aliments traités thermiquement en identifiant la source primaire de furanes dans l'alimentation en tant que dégradation thermique et réarrangement de composés organiques, de carbohydrates particuliers. Maga a identifié un certain nombre de systèmes expérimentaux connus pour produire du furane (ou furane dérivé) dans l'alimentation y compris l'échauffement des sucres, l'échauffement des sucres en la présence des acides aminés ou protéines, et la dégradation thermique des vitamines incluant l'acide ascorbique (3-4,22).

28. Depuis l'identification du furane dans une large gamme d'aliments en 2004 (4), de nouvelles études dans des systèmes modèles ont confirmé ou identifié des voies pour induire thermiquement la formation de furane: (1) l'oxydation thermique de l'acide ascorbique, les dérivés d'acide ascorbique, les acides gras polyinsaturés (PUFA), les triglycérides, et caroténoïdes, (2) la dégradation thermique des sucres réduits dans l'absence ou la présence des acides aminés et (3) la dégradation thermique des acides aminés (5-6,43-44,47-48). Le fructose a été identifié en tant que précurseur clé dans les études d'irradiation UVC (45-46).

29. Basé sur des études dans des systèmes modèles de la formation de furane induite thermiquement. Perez et Yaylayan (6) ont proposé des séries de formation de voies métaboliques pour le furane dans l'alimentation issue des sucres, des acides aminés, de l'acide ascorbique et des dérivés de l'acide ascorbique, et des PUFA. L'acide ascorbique avait le potentiel de formation en furane le plus élevé des précurseurs examinés dans des systèmes modèles simples (6,22). Mark et al. (43) et Limacher et al. (44) ont précisé ultérieurement les voies métaboliques probables de réaction de l'acide ascorbique au furane.

30. Becalski et Seaman (5) ont confirmé l'oxydation des PUFA à des températures élevées et la décomposition des dérivés de l'acide ascorbique en tant que sources du furane dans les systèmes modèles. Ils ont aussi identifié les caroténoïdes en tant que précurseurs potentiels du furane.

31. Un certain nombre de facteurs chimiques ont été rapportés afin d'affecter la formation de furane dans les études modèles de la formation de furane induite thermiquement. La production de furane issue des PUFA et de l'acide ascorbique est d'après certaines informations supprimées par les antioxydants, les agents réducteurs ou la disponibilité limitée d'oxygène (5,43). Le phosphate a généralement augmenté la formation de furane induite thermiquement des sucres, des acides ascorbiques et acide linoléique tandis que le pH avait des effets variables selon le précurseur (49).

32. La production de furane dans des systèmes modèles simples a été reportée à la fois comme améliorée (50) et réduite par la présence de multiples précurseurs ou autres ingrédients (43-44). Par conséquent, les prédictions de la production de furane à partir de systèmes de modèles simples devraient être interprétées avec précaution (43-44).

33. Basé sur des études modèles et en examinant la large gamme d'aliments dans laquelle le furane apparaît, il est probable qu'il y a de multiples mécanismes de formation dans les aliments actuels (7,35). Il y a aussi probablement des réactions multiples en concurrence qui peuvent diminuer ou augmenter les niveaux de furane (23,43-44). Cette situation peut compliquer les efforts afin d'identifier les opportunités de mitigation pour le furane.

RECHERCHE DE MITIGATION

Introduction

34. À ce jour, les recherches sur le furane n'ont pas été couronnées de succès dans l'identification de solutions pratiques et effectives pour la diminution du furane dans l'alimentation. Les raisons en sont l'existence de voies métaboliques multiples, complexes pour la formation de furane; l'importance des techniques du processus thermique pour la sécurité des aliments et le développement du parfum et de l'arôme désirables; et les effets complexes de la matrice alimentaire sur la rétention du furane dans l'alimentation. Bien qu'une "trousse à outils" de solutions ne soit pas encore disponible, des recherches étendues ont été conduites dans les aires de manipulation des aliments, préparation du café, aliments pour bébés, et modèles de systèmes. Cette section révisera ces expériences avec l'intention d'identifier le matériel possible pour un futur COP. Certaines expériences décrivent les conditions de manipulation des aliments (par.ex. incubations prolongées) qui ne sont pas réalistes mais les résultats peuvent encore être utiles pour l'augmentation de la compréhension de la stabilité du furane et la rétention du furane dans les aliments.

Manipulation des aliments : aliments en bocaux et en conserve

35. Certains auteurs ont trouvé une réduction des niveaux de furane par l'échauffement et/ou brassage des aliments préparés. Roberts et al. (51) ont testé les effets sur les niveaux de furane de l'échauffement des aliments en conserve ou en bocaux dans les casseroles, micro ondes et bains d'eau chaude. Les auteurs ont trouvé que le réchauffement des casseroles diminuait les niveaux de furane de façon plus fiable que le réchauffement par micro-ondes mais pas dans tous les échantillons. Les échantillons en conserve qu'on remue et les aliments pour bébés en bocal augmentaient la libération du furane par rapports aux aliments qu'on laissait simplement reposer. Afin de réduire les niveaux de furane, ils ont recommandé de laisser la viande reposée aussi longtemps que possible avec un brassage régulier.

36. Fromberg et al. (52) ont trouvé que le réchauffement d'une variété d'aliments prêts à consommer réduisait la teneur en furane d'environ la moitié dans différents aliments sans qu'aucune différence ne soit observée entre le réchauffement au micro onde et à la casserole. Des températures plus élevées durant le réchauffement ont été associées avec des réductions de furane plus grandes dans les soupes et les aliments en

conserve. Aucun déclin plus avant n'a été constaté dans les niveaux de furane dans les échantillons laissés à refroidir pendant 1 heure à la température ambiante.

37. Kim et al. (53) ont constaté que l'échauffement des viandes en conserve à 50-70 °C réduisait les niveaux de furane de 26 à 46 pour cent. Ils ont recommandé l'échauffement des viandes en conserve avant la consommation ainsi que de laisser ouverts pendant 1 minute avant consommation les aliments en conserve.

38. Zoller et al. (13) ont indiqué que l'échauffement des bocaux ouverts des aliments pour bébés dans un micro-onde pendant 45 secondes et que le brassage pendant 10 secondes réduisait les niveaux de furane de 29 pour cent. Lorsque les auteurs mettaient au micro onde et brassaient les échantillons pour une seconde fois, le furane diminuait de 55 pour cent par rapport aux niveaux originaux.

39. Goldmann et al. (31) ont trouvé que les conditions de chauffage atypique de la maison (par ex., l'échauffement des bocaux ouverts de l'alimentation pour bébé jusqu'à 75 °C sur 5.5 heures) ont causé une diminution de 85 pour cent du furane. Les niveaux de furane ont aussi décliné d'environ 50 pour cent dans les échantillons non chauffés sur la même période de temps. Les auteurs ont conclu que le furane n'est pas stable dans les aliments après la préparation ou l'ouverture de produits commerciaux, et que l'étendue de la perte du furane est affiliée à la température du produit et le temps d'exposition à l'atmosphère.

40. D'autres chercheurs n'ont pas trouvé de réductions importantes dans les niveaux de furane issu de l'échauffement et/ou brassage des aliments préparés. Hasnip et al. (22) ont analysé les niveaux de furane avant et après l'échauffement des aliments préparés par micro ondes, cuisson à la cuisinière et réchauffement dans l'eau chaude (aliments pour bébé), dans des conditions différentes de brassage. Ils ont rapporté que les processus de réchauffement ne conduisaient généralement pas à des diminutions importantes dans les niveaux de furane.

41. Lachenmeier et al. (37) ont indiqué que l'échauffement des aliments commerciaux pour bébés en bocaux dans un chauffe-biberon ne montrait pas une tendance pertinente à travers l'augmentation et la diminution des niveaux de furane bien que deux produits obtenus à base de pomme de terre ont augmenté les niveaux de furane (6-7 µg/kg) après l'échauffement. L'échauffement des bocaux ouverts avec brassage ne provoquait pas non plus de modifications importantes des niveaux de furane. Les auteurs ont conclu que l'évaporation du furane est entravée par sa diffusion lente dans la matrice alimentaire et ont fait une recommandation préliminaire pour chauffer les aliments pour bébé dans une casserole ou saladier plus large.

La manipulation du café

42. Goldmann et al. (31) ont trouvé que le furane dans le café diminuait d'environ 50 pour cent après que les chercheurs ont stimulé le transfert du café d'un pot à une tasse et ont laissé le café reposé environ 4 heures. Les niveaux de furane diminuaient aussi approximativement de 20 pour cent en 1 heure sans transfert simulé. Zoller et al. (13) ont rapporté des déclinés comparables du furane dans le café de 50 pour cent après 1 heure à température ambiante.

43. Guenther et al. (54) ont rapporté qu'en versant le café brassé dans des tasses et en laissant les tasses reposer à la température ambiante, cela réduisait les niveaux de furane de 25 pour cent après 30 minutes. Sur la base de ces résultats, ils ont estimé que les niveaux de furane diminueraient de 10 pour cent dans les premières minutes. Pour le café préparé dans une machine à filtre goutte-à-goutte et conservé sur un réchaud, les niveaux de furane baissaient de 50 pour cent de l'heure. Les auteurs ont estimé que les niveaux de furane dans le café conservé au chaud sur un réchaud déclineraient de 35 pour cent par 30 minutes.

44. Kim et al. (53) ont analysé un petit nombre d'échantillons de café et ont trouvé que les niveaux de furane diminuaient à la fois dans le café instantané et brassé lorsque les échantillons sont laissés à la température ambiante jusqu'à 20 minutes avec ou sans couvercle.

45. Al-Taher et al. (55) ont rapporté que les niveaux de furane dans le café brassé diminuaient de façon significative lorsque le café fermente et que les niveaux de furane étaient chauffés dans une carafe ouverte pendant une heure.

46. Fritz et al. (56) ont rapporté que les niveaux de furane dans les boissons à base de café diminuaient de presque 50 pour cent dans les 30 minutes de temps de prise dans la cafetière.

Préparation du café

47. L'exposition au furane issu du café liquide peut être affectée par des facteurs incluant les procédures de torréfaction (temps, température), la teneur en furane du café moulu ou les cafés en poudre, la procédure de brassage/d'extraction (par ex, machine automatique, brassage automatique, instantané), ingrédients ajoutés au café (par ex crème), quantité de café moulu ou café en poudre utilisé par tasse, et volume de café consommé (par ex, portion d'espresso versus portion plus large). Les niveaux de furane peuvent diminuer de façon significative durant les étapes multiples dans le processus de torréfaction à la boisson (54).

48. Les niveaux de furane ont été reportés comme les plus élevés dans les fèves de café torréfiées versus café en poudre instantané ou café brassé ou café instantané (13, 22,36). Les niveaux de furane ont été rapportés comme étant plus élevés dans le café brassé que dans le café instantané (7,13,22). Également, le café espresso brassé a des concentrations plus élevées de furane que le café standard brassé (13,54,57).

49. Zoller et al. (13) ont indiqué que les machines de type espresso (semi- ou pleinement automatiques) ont fourni les concentrations de furane les plus élevées et le brassage par filtre (particulièrement dans un pot chauffé) fournissait les concentrations les plus basses.

50. Crews (58) a trouvé que les niveaux de furane plus élevés étaient associés à des machines commerciales « du grain à la tasse » versus café instantané ou café brassé –percolateur parce que l'exposition à l'air dans les machines commerciales était limitée, minimisant la perte de furane par évaporation.

51. Kuballa et al. (59; révisé dans 60) ont également indiqué avoir trouvé les niveaux les plus élevés de furane avec les machines automatiques (du grain à la tasse) et ont attribué cette trouvaille au fait que la rétention du furane est augmentée dans un système fermé. Les machines à la maison pour faire du café et le brassage manuel produisaient des niveaux moins élevés de furane.

52. La Pera et al. (60) ont trouvé que le brassage par la cafetière à pression et le brassage à espresso automatique provoquaient des réductions plus importantes du furane (67 pour cent et 63.3 pour cent) que l'infusion dans l'eau chaude (57 pour cent).

53. Crews (58) a trouvé que le café latté avait des niveaux de furane plus élevés que le café espresso, ce que les auteurs attribuaient à une rétention de furane plus élevée issue d'un volume de boisson plus large, la présence de matière grasse du lait ou la mousse sur la surface de la boisson. Pertinent avec la trouvaille de la graisse du lait, Van Lancker et al. (61) ont observé une rétention diminuée du furane dans le café dégraissé versus le café non traité.

54. Guenther et al. (54) ont rapporté que les cafés torréfiés plus noirs (plus longs) avaient des niveaux de furane plus élevés que les cafés torréfiés plus légers (plus courts), mais que la diminution du temps de torréfaction ne présentait pas une option pratique pour la réduction des niveaux de furane parce que le temps de torréfaction est un déterminant important de l'arôme de café et parce que des durées plus longues de torréfaction diminuent les concentrations d'un autre processus du contaminant, l'acrylamide. La Pera et al. (60) ont également signalé que le besoin de torréfier le café à des températures élevées (>200 °C) et l'incapacité de purger le furane issu des échantillons torréfiés sans également purger les produits chimiques produisant du parfum et de l'arôme compliqueraient les tentatives pour réduire le furane dans le café.

Pain grillé

55. Le furane a été trouvé dans des petits pains à la fois non grillés et grillés, mais le fait de toaster provoquait la hausse des niveaux de furane (13,22). Le furane a en outre été signalé de façon concentrée dans la croûte du pain (13).

Ingrédients et transformation: aliments pour bébés et jus

56. Les aliments pour bébés sont généralement transformés thermiquement à des températures élevées dans les conteneurs scellés, augmentant la susceptibilité à la formation de furane. Ainsi qu'indiqué dans le paragraphe 21, les aliments pour bébés contenant des légumes ou des mélanges viande-légumes ont généralement des niveaux de furane plus élevés que dans les aliments pour bébés à base de fruits.

57. Le fait de comprendre pourquoi les niveaux de furane sont plus élevés dans les aliments pour bébés à base de légumes que dans les aliments pour bébés à base de fruits peut aider à identifier les opportunités pour la réduction du furane. Deux facteurs possibles sont des niveaux plus élevés de furfural (furfural est un précurseur du furane) et un pH plus élevé dans les aliments végétaux (13,62-64).

58. La vitamine C (acide ascorbique) peut également constituer un facteur. La vitamine C est un précurseur du furane et les aliments pour bébés doivent être fortifiés et contiennent naturellement l'occurrence de la vitamine C (65). Mesias-Garcia et al. (62) ont suggéré la décomposition augmentée de la vitamine C dans des aliments pour bébé à base de légumes comme une raison possible pour des niveaux de furane augmentés relatifs à des aliments à base de fruits. La vitamine C peut également augmenter la formation de furane à partir d'autres précurseurs (37,44). A la fois Lachenmeier et al. (37) et Limacher et al. (44) se sont recommandés contre l'ajout de la vitamine C aux produits traités thermiquement (en conserve et en bocal) en particulier dans certains aliments pour bébés. D'autre part, Mesias-Garcia et al. (62) ont noté que les aliments pour bébés à base de fruit fortifiés à base de vitamine c ne semblaient pas contribuer à augmenter la formation de furane et Owczarek-Fendor et al. (65) n'ont pas observé d'effets sur les niveaux de furane lors de la modification des concentrations en vitamine C dans un système de modèle d'alimentation pour bébé (voir la section suivante sur les systèmes de modèles pour plus d'informations sur la vitamine C dans les aliments pour bébés).

59. Bianchi et al. (30) ont observé que les aliments pour bébés à base de fruits sont généralement pasteurisés tandis que les aliments pour bébés à base de légumes sont stérilisés. Wegener et al. (64) ont trouvé que les niveaux de furane étaient plus élevés dans les produits à base de jus de carotte destinés aux nourrissons qui étaient stérilisés en comparaison avec des produits similaires qui étaient pasteurisés à des températures plus basses. Les niveaux de furane plus élevés étaient associés à un pH plus élevé.

60. Van Lancker et al. (61) ont examiné les effets de l'huile sur la rétention du furane dans les aliments pour bébés chauffés avant la consommation. Nos quatre aliments pour bébés examinés, "épinard" et "viande et légumes," qui contenaient de l'huile ajoutée, avaient une rétention plus élevée de furane que les "carottes" ou "les légumes de jardin," qui n'avaient pas d'huile ajoutée. En se basant sur le nombre limité d'échantillons examinés, les auteurs ont conclu que la quantité d'huile ajoutée avait plus d'effet que la teneur inhérente en graisse. Ils ont également conclu que parce que l'élimination des huiles issues de l'alimentation pour bébé n'est pas praticable d'un point de vue nutritionnel, il serait préférable d'ajouter des huiles après le processus d'échauffement, immédiatement avant la consommation.

Systèmes de modèles

61. Van Lancker et al. (61) ont étudié les effets de la matrice alimentaire sur la rétention de furane dans les systèmes de modèle et les aliments préparés à partir d'un échauffement domestique. L'amidon n'augmentait généralement pas la rétention de furane relative à l'eau dans un modèle de système malgré le fait que l'amidon forme des gels contenant des corpuscules intracellulaires. Une rétention limitée a été notée uniquement avec une matrice de pomme de terre à viscosité élevée suggérant que la matrice de viscosité n'affecte pas la rétention de furane de façon importante. La présence des huiles a aussi été associée à une diminution importante dans la libération de furane des aliments pour bébés (sans tenir compte du degré de saturation de l'huile), suggérant que les huiles peuvent diminuer la volatilisation du furane. La rétention diminuée du furane a également été constatée dans le café dégraissé en comparaison avec le café non traité.

62. Owczarek-Fendor et al. (65) ont utilisé un système basé sur l'échauffement de fioles contenant des gels d'amidons afin de simuler les aliments pour bébés. Ils ont rapporté que la génération de furane était beaucoup plus élevée dans les fioles remplies incomplètes, suggérant que l'oxygène peut augmenter la formation de furane; toutefois, aucun effet pratique n'a été prévu dans les aliments pour bébés en bocal commercialement disponibles qui montrent une petite variation en volume d'espace de tête. Les auteurs ont aussi trouvé que la modification des concentrations de vitamine C de 0.1 à 4.5 mg/g n'avait pas d'effet sur les niveaux de furane. Étant donné que les aliments pour bébé contiennent 0.02 à 0.15 mg/g de vitamine C, Owczarek-Fendor et al. (65) étaient d'avis que le changement de niveaux d'enrichissement de la vitamine C n'affecterait pas selon toute probabilité les niveaux de furane dans les aliments pour bébés. Le même système de modèle a été utilisé pour examiner les effets des huiles sur la formation du furane. La génération du furane issue des huiles non oxydées était très limitée. Les huiles oxydées contenant de l'acide linoléique alpha généraient du furane mais seulement quand les huiles étaient oxydées à des niveaux inacceptables dans l'emploi pratique (66).

63. Limacher et al. (44) ont étudié la formation du furane dans les systèmes de modèles des aliments consistant en de la purée de potiron et des jus de fruits et de légumes chauffés des autocuiseurs dans des conditions de stérilisation. Ils ont trouvé que l'enrichissement de la purée et des jus avec de la vitamine C peut provoquer des augmentations importantes des niveaux de furane et ils ont noté que la vitamine C peut

fonctionner dans ces systèmes en tant que pro-oxydant promouvant la formation de furane, plutôt que comme un précurseur. Ils ont déconseillé l'enrichissement des aliments à la vitamine C contenant des précurseurs du furane avant le traitement thermique en particulier les aliments contenant des lipides polyinsaturés.

64. Lachenmeier et al. (37) ont étudié les effets des conditions d'échauffement et de la vitamine C dans le modèle d'aliment pour bébé de la purée de pomme de terre et ils ont conclu que la vitamine C avait la capacité d'augmenter la formation de furane. Ils ont recommandé de ne pas fortifier les aliments en conserve ou en bocaux avec de la vitamine C avant le traitement thermique.

OPTIONS DE MITIGATION ET RECOMMANDATIONS

65. A ce jour, les recherches sur le furane n'ont pas été concluantes dans l'identification de solutions pratiques et systématiquement efficaces pour la diminution du furane dans l'alimentation. Les interventions dans la littérature scientifique sur le furane sont pour la plupart ciblées au niveau du consommateur c'est-à-dire le niveau de manutention des aliments préparés plutôt que les méthodes de production. Bien que la recherche sur la formation et la mitigation suggère le potentiel pour les interventions dans les aires d'addition d'ingrédient et processus thermique, de telles interventions pourraient avoir des effets nutritionnels et microbiologiques sérieux (par ex., modification des profils thermiques) et ne peuvent pas être pris avec légèreté. Pour ces raisons, le Groupe de travail considère qu'il est actuellement prématuré de développer un code d'usage.

66. Le groupe de travail suggère que le matériel suivant soit examiné en tant que section éducative optionnelle du consommateur dans un code d'usages dans le futur. Il peut aussi être utilisé séparément en tant que conseil éventuel pour les consommateurs par les autorités nationales.

- a. Les aliments chauds en conserve ou en bocaux avec brassage pour autoriser la volatilisation partielle et la dissipation du furane. L'échauffement à la cuisinière, l'échauffement au micro ondes et l'échauffement des bocaux dans l'eau ont tous montré leur capacité à réduire le furane dans certains cas mais il y a des preuves que l'échauffement à la cuisinière peut être plus efficace que l'échauffement au micro ondes.
- b. Les consommateurs qui souhaitent réduire l'ingestion de furane issu du café peuvent modérer l'ingestion de café ou choisir une méthode de brassage du café qui résulte dans des niveaux de furane moins élevées (café instantané < filtre goutte-à-goutte < machine du grain à la tasse). Les consommateurs peuvent également souhaiter de laisser le café reposé durant plusieurs minutes après la coulée afin d'autoriser la libération du furane avant l'ajout de la crème.
- c. Inclure des aliments maison dans la diète (par ex, les aliments pour bébés, la soupe, les fèves cuites) en tant qu'alternatives aux aliments préemballés.
- d. Inclure des légumes frais et congelés dans la diète ainsi que des légumes en conserve.
- e. Pain grillé à légèrement brun plutôt que des niveaux de marrons foncés.

67. Des recherches en cours ou futures peuvent fournir des solutions plus pratiques qui formeraient la base du Code d'usage. Le groupe de travail recommande que les autorités nationales effectuent des recherches sur les robots de cuisine à partir des approches de mitigation pour le furane en particulier pour la production d'aliments. De telles recherches devraient examiner les qualités organoleptiques et les profils de sécurité dans l'ensemble des aliments. Des exemples éventuels comprennent:

- a. Investiguer les changements potentiels dans les profils de transformation thermiques dans le contexte des risques microbiologiques.
- b. Investiguer la formation de furane dans le poisson, le grain et les autres produits pour lesquels les voies métaboliques de formation du furane ne sont pas claires.
- c. Investiguer si les changements dans les ingrédients ajoutés (par ex, vitamine C, huiles) peuvent atténuer la formation de furane et/ou augmenter la libération de furane.
- d. Investiguer les manières de minimiser la formation de furane ou la rétention dans les aliments secs.

- e. Pour les consommateurs investiguer les techniques additionnelles pour la réduction des niveaux de furane dans les aliments préparés.
 - f. Considérer l'inclusion des analogues du furane qui sont pertinents d'un point de vue toxicologique pour les humains (par ex, 2-méthylfurane, 3-méthylfurane) dans les études de mitigation.
 - g. Poursuivre l'alignement international des méthodologies de testage pour le (par ex., échantillonnage, préparation de l'échantillon, méthodologie analytique).
68. Le groupe de travail recommande que CCCF rétablisse le groupe de travail électronique afin de réviser et de mettre à jour le document de travail sur le furane lorsque de nouvelles données adéquates seront disponibles.

RÉFÉRENCES

- (1) International Agency for Research on Cancer (IARC). (1995) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 63: "Dry Cleaning, Some Chlorinated Solvents and Other Industrial Chemicals," pp. 394-407, Lyon, France, 1995.
- (2) Report on Carcinogens, Eleventh Edition, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Toxicology Program.
- (3) Maga JA. (1979) Furans in foods. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1979: 355-400.
- (4) United States Food and Drug Administration (US FDA). (2004) Furan in Food, Thermal Treatment; Request for Data and Information. *Federal Register* 69: 25911–25913.
- (5) Becalski A and S Seaman. (2005) Furan precursors in food: a model study and development of a simple headspace method for determination of furan. *Journal of AOAC International* 88: 102-106.
- (6) Perez Locas C and VA Yaylayan. (2004) Origin and mechanistic pathways of formation of the parent furan—a food toxicant. *J Agric Food Chem* 52: 6830-6836.
- (7) Morehouse KM, et al. (2008) Survey of furan in heat processed foods by headspace gas chromatography/mass spectrometry and estimated adult exposure. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 25:259-264.
- (8) Fan X. (2005) Formation of furan from carbohydrates and ascorbic acid following exposure to ionizing radiation and thermal processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 7826-7831.
- (9) National Research Council (NRC). (1994) *Spacecraft Maximum Allowable Concentrations for Selected Airborne Contaminants*, vol. 4., appendix B14, "Furan," pp. 307-329, National Academy Press, Washington, DC.
- (10) Persson T and E von Sydow. (1973) Aroma of canned beef: gas chromatographic and mass spectrometric analysis of the volatiles. *Journal of Food Science* 38: 377-385.
- (11) Stoffelsma JG, et al. (1968) Volatile components of roasted coffee. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 16: 1000-1004.
- (12) US FDA. (2004) Exploratory data on furan in foods: individual food products. Accessed online at <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodContaminantsAdulteration/ChemicalContaminants/Furan/UCM078439>.
- (13) Zoller O, et al. (2007) Furan in food: Headspace method and product survey. *Food Additives & Contaminants: Part A* 24: 91-107
- (14) National Toxicology Program (NTP). (1993) Toxicology and carcinogenesis studies of furan (CAS No. 110-00-9) in F344/N rats and B6C3F1 mice (gavage studies). NTP Technical Report No. 402, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health, Research Triangle Park, NC, 1993.

- (15) Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). (2010) Report of the seventy-second meeting (final edited), Rome, 16–25 February 2010.
- (16) Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). (2010) Summary and conclusions, seventy-second meeting, Rome, 16–25 February 2010.
- (17) Beland F and D Doerge. (2010) Personal communication.
- (18) Bravi F, et al. (2007) Coffee drinking and hepatocellular carcinoma risk: a meta-analysis. *Hepatology* 46: 430-435.
- (19) Larrson SC and A Wolk. (2007) Coffee consumption and risk of liver cancer: a meta-analysis. *Gastroenterology* 132: 1740-1745.
- (20) Nyman PJ, et al. (2006) Single-laboratory validation of a method for the determination of furan in foods by using static headspace sampling and gas chromatography/mass spectrometry. *Journal of AOAC International* 89: 1417-1424.
- (21) Senyuva HZ and V Gökmen. (2005) Analysis of furan in foods. Is headspace sampling a fit-for-purpose technique? *Food Additives and Contaminants* 22: 1198–1202.
- (22) Hasnip S, et al. (2006) Some factors affecting the formation of furan in heated foods. *Food Additives & Contaminants: Part A* 23: 219-227.
- (23) Wenzl T, et al. (2007) Analysis of heat-induced contaminants (acrylamide, chloropropanols and furan) in carbohydrate-rich food. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 389: 119-137.
- (24) Yoshida I, et al. (2007) Rapid and improved determination of furan in baby foods and infant formulas by headspace GC/MS. *Journal of the Food Hygiene Society of Japan* 48:83-89.
- (25) Nyman PJ, et al. (2008) Single-laboratory validation of a method for the determination of furan in foods by using headspace gas chromatography/mass spectrometry, part 2—low-moisture snack foods. *Journal of AOAC International* 91: 414-421.
- (26) Crews C, et al. (2007) Factors affecting the analysis of furan in heated foods. *Food Additives & Contaminants* 24:108-113.
- (27) Heppner CW and JR Schlatter. (2007) Data requirements for risk assessment of furan in food. *Food Additives and Contaminants: Part A* 24: 114-121.
- (28) Altaki MS, et al. (2007) Analysis of furan in foods by headspace solid-phase microextraction–gas chromatography–ion trap mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* 1146: 103-109.
- (29) Becalski A, et al. (2010) Development of an analytical method and survey of foods for furan, 2-methylfuran and 3-methylfuran with estimated exposure. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 27: 764-775.
- (30) Bianchi F, et al. (2006) Development and validation of a solid phase micro-extraction-gas chromatography-mass spectrometry method for the determination of furan in baby food. *Journal of Chromatography A* 1102: 268–272.
- (31) Goldmann T, et al. (2005) Rapid determination of furan in heated foodstuffs by isotope dilution solid phase micro-extraction-gas chromatography-mass spectrometry (SPME-GC-MS). *Analyst* 130: 878–883.
- (32) Ho I-P, et al. (2005) Determination of Furan Levels in Coffee Using Automated Solid-Phase Microextraction and Gas Chromatography/Mass Spectrometry. *Journal of AOAC International* 88: 574-576.
- (33) Ridgway K, et al. (2010) The use of stir bar sorptive extraction—A potential alternative method for the determination of furan, evaluated using two example food matrices. *Analytica Chimica Acta* 657: 169-174.
- (34) US FDA. (2004) Determination of furan in foods. Originally posted May 7, 2004; updated June 2, 2005, and October 27, 2006. Accessed online at

<http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodContaminantsAdulteration/ChemicalContaminants/Furan/UCM078400>.

- (35) European Food Safety Authority (EFSA). (2004) Report of the CONTAM Panel on provisional findings on furan in food. EFSA-Q-2004-109, 7 December 2004.
- (36) EFSA. (2010) Update of results on the monitoring of furan levels in food. EFSA Journal 8: 1702-1719.
- (37) Lachenmeier DW, et al. (2009) Risk assessment of furan in commercially jarred baby foods, including insights into its occurrence and formation in freshly home-cooked foods for infants and young children. Food Additives & Contaminants: Part A 26:776-785.
- (38) Kim T-K, et al. (2009) Furan in commercially processed foods: four-year field monitoring and risk assessment study in Korea. Toxicol Environ Health A. 2009; 72:1304-10.
- (39) Carthew P, et al. (2010) Application of the margin of exposure (MoE) approach to substances in food that are genotoxic and carcinogenic. Food and Chemical Toxicology 48: S69-S74.
- (40) Bakhiya N and KE Appel. (2010) Toxicity and carcinogenicity of furan in human diet. Archives of Toxicology 84: 563-578.
- (41) Liu Y-T, et al. (2010) Assessment of dietary furan exposures from heat processed foods in Taiwan. Chemosphere 79: 54-59.
- (42) Jestoi M, et al. (2009) Furan in the baby-food samples purchased from the Finnish Markets--determination with SPME-GC-MS. Food Chemistry 117: 522-528.
- (43) Mark J, et al. (2006) Quantitation of furan and methylfuran formed in different precursor systems by proton transfer reaction mass spectrometry. J Agric Food Chem 54: 2786-2793.
- (44) Limacher A, et al. (2007) Formation of furan and methylfuran from ascorbic acid in model systems and food. Food Additives & Contaminants 24, S1: 122-135.
- (45) Fan X and DJ Geveke. (2007) Furan formation in sugar solution and apple cider upon ultraviolet treatment. Journal of Agricultural and Food Chemistry 55: 7816-7821.
- (46) Bule MV, et al. (2010) Furan formation during UV-treatment of fruit juices. Food Chemistry 122: 937-942.
- (47) Yaylayan V. (2006) Precursors, formation and determination of furan in food. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 1: 5-9.
- (48) Vranová J and Z Ciesarová. (2009) Furan in food--a review. Czech Journal of Food Science 27: 1-10.
- (49) Fan X, et al. (2008) Factors affecting thermally induced furan formation. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56: 9490-9494.
- (50) Owczarek-Fendor A, et al. (2010c) Unpublished information. Comments by Belgium to the EWG on the furan discussion paper.
- (51) Roberts D, et al. (2008) Effect of consumer cooking on furan in convenience foods. Food Additives and Contaminants 25: 25-31.
- (52) Fromberg A, et al. (2009) Scientific report submitted to EFSA: Furan in heat processed food products including home cooked food products and ready-to-eat products, EFSA Q-2009-00846.
- (53) Kim T-K, et al. (2009) Effect of cooking or handling conditions on the furan levels of processed foods. Food Additives & Contaminants: Part A 26:767-775.
- (54) Guenther H, et al. (2010) Furan in coffee: pilot studies on formation during roasting and losses during production steps and consumer handling. Food Additives & Contaminants: Part A 27: 283-290.
- (55) Al-Taher F., et al. (2008) Development of a headspace GC/MS method to measure furan in foods and beverages and its application to survey work. Poster Presentation, American Chemical Society Meeting. New Orleans, LA, April 5-10, 2008.

- (56) Fritz H, et al. (2005) Analysis of furan in different foods using gas chromatography mass spectrometry (poster). AOAC International.
- (57) Crews C, et al. (2009) Survey of furan in foods and coffees from five European Union countries. Food Additives & Contaminants: Part A: 1-4.
- (58) Crews C. (2009) Scientific/technical report submitted to EFSA: Consumer exposure to furan from heat-processed foods and kitchen air, EFSA-Q-2009-00847.
- (59) Kuballa T, et al. (2005) Furan in kaffee und kaffeegetränken. Deutsche Lebensmittel-Rundschau: Zeitschrift für Lebensmittelkunde und Lebensmittelrecht 101: 229-235.
- (60) La Pera L, et al. (2009) Analysis of furan in coffee of different provenance by head-space solid phase microextraction gas chromatography-mass spectrometry: effect of brewing procedures. Food Additives & Contaminants: Part A 26:786-792.
- (61) Van Lancker F, et al. (2009) Impact of various food ingredients on the retention of furan in foods. Molecular Nutrition and Food Research 53: 1-7.
- (62) Mesías-García M, et al. (2010) Determination of furan precursors and some thermal damage markers in baby foods: ascorbic acid, dehydroascorbic acid, hydroxymethylfurfural and furfural. J Agric Food Chem 58: 6027-6032.
- (63) Ruiz E, et al. (2010) Determination of furan in jarred baby food purchased from the Spanish market by headspace gas chromatography-mass spectrometry (HS-GC-MS). Food Additives & Contaminants: Part A 27: 1208-1214.
- (64) Wegener J-W and P López-Sánchez. (2010) Furan levels in fruit and vegetables juices, nutrition drinks and bakery products. Analytica Chimica Acta 672: 55-60.
- (65) Owczarek-Fendor A, et al. (2010) Furan formation from vitamin C in a starch-based model system: Influence of the reaction conditions. Food Chemistry 121: 1163-1170.
- (66) Owczarek-Fendor A, et al. (2010) Importance of fat oxidation in starch-based emulsions in the generation of the process contaminant furan. J Agric Food Chem 58: 9579-9586.

Annexe I**Président**États-Unis

Lauren Posnick Robin

Review Chemist
Office of Food Safety
U.S. Food and Drug Administration
HFS-317
5100 Paint Branch Parkway
College Park, MD 20740
301-436-1639 (Phone)
301-436-2632 (Fax)
lauren.robin@fda.hhs.gov

Participants par paysAustralie

Leigh Henderson
Food Standards Australia New Zealand
E-mail: leigh.henderson@foodstandards.govt.nz and
codex.contact@daff.gov.au

Belgique

Isabel De Boosere
Federal Public Service Health, Food Chain Safety and
Environment
DG Animal, Plant and Food
Service Foodstuffs, Feed and Other Products
Place Victor Hortaplein 40 box 10
1060 Brussels
Belgium
Telephone: + 32 2 524 73 84; FAX: + 32 2 524 73 99
E-mail: Isabel.deboosere@health.fgov.be

Brésil

Maria Aparecida Martinelli
Coordinator of Brazilian Codex Committee
National Institute for Metrology, Standardization and
Industrial Quality - INMETRO
Ministry of Development, Industry and Trade
Brazil
Telephone: +55 61 3340 2211
E-mail: codexbrasil@inmetro.gov.br

Lígia Lindner Schreiner
Expert on Regulation
Brazilian Health Surveillance Agency
General Office of Foods
Brazil
Telephone: +55 61 3462 5399
E-mail: ligia.schreiner@anvisa.gov.br and
gacta@anvisa.gov.br

Canada

Elizabeth Elliott
Scientific Evaluator, Food Additives & Contaminants
Section
Bureau of Chemical Safety, Food Directorate
Health Products and Food Branch, Health Canada
2201C, Tunney's Pasture, Ottawa, ON K1A 0K9,
Canada
Telephone: (613) 954-4599; FAX: (613) 990-1543
E-mail: elizabeth.elliott@hc-sc.gc.ca

Union européenne

Almut Bitterhof
European Commission
Health and Consumers Directorate-General
Telephone: ++32 - 2 - 298 67 58
E-mail: almut.bitterhof@ec.europa.eu and
codex@ec.europa.eu

Allemagne

Annette Rexroth
Referat 322 / Unit 322
Rückstände und Kontaminanten in Lebensmitteln,
Lebensmittelbedarfsgegenstände
Residues and Contaminants in Food, Food Contact
Materials
Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und
Verbraucherschutz (BMELV)
The Federal Ministry of Food, Agriculture and
Consumer Protection
Rochusstrasse 1
D-53123 Bonn
Tel.: +49 (0) 228 99 529-3776
Fax: +49 (0) 228 99 529-4943
Email: Annette.Rexroth@bmelv.bund.de

Japon

Yukiko Yamada
Deputy Director-General
Food Safety and Consumer Affairs Bureau
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
1-2-1 Kasumigaseki, Tokyo 100-8950 Japan
Phone: +81 3 3502 8111 (ext. 4409), +81 3 3502 8095
(direct)
Fax: +81 3 3502 0389
E-mail: yukiko_yamada@nm.maff.go.jp

Tomoaki Tsutsumi
Title: Section Chief
Organization: Food Division, National Institute of
Health Sciences
Address: 1-18-1 Kamiyoga, Setagaya-ku, Tokyo 158-
8501, JAPAN
E-mail: tutumi@nihs.go.jp

Tetsuo URUSHIYAMA
 Technical Officer
 Food Safety and Consumer Policy Division
 Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
 1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8950,
 Japan
 Email: tetsuo_urushiyama@nm.maff.go.jp

Mika WATARI
 Deputy Director
 Standards and Evaluation Division, Department of
 Food Safety, Ministry of Health, Labour and Welfare
 1-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku
 Tokyo 100-8916, Japan
 Phone: +81-3-3595-2341
 Fax: +81-3-3501-4868
 E-mail: codexj@mhlw.go.jp

Suisse

Vincent Dudler
 Swiss Federal Office of Public Health
 Food Safety Division
 Head of Chemical Risks
 CH-3003 Berne
 Office: Schwarzenburgstrasse 165, 3097 Liebefeld,
 Switzerland
 Telephone: +41 (0)31 322 95 68; FAX +41 (0)31 322
 95 74
 E-Mail: vincent.dudler@bag.admin.ch
 Internet: www.bag.admin.ch

Royaume-Uni

Kevin D. Hargin
 Head, Environmental & Process Contaminants
 Chemical Safety Division
 Food Standards Agency
 4C Aviation House
 125 Kingsway
 London
 WC2B 6NH
 Tel: +44 (0)20 7276 8953
 E-mail: Kevin.Hargin@foodstandards.gsi.gov.uk

États-Unis

Nega Beru
 Director, Office of Food Safety
 U.S. Food and Drug Administration
 HFS-300
 5100 Paint Branch Parkway
 College Park, MD 20740
 301-436-2021 (Phone)
 301-436-2632 (Fax)
nega.beru@fda.hhs.gov

Lauren Jackson
 U.S. Food and Drug Administration
 National Center for Food Safety & Technology
 6502 S. Archer Rd.
 Summit-Argo, IL 60501
 708-728-4162 (Phone)
 708-334-9917 (Cell)
lauren.jackson@fda.hhs.gov

Henry Kim
 Chief, Plant Products Branch
 Office of Food Safety
 U.S. Food and Drug Administration
 HFS-317
 5100 Paint Branch Parkway
 College Park, MD 20740
 301-436-2023 (Phone)
 301-436-2632 (Fax)
henry.kim@fda.hhs.gov

Zambie

Maimouna Abass
 Agricultural Research Officer
 Zambia Agricultural Research Institute
 Plant Quarantine and Phytosanitary Service
 P/Bag 7
 Chilanga, Zambia
 Telephone: +260 211 278141; FAX: +260 211 27130
 Telephone mobile: +260 977 547581
 E-mail: viczhane@gmail.com

Participants par organisation

Confédération des industries de l'alimentation et de la boisson de l'UE (CIAA)

Beate Kettlitz
 Director Food Policy, R & D, and Science
 Confederation of the Food and Drink Industries of the
 EU
 Email: b.kettlitz@ciaa.eu
<http://www.ciaa.eu>
 Tel: +32 2 5008750; Fax: +32 2 5081021

Conseil International des Associations de Fabricants de produits d'épicerie (ICGMA)

Nancy J. Rachman, PhD
 Senior Director of Science Policy, Chemical Safety
 GMA
 1350 I St, NW
 Suite 300
 Washington, DC 20005, USA
 Telephone: (202) 639-5958; FAX: (202) 639-5991
 E-mail: NRachman@GMAonline.org

Institut des technologies de l'alimentation (IFT)

James R. Coughlin
President, Coughlin & Associates:
Consultants in Food/Chemical/Environmental
Toxicology and Safety
8 Camillo
Aliso Viejo, CA 92656, USA
Telephone: 949-916-6217; FAX: 949-916-6218
E-mail: jrcoughlin@cox.net

Rosetta Newsome
Director, Science and Policy Initiatives
Institute of Food Technologists®
525 W. Van Buren Street, Suite 1000
Chicago, IL 60607-3830
Telephone: 312-604-0228; FAX: 312-596-5628
E-mail: newsome@ift.org

Organisation mondiale de la santé (OMS)

Dr Angelika Tritscher
WHO Joint Secretary to JECFA and JMPR
Department of Food Safety and Zoonoses
World Health Organization
20, Avenue Appia, CH-1211 Geneva 27, Switzerland
Telephone: +41 22 791 3569; FAX: +41 22 791 4807
Telephone mobile: +41 79 633 9995
E-mail: tritschera@who.int
Internet: www.who.int/ipcs/food/en/