
CODE D'USAGES POUR LA RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES ALIMENTS PAR LES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP) ISSUS DES PROCESSUS DE FUMAGE ET DE SÉCHAGE DIRECT

CXC 68-2009

INTRODUCTION

1. De nombreux contaminants chimiques se forment pendant la combustion du combustible dans les processus à la fois de fumage et de séchage par convection. Ceux-ci sont, entre autres, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les dioxines, le formaldéhyde, les oxydes d'azote et de soufre (liés à la formation par exemple, des nitrosamines). Par ailleurs, on trouve aussi des métaux lourds dans les gaz de combustion. Le type et la quantité de contaminants dépendent du combustible utilisé, de la température et d'autres éventuels paramètres.
2. Des centaines de HAP individuels peuvent se former et se libérer à la suite de la combustion incomplète ou de la pyrolyse de matière organique, pendant les processus industriels ou autres activités de l'homme, y compris la transformation et la préparation des aliments. En raison de leur mode de formation, les HAP sont très répandus dans l'environnement et entrent par conséquent dans la chaîne alimentaire, notamment par l'air et par le sol. Les HAP peuvent aussi être présents dans les matières premières par suite de contamination environnementale par l'air en se déposant sur les cultures, par les sols contaminés et le transfert de l'eau chez les invertébrés d'eau douce et marins. La préparation des aliments, industrielle ou domestique, comme le fumage, le séchage, la torréfaction, la cuisson au four, les grillades ou les fritures, sont reconnues comme des sources importantes de la contamination alimentaire. La présence des HAP dans les huiles végétales peut aussi provenir des processus de fumage et de séchage utilisés pour sécher les graines oléagineuses avant extraction de l'huile.
3. La contamination des aliments par les HAP d'origine environnementale doit être contrôlée par des mesures prises à la source comme le filtrage de la fumée provenant des industries concernées (par exemple, travaux de ciment, incinérateur et métallurgie) et la réduction des émissions des HAP provenant des automobiles. Les bonnes pratiques, y compris le choix de terres agricoles/eaux de pêche appropriées, pourraient également contribuer à réduire la contamination environnementale des matières premières par les HAP. Cependant, cette contribution à la réduction de l'ingestion des HAP due à l'aliment final n'est pas traitée dans le présent Code d'usages.

4. Les processus comme le fumage et le séchage par convection présentent une grande variété de textures et de saveurs et, par conséquent, un choix plus large pour les consommateurs. Les nombreux types d'aliments fumés et séchés sont des produits alimentaires hautement appréciés, pour lesquels ces processus ont permis de prolonger la durée d'entreposage et la qualité et d'obtenir la saveur et la texture requise par les consommateurs. La prolongation de la durée de conservation peut également affecter la valeur nutritionnelle des denrées alimentaires, comme la teneur en vitamines.
5. Les principaux contributeurs à l'ingestion des HAP sont les céréales et les produits à base de céréales (en raison de la forte consommation dans les régimes alimentaires) et les graisses et huiles végétales (en raison des concentrations plus élevées de HAP dans cette catégorie d'aliments). Généralement, malgré leur concentration d'ordinaire plus élevée de HAP, les poissons et les viandes fumées et les aliments grillés au charbon de bois ne contribuent pas de façon significative, notamment parce qu'ils sont des composantes moins importantes du régime alimentaire. Cependant, ils apportent des contributions plus grandes qui entraînent des ingestions plus élevées de HAP dans les pays où ces aliments constituent une part importante du régime alimentaire.
6. Selon son opinion sur les HAP, le JECFA a recommandé que des efforts soient faits pour réduire la contamination par les HAP pendant les processus de séchage et de fumage, par exemple, en remplaçant le séchage par convection (où la fumée se produit dans la chambre de fumage, traditionnellement dans les fumoirs) par le séchage indirect.

OBJECTIFS

7. Le présent Code d'usages a pour but de fournir une orientation aux autorités nationales et aux industriels visant à prévenir et à réduire la contamination des aliments par les HAP lors des procédés industriels de fumage et de séchage par convection. A cet effet, le Code d'usages identifie les points importants à considérer et formule les recommandations correspondantes. Les processus de fumage et de séchage sont utilisés autant dans l'industrie que dans les ménages. Les consommateurs qui pratiquent le fumage des aliments utilisent généralement le procédé direct, alors que pour le séchage, ils utilisent soit le séchage par convection (direct), soit indirect, par exemple, au soleil ou dans un four micro-onde. Le Code d'usages et les recommandations peuvent aussi servir de base à l'information destinée aux consommateurs.
8. Le Code d'usages reconnaît les bienfaits du fumage et du séchage y compris la disponibilité des produits alimentaires fumés traditionnels, la prévention de la dégradation et de la contamination et croissance microbologique et le potentiel de

diminuer les risques posés à la santé humaine par les HAP qui se forment dans les aliments pendant la transformation.

CHAMP D'APPLICATION

9. Le champ d'application du présent Code d'usages est la contamination par les HAP pendant les processus industriels de fumage, direct et indirect, et de séchage par convection.
10. Le Code d'usages ne couvre pas la contamination des aliments par les HAP qui proviennent de
 - a) L'utilisation d'herbes aromatiques et d'épices pendant le fumage¹;
 - b) Le séchage indirect;
 - c) Les autres procédés de transformation alimentaire, y compris les grillades au charbon de bois et autres types de préparation à domicile ou chez les traiteurs; et
 - d) La contamination environnementale des matières premières.
11. Le présent Code d'usages ne couvre que la contamination par les HAP. Il est cependant nécessaire de signaler que les conditions qui favorisent la réduction d'un contaminant peuvent entraîner la hausse des concentrations des autres contaminants ou la baisse de la norme microbiologique des produits concernés. L'interaction possible entre les concentrations des contaminants tels que les HAP, les aminés hétérocycliques et les nitrosamines n'est pas toujours bien comprise, mais ces contaminants peuvent poser des problèmes de sécurité alimentaire soit en tant que tels soit suite à la réaction avec les composants de l'aliment. C'est le cas de la réaction de l'oxyde d'azote avec les composants de l'aliment, qui entraîne la formation des nitrosamines. Il est nécessaire de souligner que tout conseil donné dans le but de minimiser les HAP ne doit pas entraîner l'augmentation des risques pour la santé humaine suite à la hausse des autres contaminants ou la réduction de la sécurité microbiologique.

DÉFINITIONS

12. Un contaminant est défini comme étant toute substance qui n'est pas intentionnellement ajoutée à la denrée alimentaire, mais qui est cependant présente

¹ Dans le processus de fumage, le combustible utilisé est généralement des espèces de bois variées, dans certains cas avec des herbes aromatiques et des épices, par exemple, les baies de genièvre, pour donner des caractéristiques d'arôme. Ces herbes aromatiques et épices peuvent être une source potentielle de contamination par les HAP. Par contre, un grand nombre de types différents d'herbes et épices peuvent être utilisées, mais généralement seulement en quantités plus faibles et la connaissance relative à l'influence de ces herbes et épices est limitée. Leur utilisation n'est par conséquent pas examinée dans le présent Code d'usages.

dans celle-ci comme un résidu de la production (y compris les traitements appliqués aux cultures et au bétail et dans la pratique de la médecine vétérinaire), de la fabrication, de la transformation, de la préparation, du traitement, du conditionnement, de l'emballage, du transport ou du stockage de ladite denrée, ou à la suite de la contamination par l'environnement. L'expression ne s'applique pas aux débris d'insectes, poils de rongeurs et autres substances étrangères.

13. Le séchage par convection renvoie à deux types de processus de séchage: l'un est un processus de séchage dans lequel le gaz de combustion est utilisé directement comme gaz de séchage en contact avec les aliments et l'autre est le séchage solaire.
14. Le séchage solaire est un processus de séchage par convection dans lequel le soleil et le vent sont utilisés pour sécher dans des conditions ouvertes à l'environnement.
15. Le séchage indirect est un processus de séchage dans lequel les gaz de combustion n'entrent pas en contact direct avec les aliments, dans lequel l'air chaud est chauffé par le biais d'un échangeur de chaleur, par l'électricité ou d'autres moyens.
16. HACCP: Un système qui définit, évalue et maîtrise les dangers qui menacent la salubrité des aliments.
17. *Matières végétales, autres* couvre les types de combustibles autres que les bois utilisés pour le fumage et le séchage, comme la bagasse, la rafle de maïs et la coque et l'enveloppe de la noix de coco.

18. Les *hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)* sont un groupe de contaminants qui constituent une grande catégorie de composés organiques contenant deux ou plusieurs cycles aromatiques accolés constitués d'atomes de carbone et d'hydrogène.
19. La *pyrolyse* est la décomposition chimique des matières organiques par la chaleur en l'absence d'oxygène ou autres réactifs, éventuellement à l'exception de la vapeur.
20. La *fumée* consiste en particules liquides et solides suspendues dans une phase gazeuse. Les particules de fumée, dont la taille est généralement de 0,2-0,4 µm (ou aussi petite que 0,05 à 1 µm, sont estimées constituer 90 pour cent de son poids global. La composition chimique de la fumée est complexe et plus de 300 composants ont été identifiés.
21. Les *condenses de fumée* sont des produits obtenus par la dégradation thermique contrôlée du bois dans une quantité limitée d'oxygène (pyrolyse), la condensation ultérieure des vapeurs de fumée qui en résultent et le fractionnement des produits liquides obtenus.
22. Le *fumage* des aliments est un procédé utilisé comme méthode de préservation pour prolonger la durée de conservation des aliments grâce aux composants de la fumée qui inhibent la croissance de certains microorganismes. Le processus de fumage est par ailleurs utilisé pour obtenir les caractéristiques de goût et d'apparence propres aux aliments fumés.
23. Le *fumage direct* est un processus de fumage, dans lequel la fumée est produite dans la chambre où l'aliment est transformé.
24. Le *fumage indirect* est un processus qui fait intervenir des générateurs de fumée, et la fumée est produite dans une chambre, à l'écart de l'endroit où l'aliment est fumé. La fumée est, si possible, nettoyée selon divers procédés, par exemple, à l'aide d'un filtre à eau ou d'un condenseur de goudron avant d'être envoyée dans la chambre de fumage.

PRINCIPES GÉNÉRAUX VISANT À RÉDUIRE LA CONTAMINATION DES ALIMENTS PAR LES HAP

25. Le producteur alimentaire doit être sensibilisé aux conditions dans lesquelles des niveaux supérieurs de HAP sont engendrés et, là où c'est possible, il doit contrôler ces conditions pour minimiser leur formation. Pour ce faire, l'analyse des points importants à considérer dans les processus utilisés dans la production alimentaire par fumage ou séchage par convection doit être effectuée.

26. La première étape de l'analyse est d'identifier les points importants à considérer. Les points importants possibles à considérer sont énoncés plus tard dans le code.
27. Le producteur doit évaluer les points importants identifiés à examiner comme:
- Les sources possibles des HAP provenant de l'environnement et du processus;
 - Les effets possibles sur la santé des consommateurs;
 - La contrôlabilité; et
 - Les mesures possibles de réduction de la contamination par les HAP.
28. Le producteur prendra les mesures appropriées pour contrôler les points importants identifiés visant à réduire les HAP, sur la base des résultats de l'analyse et autres facteurs légitimes d'importance pour la protection de la santé humaine et les activités économiques, comme
- L'état microbiologique du produit et les risques possibles liés aux autres contaminants;
 - Les propriétés organoleptiques et la qualité du produit final (la méthode idéale serait celle qui ne produirait aucun effet indésirable sur l'apparence, l'odeur, le goût ou les propriétés nutritionnelles du produit); et
 - La faisabilité et l'efficacité des contrôles (coût, disponibilité industrielle, risques professionnels).
29. Le producteur fera le suivi des effets des méthodes appliqués et les reverra le cas échéant.

ÉVALUATION DE LA CONFORMITÉ À LA LÉGISLATION EN VIGUEUR

30. L'aliment transformé devra être conforme aux normes et à la législation nationale ou internationale en vigueur, y compris les critères généraux de protection des consommateurs. Par ailleurs, les aliments devront être produits en conformité avec les Codes d'usages Codex ou nationaux correspondants. Certains d'entre eux peuvent contenir des informations supplémentaires sur le séchage et le fumage, qui devraient être également prises en compte.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES SUR LES PROCESSUS DE FUMAGE ET DE SÉCHAGE PAR CONVECTION

31. La formation des HAP lors des processus de fumage et de séchage dépend d'un certain nombre de variables, dont:
- a) Le combustible (bois, diesel, gaz, déchets liquides/solides et autres combustibles);
 - b) La méthode de fumage ou de séchage (par convection ou indirect);
 - c) Le procédé de production de la fumée par rapport à la température de pyrolyse et du courant d'air dans le cas d'un générateur de fumée (friction, feu couvant, plaques thermostatisées) ou par rapport aux autres méthodes comme le fumage direct ou la fumée régénérée par atomisation de condensé de fumée (fumée liquide);
 - d) La distance entre l'aliment et la source de chaleur;
 - e) La position de l'aliment par rapport à la source de chaleur;
 - f) La teneur en graisses de l'aliment et l'effet de la transformation sur cette teneur;
 - g) La durée du fumage et du séchage par convection;
 - h) La température pendant le fumage et le séchage par convection;
 - i) La propreté et l'entretien du matériel;
 - j) Le modèle de la chambre de fumage et le matériel utilisé pour assurer le mélange fumée/air (qui influence la densité de la fumée dans la chambre de fumage).
32. D'une façon générale, les changements apportés aux techniques de transformation peuvent dans certains cas réduire la quantité des HAP qui se forment pendant la transformation. Les processus de séchage indirect ou de fumage entraînent des teneurs en HAP inférieures à celles du séchage ou du fumage directs. Par ailleurs, l'emploi de condensé de fumée, d'une sélection de combustible comme certaines espèces de bois et en réglant la durée et la température de la transformation influencent la formation des HAP. L'ajout de charbon actif à l'huile de noix de coco en dosage adéquate pendant le processus de raffinage peut totalement éliminer la contamination par les HAP.
33. L'application du système HACCP conformément aux principes et aux étapes recommandées par le Codex comme l'une des options visant à réduire les HAP.

FUMAGE

34. Les techniques de fumage sont utilisées depuis des siècles comme méthode de conservation de la viande et du poisson. La fumée s'imprègne dans les aliments hyperprotéinés avec des composantes aromatiques, ce qui donne de la saveur et de la couleur à l'aliment et qui joue aussi un rôle bactériostatique et antioxydant.

Combustible utilisé pour le fumage

35. Pour fumer les aliments, le bois est généralement le combustible utilisé, mais d'autres types de combustibles comme la bagasse (de la canne à sucre), la rafle de maïs et la coque de noix de coco peuvent potentiellement être utilisés. Le combustible utilisé est un point important à examiner en matière de contaminants potentiels des aliments, par exemple, la contamination des aliments par les HAP varie selon que le bois ou la paille sont utilisés. La contamination par les HAP due aux oléagineux est plus élevée quand on utilise la coque de la noix de coco par rapport à l'enveloppe en raison de la teneur en lignine plus élevée dans la coque.

36. Les espèces de bois utilisées ont une influence sur la formation des HAP. Cependant, il n'a pas été possible de trouver des références généralement acceptées sur l'utilisation des espèces de bois ou autres matières végétales. Il est par conséquent recommandé d'étudier individuellement les espèces de bois et autres matières végétales utilisées dans le processus de fumage soient évaluées par rapport à la formation des HAP avant leur utilisation. Par ailleurs, le bois à utiliser dans le processus de fumage devrait ne pas être résineux de préférence.

37. L'utilisation des combustibles autres que le bois et autres matières végétales pour le fumage est à déconseiller. Les combustibles comme par exemple, le diesel, le caoutchouc comme les pneus ou les huiles usagées ne doivent, d'une façon générale, pas être utilisés, même en tant que composant partiel, car ils peuvent entraîner une augmentation considérable des niveaux de HAP. Les bois traités aux produits chimiques pour la conservation, l'imperméabilité, l'ignifugation etc. ne doivent pas être utilisés. Ces traitements peuvent entraîner l'altération de l'aliment ainsi que l'introduction d'autres contaminants par exemple, la dioxine issue des bois traités au pentachlorophénol (PCP).

Aliments fumés

38. La position de l'aliment dans la chambre de fumage et la distance entre l'aliment et la source de chaleur est un point important du processus de fumage. Comme les HAP sont liés aux particules, une distance plus grande entre la source de fumée et l'aliment à fumer peut réduire la teneur en HAP dans l'aliment.
39. Pendant le fumage direct, les graisses alimentaires qui s'égouttent sur la source de fumée, par exemple, sur le bois incandescent, peuvent augmenter la teneur en HAP de la fumée et par suite, de l'aliment fumé. Afin d'éviter une augmentation de la teneur en HAP due aux graisses qui s'égouttent dans le feu ouvert, des plaques de métal perforées peuvent être installées entre l'aliment à fumer et la source de chaleur.
40. La qualité microbiologique du produit alimentaire final doit être évaluée pour assurer qu'il n'y a pas de croissance potentielle d'agents pathogènes pendant la transformation et dans le produit final.
41. Les propriétés organoleptiques des produits finis sont leur caractéristique essentielle. Les changements apportés aux méthodes utilisées ne donneront pas nécessairement des produits acceptables du point de vue organoleptique.

Transformation

42. On reconnaît généralement quatre types de processus de fumage: le feu couvant, les plaques thermostatisées, les processus de friction et le fumage par condensés de fumée. Le processus par friction produit la fumée par pyrolyse de la sciure de bois, de copeaux de bois ou de bûches de bois, respectivement. Les condensés de fumée peuvent être utilisés en exposant l'aliment à la fumée qui est reproduite ou régénérée en atomisant les condensés de fumée (fumée liquide) dans la chambre de fumage.
43. La fumée est produite par pyrolyse du combustible à une température d'environ 300-450 °C dans la zone incandescente. Pour produire de la fumée pour fumer les aliments, il faut éviter les flammes, y compris en réglant le passage de l'air.
44. Les différences entre les processus de fumage peuvent entraîner des niveaux fortement variables de HAP dans le produit alimentaire final. Le choix de la technologie de transformation est très important pour la concentration finale des HAP. Identifier les paramètres critiques de la formation des HAP dans un processus donné peut être potentiellement utile au contrôle des niveaux de HAP. Le fumage direct exige moins de matériel que le fumage indirect mais peut entraîner des niveaux supérieurs de HAP dans le produit alimentaire final.

45. Remplacer le fumage direct par le fumage indirect peut réduire de façon significative la contamination des aliments fumés. Dans les fours industriels modernes, un générateur de fumée externe se déclenche automatiquement dans des conditions déterminées pour nettoyer la fumée et régler son débit quand elle entre en contact avec l'aliment. Dans les entreprises plus traditionnelles ou de plus petite échelle, il se peut cependant qu'il n'y ait pas cette option.
46. Les processus de fumage se divisent généralement en trois groupes selon la température utilisée dans la chambre de fumage pendant le processus:
- a) *Le fumage à froid* avec des températures allant de 18 à 25 °C. Utilisé pour, par exemple, certaines espèces de poissons et les saucissons du type salami;
 - b) *Le fumage à température moyenne* avec des températures de l'ordre de 30 à 40 °C. Utilisé pour, par exemple, certaines espèces de poissons, le bacon et la longe de porc;
 - c) *Le fumage à chaud* est le fumage associé à la chaleur résultant de températures allant de 70 à 90 °C. Utilisé pour, par exemple, certaines espèces de poissons, et les saucisses du type saucisses de Francfort.
47. Le choix du générateur utilisé doit être basé sur l'évaluation de la réduction possible de la teneur en HAP dans l'aliment final et, si possible, prévoir le lavage de la fumée après sa sortie du générateur et avant son entrée dans la chambre de fumage. On obtient de bons résultats en installant des écrans défecteurs à la sortie du générateur de fumée, munis d'un dispositif pour décanter le goudron. Une méthode plus efficace est de contrôler la température de la pyrolyse et de décanter la phase lourde à l'aide d'un dispositif de refroidissement muni d'un écran défecteur. Les antécédents et données scientifiques qui illustrent l'influence exacte de l'utilisation des différents types de combustible, de la durée, de la température etc. sont limités et des examens précis sont nécessaires dans le cadre de l'analyse des risques aux points de contrôle importants de chaque processus. Par ailleurs, d'autres méthodes, comme l'utilisation de longs tuyaux dans le matériel peuvent réduire les HAP.
48. Comme les HAP sont liés aux particules, un filtre peut être utilisé pour éliminer les matières particulaires de la fumée. Cela devrait réduire la contamination potentielle par les HAP.
49. La quantité d'oxygène doit être adéquate pour assurer la combustion partielle/incomplète du combustible. L'excès d'oxygène augmente la température dans la zone incandescente et accroît la formation des HAP. Le manque d'oxygène peut favoriser la formation de davantage de HAP dans la fumée, ainsi que produire du monoxyde de carbone, qui présente des risques pour le personnel.

50. La température est importante pour la combustion partielle/incomplète du combustible. La composition de la fumée dépend de la température, qui doit être réglée de façon à minimiser la formation des HAP. Certes, davantage de données sont nécessaires pour établir quelles températures sont à recommander.
51. En principe, la durée du fumage doit être la plus courte possible pour minimiser l'exposition de la surface des aliments à la fumée contenant les HAP. Cependant, dans le cas du fumage à chaud, quand le produit doit en même temps être cuit, il est essentiel de prévoir une durée suffisante pour que la cuisson du produit soit complète. Dans le cas où la fumée chaude est la seule source de chaleur (fumoirs traditionnels), la chambre de fumage doit être chauffée avant que les produits à fumer soient introduits. La durée du fumage n'est pas un paramètre important tant que la source de la fumée est bien contrôlée. Par ailleurs, les durées de fumage moins longues peuvent avoir un impact sur l'innocuité des aliments et la durée de conservation. Il est clair que les mesures préventives ne peuvent pas être prises indépendamment des autres considérations et il est vital qu'elles n'affectent pas négativement les propriétés sensorielles et l'acceptation du produit par le consommateur. En outre, la stabilité microbiologique et les propriétés nutritionnelles doivent demeurer inchangées et il est nécessaire de veiller à assurer que d'autres contaminants ne sont pas introduits par inadvertance.
52. Les condensés de fumée étant produits à partir de fumée qui est soumise au fractionnement et à la purification, les produits obtenus par fumage à la fumée condensée contiennent généralement des niveaux inférieurs de HAP que les produits fumés avec la fumée fraîchement produite.

Traitement après fumage

53. Il y a trois types de nettoyage à utiliser soit pendant la transformation ou en tant que traitement après fumage:
- Le nettoyage de la fumée avant son entrée dans la chambre de fumage. Pour ce faire, on procède au lavage (épurateur), à l'aide d'un condenseur de goudron, par refroidissement ou filtrage. Le but est d'éliminer les HAP liés aux particules de fumée;
 - Le traitement après fumage concerne le nettoyage du produit fumé. Dans ce cas, le rinçage du produit ou l'immersion dans l'eau élimine la suie et les particules contenant les HAP à la surface de l'aliment. Ce type de nettoyage n'est pas applicable à tous les types de produits, par exemple, le poisson et les produits de la pêche fumés;
 - Le brossage de la surface même du produit fumé. En cas d'aliment fume solide, par exemple, le bonito séché fume (à savoir *katsuobushi*, aliment japonais traditionnel), cela peut réduire la teneur en HAP dans le produit final.
54. Si possible, le lavage et le refroidissement à l'eau de la fumée doivent être utilisés pour réduire la teneur en HAP dans l'aliment final. Le refroidissement à l'eau est déjà utilisé dans l'industrie de la viande, et ce type de lavage après transformation du produit peut éliminer les particules contenant les HAP présentes à la surface du produit.
55. Le lavage du produit n'est pas praticable sur les produits halieutiques car il entraîne la baisse de la qualité organoleptique et l'augmentation du risque microbiologique. Les produits halieutiques sont généralement fumés en entier, tel le poisson avec sa peau, et si la peau n'est pas consommée, une partie de la contamination par les HAP s'élimine avec la peau. Il est donc recommandé de fumer le poisson en priorité avec la peau et de l'enlever avant la consommation.

POINTS IMPORTANTS À CONSIDÉRER ET RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE DE FUMAGE

56. La teneur en HAP des aliments fumés peut être minimisée en identifiant et en évaluant, et en prenant les mesures appropriées. Un système HACCP peut être appliqué.
57. Combustible:
- Le type et la composition du bois utilisé pour fumer les aliments, y compris l'âge et la teneur en lignine du bois utilisé. En général, il convient d'éviter d'utiliser le bois des conifères qui contient des teneurs en lignine élevées;
 - Surveiller la teneur en eau du combustible. La baisse de la teneur en eau peut entraîner la combustion rapide du combustible et des niveaux de HAP plus élevés;
 - Quand des espèces de bois individuelles et d'autres types de matières végétales comme la bagasse (de la canne à sucre), la rafle de maïs et la coque et l'enveloppe

de la noix de coco sont utilisées, leur emploi devrait être évalué au regard de la contamination par les HAP;

- d) Ne pas utiliser le bois traité aux produits chimiques;
- e) Utilisation de combustibles autres que le bois et les matières végétales: ne pas utiliser le diesel, les déchets, notamment les pneus en caoutchouc, les huiles usagées qui peuvent déjà contenir des teneurs élevées en HAP;
- f) L'effet produit sur le goût dans le produit final.

58. Fumée produite et utilisée dans le processus:

- a) La composition de la fumée dépend par exemple, du type de bois ou autre matières végétales, de la quantité d'oxygène présent et de la température de la pyrolyse et éventuellement de la durée pendant laquelle la matière végétale brûle;
- b) Le modèle de la chambre de fumage et du matériel utilisé pour le mélange fumée/air (par exemple, la longueur du tuyau dans le matériel);
- c) Le filtrage ou le refroidissement de la fumée quand c'est possible;
- d) Le lavage de la fumée entre le générateur de fumée et la chambre de fumage quand c'est possible;
- e) Installer des déflecteurs placés après le générateur de fumée, munis d'un dispositif permettant de décanter le goudron, si possible;

59. Aliments fumés:

- a) La position de l'aliment dans la chambre de fumage et la distance entre l'aliment et la source de chaleur;
- b) Les propriétés chimiques et la composition de l'aliment, par exemple, la teneur en graisse de l'aliment à fumer;
- c) Les dépôts de particules de fumée en surface et la surface propre à la consommation humaine. Pour le poisson, la recommandation est de fumer en priorité le poisson avec la peau;
- d) La qualité microbiologique après la transformation;
- e) Les propriétés organoleptiques de l'aliment final.

60. Processus de fumage:

- a) Déterminer s'il s'agit du processus de fumage direct ou indirect. Remplacer le fumage direct par le fumage indirect quand c'est possible;
- b) Évaluation préalable des générateurs de fumée en tenant compte de la teneur finale en HAP de la fumée;
- c) Réglage du débit de l'air pour éviter les températures trop élevées dans la zone incandescente pendant la production de la fumée;
- d) Choix approprié de la chambre de fumage et du dispositif de traitement du mélange air/fumée;
- e) Accessibilité de l'oxygène pendant le processus de fumage;

- f) Durée du fumage: réduire la durée pendant laquelle l'aliment est en contact avec la fumée. Il sera nécessaire de tenir compte des conséquences sur la salubrité microbiologique et la qualité de l'aliment;
- g) Températures: température dans la zone incandescente (à l'étape de la production de la fumée) et température de la fumée dans la chambre de fumage;
- h) Afin d'éviter une augmentation de la teneur en HAP due aux graisses qui s'égouttent dans le feu ouvert, des plaques de métal perforées peuvent être installées entre l'aliment à fumer et la source de chaleur;
- i) Méthode de nettoyage et programme appliqué à l'unité de transformation;
- j) En option à l'utilisation de fumée fraîchement produite, les fabricants peuvent envisager de fumer à l'aide de fumée régénérée à partir de condensés de fumée, comme la pulvérisation, l'immersion, l'injection ou le trempage.

61. Processus après fumage:

Le nettoyage du produit fumé même. Dans pareil cas, la suie et les particules contenant les HAP à la surface de l'aliment sont éliminées par rinçage du produit ou immersion dans l'eau. Ce type de nettoyage ne sera pas possible à appliquer à tous les types de produits, par exemple, les produits halieutiques fumés. Par ailleurs, le lavage peut diminuer la qualité organoleptique et augmenter le risque microbiologique.

SÉCHAGE PAR CONVECTION

62. Une des plus anciennes méthodes de conservation des aliments est le séchage par convection car il exige moins de matériel que le séchage indirect. Le séchage par convection réduit suffisamment l'activité de l'eau pour retarder ou prévenir la croissance bactérienne. Le séchage par convection des aliments peut avoir lieu au soleil et au vent ou à l'aide de gaz de combustion chauds. L'eau est généralement éliminée par évaporation et la formation d'une couche extérieure dure empêche les micro-organismes d'entrer dans l'aliment.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ÉLABORATION DE MESURES PRÉVENTIVES POUR RÉDUIRE LA TENEUR EN HAP DANS LES ALIMENTS SÉCHÉS

Cette section est divisée en séchage par convection à l'aide a) du soleil ou du vent, b) d'autres combustibles.

Séchage solaire

63. Au cours du séchage par la chaleur solaire, la source potentielle des HAP est l'environnement, la contamination provenant du sol et de la poussière et/ou de la combustion liée aux industries et à la circulation ainsi qu'aux incendies de forêts et aux éruptions volcaniques.
64. Le séchage solaire des aliments a l'avantage d'utiliser l'énergie libre du soleil ou du vent. Cependant, les bienfaits d'un plus grand contrôle sur l'environnement et la durée du séchage, le séchage plus rapide et moins de contamination par les particules de poussière, d'herbe et d'insectes, associé à la demande du consommateur axée sur un produit plus propre et moins contaminé rend le séchage artificiel (la déshydratation) plus intéressant.
65. Un inconvénient important du séchage solaire est l'exposition des aliments à l'environnement, par exemple, l'exposition aux mauvaises conditions météorologiques et aux agents de contamination. Les intempéries, sur lesquelles le producteur n'a aucun contrôle, affectent fortement le taux de séchage. La contamination des aliments séchés par des matières étrangères est préoccupante. Les aliments séchés au soleil sont exposés à la contamination par la poussière portée par le vent, les semences, les insectes, les rongeurs et les excréments d'oiseaux.
66. Le séchage des récoltes ne doit pas être pratiqué près des sources de combustion industrielle de gaz, comme les routes à circulation dense, les incinérateurs, les centrales à charbon, les travaux de cimenterie etc., ou à proximité immédiate de routes à circulation intense. Il est probable que la contamination liée au séchage dans ces endroits pose un problème spécial pour les denrées où la surface exposée est grande comme les épices. Cependant, des séchoirs couverts protègent dans une certaine mesure les récoltes des sources de contamination industrielle.

Processus de séchage par convection autre que le séchage solaire

67. Le processus de séchage doit commencer aussitôt que possible après réception des produits pour éviter toute détérioration non nécessaire.

Combustible utilisé dans le séchage par convection autre que le séchage solaire

68. Différents types de combustibles sont utilisés pour le séchage par convection, par exemple, le gaz naturel, la tourbe et les huiles minérales. Pour certains aliments, l'effet de choix du combustible sur le goût peut être un point important à considérer lors de la sélection du combustible. Dans tous les cas, les combustibles comme le diesel, le caoutchouc, les pneus ou les huiles usagées ne doivent pas être utilisés, même en tant que composante partielle, car ils peuvent engendrer les niveaux de HAP considérablement élevés.

Gas de combustion

69. Le séchage à l'aide de gaz de combustion multiplie la contamination par 3 à 10 fois; l'utilisation du coke comme combustible a entraîné une contamination bien moindre que l'utilisation d'huile. Le contact direct des graines oléagineuses ou des céréales avec les effluents de combustion pendant les processus de séchage a entraîné la formation des HAP et doit, par conséquent, être évité, et le JECFA recommande que le contact des aliments avec les gaz de combustion soit minimisé.

Aliments séchés

70. Un grand nombre d'aliments comme la viande et de nombreux fruits sont généralement séchés. Le séchage est par ailleurs la méthode normale de conservation des céréales.

71. La contamination des céréales et des huiles végétales (y compris l'huile de résidus d'olives) par les HAP a généralement lieu au cours des processus technologiques comme le séchage direct au feu, où les effluents de combustion entrent en contact avec l'aliment. Le contact direct des graines oléagineuses ou des céréales avec les effluents de la combustion ont résulté en une accumulation des HAP et devrait par conséquent être évité.

Processus de séchage par convection

72. Les déshydrateurs sont utiles pour les grands espaces de séchage et les grands producteurs. La déshydratation permet de maintenir un cycle de production régulier réduit les coûts de la main d'œuvre et est une assurance contre les conditions météorologiques non propices au séchage solaire. Un système composé du séchage solaire initial suivi d'une déshydratation finale peut présenter des avantages considérables sans perte de la qualité.

73. Les pratiques et les applications courantes du séchage par convection/chauffage direct consistent à éliminer l'eau (et/ou les solvants, les produits chimiques) ajoutés, maintenus ou produits pendant la transformation. Lors du séchage par convection, l'air chaud est envoyé directement sur les denrées alimentaires et les effluents de combustion entrent par conséquent directement en contact avec l'aliment. Un exemple de la contamination par les HAP due au séchage par convection est la contamination des huiles végétales (y compris l'huile de résidus d'olives) dans lesquelles l'huile a été contaminée par les HAP pendant le processus technologique. Un autre exemple peut être le séchage des graines oléagineuses avant l'extraction de l'huile.
74. Le séchage continu, dans lequel les céréales traversent l'espace de séchage de façon continue, est une méthode répandue pour le séchage des graines. Cette technique peut être utilisée pour sécher les céréales alimentaires. La chaleur directe atteint généralement des températures allant jusqu'à 120 °C pour les produits de consommation animale. Pour les aliments de consommation humaine, on utilise la chaleur indirecte (génération de chaleur externe) et des températures allant de 65 à 80 °C (pain, malt etc.). La durée dans chacun des deux types de séchage est de 30 minutes à 1 heure, selon la teneur initiale en humidité des céréales.
75. La déshydratation procure une forme d'assurance contre les intempéries qui peuvent pénaliser le séchage traditionnel au soleil et à l'ombre. Le contrôle précis des conditions de séchage (température, humidité relative et circulation de l'air) qui sont essentielles à l'efficacité de la déshydratation est réalisé. Un grand nombre de fruits, légumes, herbes aromatiques, viande et poisson à l'état frais peuvent être séchés.
76. Une température trop élevée (celle qui entraîne la brûlure visible du produit) peut entraîner la formation des HAP. Quand un système comprenant un brûleur est utilisé, la température du brûleur doit être suffisante pour permettre la combustion complète du combustible, car la combustion incomplète peut entraîner la formation de HAP dans les gaz de séchage. L'homogénéité adéquate de la température de l'air est importante pour éviter la surchauffe.
77. La durée du séchage doit être aussi courte que possible afin de diminuer le plus possible le temps d'exposition de l'aliment aux gaz potentiellement contaminants.
78. L'utilisation du charbon actif est nécessaire pour raffiner l'huile, pour réduire la teneur en HAP après le séchage par convection. Un système de suivi pour la teneur en HAP doit être établi et des étapes supplémentaires de raffinage (au charbon actif) doivent être utilisées quand la teneur en HAP dans l'aliment est inacceptable.

79. S'assurer que la combustion complète du combustible a eu lieu en surveillant le CO dans les gaz, en vérifiant l'accumulation de suie sur le brûleur (s'il y a lieu) , et en vérifiant le réglage du brûleur et de la température du feu.
80. Comme les processus de séchage peuvent être une source potentielle de HAP dans les céréales et les graines oléagineuses, il est également nécessaire de contrôler les teneurs en HAP dans les cultures après récolte, en tenant compte tout particulièrement de la source de la contamination, car ces produits peuvent avoir un impact considérable sur l'ingestion des HAP d'origine alimentaire. Le JECFA recommande d'éviter de sécher les graines au feu et cherche de nouvelles techniques de séchage.
81. De nombreux facteurs, y compris le coût du matériel et la disponibilité des sources d'énergie, conduisent souvent à sécher des aliments similaires par des moyens très différents.
82. Remplacer le séchage direct (par convection) par le séchage indirect peut réduire considérablement la contamination des aliments séchés. Le JECFA a recommandé que le séchage par convection soit remplacé par le séchage indirect.

POINTS IMPORTANTS À CONSIDÉRER ET RECOMMANDATIONS CONCERNANT LE SÉCHAGE PAR CONVECTION AUTRES QUE LE SÉCHAGE SOLAIRE

83. La teneur en HAP des aliments séchés par convection peut être minimisée en remplaçant le séchage par convection par le séchage indirect, si possible, ou en identifiant et en évaluant les points importants à considérer mentionnés ci-après, et en prenant les mesures appropriées. Un système HACCP peut être appliqué.
84. Combustible:
- Le type et la composition du combustible utilisé pour sécher les aliments affectent la teneur en HAP;
 - Ne pas utiliser les bois traités aux produits chimiques, par exemple, le bois préservé, le bois peint;
 - Surveiller la teneur en eau du bois. Une teneur en eau plus basse dans le bois peut entraîner la combustion rapide du combustible et des niveaux plus élevés de HAP;
 - Éviter d'utiliser les combustibles comme le diesel, les déchets, notamment les pneus en caoutchouc, les résidus d'olives et les huiles usagées qui contiennent déjà des niveaux élevés de HAP;
 - L'effet produit sur le goût du produit final.
85. Processus de séchage:
- La température de l'air doit être optimale;

- b) Réduire la durée pendant laquelle l'aliment est en contact avec les gaz de combustion;
- c) Utiliser du charbon actif pour le raffinage de l'huile;
- d) Éviter de sécher les oléagineux au-dessus du feu;
- e) Éviter le contact direct des oléagineux ou des céréales avec les produits de combustion;
- f) Veiller à la propreté et à l'entretien du matériel (notamment les séchoirs).