

commission du codex alimentarius



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

ORGANISATION
MONDIALE
DE LA SANTÉ



F

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

Point 11 de l'ordre du jour

CX/CF 07/1/14
Janvier 2007

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

Première session

Beijing, Chine, 16 - 20 avril 2007

AVANT-PROJET DU CODE D'USAGES POUR LA DIMINUTION DES TENEURS EN 3-MONOCHLOROPROPANE-1,2-DIOL (3-MCPD) LORS DE LA PRODUCTION DE PROTÉINES VÉGÉTALES HYDROLYSÉES PAR HYDROLYSE ACIDE (PVHA) ET DE PRODUITS CONTENANT CE TYPE DE PROTÉINES

(N09-2005)

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

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

HISTORIQUE

1. A sa trente-huitième session, le Comité du Codex sur les additifs alimentaires et les contaminants est convenu de renvoyer l'avant-projet du code d'usages à l'étape 2 pour révision par le Groupe de travail électronique dirigé par le Royaume-Uni, pour distribution, observations à l'étape 3 et examen à la première session du Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments (ALINORM 06/29/12 par. 173-174).
2. Le Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments est invité à examiner l'avant-projet du code d'usages pour la diminution des teneurs en 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) lors de la production de protéines végétales hydrolysées par hydrolyse acide (PVHA) et de produits contenant ce type de protéines, tel qu'il figure en ANNEXE du présent document. Le Comité est également invité à consulter le rapport du Groupe de travail électronique (paragraphe 3-7 du présent document)

RAPPORT DU GROUPE DE TRAVAIL ÉLECTRONIQUE

3. Comme convenu par le Comité du Codex sur les additifs alimentaires et les contaminants à sa trente-huitième session, le Groupe de travail électronique dirigé par le Royaume-Uni a examiné l'avant-projet du code d'usages pour la diminution des teneurs en chloropropanols lors de la production de protéines végétales hydrolysées par hydrolyse acide (PVHA) et de produits contenant ce type de protéines, présenté comme document CX/FAC 06/38/31. L'Australie, le Canada, la Chine, la Communauté européenne, le Japon, la République de Corée, la Thaïlande, le Royaume-Uni, les États-Unis et le Conseil international des protéines hydrolysées (IHPC) ont participé au Groupe de travail électronique.

4. Le Comité du Codex sur les additifs alimentaires et les contaminants a lancé un appel auprès des organisations professionnelles et des gouvernements pour obtenir des informations supplémentaires sur les mesures visant à réduire la présence des chloropropanols dans les PVHA produites dans des conditions industrielles, en retenant particulièrement celles qui sont réalisables du point de vue organoleptique (ALINORM 06/29/12 par. 172).

5. Le Groupe de travail électronique, dans son examen de l'avant-projet du code, a pris en compte les observations écrites soumises à la trente-huitième session du Comité du Codex sur les additifs alimentaires et les contaminants et leur analyse ainsi que les conclusions de la soixante-septième évaluation du JECFA. Le Groupe de travail électronique a aussi considéré la révision du titre de sorte à faire spécifiquement référence au 3-MCPD, compte tenu de la co-occurrence du 3-MCPD et des autres chloropropanols, et a modifié le titre tel qu'il figure en annexe.

6. Le Groupe de travail électronique a consulté le secteur industriel pour recueillir davantage d'information sur la préparation des matières premières, la gestion de l'hydrolyse acide et les méthodes de réduction du 3-MCPD dans les PVHA. Des informations supplémentaires ont été également demandées sur la fabrication de la sauce de soja et les produits à base de sauce de soja.

7. L'avant-projet du code d'usages a été distribué aux membres du Groupe de travail électronique pour examen et suggestions. Les observations du Groupe de travail électronique ont été prises en compte dans la préparation de la version finale de l'avant-projet du code d'usages. Les conclusions du Groupe de travail électronique sont détaillées dans les sous-paragraphes ci-après et reflétées dans l'avant-projet du code d'usages présenté en ANNEXE.

- i) La sauce de soja et les produits à base de sauce de soja sont répartis en deux sous-groupes: les sauces de soja obtenues par fermentation et autres produits connexes; et la sauce de soja produites à partir des protéines végétales hydrolysées par hydrolyse acide (PVHA) et autres produits connexes. La gamme des condiments à base de soja qui sont potentiellement susceptibles d'engendrer la contamination par les chloropropanols est vaste, et comprend la sauce de soja, la sauce de soja foncée, la sauce de soja claire, la sauce de soja aux champignons, la sauce à l'huître, la sauce de soja pauvre en sodium, la sauce d'assaisonnement, la sauce de soja au goût de crevettes, la sauce de soja épaisse et la sauce teriyaki. Plusieurs études portant sur les concentrations de 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) dans la sauce de soja et les produits connexes à base de sauce de soja ont montré que les concentrations du 3-MCPD présent se situent dans une large fourchette allant de < 0,01 à 1779 mg/kg.^{1,2,3,4,5,6} L'étude récente de la Coopération scientifique européenne (SCOOP)¹ confirme que les teneurs en 3-MCPD à l'intérieur de chacune de ces catégories varient grandement. Par exemple, pour chaque catégorie dans laquelle plus de dix échantillons ont été analysés, une proportion considérable des échantillons ne contenait pas des quantités détectables de 3-MCPD. Par contre, toutes ces catégories contenaient aussi quelques échantillons contenant des teneurs en 3-MCPD supérieures à la limite maximale autorisée par la Communauté européenne de 0,02 mg/kg. Le fait que le 3-MCPD n'a pas été détecté dans la plupart des échantillons indique clairement que les fabricants de PVHA et de sauce de soja ont mis en œuvre les procédés nécessaires afin de minimiser la formation de 3-MCPD.
- ii) Des informations supplémentaires ont été obtenues sur l'étape de l'hydrolyse acide. Celles-ci et les exemples précis des procédés qui peuvent être appliqués dans la production commerciale des PVHA pour diminuer les teneurs en 3-MCPD sont détaillés dans l'avant-projet du code d'usages.
- iii) L'avant-projet du code d'usages est élaboré dans le but de diffuser les meilleures pratiques pour aider les fabricants, notamment dans les pays en développement, à prendre les mesures nécessaires pour diminuer les teneurs en 3-MCPD dans leurs produits. L'information contenue dans l'avant-projet du code provient initialement de la documentation disponible et de la recherche sur Internet. Le cas échéant, l'information a été recueillie dans les demandes de brevet qui contiennent les détails indicatifs des paramètres critiques nécessaires à la production des PVHA de faibles teneurs en 3-MCPD. Il y a lieu de signaler que l'information contenue dans le présent avant-projet du code d'usages renvoie uniquement aux mesures qui ont fait leurs preuves dans la production commerciale des PVHA et des sauces de soja. Les mesures de réduction (expérimentales) pratiquées en laboratoire ne sont pas mentionnées.

ANNEXE

**AVANT-PROJET DU CODE D'USAGES POUR LA DIMINUTION DES TENEURS EN
3-MONOCHLOROPROPANE-1,2-DIOL (3-MCPD) LORS DE LA PRODUCTION DE PROTÉINES
VÉGÉTALES HYDROLYSÉES PAR HYDROLYSE ACIDE (PVHA) ET DE PRODUITS
CONTENANT CE TYPE DE PROTÉINES**

INTRODUCTION

1. Le but du présent code d'usages est de décrire et de diffuser la meilleure pratique relative à la fabrication des PVHA et des sauces de soja et des condiments connexes, produits par hydrolyse acide, dans le but de faciliter la réduction des teneurs en 3-MCPD.
2. Le 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) appartient à la gamme des substances chimiques connues sous le nom de chloropropanols. Ces substances sont des contaminants qui se forment pendant la transformation et la fabrication de certains aliments et ingrédients. Elles ont été initialement découvertes⁷ dans les protéines végétales hydrolysées par hydrolyse acide (PVHA), dans les années 80. La recherche qui a suivi dans les années 90 a révélé qu'elles sont présentes dans les sauces de soja où les PVHA sont utilisées comme ingrédients.⁸
3. Les PVHA sont obtenues par suite de l'hydrolyse à l'acide chlorhydrique de diverses matières végétales et animales protéiniques. Leur utilisation est très courante en tant qu'exaltateurs d'arôme et ingrédients dans les produits alimentaires salés de transformation et les plats précuisinés. Généralement, la teneur dans les aliments est de l'ordre de 0,1 à 20 %.
4. L'occurrence des chloropropanols dans les PVHA est due à leur formation pendant l'étape de l'hydrolyse à l'acide chlorhydrique du processus de fabrication.⁹ Dans l'étape hydrolytique, l'acide réagit avec les lipides et les phospholipides résiduels présents dans la matière première, entraînant la formation des chloropropanols. L'expérience dans l'industrie montre que la formation des chloropropanols ne peut pas être évitée par l'utilisation de sources de protéines délipidées.
5. Outre la formation des chloropropanols pendant la fabrication des PVHA utilisées comme ingrédients, les chloropropanols peuvent aussi se former dans les sauces de soja, et les condiments connexes quand le processus de fabrication de la sauce elle-même comprend le traitement à l'acide chlorhydrique de la farine de soja. Comme pour les PVHA, le mode de formation est aussi lié à l'hydrolyse acide des lipides et des phospholipides résiduels.
6. Plusieurs techniques peuvent être employées pour la fabrication des sauces de soja.¹⁰ Généralement, les produits fabriqués exclusivement par le biais de la fermentation ne contiennent pas de chloropropanols, ou, s'ils sont présents, il ne s'agit que de quantités négligeables. En fait, une étude japonaise récente portant sur 104 échantillons de sauce de soja de fermentation naturelle a montré que les teneurs dans 93 échantillons étaient inférieures à la limite de quantification (0,004 mg/kg).¹¹ Ce sont les produits qui utilisent les PVHA comme ingrédients qui contiennent les chloropropanols. Les sauces de soja, et autres produits connexes, qui sont soumis au traitement acide pendant la fabrication peuvent aussi contenir des chloropropanols.
7. Généralement, le 3-MCPD est le chloropropanol le plus répandu dans les aliments qui contiennent des PVHA. Il est présent sous la forme d'un mélange racémique d'isomères (*R*) et (*S*) dans les hydrolysats de protéine.¹² Les autres chloropropanols pouvant être présents, bien que généralement, en quantité moindre, sont le 2-monochloropropane-1,3-diol (2-MCPD), le 1,3-dichloro-2-propanol (1,3-DCP) et le 2,3-dichloro-2-propanol (2,3-DCP).
8. La présence des chloropropanols dans les aliments est un sujet d'inquiétude en raison de leurs propriétés toxicologiques. Le Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires (JECFA) a examiné les chloropropanols en juin 2001 et a attribué une dose journalière maximale tolérable provisoire (DJMTP) pour le 3-MCPD de 2 µg/kg de poids corporel/jour.¹³ Le Comité a réévalué¹⁴ les chloropropanols en juin 2006 et a décidé de maintenir la DJMTP établie précédemment. Lors de l'évaluation du 3-MCPD, le Comité a observé que la diminution des teneurs en 3-MCPD dans la sauce de soja et les produits connexes fabriqués avec des PVHA pourrait réduire considérablement l'ingestion de ce contaminant par les consommateurs de ces condiments.

9. Il y a lieu de signaler que les marchés régionaux différents demandent des produits aux qualités organoleptiques différentes pour satisfaire les goûts régionaux spécifiques. Les méthodes individuelles et leurs combinaisons, énoncées ci-après dans le présent document, visant à minimiser les teneurs en 3-MCPD produiront des effets différents sur les qualités organoleptiques du produit final et à ce titre, les fabricants devront tenir compte de ces effets dans la sélection de la stratégie visant à réduire la formation de 3-MCPD. Certains fabricants de PVHA ont déclaré que, bien qu'il soit techniquement possible de diminuer les teneurs en 3-MCPD jusqu'en dessous de 0,1 mg/kg, les qualités organoleptiques de ces produits seront affectées négativement.¹⁵ Certains producteurs de sauces de soja contenant des PVHA ont déclaré que l'arôme et le goût (umami) sont directement liés à la qualité des PVHA. Cela est particulièrement vrai pour les produits à base de PVHA vieillis.
10. Les fabricants ont mis en œuvre des mesures de réduction des teneurs en chloropropanols dans les PVHA et les produits connexes. (Les détails concernant les procédures générales utilisées pour fabriquer les PVHA ayant des teneurs faibles en chloropropanols sont énoncées dans la section suivante.) De nombreux fabricants en Europe occidentale ont entrepris de reformuler leurs produits au début des années 90 de sorte que les effets des changements subis par les propriétés organoleptiques qui ont été observés lors de l'application des méthodes de fabrication améliorées puissent être minimisés. Les autres fabricants ont modifié leurs procédés de fabrication de façon à obtenir des produits contenant des teneurs plus basses en chloropropanols tout en minimisant les effets sur les propriétés organoleptiques. Il y a lieu de signaler que la mise en œuvre des procédés de fabrication visant à diminuer le 3-MCPD dans les PVHA est techniquement difficile et très coûteuse, et nécessite souvent du matériel nouveau. Il sera aussi nécessaire de reformuler les recettes des aliments transformés dont la fabrication fait appel aux PVHA.
11. Les chloropropanols ont également été détectés dans une série d'autres aliments qui ne font pas soumis à l'hydrolyse acide pendant la fabrication. Ces aliments comprennent les fruits et les légumes transformés, les céréales et les produits de boulangerie, les viandes transformées, le poisson fumé et la bière.^{1,16,17} Les chloropropanols ont également été observés dans les ingrédients alimentaires fabriqués selon les méthodes qui ne font pas appel à l'hydrolyse acide des protéines végétales; les exemples de ces aliments comprennent les extraits de viande, les malts, les amidons modifiés et les assaisonnements. Des études récentes¹⁸ ont montré que la production des chloropropanols dans ces aliments et ces ingrédients est favorisée par les températures élevées et la faible teneur en eau. La fabrication de ces produits n'entre pas dans le cadre du présent code d'usages.

USAGES RECOMMANDÉS CONFORMES AUX BONNES PRATIQUES DE FABRICATION (BPF)

PVHA

12. Le procédé de fabrication des PVHA varie selon les propriétés organoleptiques recherchées dans le produit final. L'origine de la matière première, la molarité de l'acide, la température de la réaction, la durée de la réaction et d'autres facteurs affectent tous les propriétés organoleptiques du produit final. Il est possible de donner une description globale du processus de fabrication des PVHA. Les matières premières d'origine végétale les plus couramment utilisées dans la fabrication des PVHA comprennent les graines oléagineuses^{19,20} (soja et arachides), et les protéines de maïs, de blé, de caséine, de levure et de riz.^{19,20,21,22,23,24} Ces matières sont hydrolysées à l'acide chlorhydrique de moins 4 M à 9 M, à une température allant de 70 °C à 135 °C pendant un maximum de 8 heures, bien que parfois, des durées allant jusqu'à 20 à 30 heures aient été signalées, à des pressions généralement supérieures à la pression atmosphérique. Après refroidissement, l'hydrolysate est neutralisé avec du carbonate de sodium ou de l'hydroxyde de sodium pour obtenir un pH de 5 à 9, à une température allant de 90 à 100 °C pendant 90 à 180 minutes et l'acide chlorhydrique est ensuite ajouté au mélange pour obtenir un pH entre 4,8 et 5,2. L'hydrolysate est filtré pour éliminer les fragments de glucides insolubles (humine), puis décoloré ou raffiné. Un traitement au charbon actif peut être utilisé pour éliminer les constituants tant de l'arôme que de la couleur, selon la spécification requise. Après une filtration supplémentaire, les PVHA peuvent, selon l'application prévue, être enrichies à l'aide de constituants aromatisants supplémentaires. Par la suite, le produit peut être entreposé à l'état liquide avec 30 à 40 % de matière sèche (correspondant à 2 à 3 % d'azote total), ou bien il peut être déshydraté sous vide, atomisé ou évaporé et entreposé à l'état solide (97 à 98 % de matière sèche).

Méthodes pouvant être utilisées pour diminuer les teneurs en 3-MCPD dans les PVHA

13. Trois approches principales peuvent être adoptées pour minimiser la concentration de 3-MCPD dans le produit final. La première concerne la gestion prudente de l'étape de l'hydrolyse acide; la seconde, la neutralisation ultérieure pour minimiser la formation de 3-MCPD; et la troisième, l'utilisation de l'acide sulfurique à la place de l'acide chlorhydrique dans l'étape de l'hydrolyse. Ces méthodes peuvent réduire les teneurs en 3-MCPD dans les PVHA.
14. Les fabricants doivent examiner les trois options ci-après et décider quelles sont celles qui sont le mieux adaptées à leur méthode de production des PVHA. Les trois approches sont décrites dans les prochains paragraphes, et accompagnées d'exemples précis. Ces approches sont basées sur une information limitée qui appartient au domaine public; par conséquent, il n'a pas été possible de fournir un compte rendu détaillé de la fabrication des PVHA de faible teneur en 3-MCPD. L'information ci-après tient lieu de conseil d'ordre général, et elle devra être adaptée pour répondre aux besoins de chaque fabricant. Toute information supplémentaire relative à la production des PVHA de faible teneur en 3-MCPD serait très appréciée.
15. Pour ce qui est de la première stratégie, la température et la durée de chauffage de l'étape de l'hydrolyse acide doivent être contrôlées simultanément et une attention particulière doit être accordée aux conditions de réaction dans l'étape suivante de la neutralisation. Généralement,^{16,21,25} la réaction de l'hydrolyse a initialement lieu à une température qui se situe entre 60 et 95 °C. La température de la réaction est ensuite augmentée à la vitesse de 0,01 à 0,3 °C/minute jusqu'à ce que la température atteigne 110 °C. Quand la température maximale est atteinte, elle doit être maintenue pendant deux heures et l'hydrolysate obtenu doit ensuite être refroidi, neutralisé et filtré. Le contrôle adéquat de l'étape de l'hydrolyse acide permet de réduire les teneurs en 3-MCPD contenu dans l'hydrolysate à moins de 10 mg/kg.²¹
16. Le 3-MCPD qui est formé pendant l'étape de l'hydrolyse acide peut être éliminé à l'aide d'une hydrolyse alcaline secondaire.^{23,24,21,25,26,27} Ce traitement alcalin est essentiellement une prolongation du processus de neutralisation qui fait suite à l'hydrolyse acide du matériau de départ; il entraîne la dégradation des chloropropanols présents dans l'hydrolysate. Le traitement alcalin peut avoir lieu avant ou après la filtration de l'hydrolysate, bien qu'il soit préférable de procéder au traitement alcalin avant la filtration de sorte que le résidu soit aussi exempt de 3-MCPD. La protéine hydrolysée est traitée avec un alcalin autorisé dans les aliments comme l'hydroxyde de potassium, l'hydroxyde d'ammonium ou le carbonate de sodium pour augmenter le pH entre 9 et 13. Ce mélange est ensuite chauffé à une température de l'ordre de 110 à 140 °C pour un maximum de 5 minutes. Généralement, les traitements alcalins dans lesquels les pH et les températures sont élevés nécessitent des durées plus courtes. Après refroidissement, le pH de l'hydrolysate obtenu devrait être alcalin (théoriquement supérieur au pH8 à 25 °C); si le pH est inférieur, le traitement n'a probablement pas fait son effet et des mesures correctives doivent être prises. Après le traitement alcalin, le pH de la protéine hydrolysée est rectifié pour obtenir un pH de 5,0 à 5,5 à l'aide d'un acide adéquat (par ex., l'acide chlorhydrique) à une température de 10 à 50 °C. L'hydrolysate peut alors être filtré pour éliminer tout résidu insoluble et le produit final est obtenu. L'utilisation du traitement alcalin dans la fabrication des PVHA a montré qu'il engendre un produit final dont les teneurs en 3-MCPD sont inférieures à 0,01 mg/kg.²³ Il y a lieu de signaler qu'un traitement alcalin trop fort diminuera les qualités organoleptiques du produit final; par conséquent, il est conseillé de commencer le traitement alcalin avec un hydrolysate contenant une faible teneur en 3-MCPD, qui peut être obtenu suite au contrôle minutieux de l'étape de l'hydrolyse acide. Naturellement, il est important d'être vigilant quant à la recontamination possible si l'hydrolyse alcaline secondaire est utilisée dans le but de diminuer davantage la teneur en 3-MCPD des PVHA produites par contrôle minutieux de l'étape de l'hydrolyse acide. L'hydrolysate traité à l'alcalin (dont la teneur en 3-MCPD est faible) doit être tenu à l'écart du matériel (par ex., les cuves à réaction, les tuyaux, les pompes et les filtres-presses) utilisé lors de l'étape initiale de l'hydrolyse acide.
17. Il est possible de fabriquer des PVHA en utilisant de l'acide sulfurique, éliminant ainsi la présence des ions chlorure qui entraîne la formation de 3-MCPD.²⁸ La farine de soja et l'acide sulfurique sont mélangés ensemble pendant 8 heures à une pression de 10 psi. L'hydrolysate obtenu est neutralisé et le produit final est filtré et lavé. Les propriétés organoleptiques inférieures des PVHA obtenues avec l'acide sulfurique sont améliorées en ajoutant au produit final des aromatisants, par ex., le glutamate monosodique, le caramel, l'inosinate disodique, le guanylate disodique et l'acide lactique).

Sauces de soja et produits connexes

18. Un certain nombre de procédés de fabrication différents sont employés dans la production des sauces de soja^{29,30} et la méthode utilisée aura un impact sur la présence de 3-MCPD dans le produit.

Sauces de soja produites par la fermentation

19. Les sauces de soja qui sont produites uniquement par la fermentation contiennent des teneurs en 3-MCPD non quantifiables, ou, dans des cas très rares, extrêmement faibles. Le soja (entier ou dégraissé) et les autres graines de céréales comme le blé sont les principaux ingrédients utilisés dans la production des sauce de soja de fermentation naturelle. Au début du processus, ces matières sont précuites, mélangées et inoculées avec *Aspergillus oryzae* et/ou *Aspergillus sojae*. Après l'incubation de 1 à 3 jours, à 25 - 30°C, l'eau salée est ajoutée et le mélange est fermenté et vieilli à une température inférieure à 40°C pendant au moins 90 jours. La sauce de soja de courte fermentation est produite de la même façon si ce n'est que la fermentation à l'eau salée/la période de vieillissement ont lieu à 40°C ou plus, et que le processus s'accomplit dans les 90 jours.^{10,31,32}

Les sauces de soja dont la fabrication comporte une étape de traitement acide

20. Sinon, les sauces de soja peuvent être fabriquées à partir des PVHA et autres ingrédients comme le sucre et le sel.³⁰ Ces produits peuvent contenir du 3-MCPD et les mesures de prévention de son occurrence sont décrites plus haut pour les PVHA. L'application de ces procédés engendrera des produits dont les teneurs en 3-MCPD seront faibles.
21. Une autre technique de fabrication consiste à mélanger des sauces de soja fermentées avec celles qui dérivent des PVHA.³⁰ La fabrication de certains produits comporte une période de vieillissement après avoir procédé au mélange. Ces produits (couramment connus comme sauces de soja mi-chimiques) peuvent aussi contenir du 3-MCPD et les mesures appropriées pour minimiser sa présence dans les PVHA sont décrites plus haut. Dans un rapport récent contenant un récapitulatif des résultats d'une étude internationale portant sur 45 échantillons de sauce de soja fabriquée à partir de PVHA dont la teneur en 3-MCPD était faible, les concentrations moyenne, minimale et maximale du 3-MCPD ont été respectivement de 0,016, 0,004 et 0,036 mg/kg (poids humide).³³

RÉFÉRENCES

1. European Commission Directorate-General Health and Consumer Protection: *Report of experts participating in Scientific Cooperation task 3.2.9: Collection and collation of data on levels of 3-monochloropropanediol (3-MCPD) and related substances in foodstuffs* (2004) Available at: http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/mcpd_en.htm
2. Food Standards Australia New Zealand: *Chloropropanols in food, an analysis of the public health risk*. Technical report series No. 15 (2003) Available at: [http://www.foodstandards.gov.au/_srcfiles/Chloropropanol%20Report%20\(no%20appendices\)-%2011%20Sep%2003b-2.pdf#search=%22.%20Food%20Standards%20Australia%20New%20Zealand%3A%20Chloropropanols%20in%20food%2C%20an%20analysis%20of%20the%20public%20health%20risk.%20%20Technical%20report%20series%20No.%2015%22](http://www.foodstandards.gov.au/_srcfiles/Chloropropanol%20Report%20(no%20appendices)-%2011%20Sep%2003b-2.pdf#search=%22.%20Food%20Standards%20Australia%20New%20Zealand%3A%20Chloropropanols%20in%20food%2C%20an%20analysis%20of%20the%20public%20health%20risk.%20%20Technical%20report%20series%20No.%2015%22)
3. International Hydrolysed Protein Council: *Submission to the JECFA's secretariat of data and comments on 3-MCPD levels in acid-HVP products and soy sauces* (2005)
4. Ministry of Agriculture and Cooperatives of Thailand: *Submission to the JECFA's secretariat of the summary report on risk assessment of 3-MCPD to Thai's* (2006)
5. Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan: *Submission to the JECFA's secretariat of the surveillance data on chloropropanols* (2006)
6. Food and Environmental Hygiene Department: *Submission to the JECFA's secretariat of the occurrence data for chloropropanols in soy sauce and related products* (2005)
7. J.Velíšek, J.Davídek, J.Hajšlová, V.Kebelka, G.Janíček, and B.Mánková: Chlorohydrins in protein hydrolysates. *Z.Lebensm.Unters.Forsch.*, 167, 241 - 244 (1978)
8. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food: *Survey of 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) in soy sauce and similar products*. Food Surveillance Information Sheet, No. 187 (1999) Available at: <http://archive.food.gov.uk/maff/archive/food/infsheet/1999/no187/187soy.htm>
9. P.D.Collier, D.D.O.Cromie, and A.P.Davies: Mechanisms of formation of chloropropanols present in protein hydrolysates. *J.Am.Oil Chem.Soc.*, 68, 785 - 790 (1991)
10. C.Y.W.Ang, K.Liu, and Y.-W.Huang: *Oriental Soyfoods in Asian Foods*. Technomic Publishing Company, Lancaster, Pennsylvania (1999)
11. Japan: *Comments received at step 3 in response to CL 2005/22-FAC*. CX/FAC 06/38/32-add.1 (2006) Available at: <ftp://ftp.fao.org/codex/ccfac38/fa3832ae.pdf>
12. J.Velíšek, M.Doležal, C.Crews, and T.Dvořák: Optical isomers of chloropropanediols: mechanisms of their formation and decomposition in protein hydrolysates. *Czech J.Food Sci.*, 20, 161 - 170 (2002)
13. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA): *Evaluation of certain food additives and contaminants (57th report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives)*. WHO Technical Report Series, No. 909 (2002) Available at: http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_909.pdf
14. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA): *Summary and Conclusions, 67th Meeting*. 2006)
15. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA): *Safety evaluation of certain food additives and contaminants*. WHO Food Additives Series, No. 48 (2003) Available at: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v48je01.htm>
16. C.Crews, P.Hough, P.Brereton, D.Harvey, R.MacArthur, and W.Matthews: Survey of 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) in selected food groups, 1999–2000. *Food Addit.Contamin.*, 19, 22 - 27 (2002)

17. C.Hamlet, S.M.Jayarathne, and W.Matthews: 3-Monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) in food ingredients from UK food producers and ingredient suppliers. *Food Addit.Contamin.*, 19, 15 - 21 (2002)
18. P.Brereton, C.Crews, S.Hasnip, P.Reece, J.Velíšek, M.Doležal, C.Hamlet, P.Saad, D.Baxter, I.Slaiding, and R.Muller: *The origin of 3-MCPD in food and food ingredients*, Food Standards Agency, London (2005)
19. Nestec S.A.: Process for elimination of chlorohydrins from protein hydrolysates. US 5079019 (1992)
20. Nestle S.A.: Procédé de fabrication d'un condiment. EP 0226769 (1990)
21. Unilever N.V.: Process for preparing improved hydrolysed protein. EP 0361596 (1992)
22. Unilever Patent Holding B.V.: Process for preparing improved hydrolyzed protein. US 5401527 (1995)
23. Societe des Produits Nestle S.A.: Process for reducing hydrolysed protein chlorohydrin content. EP 0505800 (1995)
24. Societe des Produits Nestle S.A.: Production of hydrolysed proteins. EP 0363771 (1992)
25. Unilever N.V.: Process for preparing improved hydrolysed protein. EP 0361595B1 (1990)
26. Ajinomoto Co.Inc.: Production of hydrolyzate. JP 3419035 (2003)
27. Ajinomoto Co.Inc.: Improved method for hydrolyzing chlorohydrin in hydrochloric acid hydrolyzate of protein. JP 3550727 (2004)
28. Brown & Michaels, PC.: Hydrolyzed vegetable protein liquid compositions. US 20050025877 (2005)
29. Joint FAO/WHO Food Standards Programme: *Proposed draft Codex Standard for soy sauce*. Codex Committee on Processed Fruits and Vegetables, 22nd Session (2004)
30. D.Fukushima: Industrialisation of fermented soy sauce production centering around ese shoyu in Industrialisation of Indigenous Fermented Foods. Ed.: K.H.Steinkraus. Marcel Dekker, New York (2004)
31. Z.Berk: *Technology of production of edible flours and protein products from soybeans*. FAO Agricultural Services Bulletin, No. 97, FAO (1992)
32. M.Sasaki and N.Nunomur: Soy Sauce in Encyclopedia of food science, food technology and nutrition, Volume 3. Ed.: R.Macrae, R.K.Robinson, and M.J.Sadlers. Academic Press, London (1993)
33. Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan: Surveillance data on chloropropanols in soy sauces which are made with acid-HVP that appropriate measures to reduce its 3-MCPD concentration. (2005) Available at:
http://www.maff.go.jp/syohi_anzen/c_propanol/pdf/3mcpd_en.pdf