



NEWSLETTER 07/2006

(Octobre 2006)

Sommaire

1. Editorial
2. Actualités
 - 2.a. Alimentation
 - 2.b. Technologie
 - 2.a. Microbiologie des Denrées Alimentaires
 - 2.d. Législation
3. Echos du DES : mémoires défendus en juin et septembre 2006
4. Evénements : conférences, congrès, réunions, visites,...



1. EDITORIAL (Dr. N. Korsak, secrétaire)

Chers ami(e)s de WAVFH Wallonie-Bruxelles,

Comme vous le voyez au travers de multiples initiatives, la WAVFH W-B innove sans cesse. Elle se veut être proche de ses membres et de ses sympathisants. Elle n'hésite pas non plus à offrir un panel de services de plus en plus grand avec la création, par exemple, de notre forum, qui est, je pense, une opportunité unique pour tout un chacun de dialoguer avec des membres imminents de la WAVFH.

Il va de soi que nous avons besoin d'un retour d'information de la part de nos adhérents afin qu'ils nous précisent clairement leurs desiderata. Le Conseil d'Administration étudiera avec attention chaque proposition et essaiera, autant que faire se peut, d'en tenir compte afin d'améliorer la qualité du service offert.

Après réflexion, j'ai décidé que pour les prochaines newsletters, les membres de notre association seraient beaucoup plus sollicités et interrogés quant aux thèmes à aborder. Je pense que cette newsletter doit être un espace de discussions ouvert où tout le monde peut s'exprimer et pas uniquement les scientifiques. Chacun peut également apporter quelque chose via sa

pratique ou sa discipline quotidienne, en rapport, bien entendu, avec l'hygiène des denrées alimentaires. Je suis donc ouvert à toute proposition de collaboration, d'où qu'elle vienne.

J'aimerais aussi que vous n'oubliez pas notre prochaine après-midi d'études (**le jeudi 9 novembre 2006 dans l'amphi B de la Faculté de Médecine vétérinaire de l'ULg**), qui, je vous le rappelle, sera consacrée au principe de précaution :

Le principe de précaution : Jusqu'où peut-on aller (trop loin) ?

Permettez-moi de vous remettre en mémoire le contenu de cette séance :

- 14:00-14:30 Accueil et inscriptions
- 14:30-14:50 *Le principe de précaution, les pour et les contres.*
par **G. Maghuin-Rogister**,
Professeur, Département des
Sciences des Denrées alimentaires,
Université de Liège
- 14:50-15:30 *Bases juridiques et éthiques du principe de précaution*
par **S. Brunet**, Chargé de cours,
Département de Sciences Politiques,
Université de Liège
- 15:30-16:00 *Le point de vue de la Commission Européenne. Qui décide quoi et comment au niveau européen ?*
par **M. Pellegrini**, fonctionnaire de
la D.G. Santé et Protection du
Consommateur (Commission
Européenne)



16:00-16:30 Pause café offerte par Quality Partner

16:30-17:15 *Comment appréhender l'incertitude ?*

par **C. Saegerman**, Chargé de cours, Département des maladies infectieuses et parasitaires, Université de Liège

17:15-18:00 *Cheminement et modulation d'une prise de décision. Etude de cas : la grippe aviaire.*

par **G. Houins, Ir.**, Directeur Général de l'A.F.S.C.A.

18:00-18:45 *Table ronde présidée par le Professeur Emérite J. Van Hoof (Universiteit Gent) :*

1. *questions-réponses*
2. *exemples de décisions concrètes et analyses de leur pertinence*

18:45 Réception offerte par Quality Partner

La Participation aux frais est très modeste, jugez-en vous-même :

- gratuit** pour les membres WAVFH en règle de cotisation
- 10,00 €** pour les étudiants
- 30,00 €** pour les non-membres
- 45,00 €** pour les nouveaux membres comprenant l'inscription à cette après-midi d'étude et la cotisation 2007

A toute fin utile, j'ai disposé le folder d'invitation en annexe de la présente

newsletter. Vous pouvez l'utiliser pour me faire parvenir votre inscription.

En dernier lieu, comme dirait notre président : « N'oubliez pas non plus que pour faire fonctionner notre association, il nous faut vos encouragements, votre participation, votre adhésion, ... et votre cotisation (40 € pour l'année 2006), que vous ne manquerez pas de virer au compte 310-0878666-29 de WAVFH Wallonie-Bruxelles. »

En espérant vous revoir nombreux, je vous adresse mes sentiments les plus cordiaux.

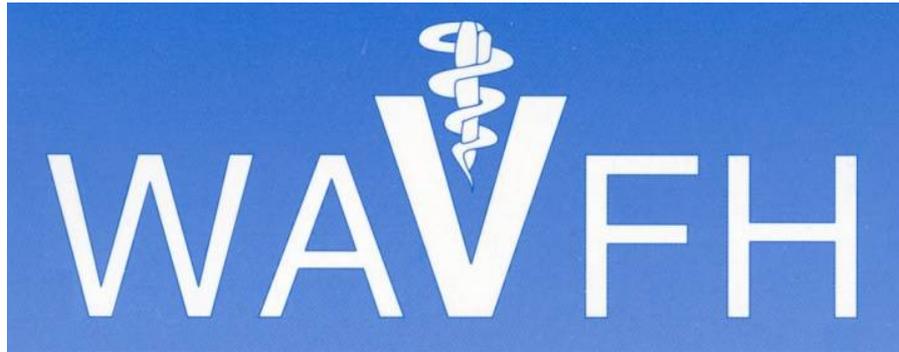
Très cordialement,

Dr Lic. N. Korsak, secrétaire de WAVFH Wallonie-Bruxelles.

Le C.A. de WAVFH Wallonie-Bruxelles :

- *Léon Moor : président;*
- *Guy Nolet :, vice-président*
- *Philippe Dodion : trésorier ;*
- *Nicolas Korsak : secrétaire,*
- *Georges Daube, Joël Gustin, Marie-Louise Scippo et François Verheven : membres.*

Website <http://www.wavfh.ulg.ac.be/>



2. ACTUALITES

2.a. Alimentation (par N. Korsak)

Eating Fish: Health Benefits and Risks

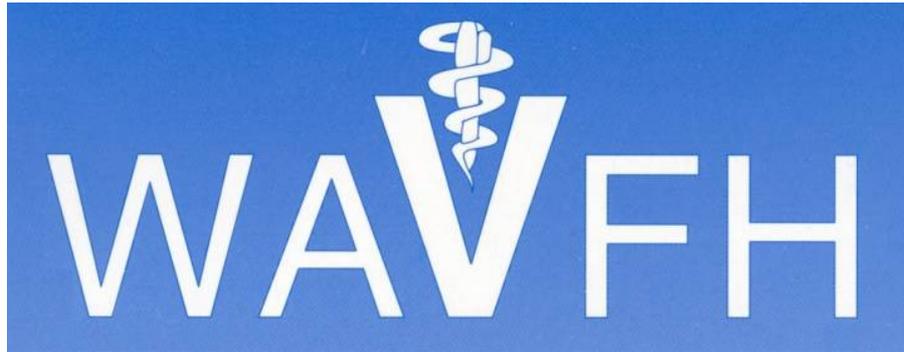
(Article publié dans le JAMA - Journal of the American Medical Association)

Tout le monde le sait : « le poisson, cela rend intelligent » (NDLR : *d'ailleurs je devrais en manger plus souvent*). Les nutritionnistes n'ont de cesse de privilégier la consommation de poissons mais cette consommation est-elle exempte de risque ?

Résumé : l'alimentation que nous ingérons influence notre santé. Mise à part le fait qu'elle contient des protéines et d'autres nutriments comme la vitamine D et le sélénium, le poisson et les mollusques contiennent un certain type de matière grasse, les acides gras oméga-3, qui peuvent réduire le risque de développer des pathologies cardiaques et médicales. Pourtant, le poisson peut contenir du mercure et d'autres contaminants qui peuvent présenter un risque pour la santé. L'édition spéciale du JAMA du 18 octobre 2006 contient un article présentant les avantages et les inconvénients engendrés par la consommation de poisson.

Bénéfices pour la santé :

- Les acides gras oméga-3 sont essentiellement trouvés dans les poissons - spécialement les poissons gras comme le saumon, les sardines et le hareng. Ces acides gras peuvent aider à réduire la pression artérielle, diminuer la fréquence cardiaque et contribuant ainsi à diminuer les risques de maladies cardiovasculaires.
- Manger du poisson diminue le risque de mortalité engendré par une maladie cardiaque (maladies cardiovasculaires qui sont la principale cause de mortalité chez les hommes et les femmes). La consommation de poisson est associée à une réduction du risque d'apoplexie, de dépression et de déclin mental chez les personnes âgées.
- Pour les femmes enceintes, les mères qui allaitent leur enfant et les femmes adultes en âge de procréer, la consommation de poisson est essentiel car cet aliment contient du DHA, un acide gras oméga-3 spécifique qui est intéressant pour le développement cérébral de l'enfant à naître ou en voie d'être conçu.



Risques pour la santé :

- Certains poissons peuvent contenir du mercure. Pour les hommes et les femmes non en âge de procréer, il n'est pas clair que l'exposition au mercure, avec les taux habituellement rencontrés dans les poissons, a un quelconque effet négatif sur la santé. En revanche, la consommation de poisson a des effets bénéfiques pour la réduction des maladies cardiovasculaires. Donc, la consommation de mercure suite à la consommation de poisson ne devrait pas être un grave problème de santé chez ce type d'individus. Les bénéfices de la consommation de poisson peuvent être maximisés en consommant une variété importante de produits de poissons.
- Le mercure peut avoir des effets subtils sur le développement du système nerveux des enfants. Par conséquent, les femmes enceintes ou celles qui peuvent le devenir, les mères qui allaitent leurs enfants et les jeunes enfants doivent éviter la consommation de 4 types de poissons qui présentent de hauts taux de mercure : le requin, l'espadon, le maquereau royal et le tile (*Lopholatilus chamaeleonticeps*). Les autres poissons peuvent être consommés pour être sûrs que les enfants

bénéficient de tous les avantages du DHA sur leur développement cérébral. Le thon contient des taux bas en mercure, tandis que les autres poissons ainsi que les crevettes en contiennent des taux très bas.

- Des PCB et des dioxines peuvent s'accumuler dans les poissons. Cependant, leurs teneurs dans les poissons sont très basses et assez comparables aux taux rencontrés dans les produits laitiers et de viande. En comparaison des effets bénéfiques pour la santé, les risques pour la santé engendrés par les PCB et les dioxines suite à la consommation de poisson doivent être considérés comme très bas. Il faut toutefois se méfier des poissons pêchés trop près des côtes car ceux-ci pourraient contenir des résidus chimiques en plus grande quantité.

En conclusion, les effets bénéfiques apportés par la consommation de poisson compensent largement leurs négatifs. Les bénéfices d'une consommation régulière de poisson (2x/semaine) dépassent largement les risques potentiels d'une contamination de ces poissons... Par contre, les auteurs mettent en garde contre une consommation très élevée (>5x/sem) de poissons gras.



Pour en savoir plus :

- Site de la FDA (Food and Drug Association)

<http://www.fda.gov>

- American Heart Association

<http://www.americanheart.org>

- American Dietetic Association

<http://www.eatright.org>

<http://www.fmi.org/consumer/seafood.pdf>

- JAMA - Journal of the American Medical Association

<http://jama.ama-assn.org/>

2.b. Technologie (par G. Nolet & Knut Framstad)

Le Monoxyde de Carbone [CO] - un nouveau conditionnement sans oxygène pour l'industrie européenne de la viande ?

Le conditionnement sans oxygène a été utilisé pendant 20 ans en Norvège (1985-2004) et cette technologie de conditionnement en présence de monoxyde de carbone (0.3%) à été certifiée GRAS (**Generally Recognized As Safe**) aux Etats-Unis en juillet 2004 en usage industriel et acceptée pour le commerce de détail dès 2005. Malgré cela, le monoxyde de carbone n'est toujours pas repris dans la liste des additifs autorisés par l'EU ce qui a induit,

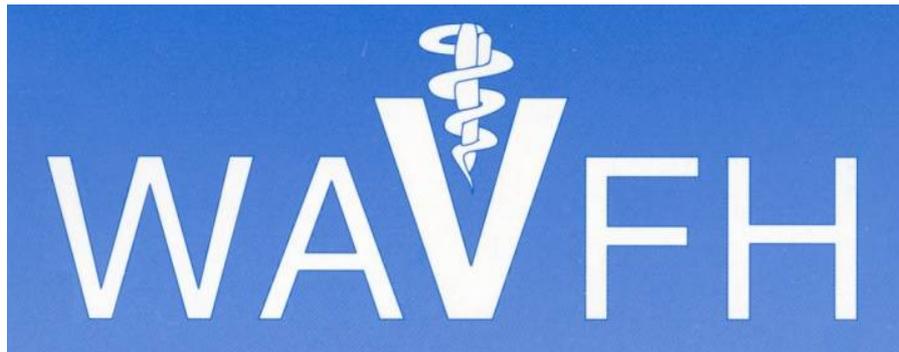
il y a deux ans, l'interdiction de cette technique en Norvège.

Les connaissances scientifiques actuelles ayant largement validé l'usage du monoxyde de carbone dans les conditionnements en atmosphère modifiée (MAP), il est nécessaire d'informer les opérateurs européens des avantages de ce type de conditionnement offrant une alternative aux présentations en usage.

La capacité reconnue du monoxyde de carbone à induire une coloration rouge brillante est sensible lors de l'adjonction d'une faible quantité de ce gaz (0.4% ou moins) à un mélange de dioxyde de carbone (CO₂), a effet bactériostatique, et d'azote (N₂).

Les recherches scientifiques ainsi que les essais réalisés par l'industrie ont mis en évidence de nombreux avantages qualitatifs comparativement aux méthodes usuelles de conditionnement, en effet, les bénéfices générés par ce type de mélange gazeux sans oxygène sont perceptibles, de l'opérateur au consommateur, tout au long de la filière viande.

Le conditionnement de viande à faible concentration de monoxyde de carbone amène, sur le marché, un produit conservant sa coloration rouge stable combinée à une sécurité microbiologique prolongée, ce qui réduit sensiblement les pertes de la distribution tout en permettant la présentation simultanée, en



linéaire, d'une plus grande variété d'article différents.

En effet, l'absence d'oxygène combinée à une haute concentration en dioxyde de carbone inhibe la croissance de la charge bactérienne d'altération et réduit la population de certains germes pathogènes. Une durée de vie microbiologique similaire peut être obtenue en conditionnement sous vide ou en anaérobiose avec une haute concentration en dioxyde de carbone mais ces conditions de conservation entraînent une disparition de la couleur rouge brillante spécifique de la viande fraîche.

D'autre part, le noircissement d'os, altération fréquente dans des conditionnements à haute concentration en oxygène, est entièrement maîtrisé par adjonction d'une faible quantité de monoxyde de carbone dans un conditionnement anaérobie.

Le brunissement prématuré de la viande donnant l'apparence d'une cuisson suffisante à des températures à cœur inférieure à 60°C, que l'on constate dans des conditionnements à haute concentration en oxygène, génère un danger du à la présence éventuelles de bactéries pathogènes revivifiables en particulier dans les viandes hachées. Le conditionnement à faible concentration en monoxyde de carbone empêche l'apparition de ce danger car le même niveau de brunissement apparaît après une cuisson

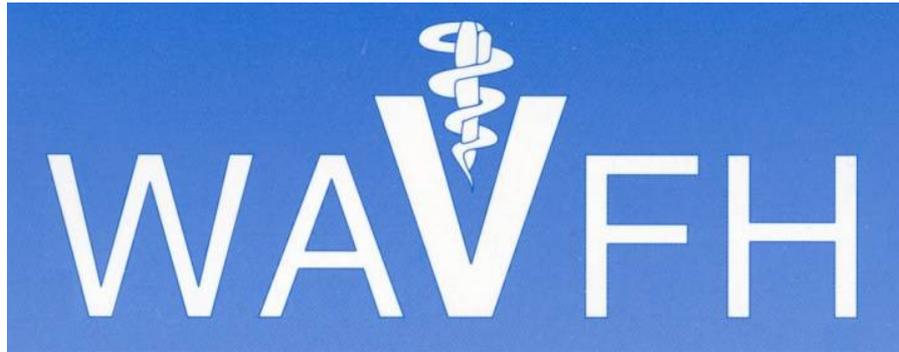
effectivement suffisante, à des températures à cœur supérieure à 60°C.

Il faut aussi prendre en compte, les plaintes des consommateurs de différents pays percevant une flaveur de rancissement, occasionnée par l'oxydation des lipides, lors de l'utilisation de viandes conservées dans des atmosphères à haute concentration en oxygène, alors que, la couleur et l'apparence de ces produits étaient satisfaisants

Il y a peu, il a été mis en évidence que la viande de bœuf maturée en atmosphère à haute concentration en oxygène ne montre aucune amélioration de la tendreté, ce qui semble être le conséquence de l'oxydation des protéines structurales, alors que celle placée sous vide ou sous faible concentration en monoxyde de carbone présente une tendreté optimale conséquente à une maturation normale.

L'oxygène est exceptionnellement utilisée dans le conditionnement d'autres denrées alimentaires car sa présence favorise la croissance bactérienne et initie de nombreuses réactions oxydatives.

Le conditionnement des viandes sous atmosphère à haute concentration en oxygène a débuté il y a 30 ans, cependant au vu des connaissances actuelles, ce conditionnement MAP avec oxygène ne devrait être proposé à l'industrie qu'avec de sérieuses réserves.



La voie la plus efficace et la plus commune pour valoriser les avantages du monoxyde de carbone est son utilisation directe à faible concentration dans un conditionnement MAP dans les unités de vente au consommateur que ce soit en viande de bœuf, porc, agneau ou volaille. Ces conditionnements peuvent être réalisés en utilisant le matériel actuellement en usage.

Une méthode plus complexe et plus onéreuse est celle du master-bag dans laquelle de petits conditionnements individuels de viande en barquette sous film étirable sont rassemblés dans contenant avec une atmosphère à faible concentration de monoxyde de carbone, cet emballage est livré tel quel au commerce de détail où se fait le déballage avant que les barquettes ne soient disposées dans les linéaires. Une troisième méthode consiste à prétraiter les viandes dans une atmosphère à haute concentration en monoxyde de carbone pour ensuite conditionner les portions consommateur en anaérobiose sans monoxyde de carbone, cette méthode n'est pas utilisée dans l'industrie de la viande.

Ces faits étant connus, pourquoi le monoxyde de carbone n'a-t-il pas été ajouté à la liste des additifs autorisés définis par la directive de l'Union Européenne ?

La raison principale vient de l'avis du comité scientifique qui tout en

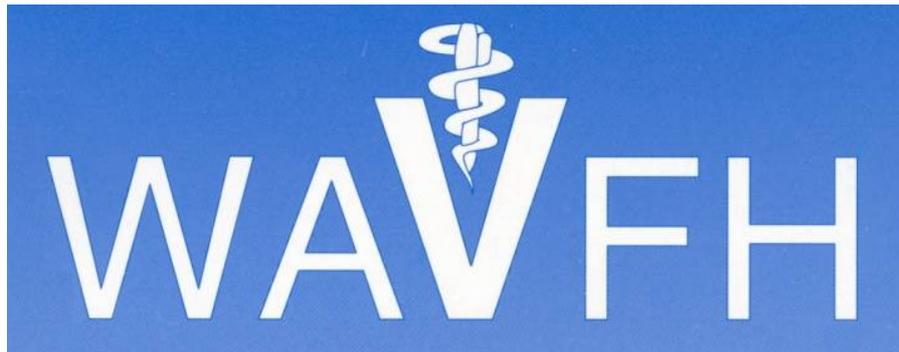
reconnaissant que l'utilisation du monoxyde de carbone ne présente aucun danger pour le consommateur a émit une réserve quant à la fausse impression de fraîcheur que pourrait induire la coloration rouge de la viande chez le consommateur même si une rupture de la chaîne du froid avait eu lieu et cela, malgré que les tests de validation effectués par les autorités sanitaires européennes et américaines aient démontrés que la consommation de viande conservée dans une atmosphère contenant 0.5% ou moins de monoxyde de carbone ne présentait aucun danger.

Les avantages que ce conditionnement apporte au consommateur n'ont pas été suffisamment explicités.

Concernant la « crainte » de la dissimulation d'une contamination :

- Aucune autre denrée alimentaire conditionnée sous MPA ou sous vide ne montre de signe visuel évident de contamination. Le consommateur doit toujours vérifier la date de péremption et pratique un test olfactif lors de l'ouverture du conditionnement.
- Le conditionnement faible concentration CO/haute concentration CO₂ ne supprime pas les autres indicateurs de contamination comme l'odeur à l'ouverture de l'emballage.

- Sous vide ou dans un mélange gazeux de dioxyde de carbone et d'azote, la coloration rouge foncé présente dès le



conditionnement, reste stable même en cas de dépassement de la date de péremption.

De plus, certains avantages indirects méritent d'être pris en compte, les équipements actuels conviennent parfaitement sans nécessiter de prescriptions de sécurité supplémentaires pour le personnel si le mélange gazeux est fourni en pré-mix. Par exemple, en Norvège le monoxyde de carbone était présent à 1% dans de l'azote à 99%, ce qui donnait une concentration finale, dans le conditionnement, inférieure à 4%.

Conscientes de l'évolution des connaissances et des inconvénients qu'engendrent l'utilisation de l'oxygène, une majorité d'industries de la filière viande ainsi que les entreprises de distribution désireraient disposer de l'opportunité d'introduire du monoxyde de carbone dans les conditionnements MAP. C'est pourquoi, l'Union Européenne du Commerce de Viande et de Bétail (UECBV) a pris la décision de soutenir auprès de la Commission Européenne l'autorisation de l'utilisation du monoxyde de carbone dans les conditionnements de viande MAP. Cette action comprend :

- De nouvelles recherches dans le différents Etats membres (particulièrement au regard des effets du CO sur la sécurité alimentaire, des préoccupations du consommateur, etc.) susceptibles

de répondre aux questions des consommateurs ;

- Une meilleure communication sur le CO destinée à l'industrie, aux consommateurs et aux décideurs.

2.c. Microbiologie des Denrées Alimentaires (par N. Korsak & G. Daube)

The incidence of significant foodborne pathogens in domestic refrigerators

(article : V. Jackson, I.S. Blair a, D.A. McDowell a,x, J. Kennedy b, D.J. Bolton, Food Control, 18, 2007, 346-351)

Résumé : Les parois intérieures des réfrigérateurs des ménages peuvent être souillées par des micro-organismes pathogènes apportés par les aliments, augmentant les risques de contamination croisée à d'autres aliments, y compris ceux prêts à être consommés tels quels. Cette étude a déterminé l'incidence d'un certain nombre de micro-organismes pathogènes d'origine alimentaire, et le statut hygiénique général (comme estimé par le nombre de germes totaux et de coliformes totaux sur les parois intérieures des réfrigérateurs domestiques (n=342). *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp. et *Escherichia coli* O157:H7 n'ont pas été isolés dans aucun des réfrigérateurs échantillonnés, mais *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* et *E. coli* ont été isolés dans, respectivement, 6.4%, 1.2%, 0.6%



des réfrigérateurs examinés. Etant donné que ces espèces bactériennes peuvent survivre et se développer au cours de la réfrigération ou les conditions de l'abus doux de la température, de tels micro-organismes pathogènes peuvent être transférés à la nourriture dans des réfrigérateurs domestiques. De tels risques sont d'intérêt particulier par rapport aux aliments "prêts-à-consommer", qui ne recevront pas d'autres traitements bactéricides (ex : cuisson) avant consommation. L'étude a estimé le nombre de germes totaux comme comprise dans une plage s'étendant entre $2.91 \log_{10} \text{ cfu/cm}^2$ et $8.78 \log_{10} \text{ cfu/cm}^2$ (de $0.045 \log_{10} \text{ cfu/cm}^2$ à $5.96 \log_{10} \text{ cfu/cm}^2$ pour les coliformes totaux) indiquant des normes très faibles d'hygiène des réfrigérateurs chez le consommateur, et posant des risques pour la santé du consommateur. Le point important de cette étude a été de montrer l'importance de la maîtrise des températures et du nettoyage complet et régulier des réfrigérateurs domestiques pour assurer la sécurité de nourriture, ainsi qu'une bonne cuisson des aliments comme dernier lien dans la chaîne domestique de service de restauration.

Pour en savoir plus :

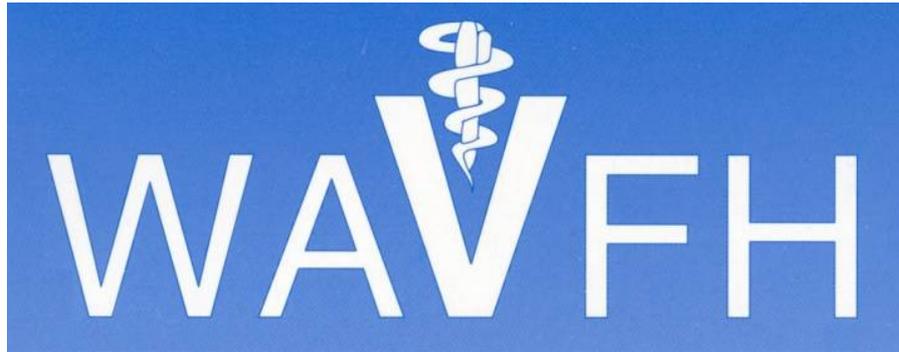
Article intégral en fin de newsletter

Règlementation concernant les critères microbiologiques

(Article extrait du Proceeding Eleventh Conference on Food Microbiology)

Les nouvelles réglementations européennes et belges entrées en vigueur en ce début d'année 2006 renforcent encore les obligations des opérateurs en termes d'auto-contrôles. Pour garantir la sécurité microbiologique des denrées alimentaires, le nouveau règlement CE N°2073/2005 rassemble en un seul texte tous les critères microbiologiques applicables au sein de l'UE (voir annexe 1). Ce règlement précise les obligations des opérateurs pour vérifier leur maîtrise des risques microbiologiques. Il est désormais très clair que les producteurs et transformateurs ne peuvent plus se contenter de contrôles indirects, essentiels par ailleurs pour la surveillance des bonnes pratiques d'hygiène et des plans HACCP, mais doivent aussi apporter des preuves objectives, via des analyses de laboratoire, que les principaux risques biologiques sont maintenus sous le seuil acceptable pendant toute leur durée d'utilisation.

Les objectifs sont clairs, les moyens pour y parvenir ne le sont pas toujours. Le législateur se doit de fixer les limites acceptables pour les principaux agents pathogènes. Ces limites devraient être établies selon la méthodologie d'évaluation quantitative du risque normalisée par la Commission hygiène du Codex



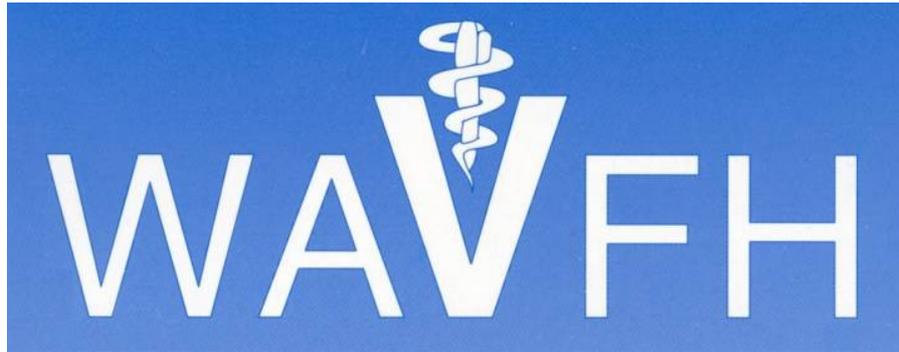
Alimentarius. Cependant peu d'études convaincantes existent à ce jour et donc le règlement CE N°2073/2005 a fixé des « critères de sécurité des denrées alimentaires » sur des bases empiriques et, donc ces critères devront être revus au fur et à mesure des progrès scientifiques. Ces critères s'appliquent partout au sein de l'UE pendant toute la durée de vie du produit et leur dépassement implique une notification aux autorités, le cas échéant, un rappel ou un retrait du marché des produits et, enfin, une modification des mesures de maîtrise avant de pouvoir recommencer à livrer le marché.

Le règlement CE N°2073/2005 a aussi fixé des « critères d'hygiène des processus » qui sont autant de signaux d'alerte aux maillons-clé de la chaîne alimentaire qui permettent de détecter de façon précoce une perte de maîtrise des risques microbiologiques. Les mesures en cas de dépassement de ces critères sont variables mais nécessitent, de toute façon, un examen, voire une modification des mesures de maîtrise. Ces critères permettent de s'assurer d'une certaine homogénéité de l'approche au sein de l'UE. Ce règlement a le mérite de fixer les seuils les plus importants pour préserver la Santé publique au sein de l'UE mais ne se targue pas d'être exhaustif. C'est aux opérateurs lors de la mise en place ou lors de la revue de leurs plans HACCP de voir si le minimum d'analyses préconisées par le règlement européen suffit pour vérifier la maîtrise de tous les dangers significatifs

à prendre en compte pour l'entreprise. Afin d'aider ses agents à vérifier l'efficacité des mesures prises par les opérateurs, l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire (AFSCA) va fixer une série de « limites d'action » complémentaires pour des paramètres non couverts par la législation. Ces limites pourront, dans une certaine mesure, aider les opérateurs à identifier les stratégies à suivre.

Analyser quelques denrées en sortie de production ne suffit pas toujours pour s'assurer de la maîtrise des dangers biologiques surtout pour les micro-organismes qui ont une capacité de multiplication ou de production de toxines pendant leur conservation. Afin de pouvoir donner des garanties en termes de qualité et de sécurité pendant toute la durée de conservation jusqu'à la date limite de consommation (DLC), il faut réaliser des études complètes. Deux grands types d'études peuvent être menées : les tests de vieillissement pour les flores habituellement présentes dans les produits et les tests de croissance (challenge-test) pour les flores qui peuvent se retrouver accidentellement sur ou dans les produits.

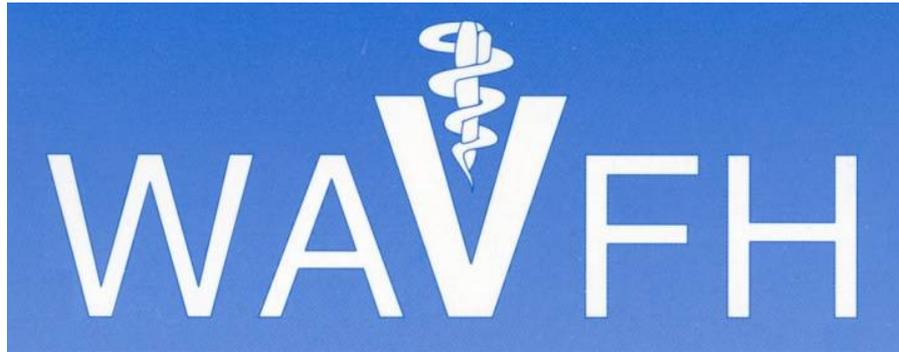
Les tests de vieillissement visent normalement à fixer la durée de vie microbiologique d'un produit, à savoir la durée pendant laquelle le produit reste acceptable d'un point de vue organoleptique. Cette durée de vie microbiologique se traduit sur le produit



par une DLC et par des conditions préconisées de conservation, principalement des conditions de température. La norme AFNOR NF V01-003 donne les grandes lignes pour réaliser ces tests. Il s'agit d'analyser l'évolution, dans un aliment, de populations de micro-organismes qui y sont habituellement présents, de façon détectable ou non, dans les conditions préconisées de conservation de cet aliment. Cependant, une certaine expertise est nécessaire pour choisir les paramètres à étudier, à savoir les flores à dénombrer, et les critères, les limites, à utiliser. Le choix des températures à utiliser dépend de l'objectif à atteindre. Le producteur peut se limiter à une incubation à la température maximale préconisée sur l'étiquette, par exemple 4°C si on préconise de conserver l'aliment entre 0 et 4°C. Le client, à savoir souvent le distributeur, peut demander un barème de conservation simulant les températures habituellement rencontrées pendant la distribution et dans les frigos ménagers, par exemple conservation pendant un tiers de la durée à 4°C et pendant deux tiers à 8°C. Enfin, le producteur peut réaliser une analyse après conservation à 37°C pendant 24 heures (test de vieillissement accéléré) pour estimer les risques liés à son produit lors d'une mauvaise conservation par le consommateur. S'il s'agit de paramètres purement liés aux caractéristiques organoleptiques, les conditions à choisir dépendent de l'objectif visé. Par contre, s'il s'agit de

germes potentiellement pathogènes (par exemple *Staphylococcus coagulase positif*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*) ou de leurs indicateurs (par exemple *E. coli*), une marge de sécurité telle que celle présentée dans la seconde alternative ci-dessus doit être utilisée. Le protocole et l'interprétation des résultats doivent faire intervenir à la fois les spécialistes en microbiologie alimentaire et les producteurs.

Pour les tests de croissance, il s'agit d'évaluer la cinétique de croissance ou de survie d'un germe précis dans ou sur un aliment donné après inoculation artificielle à un niveau prédéterminé et durant la conservation dans des conditions contrôlées pendant une durée prédéfinie. Ces tests vont montrer le devenir d'un microorganisme pathogène qui contaminerait accidentellement le produit à un stade donné de sa fabrication ou de son conditionnement. Ces tests sont appelés à se multiplier car, pour la première fois, le règlement CE N°2073/2005 prévoit que les critères microbiologiques à respecter pour *Listeria monocytogenes* dans les produits prêts à consommer peuvent être modulés en fonction des résultats obtenus lors de tests de croissance. Ainsi, un producteur de produit périssable qui pourra démontrer que cette bactérie ne peut se multiplier dans ou sur son produit ne devra garantir en sortie de production que le respect du critère « moins de 100 ufc/g » alors que celui qui n'aura pas réalisé de test de croissance devra garantir une «



absence dans 25 grammes ». Dans le cas d'une multiplication possible mais lente, des critères intermédiaires pourront être utilisés. Afin d'uniformiser et de fiabiliser la réalisation de ces tests dans l'attente d'une norme, le comité scientifique de l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire (AFSCA) a émis un avis scientifique et technique sur base duquel l'AFSCA pourra définir ses exigences en la matière. Le laboratoire national de référence en Microbiologie des Denrées alimentaire a, sur cette base, proposé un protocole repris en annexe 2.

En conclusion, c'est aux opérateurs de démontrer qu'ils maîtrisent la qualité et la sécurité microbiologiques de leurs produits. Cette preuve peut être apportée par des résultats d'analyses microbiologiques mais aussi par des tests plus sophistiqués. Ces démonstrations, longtemps restées empiriques, demandent encore une normalisation pour être crédibles. Les objectifs à atteindre en termes de sécurité sont ou seront, pour la plupart, fixés par les Autorités. Par contre, la qualité microbiologique liée aux caractéristiques organoleptiques devra être établie par le producteur en fonction de l'attente de ses clients.

Pour en savoir plus :

- Proceeding de la conférence disponible sur le site

<http://www.mdao.uvg.ac.be/>

2.d. Législation des Denrées Alimentaires (par V. Verheven)

Règlementation concernant les critères microbiologiques



Assouplissement concernant l'autocontrôle et la traçabilité dans les petites entreprises

L'arrêté ministériel du 24 octobre 2005 prévoit des assouplissements des modalités d'application de l'autocontrôle et de la traçabilité dans certaines entreprises du secteur des denrées alimentaires. Ces assouplissements s'appliquent :

- aux unités d'exploitation qui livrent directement au consommateur et qui travaillent avec un maximum de 5 équivalents temps plein ou dont la superficie est inférieure à 400 m²
- aux unités d'exploitation qui livrent à d'autres entreprises et qui travaillent avec un maximum de 2 équivalents temps plein
- aux banques alimentaires et aux associations caritatives.

Autocontrôle

1. Les unités d'exploitation, dont les activités consistent à exploiter une épicerie, un débit de boissons, ou un commerce ambulant, ou à transporter et/ou stocker des denrées alimentaires préemballées ou non périssables et qui, ni ne fabriquent ni ne transforment des denrées alimentaires, ne doivent pas se conformer à l'obligation d'élaborer, d'appliquer et de maintenir une procédure permanente fondée sur les principes de l'HACCP si les bonnes pratiques d'hygiène préalables à l'HACCP garantissent que les objectifs de prévention, d'élimination ou de réduction des dangers à des niveaux acceptables sont atteints.

Ces bonnes pratiques d'hygiène préalables se rapportent :

- à la conception des infrastructures et des équipements ;

- à la manipulation des denrées alimentaires, y compris l'emballage, le transport et le stockage ;
- au traitement et la gestion des déchets ;
- à la lutte contre les nuisibles ;
- aux procédures de nettoyage & désinfection ;
- à la qualité de l'eau utilisée (voir AR du 14 janvier 2002) ;
- à la maîtrise de la chaîne du froid/chaud ainsi qu'à l'enregistrement et la gestion des non-conformités ;
- à la santé du personnel (si d'application) ;
- à l'hygiène corporelle de toute personne entrant en contact avec les denrées ;
- à la formation du personnel à l'hygiène.

2. Les unités d'exploitation qui fabriquent ou transforment des denrées alimentaires, y compris les restaurants, les cuisines collectives, les traiteurs, les bouchers, les poissonniers, les boulangers-pâtisseries, ne sont pas tenues de réaliser leur propre analyse de risque ni d'établir de procédure HACCP formelle. En se basant sur un guide, les entreprises doivent pouvoir contrôler les dangers et montrer qu'elles respectent les normes en vigueur. Outre le respect des bonnes pratiques d'hygiène préalables décrites ci-dessus, elles sont tenues de respecter les principes suivants :

- Les dangers, identification des points critiques de contrôle peuvent être préalablement définis dans le cadre d'un guide ;
- Les limites critiques peuvent être fixées sur la base des normes réglementaires concernées

et/ou en absence de normes, de l'observation sensorielle et/ou d'un guide ;

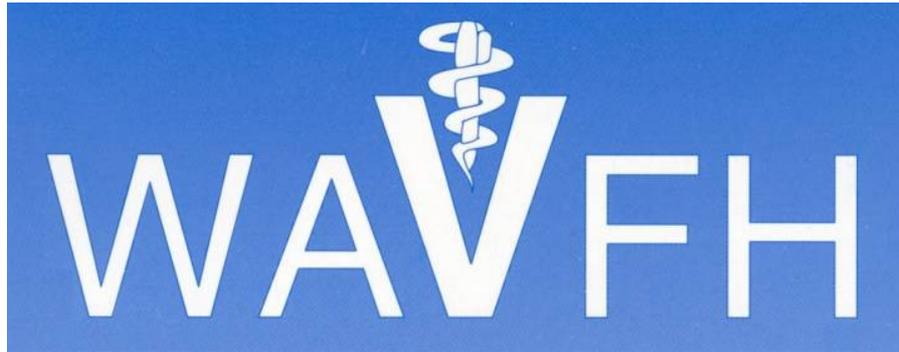
- L'obligation de tenir un enregistrement des contrôles effectués peut se limiter aux enregistrements des non-conformités ;
- La documentation relative au système HACCP peut être remplacée par un guide ;
- Les enregistrements de contrôle effectués doivent être conservés 6 mois après l'expiration de la date de durabilité minimale ou de la date limite de consommation ou à défaut au moins 6 mois.

Traçabilité

Les unités d'exploitation doivent :

- Identifier et enregistrer les produits entrants (et sortants s'il y a livraison à une autre unité d'exploitation) par l'indication de la nature, de l'identification du produit, de la quantité, de la date de réception/livraison, de l'identification du fournisseur ou acheteur via un classement méthodique des bons de livraisons ou d'autres documents d'accompagnement
- Enregistrer dans les 7 jours et au plus tard au moment de la transformation, les données sur les produits qui ne sont pas directement transformés ou vendus
- Conserver les documents relatifs à la traçabilité durant 6 mois après l'expiration de la date de durabilité minimale ou de la date limite de consommation ou, à défaut, au moins 6 mois.

Plus d'infos sur www.afsca.be



3. Echos du DES : mémoires défendus en juin et septembre 2006

1) Mise en place d'un système de management de la sécurité alimentaire au niveau d'un magasin de grande distribution

Par Achraf TIOUALI

Résumé

Le développement d'un système de management de la sécurité alimentaire entrepris dans le cadre dudit travail a permis au magasin de grande distribution de prendre en charge sa propre gestion de la sécurité alimentaire. Le système englobe l'ensemble des pratiques et outils développés précédemment par le corporate et les a inscrit dans un management basé sur l'amélioration continue. De prime abord, a été entrepris un travail de sensibilisation à la démarche de la direction à différents niveaux hiérarchiques. Ceci s'est concrétisé par la rédaction de la politique de sécurité alimentaire et sa signature par la direction, la formalisation d'un manuel sécurité alimentaire explicitant toutes les exigences du système et leur diffusion auprès des collaborateurs.

L'étude HACCP établie précédemment par le corporate a subi une révision tenant compte de l'apparition du guide d'autocontrôle du secteur de la distribution et des nouvelles acquisitions scientifiques. Une nouvelle gestion documentaire a été établie qui a permis de répondre aux exigences du référentiel de management de la sécurité alimentaire.

Il faut rappeler l'importance considérable du facteur humain non seulement dans la mise en place du système mais aussi dans son entretien. De ce fait, des formations en hygiène et sécurité alimentaire ont été dispensées à l'équipe HACCP et aux collaborateurs ad hoc. C'est au courant de ces formations que la responsabilité de chacun a été mise en relief.

Il faut dire que malgré les difficultés rencontrées dans la mise en place du système et qui concernent entre autres les responsabilités inhérentes à la sécurité alimentaire, la taille de l'entreprise et son organisation, la culture de la sécurité alimentaire a fait son apparition. Ainsi l'assurance de la sécurité alimentaire s'est vue renforcée par l'assurance de la pérennité du système.



2) Comparaison des boîtes de contact, des lames géloseés, et des Pétrifilms® dans le cadre de l'hygiène des surfaces non poreuses

Par Anthony NOTERMAN

Résumé.

Trois techniques de prélèvement pour contrôler l'hygiène des surfaces (Rodacs, Dipslides, Pétrifilms®) ont été comparées. Pour ce faire, des plaques de verre ont étéensemencées avec des niveaux connus d'*E. coli* et d'*E. hirae*. Ces plaques de verre ont ensuite été échantillonnées trois fois de suite via les trois méthodes à évaluer. Les résultats obtenus avec *E. coli* ne sont pas interprétables, probablement car l'inoculum était trop faible, ou à cause d'une mauvaise résistance du micro-organisme à la dessiccation. Avec *E. hirae*, les Rodacs apparaissent plus avantageuses que les deux autres méthodes, car elles récoltent plus de germes, et cela surtout lors du premier des trois échantillonnages successifs. Néanmoins, d'autres études plus élaborées doivent confirmer ces résultats préliminaires.

3) Les hépatites virales transmissibles à l'homme par l'alimentation

Par Hélène CHENUT

1. Résumé- Summary

Les virus transmissibles par l'alimentation responsables d'hépatites sont ceux de l'hépatite A et de l'hépatite E. Ils sont responsables d'un grand nombre d'épidémies dans les pays en voie de développement et de cas sporadiques dans les pays industrialisés. Ces virus sont présents en Belgique et plusieurs enquêtes épidémiologiques ont été réalisées. Les aliments les plus souvent impliqués lors de contaminations par les virus des hépatites A et E sont les coquillages qui filtrent l'eau contaminée et concentrent les virus dans leur système digestif, l'autre voie d'infection est liée à la manipulation des aliments par des porteurs malades ou encore à de l'eau contaminée par les selles de personnes infectées (surtout pour le virus de l'hépatite E). La détection de ces virus dans les aliments et l'eau est difficile et coûteuse parce que les virus sont en très faible quantité dans les échantillons, et que l'extraction du virus à partir de la matrice alimentaire est délicate. L'utilisation de la culture cellulaire comme méthode d'étude ou de diagnostic est difficile voire impossible. En effet, le virus de l'hépatite E ne se cultive pas et celui de l'hépatite A très difficilement. A l'heure actuelle, la reverse transcription associée à la réaction de polymérisation en chaîne est la méthode la mieux adaptée pour l'identification de ces virus. La piste de la polymérisation en chaîne à temps réel semble être la plus prometteuse.



4) Le Furane dans les denrées alimentaires, un danger émergent

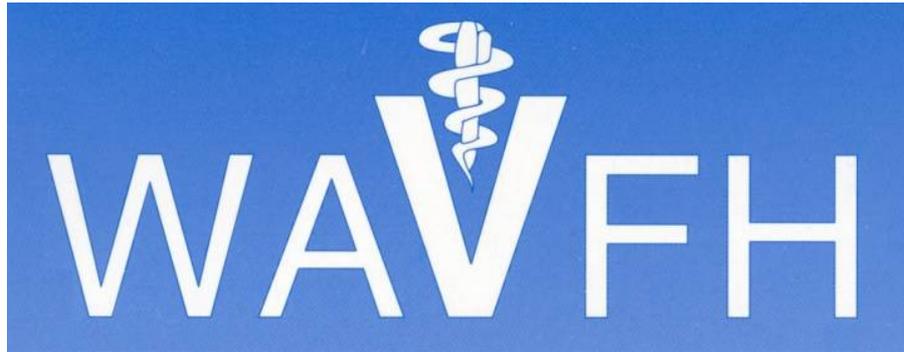
Par Mandjé BAMBA

RESUME

Le furane, un diène cyclique (C_4H_4O), a provoqué des tumeurs malignes dans divers tissus d'animaux de laboratoire et donné un résultat positif au test d'Ames. Cela lui a valu d'être classé comme " probablement cancérigène" pour l'homme par l'IARC (International Agency for Research on Cancer).

Le furane se forme à partir de l'acide ascorbique, des hydrates de carbones, des acides aminés ou des acides gras poly-insaturés sous une importante influence de la température. Il apparaît dans les aliments qui ont subi un traitement thermique et qui ont été conditionnés en pot ou en conserves.

Des méthodes d'analyses physico-chimiques basées sur la chromatographie en phase gazeuse couplée avec la spectrométrie de masse en tandem ont été adaptées à sa détermination dans les produits. Cela a permis de révéler la présence de la substance dans divers aliments de grande consommation notamment les aliments pour bébés et nourrissons à des taux variant du non-déterminé à 120 ppb. Aucune donnée n'a encore été produite sur le lien entre le furane et une pathologie quelconque de l'homme.

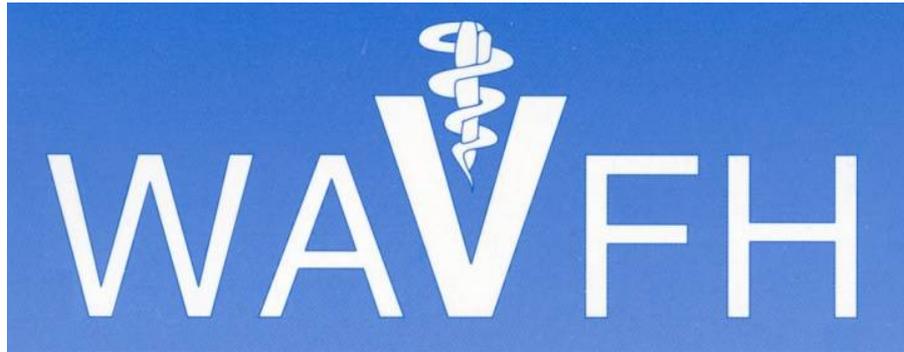


5) Le sel en industrie agroalimentaire : effets, enjeux et perspectives

Par Saïd LAMARA

RESUME

Composé naturel quasi inépuisable, le sel ou chlorure de sodium, utilisé comme agent de conservation des aliments par nos ancêtres, reste toujours le premier ingrédient technologique en industrie agroalimentaire. Il assure, via un abaissement de l'activité de l'eau, la stabilité microbiologique de certaines denrées alimentaires qu'il préserve ainsi de l'attaque microbienne, sans oublier son rôle technologique et organoleptique primordial. Chez l'homme, le sel joue un rôle physiologique très important, notamment dans la régulation du bilan hydrique et l'équilibre acido-basique. Néanmoins il ne reste pas sans inconvénient, quand on sait son implication dans les problèmes d'hypertension. Il est dès lors intéressant de réduire sa teneur dans les aliments en développant de nouveaux procédés ou bien par sa substitution, tout en préservant la conservation des produits, leur goût et leur effet favorable sur la santé du consommateur. Ce compromis « conservation, goût et santé publique » est le défi actuel des professionnels de l'industrie agroalimentaire.



6) Impact environnemental de l'industrie agroalimentaire. Mise en place d'un système de management environnemental. Exemple de l'entreprise BRC-Oufti

Par Marie VASSEN

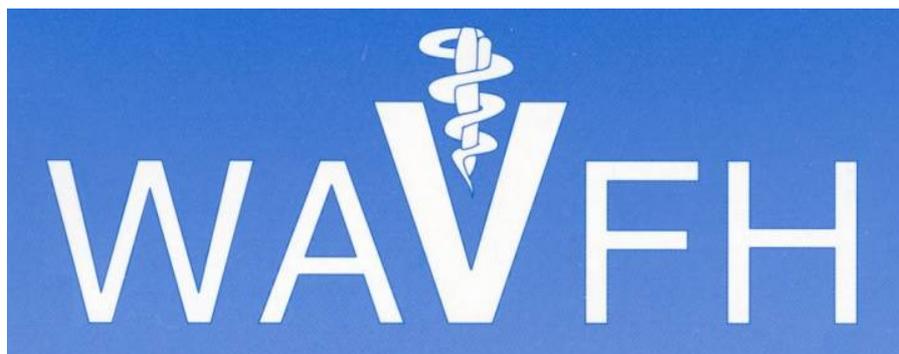
Résumé

La mise en place d'un système de management environnemental adapté à une société agro-alimentaire nécessite une bonne connaissance des différentes normes : ISO 14001:2004, des différentes réglementations et des législations tant générales que celles imposées plus particulièrement au secteur (voir spécifiquement à l'entreprise) et se rapportant à des impacts environnementaux. Ceci constitue la première partie de mon travail.

Ensuite, une analyse approfondie des procédés de fabrication et des habitudes de fonctionnement de la société BRC-Oufti a été réalisée.

Les déductions de cette analyse mettent en lumière les différents points à traiter afin de minimiser les impacts environnementaux de cet organisme. La politique environnementale est définie par la direction.

Les objectifs et les cibles sont précisés en accord avec la direction : c'est l'étape de planification. Enfin, la mise en place des modifications nécessaires pour atteindre les objectifs environnementaux au sein de l'entreprise est effectuée. Dans l'exemple présent, les modifications principales concernent essentiellement les déchets et l'énergie.



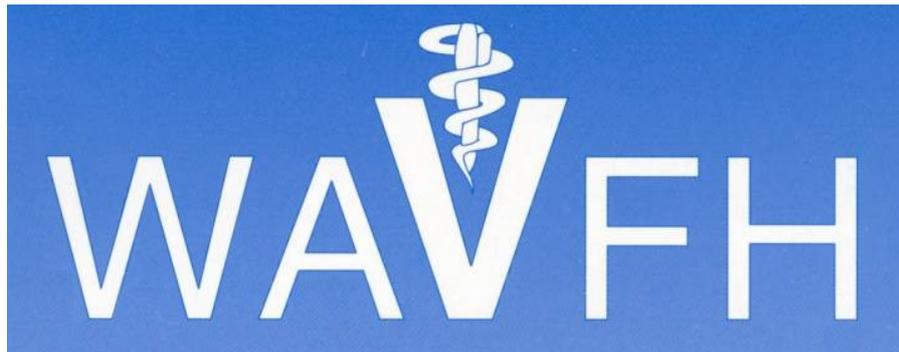
7) Mise au point d'une méthode de dosage des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs) dans les matrices alimentaires par HPLC-UV-FLD

Par Alain PIRLOT

RESUME

Le but de ce mémoire était le développement d'une méthode analytique par HPLC-UV-FLD (High Performance Liquid Chromatography with Ultra-Violet and Fluorescence Detection) permettant la détection et la quantification des 15 hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs) considérés comme génotoxiques par le Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine (CSAH).

La méthode a d'abord été optimisée pour la détection et la quantification à l'aide de substances pures en solution (solutions standards). Une méthode d'extraction/purification a été mise au point pour le traitement de condensats de fumées primaires (arômes de fumée). La participation à un ring test européen a finalement permis de quantifier les HAPs dans des fumées liquides dopées par les organisateurs de l'étude inter-laboratoire.



4. EVENEMENTS

7 novembre 2006 : Viandes et produits de viande (organisé par le comité royal belge de la distribution)

Lieu : Hôtel Président WTC, B-1000 Bruxelles

Horaire : 9h à 17h

Renseignements :

E-mail: mady.deduffeleer@cbd-bcd.be

9 novembre 2006 : après-midi WAVFH Wallonie-Bruxelles: Le principe de précaution : Jusqu'où peut-on aller (trop loin) ?

Lieu : Université de Liège, Fac. Med. Vet., amphithéâtre B

Horaire : 14h à 20h

Renseignements :

E-mail: nkorsak@ulg.ac.be

Internet:

<http://www.wavfh.ulg.ac.be/>

7-11 novembre 2006 : 2006 EFFoST Annual Meeting/ Total Food 2006— Sustainability of the Agri-Food Chain

Lieu : La Haye (Pays-Bas)

Renseignements :

E-mail: effost-conference@elsevier.com

Internet:

<http://www.effost-conference.elsevier.com>

14-17 février 2007 : IMS

International Symposium on Meat Safety: from abbatoir to consumer

Lieu : Valence (Espagne)

Renseignements :

E-mail: carnes@iata.csic.es

Internet:

<http://meatsafetyvalencia2007.congress-uex.com>

9-11 mars 2007 : 5th International Conference on Food Technology

Lieu : Thessaloniki (Grèce)

Renseignements :

Internet:

<http://congress5.petet.org.gr>

21-24 mai 2007 : International Dairy Industries Congress

Lieu : Kusadasi (Turquie)

Renseignements :

Internet:

<http://www.idc2007.org>

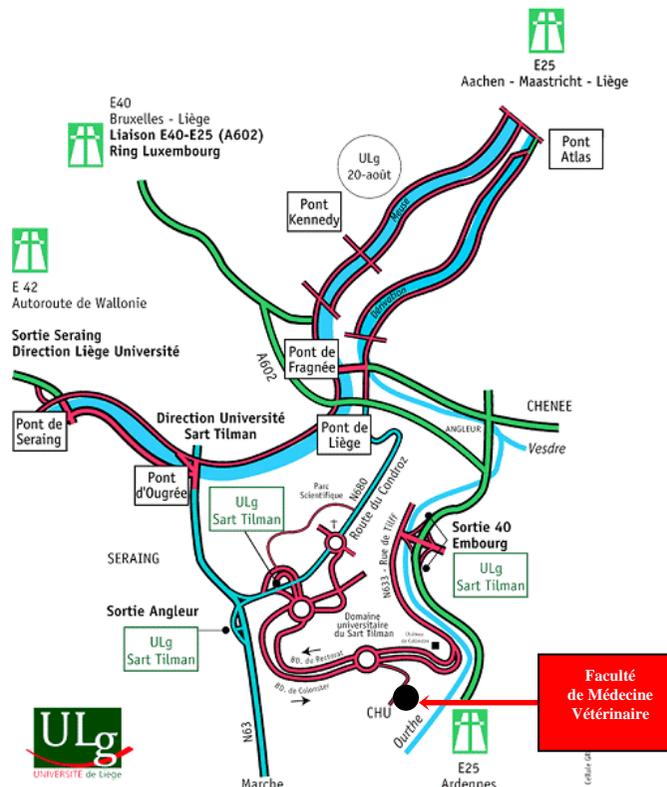
WAVFH Wallonie-Bruxelles
 c/o Nicolas Korsak
 Université de Liège
 Faculté de Médecine Vétérinaire
 Sart-Tilman B43bis
 4000 Liège

Renseignements

- Dr. Léon Moor
 tel. 080-33.03.02
 e-mail leon.moor@skynet.be
- Prof. Georges Daube
 tel. 04-366.40.15 – fax 04-366.40.16
 e-mail Georges.Daube@ulg.ac.be
- Dr. Nicolas Korsak
 tel. 04-366.45.19 – fax 04-366.40.44
 e-mail nkorsak@ulg.ac.be
- Website WAVFH
<http://www.wavfh.ulg.ac.be>

Lieu

Faculté de Médecine Vétérinaire -
 Université de Liège Sart Tilman B42
 Amphithéâtre B. 4000 Liège



World Association of Veterinary
 Food Hygienists
 Wallonie-Bruxelles.



Après-midi d'étude*

**Le principe de précaution.
 Jusqu'où peut-on aller
 (trop loin) ?**

* sponsorisée par



Jeudi 9 novembre 2006

Objectif :

Le choix d'une thérapeutique, la gestion d'un risque, la décision de saisie d'un produit : autant de gestes qui, hier encore, dans le monde vétérinaire, étaient soumis à des restrictions.

Il fallait en effet composer avec les impératifs économiques d'une société dont le contexte a tellement changé.

Le zéro et le principe de précaution sont des notions nouvelles qui bousculent les mentalités, changent profondément la philosophie du contrôle, bref, nous interpellent tous et de façon quotidienne et lancinante.

Le Conseil d'Administration :

Léon Moor, Président
Guy Nolet, Vice-Président
Philippe Dodion, Trésorier
Nicolas Korsak, Secrétaire

Georges Daube,
André Dennewald,
Joël Gustin,
Marie-Louise Scippo
& François Verheven, Membres

Notre sponsor :

Quality Partner est une " spin-off " de l'Université de Liège (ULg) spécialisée dans le contrôle qualité pour toutes les entreprises actives dans l'agro-alimentaire, la distribution et l'HORECA.

Le principe de précaution. Jusqu'où peut-on aller (trop loin) ?

Programme

- 14:00-14:30 Accueil et inscriptions
- 14:30-14:50 *Le principe de précaution, les pour et les contres.*
par **G. Maghuin-Rogister**, Professeur,
Département des Sciences des Denrées
alimentaires, Université de Liège
- 14:50-15:30 *Bases juridiques et éthiques du principe de précaution*
par **S. Brunet**, Chargé de cours, Département
de Sciences Politiques, Université de Liège
- 15:30-16:00 *Le point de vue de la Commission Européenne. Qui décide quoi et comment au niveau européen ?*
par **M. Pellegrini**, fonctionnaire de la D.G.
Santé et Protection du Consommateur
(Commission Européenne)
- 16:00-16:30 Pause café offerte par Quality Partner
- 16:30-17:15 *Comment appréhender l'incertitude ?*
par **C. Saegerman**, Chargé de cours,
Département des maladies infectieuses et
parasitaires, Université de Liège
- 17:15-18:00 *Cheminement et modulation d'une prise de décision. Etude de cas : la grippe aviaire.*
par **G. Houins**, Ir., Directeur Général de
l'A.F.S.C.A.
- 18:00-18:45 *Table ronde présidée par le Professeur Emérite J. Van Hoof (Universiteit Gent) :*
1. *questions-réponses*
2. *exemples de décisions concrètes et analyses de leur pertinence*
- 18:45 Réception offerte par Quality Partner

Formulaire d'inscription

A renvoyer ou à faxer au 04 366.40.44 avant le 5/11/2006 (ou e-mail nkorsak@ulg.ac.be)

Nom :

Fonction :

Entreprise ou institution :

Adresse:

Tel.:

Fax :

E-mail :

S'inscrit à l'après-midi d'étude WAVFH Wallonie-Bruxelles du jeudi 9 novembre 2006 et verse la somme de (incluant conférences, café et drink):

- gratuit** pour les membres WAVFH en règle de cotisation
- 10,00 €** pour les étudiants
- 30,00 €** pour les non-membres
- 45,00 €** pour les nouveaux membres comprenant l'inscription à cette après-midi d'étude et la cotisation 2007

au numéro de compte 310-0878666-29 (WAVFH Wallonie-Bruxelles, Avenue Jef Lambeaux 38, 1060 Bruxelles) avec la mention "Après-midi d'étude 09/11/06 + le nom du participant"

Date :

Signature :

The incidence of significant foodborne pathogens in domestic refrigerators

V. Jackson^a, I.S. Blair^a, D.A. McDowell^{a,*}, J. Kennedy^b, D.J. Bolton^b

^a Food Microbiology Research Group, NICHE, University of Ulster, Jordanstown, Newtownabbey, Co. Antrim. BT37 0QB, Northern Ireland, United Kingdom

^b Teagasc, The National Food Centre, Ashtown, Dublin 15, Ireland

Received 3 May 2005; received in revised form 22 October 2005; accepted 24 October 2005

Abstract

The interior surfaces of household refrigerators are at risk of becoming contaminated with foodborne pathogens, increasing the risks of cross-contamination to other food items, including higher risk ready-to-eat foods. This study determined the incidence of a number of significant foodborne pathogens, and the general hygienic status (as estimated by total viable counts (TVCs), and total coliform counts (TCCs)) on the interior surfaces of domestic refrigerators ($n = 342$). *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* O157:H7 were not recovered from any refrigerators, but *Staphylococcus aureus* was recovered from 6.4%, *Listeria monocytogenes* and *E. coli* from 1.2% and *Yersinia enterocolitica* from 0.6% of examined refrigerators. As the recovered species can survive and grow under refrigeration or conditions of mild temperature abuse, such pathogens may transfer to (and develop to clinically significant numbers in) food in domestic fridges. Such risks are of particular concern in relation to “ready-to-eat” foods, which will not receive further bactericidal treatments (cooking) before consumption. The study estimated TVCs ranging from $2.91 \log_{10} \text{cfu/cm}^2$ to $8.78 \log_{10} \text{cfu/cm}^2$ and TTCs ranging from $0.045 \log_{10} \text{cfu/cm}^2$ to $5.96 \log_{10} \text{cfu/cm}^2$ indicating very poor standards of consumer refrigerator management and hygiene, and posing risks to consumer health. The study findings highlight the importance of adequate temperature control and thorough, regular cleaning of domestic refrigerators to ensure food safety, and of effective cooking as the last link in the domestic food service chain.

© 2005 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Keywords: Domestic refrigeration; Foodborne pathogens; Food-contact surfaces

1. Introduction

The reported incidence of foodborne illness in Europe is unacceptably high, even though it is also a significant underestimation of the true magnitude of the problem (Anonymous, 2003a, 2003b, 2003c; Wheeler et al., 1999), with as little as 2% of cases of foodborne acute gastroenteritis in the community being detected by current surveillance/reporting processes (Anonymous, 2003a, 2003b, 2003c).

Although restaurants, hotels and take-aways are the most frequently cited sites of outbreaks of foodborne dis-

ease (Bonner, Foley, Wall, & Fitzgerald, 2001), it has been suggested that foodborne illness is initiated in private homes three times more frequently than in commercial operations (Borneff, Hassinger, Wittig, & Edenharter, 1988; Scott, 1996; Scuderi, Fantasia, Filetici, & Anastasio, 1996; Sheard, 1986). Many of these cases, perhaps up to 50%, are attributable to inappropriate food storage including ineffective chill storage and refrigerator management (Ryan, Wall, Gilbert, Griffin, & Rowe, 1996). However, the increasing importance of chilled, “ready-to-eat” products, which now make up >60% of the average European shopping basket (Anonymous, 2003a, 2003b, 2003c; Meffert, 1990), means that the refrigeration practices will continue to be major determinants in domestic food safety.

Failure to follow correct practices in the adjustment, maintenance, use or cleaning of domestic refrigerators poses

* Corresponding author. Tel.: +44 2890 36 6697; fax: +44 2890 36 8811.
E-mail address: da.mcdowell@ulster.ac.uk (D.A. McDowell).

a number of risks to consumers. Refrigerators form an important link in the wider chain of cross-contamination, and a significant factor in 28% of outbreaks of domestic foodborne disease (Ryan et al., 1996). Bacteria contaminating unwashed raw foods, leaking packages, hands, surfaces, etc. introduced to domestic refrigerators may directly contaminate other stored foods, or attach to and persist on the internal surface of the refrigerator posing risks of indirect longer term contamination during subsequent food preparation activities (Michaels, Ayers, Celis, & Gangar, 2001). Many domestic refrigerators are incorrectly adjusted, operating above the recommended temperature and are therefore capable of supporting sub-optimum but significant growth of mesophilic organisms such as *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* spp. (Flynn, Blair, & McDowell, 1992; Johnson et al., 1998). Even when correctly adjusted, refrigerators can support the growth of psychotropic pathogens such as *Listeria monocytogenes* and *Yersinia enterocolitica*, which can therefore increase to clinically significant numbers in foods stored for extended periods in domestic refrigerators (Flynn et al., 1992; Johnson et al., 1998).

Bacteria can colonise a range of food preparation surfaces, utensils, domestic dishcloths, sponges and other cleaning materials (Rusin, Orosz-Coughlin, & Gerba, 1998; Scott, Bloomfield, & Barlow, 1982; Sharp & Walker, 2003; Spiers, Anderton, & Anderson, 1995), from which they can be transferred into food (Rusin, Maxwell, & Gerba, 2002). There is however little information on their spread to, and persistence on, the interior surfaces of domestic refrigerators, making it difficult to quantify the true burden of such pathogens in these environments, or to estimate the risks they pose to consumers.

This study examined the incidence of *Campylobacter* spp., *Escherichia coli* O157, *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *Salmonella* spp. and *Y. enterocolitica* on the surfaces of domestic refrigerators, to provide insights into true burden of, and the risks posed by, these pathogens in domestic refrigeration systems.

2. Methods

2.1. Household demographics/distribution/selection

As part of a wider study, sample locations were chosen in collaboration with the Marketing Research Bureau of Ireland (MRBI), using methods to ensure that the results obtained would be representative of the current population in terms of demographics, property types, and rural/urban distribution. Unannounced visits were made to 342 homes over a twelve-month period. Homes were randomly selected within the identified sample locations using a random walk method (Milligan, Njie, & Bennet, 2004).

2.2. Sampling site and method of sampling

With the consent of the householder the interior (base, shelves and sides) of each refrigerator (approximately

2700 cm²) were swabbed using a 10 cm² sterile sponge moistened with 5 ml Buffered Peptone Water (BPW, Oxoid). The sponge was transported back to the lab under chilled conditions (4 °C ± 1.0), and examined within 6 h.

2.3. Microbiological analysis

Samples were examined as described below. Briefly sponges were stomached in 250 ml BPW (sample stock solution), allowed to recover for 4 h, serially diluted in Maximum Recovery Diluent (MRD, Oxoid), and plated on

- (1) Plate Count Agar (PCA, Oxoid), incubated for 48 h at 25 °C, and examined to provide TVCs.
- (2) Chromocult Agar (Merck), incubated for 48 h at 35 °C, and examined to provide TCCs. This process also allowed presumptive detection of *E. coli* O157 (salmon/red colonies).
- (3) Baird Parker Agar (BP, Oxoid), incubated for 48 h at 37 °C, and examined for the presence of presumptive *S. aureus* (grey/black shiny colonies with/without lipase activity).
- (4) *Yersinia* Selective Agar (CIN, Oxoid), incubated for 24–48 h at 37 °C, and examined for the presence of presumptive *Y. enterocolitica* (red “bullseye” colonies).

Aliquots from the sample stock solution were

- (1) Enriched in *Listeria* Enrichment Medium (LEM, Oxoid) for 24 h at 30 °C, plated on *Listeria* Selective Agar—Oxford formulation (LSA, Oxoid) for 24–48 h at 30 °C and examined for presumptive colonies of *L. monocytogenes* (cream/yellow colonies with a sunken centre surrounded by a black zone).
- (2) Enriched in Preston Selective Enrichment Broth (PSEB, Oxoid) for 24 h at 42 °C (aerobically), plated on Preston *Campylobacter* Selective Agar (PCSA, Oxoid) for up to 48 h at 42 °C (anaerobically), and examined after 24 and 48 h for presumptive colonies of *Campylobacter* spp. (grey/pink mucoid colonies which tend to swarm).
- (3) Enriched in BPW for 24 h at 37 °C, and then further enriched in Rappaport–Vassiliadis broth (RV, Oxoid) for 24 h at 42 °C. The resultant cultures were plated on Mannitol Lysine Crystal Violet Brilliant Green Agar (MLCB, Oxoid) and Brilliant Green Agar (BGA, Oxoid) for 24 h at 37 °C and examined for presumptive colonies of *Salmonella* spp. (red colonies on BGA and purple/black colonies on MLCB).

Positive control species obtained from NCTC were simultaneously processed to confirm media quality and assist in the identification process. All presumptive isolates were confirmed using appropriate biochemical tests including the API standardised identification system (Bio Merieux, UK).

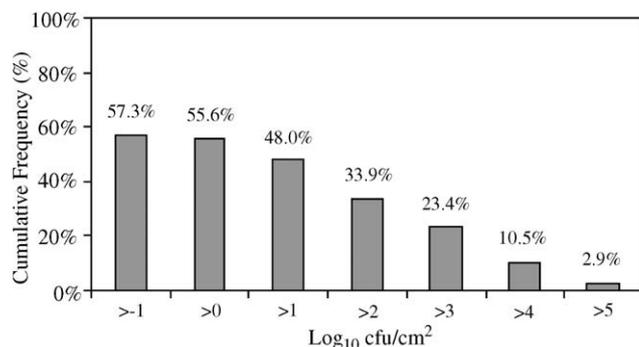


Fig. 1. Cumulative frequency of total coliforms from domestic refrigerators ($n = 342$).

In addition a representative sample of the other colony types isolated on Chromocult agar were identified using the API system (BioMerieux).

3. Results

3.1. Isolation of specific food pathogens

E. coli O157, *Campylobacter* spp. and *Salmonella* spp. were not detected in any of the refrigerators examined. *S. aureus* was the most frequently isolated pathogen in this study, being recovered from 6.4% of refrigerators. *L. monocytogenes* was recovered from 1.2% of refrigerator surfaces and *Y. enterocolitica* from 0.6%.

Additional species identified, but not quantified, from Chromocult agar included *Proteus mirabilis*, *Klebsiella* spp., *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter agglomerans* and *Pseudomonas* spp.

3.2. General hygiene status of refrigerators

The TVCs obtained ranged from 2.91 log₁₀ cfu/cm² to 8.78 log₁₀ cfu/cm² with a mean of 7.4 log₁₀ cfu/cm². TCCs were obtained from 57% of refrigerators with an average incidence level of 4.3 log₁₀ cfu/cm² and a range of 0.045–5.96 log₁₀ cfu/cm² (Fig. 1). *E. coli* was isolated from 1.2% of refrigerator surfaces.

4. Discussion

4.1. Isolation of specific food pathogens

Neither *Campylobacter* spp. nor *Salmonella* spp. were detected in any of the refrigerators sampled in this study which is in agreement with (Spiers et al., 1995), who reported failure to detect these pathogens, not only in refrigerators, but in a wide range of sites examined in 46 domestic kitchens. *Campylobacter* is a frequent contaminant of many retail foods (Hood, Pearson, & Shahamat, 1988; Kramer, Frost, Bolton, & Wareing, 2000), and poses public health challenges in terms of potential cross-contamination to food and food preparation surfaces during rou-

tine food preparation (Cogan, Bloomfield, & Humphrey, 1999; Dawkins, Bolton, & Hutchinson, 1984; de Wit, Broekhuizen, & Kampelmacher, 1979). It can survive for extended periods on damp surfaces, especially at low temperature (Tholozan, Cappelier, Tissier, Delattre, & Federighi, 1999), but rapidly becomes undetectable in conditions of low water activity (A_w) (Fernandez, Vergara, & Tapia, 1985; Humphrey, Mason, & Martin, 1995; Kusumaningrum, Riboldi, Hazeleger, & Beumer, 2003). Its ability to transform into a “viable not culturable” (VNC) under such conditions does however mean that it may not be detected by culture based methods. However, the true extent, and public health significance, of *Campylobacter* in domestic refrigerators remain uncertain until we have a better understanding of the survival and pathogenic significance of the VNC state in this pathogen.

Similar concerns apply to *Salmonella* spp., which although less frequent contaminants of domestic kitchens, are equally easily spread throughout the domestic environment (de Boer & Hahné, 1990), where they can persist for up to 4 days, even under conditions of low A_w (Kusumaningrum et al., 2003). Thus, surface associated *Salmonella* spp. still pose a significant cross-contamination risk, while their abilities to grow at low temperatures, i.e. as low as 5 °C (Jay, 2000), means that this pathogen can multiply under conditions of mild temperature abuse in cross-contaminated foods.

No *E. coli* O157:H7 was identified in this study, which is both reassuring, and not unexpected, bearing in mind the (thankfully) relative rare occurrence of this low infective dose pathogen (Griffin & Tauxe, 1991) in the human food chain, and its ability to form viable non-culturable forms (McDowell & Sheridan, 2001). However, this serious pathogen is associated with carcasses (Chapman, Malo, Ellin, Ashton, & Harkin, 2001; Zhao, Doyle, Shere, & Garber, 1995), derived retail meat products (Chapman et al., 2001), and raw food contact surfaces (Jiang & Doyle, 1999) where they survive well at refrigeration temperatures (Conner & Kotrola, 1995; Uyttendaele, Taverniers, & Debevere, 2001).

S. aureus was the most frequently isolated pathogen in this study and was recovered from 6.4% of the 342 refrigerators examined. This is higher than some previous reported detections, e.g. 5% (Scott et al., 1982), but lower than the 20% reported by Ojima et al. (2002), or the 27.4% reported by Spiers et al. (1995). Considering such detection frequencies, it is good that the intoxication caused by this pathogen is usually relatively mild and rapidly self-limiting, to the extent that the majority of cases of staphylococcal food intoxication go unreported. Unlike the previously considered pathogens, which principally enter domestic kitchens, on previously contaminated raw foods, *S. aureus*, as a common inhabitant (up to 50%) of the human nose, throat, and skin (Arbutnott, 1990) is perhaps more likely to contaminate foods and refrigerators by direct or indirect human contact during domestic food handling and storage. This pathogen can survive on dry surfaces for between 2 and 4 days, and is easily transferred from such sites to food by a

range of mechanisms (Kusumaningrum et al., 2003). As a gram-positive organism it is relatively resistant to drying and is therefore more likely to become dominant than more desiccation-sensitive organisms, especially in the low A_w conditions which prevail in domestic refrigerators. It is specifically more adherent to such surfaces as polypropylene at 12°C than at 30°C (Pompermayer & Gaylarde, 2000), although the overall influence of refrigeration temperature on adhesion is still unclear. Although mesophilic, *S. aureus* can grow at temperatures as low as 6.5°C (Schmitt, Schuler-Schmid, & Schmidt-Lorenz, 1990) which means that it may grow, and produce clinically significant amounts of toxin, during extended mild temperature abuse.

L. monocytogenes was isolated in 1.2% of refrigerators analysed in this study. This is in agreement with previous reports of *L. monocytogenes* in between 0% and 2.9% refrigerators (Beumer, teGiffel, Spoorenberg, & Rombouts, 1996; Cox, Kleis, & Cordier, 1989; Jackson et al., 1993; Sergelidis et al., 1997; Spiers et al., 1995). Being a psychrotrophic organism, *L. monocytogenes* is capable of growth at refrigeration temperatures, which means that low numbers of initially contaminating cells may proliferate and become hazardous if present on or transferred to ready-to-eat foods. The potential for *L. monocytogenes* to contaminate the interior surfaces of the refrigerator may be facilitated by the fact that it is mainly associated with products which require chilled storage including pâté and cooked meats (Gilbert, McLauchlin, & Velani, 1993), soft cheeses (Pini & Gilbert, 1988), smoked fish (Dillon & Patel, 1992) and vegetables (Breer & Baumgartner, 1992; Dillon & Patel, 1992). It has been shown to adhere to many kinds of surfaces including stainless steel, glass and rubber (Mafu, Roy, Goulet, & Magny, 1990) and is frequently found in biofilms in many food-processing plants (Jacquet, Rocourt, & Reynaud, 1993). Its ability to attach to surfaces has also been linked to an increase in resistance to sanitizers and other antimicrobial agents, highlighting the need for thorough cleaning prior to disinfection of surfaces (Frank & Koffi, 1990; Shin-Ho-Lee & Frank, 1991; Somers, Schoeni, & Wong, 1994). The ubiquitous nature of *L. monocytogenes*, the likelihood of its persistence in ready-to-eat foods, its ability to persist on dry surfaces and its ability to grow at refrigeration temperatures combined with the severity of the diseases it can cause, particularly in immunocompromised individuals, means that the presence of *L. monocytogenes* in domestic refrigerators is of significant public health concern.

Y. enterocolitica was isolated from only 0.6% of refrigerators examined. A previous similar study (Spiers et al., 1995) did not detect this pathogen in domestic refrigerators, but did recover it from 4.3% of domestic sinks. This suggests that *Y. enterocolitica* can access the domestic environment, possibly entering on contaminated food stuffs such as pork, the major reservoir for human pathogenic strains (Tauxe et al., 1987), but that it is not a frequent or persistent contaminant under the conditions which prevail in the domestic refrigerator. Thus it may be of more concern in

high A_w environments where it can adhere to solid surfaces, particularly within biofilms (Herald & Zottola, 1988). Alternatively, the low rates of detection of *Y. enterocolitica* in this study may be related to the relatively limited sensitivity of currently available culture methods which continue to pose problems in clinical, environmental and other food related investigations of this pathogen (Fredriksson-Ahomaa & Korkeala, 2003).

Additional bacteria identified, but not quantified included *P. mirabilis*, *Klebsiella* spp., *E. cloacae*, *E. agglomerans* and *Pseudomonas* spp. These bacteria are not usually associated with foodborne illness and are generally considered non-pathogenic to a healthy adult. However, their presence, although not of direct concern in terms of food safety, serves to highlight the sheer diversity of microorganisms which can colonise and survive on refrigerator surfaces.

4.2. General hygiene status of refrigerators

The TVC contamination levels observed in this study extend across a wide range of values, ranging from $2.91 \log_{10} \text{cfu/cm}^2$ to $8.78 \log_{10} \text{cfu/cm}^2$ with a mean of $7.4 \log_{10} \text{cfu/cm}^2$. The levels of contamination observed in domestic refrigerators are likely to be influenced by a range of factors including the nature and levels of initial contamination introduced on contaminated foods, the presence and absence of effective packaging, the hygiene of those preparing and placing foods into the refrigerators, and the efficiency and frequency of refrigerator maintenance and cleaning. Unfortunately, although many of these factors can be largely controlled by legislation and inspection in some parts of the human food chain, i.e. production, processing, distribution and retail, such control cannot easily be applied in the domestic environment. Thus dishcloths, a known reservoir and disseminator of undesirable bacteria (Hilton & Austin, 2000; Scott & Bloomfield, 1990) can be banned in commercial premises. However, consumers can only be advised and educated to dispense with dishcloths in domestic environments. Similarly, progress in reducing the significant extent of temperature abuse which allows undesirably rapid growth of both mesophilic and psychrophilic bacteria under domestic refrigeration conditions (Flynn et al., 1992; Johnson et al., 1998; Kennedy, Jackson, Blair, et al., 2005; Kennedy, Jackson, Cowan, et al., 2005) remains a matter of education rather than legislation.

Almost a quarter of refrigerators yielded coliform contamination levels greater than $3 \log_{10} \text{cfu/cm}^2$ (Fig. 1) and *E. coli* was isolated from 1.17% of refrigerator surfaces. These results supported the report of Scott (Scott et al., 1982), that such organisms are frequent contaminants in refrigerators. It should however, be borne in mind that *E. coli* is a widely accepted indicator of faecal contamination, suggesting that refrigerator internal surfaces are frequently contaminated by import of contaminated raw foods or by poor personal hygiene of kitchen users. However, there was no observable correlations between high levels of general contamination and frequency of isolation

of specific food pathogens. The observation of high TVCs and TCCs in many domestic refrigerators indicates the potential of these domestic appliances as important sources of food contamination during domestic food storage, and underline the importance of effective cooking as the last line of defence in domestic food production and service systems.

5. Conclusion

The major factor contributing to foodborne illness, especially in the home, is the mishandling of food in the final preparation steps. This study has shown that food pathogens can survive on refrigerator surfaces and could therefore pose a cross-contamination risk. Thus a number of undesirable food related pathogens, i.e. *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica* and *S. aureus* were isolated from a small but significant percentage of refrigerators. The risk potential of these organisms is heightened by their ability to multiply at refrigeration or mild abuse temperatures.

It is impossible to completely exclude food pathogens from the kitchen; however their spread, growth and survival can be controlled with correct food storage and preparation practices and regular cleaning and disinfection of food contact sites. As we rely more and more on refrigeration as a means of food preservation it is crucial that the public be made aware that the refrigerator can in fact represent a significant niche for the persistence and dissemination of foodborne pathogens. The importance of temperature control and regular efficient cleaning regimes need to be communicated to the public so that effective management and cleaning of domestic refrigerators makes them consistently reliable elements of the chilled food chain, and less likely to act as significant sources of human food borne disease. However, in most cases, effective cooking will eliminate pathogens in domestic food production and service. Thus, it remains essential to include the significance of effective cooking as an important safety measure in programmes of consumer education and advice.

Acknowledgement

This work was commissioned and funded by safefood, The Food Safety Promotion Board.

References

Anonymous (2003a). Acute gastroenteritis in Ireland, North and South: A telephone Survey, The Food Safety Promotion Board, The Food Safety Authority of Ireland, The Food Standards Agency—Northern Ireland, The CDSC-NI, The NDSC.

Anonymous (2003b). Notifiable Infectious Diseases in Ireland 2003, The NDSC.

Anonymous (2003c). Typical Shopping Basket (The)—UK, Mintel International Group Limited.

Arbuthnott, J. P. (1990). Staphylococcal toxins in human disease. *Journal of Applied Bacteriology*(Supplement), 101–107.

Beumer, R. R., teGiffel, M. C., Spoorenberg, E., & Rombouts, F. M. (1996). *Listeria* species in domestic environments. *Epidemiology and Infection*, 117(3), 437–442.

Bonner, C., Foley, B., Wall, P., & Fitzgerald, M. (2001). Analysis of outbreaks of infectious intestinal disease in Ireland: 1998 and 1999. *Irish Medical Journal*, 94(5), 140–144.

Borneff, J., Hassinger, R., Wittig, J., & Edenharder, R. (1988). Distribution of microorganisms in household kitchens. 2. Critical-evaluation of the results and conclusions. *Zentralblatt Fur Bakteriologie Mikrobiologie Und Hygiene Serie B-Umwelthygiene Krankenhaushygiene Arbeits-hygiene Praventive Medizin*, 186(1), 30–44.

Breer, C., & Baumgartner, A. (1992). Occurrence and behavior of *Listeria monocytogenes* on salads, vegetables, and in fresh vegetable juices. *Archiv Fur Lebensmittelhygiene*, 43(5), 108–110.

Chapman, P. A., Malo, A. T. C., Ellin, M., Ashton, R., & Harkin, M. A. (2001). *Escherichia coli* O157 in cattle and sheep at slaughter, on beef and lamb carcasses and in raw beef and lamb products in South Yorkshire, UK. *International Journal of Food Microbiology*, 64(1–2), 139–150.

Cogan, T. A., Bloomfield, S. F., & Humphrey, T. J. (1999). The effectiveness of hygiene procedures for prevention of cross-contamination from chicken carcasses in the domestic kitchen. *Letters in Applied Microbiology*, 29(5), 354–358.

Conner, D., & Kotrola, J. (1995). Growth and survival of *Escherichia coli* O157:H7 under acidic conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(1), 382–385.

Cox, L. J., Kleis, T., Cordier, J. L., et al. (1989). *Listeria* spp. in food processing, non-food and domestic environments. *Food Microbiology*, 6, 49–61.

Dawkins, H. C., Bolton, F. J., & Hutchinson, D. N. (1984). A study of the spread of *Campylobacter jejuni* in 4 large kitchens. *Journal of Hygiene*, 92(3), 357–364.

de Boer, E., & Hahné, M. (1990). Cross-contamination with *Campylobacter jejuni* and *Salmonella* spp. from raw chicken products during food preparation. *Journal of Food Protection*, 53, 1067–1068.

de Wit, J. C., Broekhuizen, G., & Kampelmacher, E. H. (1979). Cross-contamination during the preparation of frozen chickens in the kitchen. *Journal of Hygiene*, 83(1), 27–32.

Dillon, R. M., & Patel, T. R. (1992). *Listeria* in seafoods. *Journal of Food Protection*, 55, 1009–1015.

Fernandez, H., Vergara, M., & Tapia, F. (1985). Dessication resistance in thermotolerant *Campylobacter* species. *Infection*, 13, 197.

Flynn, O. M. J., Blair, I., & McDowell, D. (1992). The efficiency and consumer operation of domestic refrigerators. *International Journal of Refrigeration*, 15(5), 307–312.

Frank, J. F., & Koffi, R. A. (1990). Surface-adherent growth of *Listeria monocytogenes* is associated with increased resistance to surfactant sanitizers and heat. *Journal of Food Protection*, 53, 550–554.

Fredriksson-Ahomaa, M., & Korkeala, H. (2003). Low occurrence of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in clinical, food, and environmental samples: A methodological problem. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(2), 220–229.

Gilbert, R. J., McLauchlin, J., & Velani, S. K. (1993). The contamination of pate by *Listeria monocytogenes* in England and Wales in 1989 and 1990. *Epidemiology and Infection*, 110(3), 543–551.

Griffin, P. M., & Tauxe, R. V. (1991). The epidemiology of infections caused by *Escherichia coli* O157:H7, other enterohemorrhagic *E. coli*, and the associated hemolytic uremic syndrome. *Epidemiological Reviews*, 13, 60–98.

Herald, P. J., & Zottola, E. A. (1988). Scanning electron microscopic examination of *Yersinia enterocolitica* attached to stainless steel at selected temperatures and pH levels. *Journal of Food Protection*, 51, 445–448.

Hilton, A. C., & Austin, E. (2000). The kitchen dishcloth as a source of and vehicle for foodborne pathogens in a domestic setting. *International Journal of Environmental Health Research*, 10(3), 257–261.

Hood, A. M., Pearson, A. D., & Shahamat, M. (1988). The extent of surface contamination of retailed chickens with *Campylobacter jejuni* serogroups. *Epidemiology and Infection*, 100(1), 17–25.

Humphrey, T., Mason, M., & Martin, K. (1995). The isolation of *Campylobacter jejuni* from contaminated surfaces and its survival in diluents. *International Journal of Food Microbiology*, 26(3), 295–303.

- Jackson, T. C., Acuff, G. R., Lucia, L. M., Prasai, R. K., Benner, R. A., & Terry, C. T. (1993). Survey of residential refrigerators for the presence of *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection*, *56*, 874–875.
- Jacquet, C., Rocourt, J., & Reynaud, A. (1993). Study of *Listeria monocytogenes* contamination in a dairy plant and characterization of the strains isolated. *International Journal of Food Microbiology*, *20*(1), 13–22.
- Jay, J. M. (2000). *Modern food microbiology*. Gaithersburg, MA: Spen Publishers Inc.
- Jiang, X. P., & Doyle, M. P. (1999). Fate of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enteritidis* on currency. *Journal of Food Protection*, *62*, 805–807.
- Johnson, A. E., Donkin, A. J., Morgan, K., Lilley, J. M., Neale, R. J., Page, R. M., et al. (1998). Food safety knowledge and practice among elderly people living at home. *Journal of Epidemiology and Community Health*, *52*(11), 745–748.
- Kennedy, J., Jackson, V., Blair, I. S., McDowell, D. A., Cowan, C., & Bolton, D. (2005). Food safety knowledge of consumers and the microbiological and temperature status of their refrigerators. *Journal of Food Protection*, *68*(7), 1421–1430.
- Kennedy, J., Jackson, V., Cowan, C., Blair, I. S., McDowell, D. A., & Bolton, D. (2005). Consumer food safety knowledge: Segmentation of Irish home food preparers based on food safety knowledge and practice. *British Food Journal*, *107*(7), 441–452.
- Kramer, J. M., Frost, J. A., Bolton, F. J., & Wareing, D. R. A. (2000). *Campylobacter* contamination of raw meat and poultry at retail sale: Identification of multiple types and comparison with isolates from human infection. *Journal of Food Protection*, *63*, 1654–1659.
- Kusumaningrum, H. D., Riboldi, G., Hazeleger, W. C., & Beumer, R. R. (2003). Survival of foodborne pathogens on stainless steel surfaces and cross-contamination to foods. *International Journal of Food Microbiology*, *85*(3), 227–236.
- Mafu, A. A., Roy, D., Goulet, J., & Magny, P. (1990). Attachment of *Listeria monocytogenes* to stainless steel, glass, polypropylene and rubber surfaces after short contact times. *Journal of Food Protection*, *53*, 742–746.
- McDowell, D. A., & Sheridan, J. J. (2001). Survival and growth of VTEC in the environment. In G. Duffy, P. Garvey, & D. A. McDowell (Eds.), *Verocytotoxigenic E. coli* (pp. 279–304). Trumbull, Connecticut: Food and Nutrition Press.
- Meffert, H. F. (1990). *Economic developments pertinent to chilled foods. Chilled Foods—The state of the art*. Elsevier Science Publishers.
- Michaels, B., Ayers, T., Celis, M., & Gangar, V. (2001). Inactivation of refrigerator biofilm bacteria for application in the food service environment. *Food Service Technology*, *1*, 169–179.
- Milligan, P., Njie, A., & Bennet, S. (2004). Comparison of two cluster sampling methods for health surveys in developing countries. *International Journal of Epidemiology*, *33*(3), 469–476.
- Ojima, M., Tushima, Y., Koya, E., Ara, K., Kawai, S., & Ueda, N. (2002). Bacterial contamination of Japanese households and related concern about sanitation. *International Journal of Environmental Health Research*, *12*(1), 41–52.
- Pini, P. N., & Gilbert, R. J. (1988). The occurrence in the UK of *Listeria* species in raw chickens and soft cheeses. *International Journal of Food Microbiology*, *6*(4), 317–326.
- Pompermyer, D. M. C., & Gaylarde, C. C. T. (2000). The influence of temperature on the adhesion of mixed cultures of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* to polypropylene. *Food Microbiology*, *17*, 361–365.
- Rusin, P., Maxwell, S., & Gerba, C. (2002). Comparative surface-to-hand and fingertip-to-mouth transfer efficiency of gram-positive bacteria, gram-negative bacteria, and phage. *Journal of Applied Microbiology*, *93*(4), 585–592.
- Rusin, P., Orosz-Coughlin, P., & Gerba, C. (1998). Reduction of faecal coliform, coliform and heterotrophic plate count bacteria in the household kitchen and bathroom by disinfection with hypochlorite cleaners. *Journal of Applied Microbiology*, *85*(5), 819–828.
- Ryan, M. J., Wall, P. G., Gilbert, R. J., Griffin, M., & Rowe, B. (1996). Risk factors for outbreaks of infectious intestinal disease linked to domestic catering. *Communicable Disease Report CDR Review*, *13*, R179–R182.
- Schmitt, M., Schuler-Schmid, U., & Schmidt-Lorenz, W. (1990). Temperature limits of growth, TNase and enterotoxin production of *Staphylococcus aureus* strains isolated from foods. *International Journal of Food Microbiology*, *11*(1), 1–19.
- Scott, E. (1996). Foodborne disease and other hygiene issues in the home. *Journal of Applied Bacteriology*, *80*(1), 5–9.
- Scott, E., & Bloomfield, S. F. (1990). The survival and transfer of microbial-contamination via cloths, hands and utensils. *Journal of Applied Bacteriology*, *68*(3), 271–278.
- Scott, E., Bloomfield, S. F., & Barlow, C. G. (1982). An investigation of microbial contamination in the home. *Journal of Hygiene*, *89*, 279–293.
- Scuderi, G., Fantasia, M., Filetici, E., & Anastasio, M. P. (1996). Foodborne outbreaks caused by *Salmonella* in Italy 1991–4. *Epidemiology and Infection*, *116*, 257–265.
- Sergelidis, D., Abraham, A., Sarimvei, A., Panoulis, C., Karaioannoglou, P., & Genigeorgis, C. (1997). Temperature distribution and prevalence of *Listeria* spp. in domestic, retail and industrial refrigerators in Greece. *International Journal of Food Microbiology*, *34*(2), 171–177.
- Sharp, K., & Walker, H. (2003). A microbiological survey of communal kitchens used by undergraduate students. *International Journal of Consumer Studies*, *27*(1), 11–16.
- Sheard, J. B. (1986). Food poisoning in England and Wales during 1983. A new title but still the same problems. *Environmental Health Perspectives*, *94*, 57–61.
- Shin-Ho-Lee, & Frank, J. F. (1991). Inactivation of surface adherent *Listeria monocytogenes*: Hypochlorite and heat. *Journal of Food Protection*, *54*, 4–6.
- Somers, E. B., Schoeni, J. L., & Wong, A. C. L. (1994). Effect of trisodium phosphate on biofilm and planktonic cells of *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium*. *International Journal of Food Microbiology*, *22*(4), 269–276.
- Spiers, J. P., Anderton, A., & Anderson, J. G. (1995). A study of the microbial content of the domestic kitchen. *International Journal of Environmental Health Research*, *5*, 109–122.
- Tauxe, R. V., Wauters, G., Goossens, V., Noyen, R. V., Vandepitte, J., Martin, S. M., et al. (1987). *Yersinia enterocolitica* infections and pork: The missing link. *The Lancet*, *329*(8542), 1129–1132.
- Tholozan, J. L., Cappelletti, J. M., Tissier, J. P., Delattre, G., & Federighi, M. (1999). Physiological characterisation of viable-but-nonculturable *C. jejuni* cells. *Applied and Environmental Microbiology*, *65*, 1110–1116.
- Uyttendaele, M., Taverniers, I., & Debevere, J. (2001). Effect of stress induced by suboptimal growth factors on the survival of *Escherichia coli* O157:H7. *International Journal of Food Microbiology*, *66*, 31–37.
- Wheeler, J. G., Sethi, D., Cowden, J. M., Wall, P. G., Rodrigues, L. C., Tompkins, D. S., et al. (1999). Study of infectious intestinal disease in England: Rates in the community, presenting to general practice, and reported to national surveillance. *BMJ*, *318*(7190), 1046–1050.
- Zhao, T., Doyle, M. P., Shere, J., & Garber, L. (1995). Prevalence of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in a survey of dairy herds. *Applied and Environmental Microbiology*, *61*, 1290–1293.