

La conservation des aliments par le procédé à haute pression hydrostatique

Charles Lavigne, Ph. D.

Volume 16, Number 3, Winter 2019

L'agroalimentaire en transformation

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1059217ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1059217ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Ordre professionnel des diététistes du Québec

ISSN

2561-620X (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Lavigne, C. (2019). La conservation des aliments par le procédé à haute pression hydrostatique. *Nutrition Science en évolution*, 16(3), 15–19. <https://doi.org/10.7202/1059217ar>



LA CONSERVATION DES ALIMENTS PAR LE PROCÉDÉ À HAUTE PRESSION HYDROSTATIQUE

Charles Lavigne, Ph. D., Directeur Scientifique, Directeur de la recherche et du développement, Centre de développement bioalimentaire du Québec (CDBQ)

Le procédé à haute pression hydrostatique (HPH), également appelé « pascalisation », est une technologie qui augmente la durée de conservation des aliments. En soumettant les aliments déjà emballés à des pressions hydrostatiques extrêmes (jusqu'à 600 MPa) au moyen de l'eau comme transmetteur de pression, la très grande majorité des microorganismes pathogènes et des agents responsables de la détérioration des aliments sont détruits. Ce procédé permet en moyenne de tripler la durée de conservation des produits alimentaires (jus, viandes tranchées par exemple) comparativement aux procédés conventionnels (p. ex. haute température et temps court

de pasteurisation ; 72 °C pendant 15 secondes)^[1-3]. De plus, ce procédé permet de conserver toute la fraîcheur et la majorité des qualités organoleptiques et nutritionnelles de l'aliment traité^[3-5]. Cependant, comme ce procédé n'a que peu d'effet sur les spores bactériennes, il est nécessaire de réfrigérer le produit traité^[3].

L'INNOVATION

Les premières études scientifiques visant à démontrer l'efficacité du traitement des aliments par haute pression datent de la fin du XIXe siècle^[6]. Cependant, c'est seulement dans les années 1990 que le procédé s'est répandu avec l'apparition des pre-

mières applications commerciales dans l'industrie agroalimentaire^[2]. Ces premiers essais commerciaux ont été réalisés sur des produits acides, comme les jus et les confitures.

Il existe actuellement une compagnie au Québec offrant le traitement des aliments par HPH à forfait pour les entreprises sous inspection fédérale (NaturelHPP ; <http://www.naturelhpp.com>). Le Centre de développement bioalimentaire du Québec (CDBQ) propose des services similaires pour d'autres clients (sous inspection provinciale) et effectue également des mandats de recherche et de développement (<http://www.cdbq.net/incubateur-bioalimentaire/>).

16 LE PROCÉDÉ HPH DANS L'INDUSTRIE AGROALIMENTAIRE

Ce traitement est applicable à des produits alimentaires liquides et solides sous emballage souple, imperméable (sacs flexibles sous vide et bouteilles de plastique), apte à transmettre la pression subie à son contenu.

Dans un premier temps (voir la figure 1), les aliments emballés sont introduits dans un panier. Puis, le panier est acheminé dans l'enceinte du système de mise sous pression. L'eau remplit ensuite cette enceinte, scellée aux deux extrémités. Cette eau est très fortement comprimée à l'aide d'une pompe. Comme la pression s'exerce de façon uniforme et instantanée, les aliments traités sont donc peu déformés. Dès que la pression cible est atteinte (entre 1 et 3 min selon le niveau de pression souhaitée), elle est maintenue pendant 2 à 5 min selon les caractéristiques physico-chimiques du produit traité et son niveau de contamination initiale. Lorsque le temps de mise sous pression est atteint, la décompression est instantanée et le produit reprend sa forme initiale. L'eau de l'enceinte est récupérée pour le prochain cycle de traitement.

Le panier sort de l'enceinte et les produits alimentaires traités dont la surface de l'emballage est mouillée, sont séchés rapidement par de puissants jets d'air. Les aliments sont ensuite codés avec la date de péremption. Finalement, les produits alimentaires sont entreposés en chambre froide avant d'être distribués dans les chaînes d'alimentation.

La haute pression hydrostatique et la conservation des aliments : mécanisme d'action

La pression hydrostatique utilisée pour augmenter la durée de conservation des aliments (600 MPa) est extrême. Elle représente près de six fois celle que l'on retrouve au fond de la fosse des Mariannes, l'endroit le plus profond du monde. L'augmentation de la durée de conservation des aliments par le traitement à HPH est due à :

1. La modification importante des structures secondaires, tertiaires et quaternaires des protéines et des enzymes microbiennes. Ces modifications induisent une perte des activités biologiques entraînant la mort des microorganismes^[3,7];

2. La formation de pores membranaires à la surface des microorganismes par lesquels le contenu cellulaire bactérien va s'échapper, entraînant ainsi la mort bactérienne^[3,7].

D'autres effets de la HPH sur les aliments ont été exploités par l'industrie agroalimentaire. Ainsi, plusieurs recherches ont démontré que ce traitement permet de diminuer l'allergénicité de certaines matrices alimentaires (p. ex. noix, arachides, soya)^[8,9]. Mais, il reste encore beaucoup de travail pour optimiser les paramètres de mise sous pression afin de rendre ces protéines alimentaires sécuritaires pour les personnes allergiques.

Un avantage du traitement par HPH est qu'il n'affecte globalement pas les molécules liées à la flaveur d'un aliment^[9,10]. De manière similaire, les pigments et les vitamines sont davantage préservés comparativement aux procédés de conservation conventionnels utilisant la chaleur. Par conséquent, les aliments traités par HPH conservent des caractéristiques très similaires à celles des produits frais^[9,11].

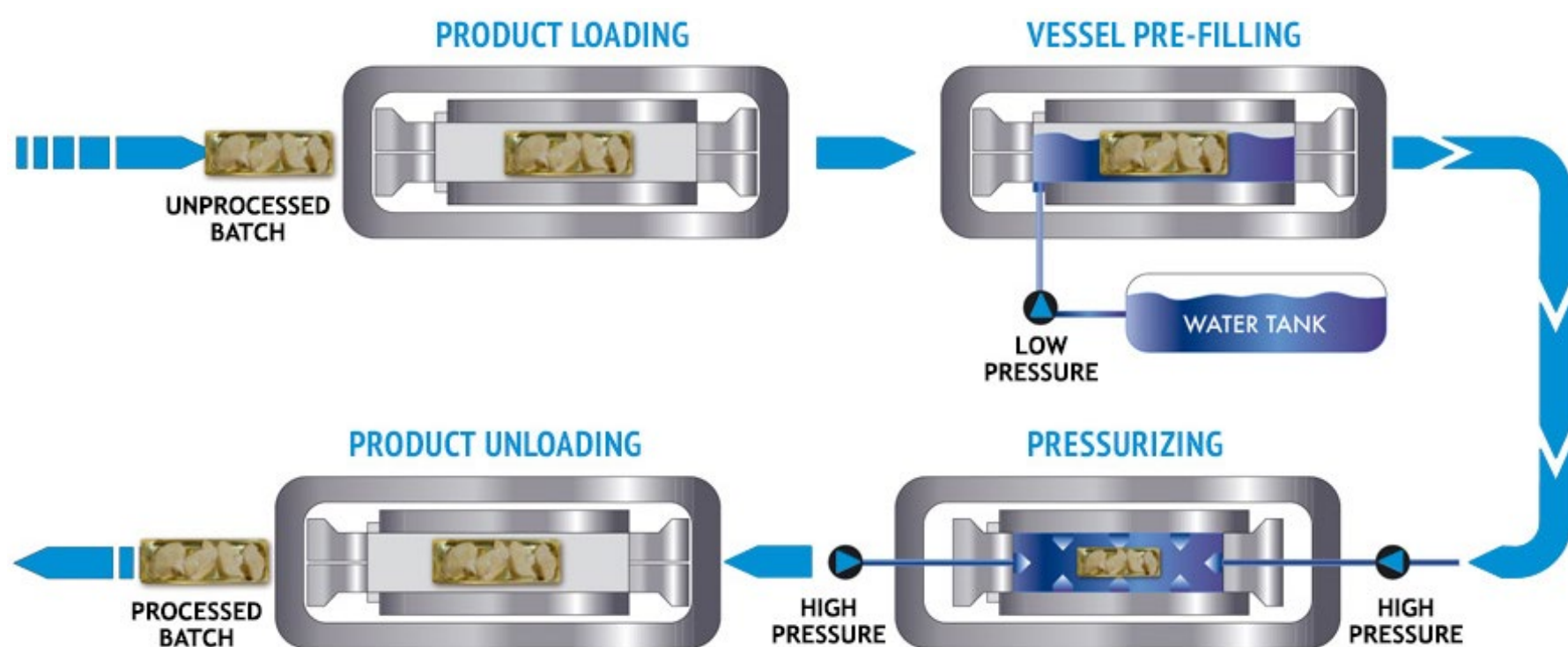


Figure 1. Schématisation d'un procédé à haute pression.^[32]

OPTIMISATION DU TRAITEMENT PAR HPH

Plusieurs facteurs intrinsèques du produit alimentaire influencent le choix des paramètres de mise sous pression. Les principaux facteurs sont le pH de l'aliment, l'activité de l'eau (a_w), le niveau de contamination microbienne et le type de microorganismes présents dans le produit^[12]. Ces caractéristiques sont déterminantes pour choisir les bons paramètres (le niveau de pression, le temps de maintien, la température de l'eau et le nombre de cycles)^[13]. Ainsi, plus l'activité de l'eau (a_w : entre 0,86 et 0,96) d'un aliment sera faible, moins le traitement par HPH sera efficace pour détruire les bactéries^[14]. Cette barorésistance des bactéries, liée à une faible activité de l'eau, peut être associée à la plus grande stabilité des enzymes face à la dénaturation lorsqu'elles sont soumises à la pression^[15]. Par contre, l'acidité de l'aliment ($\text{pH} < 6$) rend les microorganismes plus sensibles au traitement par HPH. En effet, un traitement par HPH, combiné à une plus grande concentration en ions d'hydrogène dans l'aliment, favorise l'hydrolyse des protéines de la membrane cellulaire et inactive les enzymes microbiennes^[16,17]. Les formes végétatives bactériennes, les levures et moisissures sont sensibles au traitement par HPH^[12]. Contrairement à la forme bactérienne végétative, la forme sporulée des bactéries est pour sa part très résistante à la HPH (ou barorésistante)^[3]. À titre d'exemple, le *Clostridium botulinum* est une bactérie anaérobie sporulante responsable du botulisme. On évite la germination de la spore de *Clostridium botulinum* et la production de la toxine en maintenant le pH de l'aliment inférieur à 4,6. D'autres stratégies couplant la HPH avec des antimicrobiens naturels contre le *Clostridium botulinum* sont actuellement à l'étude au CDBQ.

Aspects réglementaires

Selon la législation canadienne, le procédé à HPH relevait initialement du règlement des aliments nouveaux. Cela obligeait les transformateurs alimentaires utilisant ce procédé à monter un dossier d'évaluation de l'impact du procédé sur la valeur nutritive ou la teneur en substances indésirables de l'aliment traité.

En se basant sur la littérature scientifique et sur les nombreux rapports réglementaires disponibles en Europe, en Asie, en Océanie et aux États-Unis, Santé Canada a émis un

avis visant à ne plus classer l'utilisation de la HPH parmi les procédés nouveaux depuis décembre 2016^[14].

EXEMPLES DE PRODUITS ALIMENTAIRES COMMERCIAUX TRAITÉS PAR HPH

> Les jus de fruits ont été les premiers produits à être traités par HPH^[6]. Un traitement de 2 min. à 600 MPa permet de réduire d'un facteur de 105 la charge microbienne d'un jus^[6]. La durée de conservation du produit traité par HPH réfrigéré est estimée



18

- à 2 à 3 mois^[4,19]. La conservation au réfrigérateur est nécessaire pour minimiser le développement des microorganismes barorésistants (sous forme végétative et sporulée) et pour restreindre l'activité de certaines enzymes barorésistantes engendrant des défauts organoleptiques dans ce type de produits (p. ex., les polyphénoloxydases modifiant la couleur des jus [brunissement] et les pectines-méthylestérases entraînent une séparation de phase dans les jus)^[19].
- > Les produits de charcuteries tranchés, fumés, cuits voient leur durée de conservation considérablement augmentée après un traitement de mise sous pression de 3 min à 600 MPa, passant de 3 semaines à plus de 4 mois^[20].
 - > Une mousse de foie de volaille se conserve pendant 2 mois après traitement par HPH (CDBQ, communication personnelle).
 - > Il est possible de traiter du lait par HPH pour la production de yogourts, de fromages et de crèmes glacées. Le traitement par HPH modifie les structures des protéines du lait ; par conséquent, les caractéristiques physico-chimiques et rhéologiques des produits traités sont modifiées comparativement à celles des produits obtenus avec un lait cru ou pasteurisé thermiquement^[21]. Ainsi, le traitement par HPH des ingrédients laitiers améliore la formation du caillé et diminue le temps d'affinage du fromage^[21], diminue la synérèse des yogourts^[22] et prolonge le temps de fonte de la crème glacée^[23].
 - > Des études scientifiques ont montré que les HPH augmentent la durée de conservation de la viande rouge fraîche^[24, 25]. Cependant, la mise sous pression engendre aussi une modification

de la couleur des viandes fraîches (passant de rouge à brunâtre)^[24, 26]. Des expériences préliminaires réalisées au CDBQ en collaboration avec Naturel HPP ont permis de développer un procédé qui permet de conserver la viande rouge au moins 30 jours au réfrigérateur sans modification significative de l'aspect de la viande. Le prochain défi consiste à déterminer les conditions de mise sous pression optimales pour les viandes blanches, les poissons et les fruits de mer.

Autres utilisations du procédé à HPP dans l'industrie alimentaire

Pour les fruits de mer, le procédé par HPH est l'unique technologie permettant d'extraire rapidement la chair des fruits de mer à l'état cru en offrant un très haut rendement^[27] (pour plus d'information, visionnez la vidéo à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=GZL6jQjWu-M>). Toutefois, la chair des fruits de mer n'est pas décontaminée aux pressions utilisées (< 300 MPa)^[3].

Le procédé à HPH, par la forte énergie appliquée lors de la mise sous pression, peut également être utilisé pour extraire diverses molécules bioactives (principalement des composés phénoliques) provenant de diverses matrices végétales^[28-30].

La conclusion générale de Santé Canada est que les aliments traités par HPH ne présentent pas plus de risque que les aliments équivalents non soumis à ce procédé^[14]. Le procédé à HPH présente de nombreux avantages, mais comporte aussi des limites.

AVANTAGES DU PROCÉDÉ À HPH

- > Augmentation de la durée de conservation des aliments traités ;
- > Perte minime de vitamines et de composés bioactifs d'intérêt après le traitement par HPH

et au cours de la période d'entreposage comparativement aux procédés thermiques de conservation conventionnels ;

- > Modification minime de la couleur et du goût des aliments traités ;
- > Respect de la démarche de naturalité souhaitée par le consommateur (Clean Label) ;
- > Aucune contamination croisée puisque les produits traités par HPH sont déjà emballés ;
- > Caractère durable du procédé (qui ne requiert que de l'eau et de l'électricité).

Limites de l'utilisation du procédé à HPH dans l'industrie alimentaire

- > Le coût d'acquisition des installations est élevé (se chiffre en millions de dollars) ;
- > Le procédé est réalisé par lot ce qui augmente le temps de traitement. Quelques compagnies proposent des procédés permettant une utilisation en semi-continu ;
- > Le niveau d'énergie appliqué sous forme de pression étant important, ce procédé est fragile et le coût d'entretien est élevé ;
- > Les aliments traités sont à haute valeur ajoutée (p. ex. on va préférentiellement choisir de traiter des jus de fruits BIO au traitement HPH comparativement à des jus conventionnels qui sont traités à la chaleur) ;
- > Ce procédé ne permet pas de stériliser les produits ; les aliments doivent donc être conservés au réfrigérateur.

LE PROCÉDÉ À HPH POUR RÉDUIRE LE GASPILLAGE ALIMENTAIRE

Une étude préliminaire réalisée au CDBQ indique qu'une utilisation plus importante de la technologie à HPH pour augmenter la durée de conservation des aliments permettrait de diminuer le gaspillage alimentaire,

notamment pour les aliments dont les pertes sont les plus importantes, comme les viandes crues et transformées^[31]. Il serait ainsi possible de diminuer la quantité d'aliments jetés par les consommateurs. Cela éviterait ainsi la production de méthane, un puissant gaz à effet de serre, lors de la décomposition de la viande dans les dépotoirs municipaux. De plus, en englobant l'ensemble de la chaîne, ce procédé pourrait diminuer le poids environnemental lié à l'utilisation des terres agricoles et des intrants (eau, nourriture animale, etc.) nécessaires à la production et à la transformation des viandes et des produits carnés.

CONCLUSION

Le procédé HPH augmente la durée de conservation des aliments tout en préservant leurs qualités organoleptiques, nutritionnelles et fonctionnelles. Au Québec, le procédé à HPH est considéré comme durable, et laisse entrevoir de multiples applications en industrie tout en permettant de réduire ou d'éliminer les additifs alimentaires dans les aliments. Bien que coûteuse, l'implantation de ce procédé permettrait de réduire le gaspillage alimentaire et l'impact écologique des activités humaines qui y est relié. ■

Références

- Argyri AA, Papadopoulou OS, Nisiotou A, Tasou CC, Chorianopoulos N. Effect of high pressure processing on the survival of *Salmonella* Enteritidis and shelf-life of chicken fillets. *Food Microbiology*. 2018;70:55-64.
- Huang HW, Wu SJ, Lu JK, Shyu YT, Wang CY. Current status and future trends of high-pressure processing in food industry. *Food Control*. 2017;72:1-8.
- Huang HW, Lung HM, Yang BB, Wang CY. Responses of microorganisms to high hydrostatic pressure processing. *Food Control*. 2014;40:250-9.
- Polydera AC, Stoforos NG, Taoukis PS. Quality degradation kinetics of pasteurised and high pressure processed fresh Navel orange juice: Nutritional parameters and shelf life. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2005;6(1):1-9.
- Yi JJ, Kebede BT, Grauwet T, Van Loey A, Hu XS, Hendrickx M. Comparing the Impact of High-Pressure Processing and Thermal Processing on Quality of «Hayward» and «Jintao» Kiwifruit Puree: Untargeted Headspace Fingerprinting and Targeted Approaches. *Food and Bioprocess Technology*. 2016;9(12):2059-69.
- Daher D, Le Gourrierec S, Perez-Lamela C. Effect of High Pressure Processing on the Microbial Inactivation in Fruit Preparations and Other Vegetable Based Beverages. *Agriculture-Basel*. 2017;7(9).
- Kingsley DH. High Pressure Processing of Bivalve Shellfish and HPP's Use as a Virus Intervention. *Foods*. 2014;3(2):336-50.
- Ekezie F-GC, Cheng J-H, Sun D-W. Effects of nonthermal food processing technologies on food allergens: A review of recent research advances. *Trends in Food Science & Technology*. 2018;74:12-25.
- Huang HW, Hsu CP, Yang BB, Wang CY. Potential Utility of High-Pressure Processing to Address the Risk of Food Allergen Concerns. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2014;13(1):78-90.
- Wang CY, Huang HW, Hsu CP, Yang BB. Recent Advances in Food Processing Using High Hydrostatic Pressure Technology. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2016;56(4):527-40.
- Nguyen LT, Tay A, Balasubramaniam VM, Legan JD, Turek EJ, Gupta R. Evaluating the impact of thermal and pressure treatment in preserving textural quality of selected foods. *Lwt-Food Science and Technology*. 2010;43(3):525-34.
- Tribst AAL, Sant'Ana AD, de Massaguer PR. Review: Microbiological quality and safety of fruit juices-past, present and future perspectives. *Critical Reviews in Microbiology*. 2009;35(4):310-39.
- Carreno JM, Gurra MC, Sampedro F, Carbonell JV. Effect of high hydrostatic pressure and high-pressure homogenisation on *Lactobacillus plantarum* inactivation kinetics and quality parameters of mandarin juice. *European Food Research and Technology*. 2011;232(2):265-74.
- Bover-Cid S, Belletti N, Aymerich T, Garriga M. Modeling the protective effect of a(w) and fat content on the high pressure resistance of *Listeria monocytogenes* in dry-cured ham. *Food Research International*. 2015;75:194-9.
- Georget E, Sevenich R, Reineke K, Mathys A, Heinz V, Callanan M, et al. Inactivation of microorganisms by high isostatic pressure processing in complex matrices: A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2015;27:1-14.
- Linton M, McClements JM, Patterson MF. Survival of *Escherichia coli* O157: H7 during storage in pressure-treated orange juice. *Journal of Food Protection*. 1999;62(9):1038-40.
- M, McClements JM, Patterson MF. Inactivation of *Escherichia coli* O157: H7 in orange juice using a combination of high pressure and mild heat. *Journal of Food Protection*. 1999;62(3):277-9.
- Avis de Santé Canada – Le traitement par la haute pression hydrostatique (HPH) n'est plus soumis aux règlements sur les nouveaux procédés 2016 [Available from: <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/aliments-nutrition/legislation-lignes-directrices/document-reference/avis-traitement-haute-preservation-hydrostatique-est-soumis-reglements-nouveaux-procedes-2016.html>].
- Marszalek K, Wozniak L, Skapska S. The application of high pressure-mild
- temperature processing for prolonging the shelf-life of strawberry puree. *High Pressure Res*. 2016;36(2):220-34.
- Botsaris G, Taki A. Effect of High-pressure Processing on the Microbial Quality throughout the Shelf Life of Vacuum Packed Sliced Ham and Frankfurters. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2015;39(6):840-5.
- Devi AF, Buckow R, Hemar Y, Kasapis S. Structuring dairy systems through high pressure processing. *J Food Eng*. 2013; 114(1):106-22.
- Capellas M, Needs E. Physical properties of yogurt prepared from pressure-treated concentrated or fortified milks. *Milchwissenschaft-Milk Science International*. 2003;58(1-2):46-8.
- Keenan RD, Wix, L., Young, D., Method for the Preparation of a Foodstuff. 1998.
- Gupta J, Bower CG, Sullivan G, Cavender G. Effect of Differing Ingredients and Packaging Technologies on the Color of High-Pressure Processed Ground Beef. *Journal of Food Quality*. 2018.
- Bajovic B, Bolumar T, Heinz V. Quality considerations with high pressure processing of fresh and value added meat products. *Meat Science*. 2012;92(3):280-9.
- Gupta J, Bower CG, Cavender GA, Sullivan GA. Effectiveness of different myoglobin states to minimize high pressure induced discoloration in raw ground beef. *Lwt-Food Science and Technology*. 2018;93:32-5.
- Martinez MA, Velazquez G, Cando D, Nunez-Flores R, Borderias AJ, Moreno HM. Effects of high pressure processing on protein fractions of blue crab (*Callinectes sapidus*) meat. *Innov Food Sci Emerg Technol*. 2017;41:323-9.
- Roldan-Marin E, Sanchez-Moreno C, Lloria R, de Ancos B, Cano MP. Onion high-pressure processing: Flavonol content and antioxidant activity. *Lwt-Food Science and Technology*. 2009;42(4):835-41.
- Naderi N, Pouliot Y, House JD, Doyen A. High hydrostatic pressure effect in extraction of 5-methyltetrahydrofolate (5-MTHF) from egg yolk and granule fractions. *Innov Food Sci Emerg Technol*. 2017;43:191-200.
- Barba FZ, ZZ, Koubaa, M; Sant'Ana, AS; Orlie, V Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2016;49(Mar):96-109.
- Scholz K, Eriksson M, Strid I. Carbon footprint of supermarket food waste. *Resour Conserv Recycl*. 2015;94:56-65.
- N.C. hyperbaric (<https://www.hiperbaric.com/en/high-pressure>)