Conception d'un aliment mixte imprimé en 3D pour lutter contre les carences en fer

Coline Schiell, Stéphane Portanguen, Valérie Scislowski, Camille Rivard, Pierre-Sylvain Mirade, Thierry Astruc

▶ **To cite this version:**

Coline Schiell, Stéphane Portanguen, Valérie Scislowski, Camille Rivard, Pierre-Sylvain Mirade, et al.. Conception d'un aliment mixte imprimé en 3D pour lutter contre les carences en fer. Journées Francophones de Nutrition, Dec 2024, Strasbourg (67), France. 13, pp.2305 - 2315, 2022, 10.1093/advances/nmac089 . hal-04818908

HAL Id: hal-04818908
https://hal.inrae.fr/hal-04818908v1

Submitted on 4 Dec 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Conception d'un aliment mixte imprimé en 3D pour lutter contre les carences en fer

Coline Schiell[1,2], Stéphane Portanguen[2], Valérie Scislowski[1], Camille Rivard[3, 4], Pierre-Sylvain Mirade[2], Thierry Astruc[2]

[1]ADIV (Association pour le Développement de l'Institut de la Viande), 10 rue Jacqueline Auriol, 63039 Clermont-Ferrand, France
[2]INRAE, UR370 Qualité des Produits Animaux (QuaPA), 63122 Saint-Genès-Champanelle, France
[3]Synchrotron SOLEIL, L'Orme des Merisiers, Saint-Aubin, 91192 Gif-sur-Yvette, France
[4]INRAE, TRANSFORM, 44316 Nantes, France

Introduction et but de l'étude :
La carence en fer est la principale cause d'anémie, qui touche environ 40 % des enfants, 37 % des femmes enceintes et 30 % des femmes adultes dans le monde (WHO, 2019). De plus, en réponse à la transition alimentaire mondiale, on s'attend à une raréfaction des aliments d'origine animale au profit des aliments d'origine végétale. Pourtant, le fer dit héminique, qui se trouve essentiellement dans les tissus animaux, est le mieux assimilé par l'organisme. Cette perspective soulève la nécessité de mieux valoriser les co-produits animaux, comme le foie, riche en fer héminique mais peu attractif pour les consommateurs, et de les associer avec des protéines végétales. D'autant plus qu'il a été démontré que l'ajout de tissus animaux aux matrices d'origine végétale améliorait l'absorption du fer végétal non héminique, peu assimilable (Consalez et al., 2022). Dans ce contexte, un aliment mixte contenant une source de protéines animales et une source de protéines végétales, a été formulé et imprimé en 3D. L'objectif de cette étude est d'identifier les formes de fer présentes dans cet aliment mixte et de suivre leur spéciation et leur localisation au cours de la conservation de l'aliment en lien avec la biodisponibilité du fer.

Matériel et méthodes :
Un mélange d'origine animale à base de foie (27,25 % de foie de porc, 70,25 % de foie de volaille, 2% de vinaigre de framboise et 0,5 % de sel) et un mélange d'origine végétale à base de lentilles précuites dans de l'eau bouillante (86 % de lentilles corail, 10 % de farine de lupin, 3 % d'huile d'arachide, 0,4 % de curry et 0,4 % de sel) ont été formulés, puis assemblés en couches alternées par impression 3D. Pour améliorer l'imprimabilité, le mélange animal a été précuit à 50°C pendant 15 minutes. Après impression, les aliments ont été cuits au four (5 min/180°C avec 70 % de vapeur) et conditionnés sous deux atmosphères modifiées (MAP), l'une riche en oxygène (O_2-MAP) et l'autre riche en azote (N_2-MAP), avant d'être conservés à 4°C jusqu'à analyse. Une partie des aliments a été broyée afin de réaliser des dosages de fer héminique et non héminique. Sur la partie restante, des coupes de 10 µm d'épaisseur ont été réalisées après cryofixation dans de l'isopentane refroidi à l'azote liquide. Sur ces coupes, la distribution et la localisation du fer ont été étudiées à l'interface des parties animales et végétales à 0, 5, 7, 14 et 21 jours de conservation par fluorescence X en synchrotron (XRF). L'état d'oxydation du fer a également été déterminé sur les mélanges initiaux et sur les aliments mixtes par spectroscopie d'absorption des rayons X (XANES).

Résultats et analyses statistiques :
La combinaison du mélange animal et du mélange végétal en couches alternées a permis d'obtenir une teneur moyenne en fer de l'aliment d'environ 10 mg/100 g ce qui couvre 91% de la Référence Nutritionnelle pour la Population en France (RNP). Bien que la teneur en fer total de l'aliment soit restée constante durant toute la durée de conservation, la teneur en fer héminique a diminué et ce phénomène a été amplifié pour les aliments conservés sous O_2-MAP par rapport à ceux sous N_2-MAP.

À partir d'une analyse par fluorescence X synchrotron, des variations significatives dans la distribution du fer en fonction du temps et des conditions de conservation (N_2-MAP et O_2-MAP) ont également été observées à la fois dans les parties animales et végétales de l'aliment. Des corrélations positives entre le fer et d'autres éléments tels que le phosphore et le soufre ont permis d'identifier des composés pouvant être associés au fer (ferritine, phytates, acides aminés soufrés...). Les résultats montrent également un changement de spéciation du fer végétal au cours de la conservation de l'aliment vers une forme plus réduite proche du fer d'origine animale, qui serait donc plus assimilable par l'organisme.

Conclusion :
Bien que la teneur en fer total dans l'aliment imprimé soit satisfaisante en termes d'apports nutritionnels, les matières premières utilisées ainsi que les conditions de conservation de l'aliment peuvent affecter les formes de fer présentes et donc la quantité de fer véritablement assimilé. Cette étude montre également l'intérêt des aliments mixtes comme moyen pour lutter contre les carences en fer.

Références bibliographiques :
WHO. (2019). Anaemia in women and children. The Global Health Observatory. Retrieved from https://www.who.int/data/gho/data/indicators/ Accessed September 11, 2024.

Consalez, F., Ahern, M., Andersen, P., & Kjellevold, M. (2022). The Effect of the Meat Factor in Animal-Source Foods on Micronutrient Absorption : A Scoping Review. *Advances in Nutrition*, *13*(6), 2305-2315. https://doi.org/10.1093/advances/nmac089

Soutien financier :
BpiFrance
ANRT
Synchrotron SOLEIL

Thème : Alimentation durable, environnement et santé OU **qualité des produits et technologie alimentaire**

Disciplines :
1. Clinique
2. Épidémiologique
3. Expérimental / mécanismes cellulaires et moléculaires