

Rapport résumé du programme : LIPOVO

Fraction lipidique des ovoproduits : propriétés réactionnelles, fonctionnelles, sensorielles et nutritionnelles en réponse aux conditions de production

Avril 2010-Septembre 2011

Laboratoire coordinateur du programme

UR 1268 Biopolymères Interactions Assemblages, équipe ISD, INRA Angers-Nantes, BP 71627, 44316 Nantes cedex 3

PARTENAIRES

Privé : ADRO OUEST

Nom adresse du siège : 65, rue de saint –Brieuc – Rennes – 35 000

Interlocuteur – Olivier GALET – 02 99 27 10 83 – pole.agro.ouest@orange.fr

Centres de Recherches :

UR 1268 BIA, équipe ISD INRA Angers-Nantes

UMR STLO, Rennes,

UMR GEPEA, ONIRIS Nantes

Plateforme lipidomique IMBL Lyon-Villeurbanne

FINANCEURS

Conseil Régional de Bretagne

Conseil Régional des Pays de la Loire

Contacts :

Marc Anton, Anne Meynier (Coordonnateurs) UR 1268 BIA : marc.anton@nantes.inra.fr ,
anne.meynier@nantes.inra.fr

Pierre Schuck UMR STLO : pierre.schuck@rennes.inra.fr

Catherine Loisel : catherine.loisel@oniris-nantes.fr

Carole Prost : carole.prost@oniris-nantes.fr

I- Introduction

Contexte socio économique

La France est le premier producteur européen d'œuf et d'ovoproduits, les principaux bassins étant situés principalement en Régions Bretagne et Pays de la Loire. L'œuf, et de manière croissante les ovoproduits, entrent dans la fabrication d'une très grande variété d'aliments en raison de leurs excellentes propriétés techno-fonctionnelles, gustatives et nutritionnelles.

Concurrencés par d'autres Produits Agroalimentaires Intermédiaires (PAI), les ovoproduits doivent valoriser leurs atouts tant fonctionnels que nutritionnels. Ainsi, le potentiel de modulation de la composition des œufs en acides gras, notamment en acides gras polyinsaturés (AGPI) ω 3, et en micronutriments tels que les vitamines liposolubles (vitamine E) et en caroténoïdes (lutéine), est déjà exploité sur les œufs coquille, mais ne l'est pas dans le secteur des ovoproduits, et notamment dans celui des poudres de jaunes d'œuf. Cette valorisation passe notamment par une meilleure connaissance et maîtrise de l'évolution des constituants, et en particulier des lipides au cours de la transformation des œufs.

Contexte scientifique

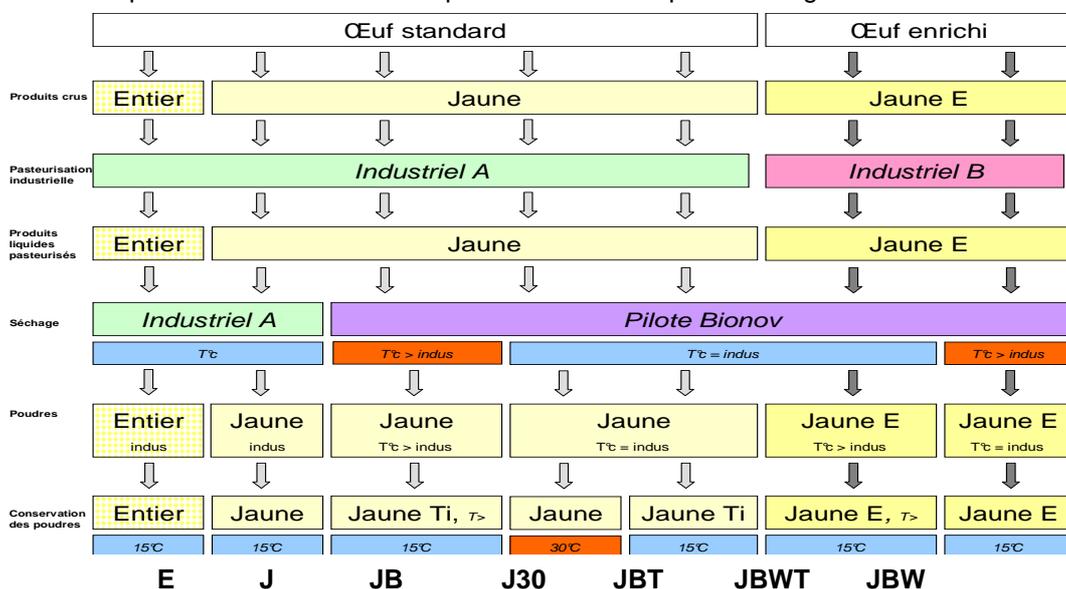
Les lipides sont des éléments clés des fonctionnalités (sauces, biscuits, pâtes, glaces, salaisons, boissons,...) et des qualités nutritionnelles des œufs et des ovoproduits. Les lipides des œufs sont riches en AGPI, dont la composition est modulable par l'alimentation des pondeuses, et également en phospholipides et notamment en phosphatidyl-choline. Par ailleurs ces lipides renferment des vitamines antioxydantes (E ou tocophérols) à fort potentiel ainsi que des caroténoïdes tels que la lutéine qui depuis une dizaine d'années font l'objet d'un grand intérêt en nutrition humaine. Ainsi le jaune d'œuf peut-il être défini comme une source de différents lipides recherchés nutritionnellement. Cependant une mauvaise maîtrise des procédés (pasteurisation, séchage) concernant des produits riches en lipides insaturés peut générer des problèmes d'oxydation, générant l'apparition d'«off-flavors» et potentiellement la formation de composés néoformés toxiques. Quantifier et identifier l'impact des différentes étapes d'élaboration et de conservation des ovoproduits devrait fournir aux partenaires de la filière des éléments objectifs pour une meilleure valorisation de leurs produits.

Objectifs scientifiques du programme

Les objectifs de ce programme sont d'appréhender les évolutions des propriétés fonctionnelles, sensorielles et nutritionnelles d'ovoproduits en poudre afin de comprendre l'impact des paramètres de composition (œuf enrichi en ω 3) et de procédés (échelle pilote/échelle industrielle, température de séchage, durée et température de conservation). Il s'agit donc d'identifier les étapes clés des procédés qui conditionneraient les propriétés cibles des ovoproduits et de fournir ainsi des données objectives pour une meilleure valorisation des ovoproduits.

II- Dispositif expérimental

Six types de poudres d'œuf ont été produites : 4 à partir du même lot d'œuf coquille et 2 à partir d'un lot d'œuf enrichi en Acides Gras Polyinsaturés (AGPI) et notamment en acides gras de la série oméga-3 (AGPI n-3). Le schéma de production des différentes poudres d'œuf est présenté Figure 1 :



La poudre d'œuf entier est produite industriellement dans des conditions standard. Cette poudre est appelée E dans le reste du document.

La coule de jaune d'œuf est pasteurisée industriellement puis divisée en 3 parties, chacune d'elles subissant un procédé différent. La première partie de la coule de jaune d'œuf est séchée industriellement, selon des conditions standards d'obtention de poudre d'œuf (température de séchage 160°C). Cette poudre est notée J. La deuxième partie de la coule de jaune d'œuf est séchée sur une tour pilote (Bionov) dans les mêmes conditions ($T_{\text{séchage}} = 160^{\circ}\text{C}$). Cette poudre est appelée JB. La troisième partie de la coule de jaune d'œuf est séchée sur la même tour pilote (Bionov) que la deuxième mais dans des conditions de séchage plus élevées ($T_{\text{séchage}} = 180^{\circ}\text{C}$). Cette poudre est appelée JBT.

La coule de jaune d'œuf enrichi en AGPI est pasteurisée industriellement puis séchée sur la tour pilote Bionov soit à 160°C (cette poudre est notée JBW) soit à 180°C (cette poudre est appelée JBWT).

Les poudres d'œuf produites industriellement (E et J) ont été fabriquées le 27 avril 2010. Les poudres d'œuf séchées sur la tour pilote Bionov ont été produites les 3 et 4 mai 2010.

Toutes les poudres sont stockées à 15°C. Une partie de la poudre de jaune d'œuf JB est également stockée à 30°C afin de déterminer l'influence de la température de stockage sur la qualité des poudres de jaune d'œuf. Afin de respecter au mieux les conditions industrielles de stockage, il est décidé que l'échantillonnage de la quantité de poudre nécessaire pour les analyses serait réalisé juste avant la date d'analyse. Les analyses des poudres ont été réalisées à 1 mois (juin), 2 mois (juillet), 4 mois (septembre) et 8 mois (janvier).

Ces échantillonnages devaient permettre de répondre aux questions suivantes :

- quel est l'impact de l'enrichissement en AGPI oméga-3 notamment sur les ovoproduits (JB vs JBW ; JBT vs JBWT) ?
- quel est l'impact de l'intensité du procédé de séchage sur les propriétés fonctionnelles, sensorielles et nutritionnelles des poudres de jaune d'œuf (JB vs JBT, JBW vs JBWT) ?
- la présence de blanc d'œuf modifie-t-elle le comportement lors de la fabrication des poudres, puis de leur conservation ? (comparaison poudre E et J) ?
- le lieu et l'échelle de production (industrielle vs tour pilote) des poudres modifient-ils la qualité des poudres de jaune d'œuf (comparaison des poudres J et JB) ?

III- Principaux Résultats

L'un des principaux résultats de ce programme est que les œufs enrichis en acides gras $\omega 3$ (filière bleu blanc cœur) peuvent être transformés dans la filière ovoproduits (pasteurisés, poudres) sans pertes notables de leurs propriétés physiques, fonctionnelles, sensorielles et nutritionnelles.

Concernant les propriétés **physiques et fonctionnelles** des ovoproduits, l'enrichissement en AGPI $\omega 3$ a modifié la couleur des produits (notamment par augmentation de la teneur en lutéine et en zéaxanthine des œufs), les propriétés thermiques des lipides et des poudres, la Haenni value et la viscosité des poudres. La température de séchage modifie les teneurs en eau, l'activité de l'eau, la distribution en taille des particules, et enfin la viscosité et la Haenni value des poudres. La température de conservation quant à elle modifie tous les paramètres testés à l'exception des propriétés thermiques et de la distribution en taille des particules. La pasteurisation et le séchage modifient les propriétés interfaciales (air-eau, huile-eau), mais les conséquences sur les propriétés émulsifiantes sont faibles.

Du point de vue **sensoriel**, les poudres d'entier ont des odeurs plus fortes que les poudres de jaune. Au cours de la conservation des poudres à 30°C, les caractéristiques sensorielles de ces produits tendent à se rapprocher de celle des poudres d'entier. Les poudres de jaune d'œuf produites à l'échelle industrielle présentent des intensités odorantes intermédiaires. Les poudres produites sur la tour expérimentale Bionov présentent les intensités odorantes les plus faibles. La température et la durée de conservation des poudres ont eu un fort impact sur les odeurs des poudres, sans pour autant se traduire par l'apparition d'off-flavor. L'enrichissement en AGPI $\omega 3$, et la température de séchage n'ont pas eu d'effets notables sur les propriétés sensorielles des poudres. Les composés volatils extraits des différentes poudres sont semblables, seules leur proportion relative évolue, notamment au cours de la conservation. Les résultats obtenus confirment ceux des tests sensoriels.

S'agissant des propriétés **nutritionnelles**, la modification de l'alimentation des poules pondeuses a modifié la composition en acides gras des lipides. Ainsi les lipides des œufs enrichis contiennent plus d'AGPI n-3 et notamment plus de DHA que les œufs standard. Les AGPI ne sont pas uniformément incorporés dans les triacylglycérols et les phospholipides. Les acides gras à 18C tels que le 18 :2 n-6 et le 18 :3 n-3 sont

préférentiellement incorporés dans les triacylglycérols, alors que le DHA est préférentiellement incorporé dans les phospholipides et en particulier dans la phosphatidyl-éthanolamine. Les teneurs en acides gras et notamment en AGPI n'ont pas été significativement modifiées après les huit mois de conservation des poudres, renforçant ainsi l'intérêt nutritionnel des poudres de jaune d'œufs. Les œufs enrichis contiennent également des quantités de lutéine et de zéaxanthine très largement supérieures à celles des œufs standard. Même si les teneurs en lutéine et zéaxanthine diminuent après la pasteurisation et le séchage, les quantités finalement présentes dans les poudres après 8 mois de conservation restent plus élevées dans le cas des produits enrichis.

L'autre résultat remarquable est la très bonne stabilité oxydative des produits. Aucun produit d'oxydation du cholestérol n'a été détecté dans les poudres, et les marqueurs de l'oxydation des lipides (produits primaires et secondaires) même s'ils augmentent suite au séchage et au cours de la conservation, restent dans des niveaux faibles, confirmant ainsi les résultats obtenus lors des études des propriétés sensorielles.

Les perspectives de ce travail résident dans la compréhension des phénomènes responsables de cette stabilité à l'oxydation des lipides du jaune d'œuf. La structuration des lipides dans les lipoprotéines avec une localisation des triacylglycérols au cœur de gouttelettes lipidiques stabilisées par notamment les phospholipides et des protéines favorise-t-elle cette stabilité ?

L'autre piste de recherche serait d'étudier les propriétés ou le pouvoir antioxydant des poudres de jaune d'œufs.

V- Valorisation

V-1 Publications

- Physical and functional properties of spray-dried egg yolk powders: impact of hen diet, processing and storage conditions
Rannou C., Queveau D., Beaumal V., David-Briand E., Le Borgne C., Meynier A., Anton M., Schuck P., Loisel C.
Food Bioprocess Technology, en cours de rédaction
- En préparation
 - un article sur les lipides et leur oxydation dans les œufs et les ovoproduits
 - un article sur les propriétés sensorielles et les composés volatils des poudres d'œuf

V-2 Communications

- Effect of processing conditions on functional properties of spray-dried whole- and egg yolk powders
Rannou C., Prost C., Loisel C., Le Borgne C., Anton M., Meynier A.
Congrès Biopolymères 2010 – Matrices alimentaires, Construction, déconstruction, propriétés sensorielles et nutritionnelles, 1-3 décembre 2010, Le Croisic, France
- Lipid oxidation in egg products: impact of process, storage and lipid composition
Leborgne-Costiou C., Meynier A., Beaumal V., David-Briand E., Schuck P., Anton M.
XIV European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products
4-8 September 2011, Leipzig, Germany . Communication invitée

Ont également participé à ce programme au sein de différents laboratoires :

BIA : Christelle Leborgne-Costiou, ingénieur recrutée en CDD (URBIA) grâce au financement du programme, Valérie Beaumal, Elisabeth Briand-David

ONIRIS : Cécile Rannou ingénieur recrutée en CDD (ONIRIS) grâce au financement du programme, Delphine Quéveau, Michèle Moreau, Florence Texier, Philippe Courcoux

UMR-STLO : Serge Méjean, Anne Dolivet