

Albumine de l'oeuf - Ovalbumine

Histoire de l'adhésif, famille

L'œuf est un produit consommé depuis longtemps par l'Humanité pour ses valeurs nutritives. Il est le fruit de l'élevage de différentes espèces d'oiseaux, notamment la poule de nos jours. Il est devenu par extension un élément essentiel de plusieurs gastronomies de par le monde.

Le blanc de l'œuf (aussi appelé albumen) est composé de plusieurs protéines. La protéine majoritaire est l'albumine (appelée ovalbumine si elle vient d'un œuf), présente à 54%. Les autres protéines sont l'ovotransferrine, l'ovomucoïde, l'ovomucine, et le lysozyme [1].

La famille des adhésifs à base d'albumine de l'œuf est les **Adhésifs à Mise en Œuvre Physique** (AMOP) plus précisément les **AMOP liquides**. En effet, les albumines sont d'origine naturelle et se trouvent à l'état liquide dans l'œuf, la colle est obtenue après l'évaporation de l'eau.

Applications de l'adhésif, avantages et inconvénients

Une des premières utilisations de l'ovalbumine est le processus de collage du vin, plus particulièrement les vins rouges. L'albumine de l'œuf a pour vocation de filtrer le vin en coagulant avec les tanins de ce dernier [2]. L'albumine est aussi au centre de recherches pour stabiliser des matériaux de construction plus écologiques et durables. L'association la plus répandue est la terre crue avec l'ovalbumine [3][4].

Dans le domaine de la biochimie et du médical, l'ovalbumine est souvent plébiscitée et ce pour plusieurs raisons. Tout d'abord l'albumine de l'œuf est trouvable très facilement et à **bas coût** à l'état naturel même si le prix augmente sous forme de poudre [3]. La propriété la plus importante de l'ovalbumine est le fait qu'elle est **biocompatible** et **biodégradable** [1] car il s'agit de protéine d'origine animale. Enfin les adhésifs faits à partir d'ovalbumine possèdent une **haute adhésion** et une **bonne viscoélasticité** [5].

Cependant cela à quelques inconvénients, le premier étant que la demande d'ovalbumine pour la recherche (même si les quantités sont faibles) vient s'ajouter à la demande conséquente de l'industrie alimentaire. Cela peut encourager les élevages en batterie. De plus, l'ovalbumine se dégrade rapidement dans l'œuf. Au bout de trois jours l'ovalbumine se dégrade en S-ovalbumine, réduisant son pouvoir adhésif [1].

Chimie et rhéologie

L'ovalbumine est une **phosphoprotéine globulaire**. En effet sa taille est de l'ordre de 10 nm. C'est une molécule amphiphile, la partie hydrophile se lie à l'eau et la partie **hydrophile** peut se lier à des corps gras [3][4].

La quantité d'ovalbumine présente dans un œuf dépend de l'espèce qui l'a pondu. Il existe une différence entre les espèces de volailles altriciales (les oisillons restent dans le nid) et celles précociales (les oisillons quittent le nid rapidement) concernant la quantité de blanc dans l'œuf. La plus grande quantité de jaune chez les espèces précociales s'explique par la différence de besoin nutritionnel, plus grand des oisillons d'espèces précociales [6].

D'un point de vue rhéologique, la viscosité d'un gel d'albumine diminue avec l'augmentation de la contrainte de cisaillement. Il en est de même avec la viscosité complexe qui diminue avec l'augmentation de la fréquence des cisaillements [7].

Processus de mise en forme d'une colle médicale à base d'albumine

Pour réaliser une colle médicale dans l'objectif de remplacer et/ou améliorer les sutures, l'ovalbumine est utilisée. L'albumen d'œufs frais est prélevé puis placé dans des boîtes de pétris pour sécher à l'air pendant environ 24 heures. L'albumen est ensuite réduit en poudre au mortier. La poudre ainsi obtenue est mélangée avec peu d'eau déionisée (80 μ L d'eau pour 70 mg de poudre). L'adhésif est formé. Pour son application en tant que colle médicale, une membrane de polycaprolactone nanofibreux est utilisée en tant que substrat [5].

Théorie de l'adhésion mise en jeu

Dans le cadre de l'utilisation de l'albumine de l'œuf en tant que colle médical, une théorie de l'adhésion est mise en jeu : la **théorie thermodynamique**. Dans le processus de fabrication de la colle médical une des étapes clés est le séchage à l'air des blancs d'œufs. Ce séchage entraîne une agrégation de protéines irréversible. Ainsi les liaisons hydrogènes, à l'origine entre les polypeptides et l'eau, deviennent des liaisons intermoléculaires à cause de la perte d'eau. Ces liaisons sont la raison de l'adhérence de la colle médicale [5].

Mesure de l'adhérence et norme associée

Un test de cisaillement est réalisé pour caractériser l'adhérence de la colle médicale. Trois substrats sont utilisés : le PDMS, du verre et de la peau de cochon. Dans les trois cas l'adhésif d'albumine montre une plus grande adhésion que d'autres colles médicales, à savoir un adhésif de cyanoacrylate et une colle de fibrine [5]. Malheureusement il n'existe pas de norme pour les essais de cisaillement d'un assemblage collés à recouvrement simple pour le milieu de la médecine en France. La norme française qui se rapproche le plus de l'essai effectué est la norme **NF EN 1465**. Cependant les recommandations de taille des éprouvettes ou de la zone de collage ne sont pas respectées et cette norme vise essentiellement aux joints d'assemblages structuraux [8].

Sources :

[1] : A Kartiwa et al 2017 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 172 012003

[2]:<http://www.labivin.net/article-le-collage-et-le-filtrage-du-vin-45050286.html#:~:text=Définition%20collage%20%3A%20Coller%20le%20vin,connue%20et%20pratiquée%20des%20Romains.>

[3] : Kouka Amed Jeremy Ouedraogo. Stabilisation de matériaux de construction durables et écologiques à base de terre crue par des liants organiques et/ou minéraux à faibles impacts environnementaux. Matériaux. Université Paul Sabatier - Toulouse III, 2019. Français. ffNNT : 2019TOU30199ff. fftel02628530f

[4] : Aurélie Vissac, Ann Bourgès, David Gandreau, Romain Anger, Laetitia Fontaine. argiles & biopolymères - les stabilisants naturels pour la construction en terre. 2017, 978-2-906901-88-9. ffhal01682536f

[5] : Kaige Xu, Yuqing Liu, Shousan Bu, Tianyi Wu, Qiang Chang, Gurankit Singh, Xiaojian Cao, Chuang Deng, Bingyun Li, Gaoxing Luo and Malcolm Xing, Egg Albumen as a Fast and Strong Medical Adhesive Glue, Advanced Healthcare Materials, 2017
(<https://medicine.hsc.wvu.edu/media/362070/advhealthcare2017.pdf>)

[6] : Sun, Congjiao, Liu, Junnian, Yang, Ning, Xu, Guiyun, Egg quality and egg albumen property of domestic chicken, duck, goose, turkey, quail, and pigeon, Poultry Science, Volume98, 1er Octobre 2019, Pages 4516-4521 (<https://doi.org/10.3382/ps/pez259>)

[7] : Rui Li, Yongqiang Cheng, Ning Tang, Liangliang Wu, Satoru Nirasawa, Xin Jia, Weidong Cao, Rheological, structural and physicochemical characteristics of heat-induced egg albumin/sesbania gum mixed gels, International Journal of Biological Macromolecules, Volume 163, 2020, Pages 87-95,

[8] : NF EN 1465, Adhésifs Détermination de la résistance au cisaillement en traction d'assemblages collés à recouvrement simple, avril 2009