

Partenaires

CNRS (GEPEA UMR-CNRS-6144) (E. Leroy), dans le cadre de la Fédération IBSM (Ingénierie des Biopolymères pour la Structuration des Matrices et des Matériaux; SFR-4202)

Références biblio.

Rheology and structural changes of plasticized zeins in the molten state

(2017) Rheologica Acta

Chaunier L, Della Valle G, Dalgalarondo M, Marion D, Lourdin D, Leroy E

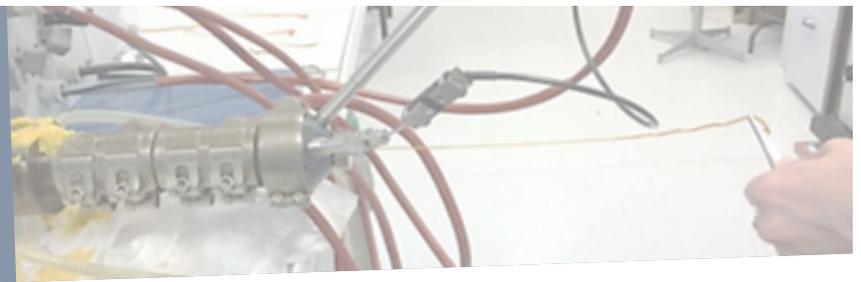
Fused deposition modeling of plant biopolymers: opportunities & challenges

(2018) Additive Manufacturing

Chaunier L, Guessasma S, Belhabib S, Della Valle G, Lourdin D, Leroy E

CONTACT

Laurent Chaunier
laurent.chaunier@inra.fr
Biopolymères,
Interactions, Assemblages
(BIA)



La zéine: un matériau modèle pour l'impression 3D de biopolymères fondus

L'impression 3D est une technique de fabrication additive qui permet la réalisation de pièces en trois dimensions à partir d'un modèle numérique. L'un des procédés les plus répandus est l'impression par dépôt de fil fondu (FDM) qui consiste à déposer des couches superposées d'un filament de polymère thermoplastique. Pour étendre les applications de ce procédé aux domaines biomédical et pharmaceutique ou à l'obtention d'aliments personnalisés, il est nécessaire de développer de nouveaux matériaux thermoplastiques. Les polymères naturels, biodégradables et parfois biocompatibles voire comestibles, pourraient constituer de bons candidats mais ils nécessitent une formulation adaptée.

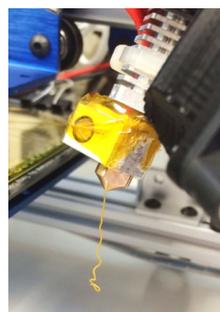
► RESULTATS

Nos travaux ont permis de montrer que la zéine, protéine de réserve du grain de maïs, est un biopolymère compatible avec le cahier des charges de l'impression 3D par dépôt de fil fondu. Après thermoplastification par extrusion en présence de 20% de glycérol, cette protéine présente des propriétés thermomécaniques correspondant aux spécifications du procédé FDM à savoir (i) un module élastique élevé à température ambiante ($E' > 1\text{GPa}$), et (ii) une aptitude à s'écouler à chaud après franchissement de la transition vitreuse ($T_g \approx 42^\circ\text{C}$).

Cependant, la réactivité à chaud de la zéine plastifiée due à des interactions non covalentes et à la formation de ponts disulfure entraîne une rigidification des fondus qui peut limiter sa mise en œuvre par FDM. Ainsi, un phénomène de gélification a été mis en évidence pour des traitements thermomécaniques longs (extrusion de 10 minutes à 130°C). Cette réactivité est attribuable au dépliement des protéines dans le fondu avec pour conséquence une exposition accrue des sites participant aux réactions d'agrégation et de réticulation. Nous avons en revanche montré que l'obtention de filaments par un traitement thermomécanique de courte durée (extrusion de l'ordre d'une minute à 130°C) ou l'ajout de composés réducteurs limitait l'agrégation thermique de la zéine et facilitait sa mise en œuvre à l'état fondu.

► PERSPECTIVES

Ces résultats seront complétés par l'étude de l'ajout de liquides ioniques aux matériaux à base de zéine. Ils peuvent en effet jouer le rôle de plastifiants et aussi agir comme principes actifs (e.g. [lidocaïne][ibuprofénate]) pour cibler des applications pharmaceutiques.



Écoulement d'un filament de zéine plastifiée à la sortie de la buse de déposition d'une imprimante 3D (FDM)