

國內食品 3D 列印研究現況與發展趨勢

Current Research Status and Development Trend of Food 3D Printing

陳仲仁^{1*}、黃昭蓉²、林央正³、黃智宏⁴

¹ 財團法人食品工業發展研究所 資深研究員

² 財團法人食品工業發展研究所 副研究員

³ 工研院雷射與積層製造科技中心 雷射應用技術組 智動整合部 工程師

⁴ 工研院雷射與積層製造科技中心 雷射應用技術組 智動整合部 專案經理

摘要：3D 列印技術應用於食品可以達到許多目標，例如新穎樂趣、效率方便、健康營養、減廢永續等目的，但是可使用材料及產品式樣少、且其精準度與產量低等問題仍是挑戰，除此之外，外觀設計、感官品質與營養價值也需加強，以提高食品 3D 列印技術的接受度。藉由發展符合衛生安全規範，適合食品 3D 列印的列印設備，及整合出料與環境控制、產品配方流變性、列印與後處理等製程條件，可以發展黏著、填充、凝膠、泡沫結構，符合潔淨標示概念的營養休閒、植物肉及銀髮族食品。

Abstract : 3D printing technologies can be used for food fabrication to achieve many goals such as providing novelty and fun, convenient and efficiency, healthy nutrition, reducing waste and enhancing sustainable environment. However, the lack of printable materials, product varieties, low printing accuracy and low productivity are still the main challenges. In addition, the structure design, sensory quality and nutritional value also need to be strengthened to improve the acceptance of 3D food printing technologies by the public. Through the development of health and safety regulations compliance for 3D printing equipment that are suitable for food fabrication and integrated with material discharge, environmental control, product formulation rheology, printing and post-processing conditions, the 3D food printing can then create sticky, filled, gel and foam structured nutritional leisure food, veggie meat, food for elderly people and meet the concept of clean labeling.

關鍵詞：食品 3D 列印、食品物化特性、食品結構設計

Keywords : Food 3D printing, Physical-chemical properties, Food structure design

前言

3D 列印具有創新構型、智慧製造、客製化等優點，已廣泛應用於航太、建築、醫療等產業關鍵組件製造，因食品材料複雜且物化性質差異大，目前在食品領域應用尚處起步階段。剛推出食品 3D 列印時，所能使用的原料僅限於糖、巧克力及麵團，現今已進展到可以新鮮蔬果泥所製成的原料進行列印。材料受限、形貌差異以及設備昂貴，加上口感與傳統食物的差距，是目前商業化應用需要克服的問題。結構設計與潔淨標示是未來食品發展的方向，食品 3D 列印發展目的即在於滿足

特殊族群的需求，藉由彈性製造及客製化以滿足多元社會及健康化飲食的趨勢。為完成此任務，必須先跨領域連結材料、感測、分析與機械，建立成分、加工、結構與機能關係之學理依據，鏈結法人力量協助強化與整合食品配料、食品製造與家電業之產品設計與製程改善研發能量。

食品 3D 列印技術發展

食品 3D 列印設備由機械本體、控制程式、列印材料三個部分構成，機械本體包含擠出機構、列印頭與成型平台，為 3D 列印設備的軀體決定了設備的價格、列印的精密度與產品應用範圍；控

制程式為 3D 列印設備的大腦，操作軟體搭配機械影響列印的精準度與產品結構變化；列印材料或墨水匣是 3D 列印設備的心臟，材料的性質決定列印的可行性與消費者接受度 [1]，因此列印噴頭技術及其環境控制、列印軟體發展及專用材料的製備為發展食品 3D 列印的關鍵技術 [2]。因此食品 3D 列印必須跨領域整合材料、感測、分析與機械人才才能成功，再經由適當的配方設計、材料秤量 / 混合 / 擠出 / 成型的物理感測、機械動作與排列堆疊，藉由擠出、溫控、成型模組等完美整合，可以克服目前可使用材料及產品式樣少、精準度與產量低等限制，或再搭配後處理賦予顏色與風味，滿足消費者對感官品質要求。

目前食品 3D 列印技術發展可以材料或設備分類：3D 列印迎合食品設計與材料加工需求，製備原理可以液體、粉末區分為擠出與噴墨、黏合與燒結，已有簡單的商業化例如 Bocusini 的 Bocusini 3.0、3D systems 產品 Chefjet、CandyFab 產品 CandyFab-6000 機型，擠出式可運用的材料範圍較廣，並以西班牙 Natural Machines 的 Foodini 及荷蘭 byFlow 的 Focus 為代表，售價約 4 至 5000 美金。較詳細食品 3D 列印技術與設備資料可參考食品 3D 列印技術的發展與應用一文 [3]。目前常見

以 3D 列印製作之食品，以糖、澱粉、巧克力等均質材料居多，並以製作烘焙食品、點心食品和表面裝飾食品為主，且已有西班牙業者推出 3D 食品列印機進行生產製作各式麵包、餅乾、義大利麵等產品，然而鮮少以蛋白質為材料使用 3D 列印進行加工之應用。

食品列印過程可能受到材料的凝膠與相變化、粒徑分佈、體積密度、潤濕性和流動性所影響，而且各供應商提供的食品原料特性可能不相同。因此，建立標準的食品 3D 列印材料評估方法非常重要。食品材料的流變性能對於改善擠製成型列印中的列印性能和自體支撐能力是重要的。用於擠製成型列印的食品材料應該是具有合適的剪切稀化 (shear-thinning) 行為和快速結構恢復能力的假塑性流體，因其可在施加剪切力的情況下容易從噴嘴擠出並在離開噴嘴後再次快速固化。研究牛乳蛋白複合膠體在擠出式 3D 列印的流變與機械性質，其運用核磁共振與頻率掃描分析蛋白膠體內部結構，並以表現黏度、屈服力與搖變性分析蛋白含量影響，認為利用流變性質量測可評估膠體系統在擠出式 3D 列印的可列印性 [4]。進一步研究膠體系統在擠出式 3D 列印其流變與可列印的相關性 [5]，將 3D 列印製程分為擠出 (屈服

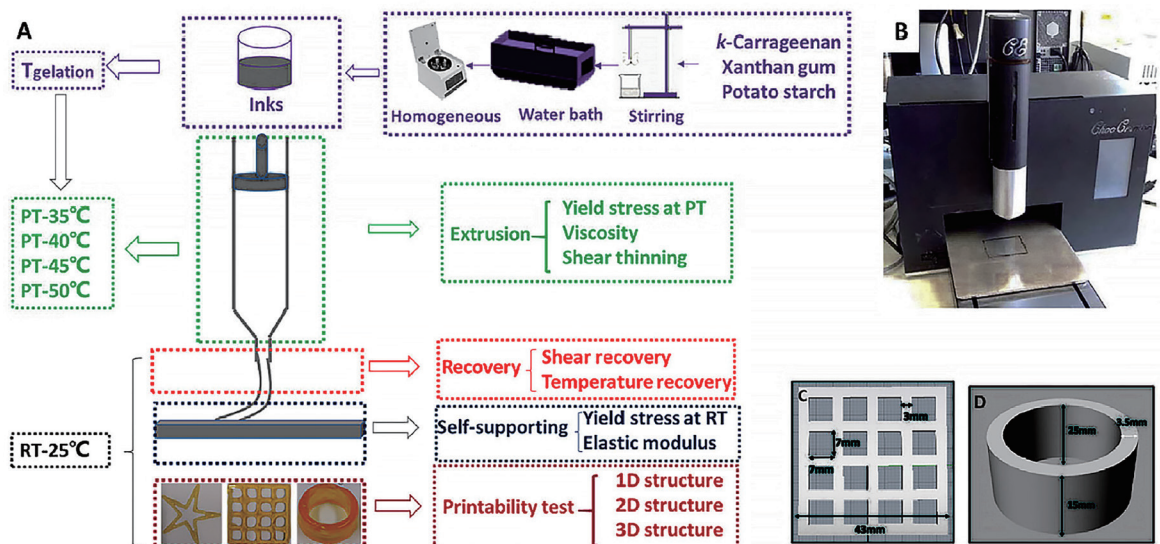


圖 1 列印材料測試流程 [5]

更完整的內容

詳見 | 機械工業雜誌 | • 443 期 • 109 年 2 月號

機械工業雜誌·每期 **220** 元·一年 **12** 期 **2200** 元

線上訂購網址：<https://www.automan.tw/magazine/orderMag.aspx>

付款方式

1. 郵局劃撥—戶名：財團法人工業技術研究院機械所 帳號：07188562
請於劃撥單的通訊欄寫明：購買期數、金額等
2. 匯款資料—兆豐國際商業銀行新竹分行(代號 017)
帳號：203-07-02288-0 戶名：財團法人工業技術研究院
3. 信用卡—請填寫信用卡 [訂購單](#)

麻煩您將 繳款收執 或 信用卡刷卡單 傳真至 (03)582-2011，我們會盡快處理您的訂單並開通權限，再次感謝您的支持與愛護。

訂書專線：03-591-9339

傳 真：03-582-2011

機械工業雜誌·官方網站：www.automan.tw 機械工業雜誌·信箱：jmi@itri.org.tw

機械工業雜誌 優惠訂購單

訂閱一年 **12** 期

\$ 2200 / 續訂戶 \$ 2000

好禮二選一

A 史欽泰墨寶帆布袋

B 工研院機械所無人車USB (8G)

訂閱紙本+電子雜誌

\$ 3000 原價 \$ 4400

一年12期

贈送

A 史欽泰墨寶帆布袋

訂閱二年 **24** 期

\$ 4000 / 續訂戶 \$ 3600

好禮四選二

A 史欽泰墨寶帆布袋

B 工研院機械所無人車USB (8G)

C 工具機叢書任一本

D 智慧機械人叢書任一本

限量專屬精品送給您



A



B



C



D