

# 高壓加工技術應用水產品

高堂穎、葉念慈

水產試驗所水產加工組

## 前言

隨著生活水準的提升，人們對於健康、無添加、高品質食物的需求也日益增加。水產品蘊含豐富的營養物質，是重要的能量補充來源之一，惟如果保存不當，卻很容易引發食安問題，因此如何在不破壞水產品營養及風味，又能兼顧衛生安全，是近年水產加工技術一直追求目標，本文介紹的高壓加工技術 (high pressure processing, HPP) 就是其中的一種。HPP 原理是在密閉的高壓容器內，用水或其他液體 (油、甘油) 作為壓力傳導的介質，對產品施以高靜水壓 (100—1,000 MPa) (圖 1)，屬非加熱加工技術，能在室溫下減少食品病原菌，延長水產品在冷鏈

流通的保質期 (Yuan et al., 2018)，以及脫殼和品質改良 (凝膠化) (Truong et al., 2015；崔，2016) 作用，該技術在水產品主要應用在魚、蝦、蟹、貝類等。

## HPP 在食品加工上的優缺點

### 一、優點

HPP 能在常溫下，透過壓力破壞蛋白質中非共價鍵 (氫鍵、離子鍵、疏水鍵等)，使蛋白質凝固而達到滅殺病原菌及讓酵素失活，若結合低溫貯存，即能在避免添加防腐劑的情況下，使食品保質期延長。此外，在加工過程中，壓力會改變蛋白質結構，使蛋白質凝膠化，進而提昇加工產品口感，且因加工過程中對共價鍵揮發性物質及維生素等較無影響，因此對於食物色澤、營養及風味，具較佳保存效果。再者，HPP 的壓力為均勻瞬間作用，食物形狀或大小不會受到影響，能完好保存食物原貌，防止食物變形。

### 二、缺點

HPP 設備昂貴，每次的處理量少，對於中小型工廠的成本負擔較大。此外，各種酶、微生物對壓力的耐受性不同，因此 HPP 的處理條件並非單一條件，需依加工需求調整成能失活不同的酶及微生物的壓力，若處理不當仍會有酶和微生物殘存而導致食品變質，

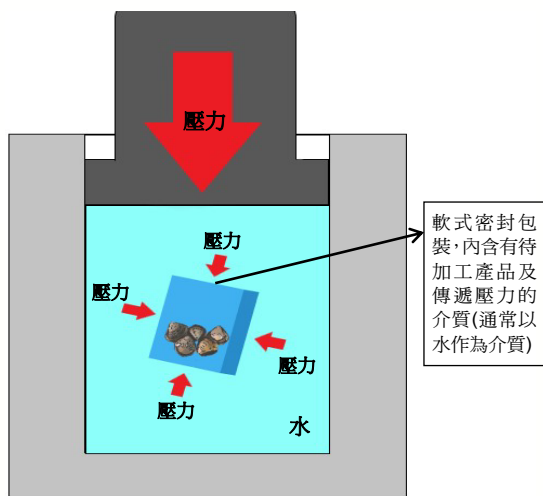


圖 1 高壓加工技術示意圖

且加工時必須進行密封包裝，經過高壓會導致體積縮小，所以只能使用特定包裝材料(如 PP、PET 或積層袋等)。

## HPP 在水產之應用

### 一、延長水產品保藏期限

微生物是影響水產品保鮮貨架期的因素之一，HPP 在水產品保鮮上主要應用在殺菌，以延長冷藏、冷凍 (Ramirez-Suarez and Morrissey, 2006) 產品的保鮮期，提高水產品的安全性。Ginson 等人 (2012) 報告指出，印度對蝦 (*Fenneropenaeus indicus*) 在 25°C，435 MPa，加壓 5 分鐘條件下，總生菌數從 6.85 下降至 4.80 log CFU/g，腸桿菌科從 5.38 下降至 2.21 log CFU/g，4°C 冷藏儲放時間從原本 7 天延長至 21 天。Erkan and Üretener (2010) 報告中指出，經高壓 3°C，250 MPa 處理 5 分鐘，金頭鯛 (*Sparus aurata*) 鮮度保質期，可從原本儲放 10 天延長至 16 天。

### 二、水產品的脫殼

甲殼類、貝類等的傳統脫殼方法係以刀片手工去殼，需要大量技巧熟練的人力，但效率低、品質不佳；機械採肉則容易造成甲殼類、貝類的組織破損，導致採肉率下降。利用 HPP 進行採肉，可使殼與肉相連的組織蛋白質變性，達到脫殼、開殼等效果 (Yi et al., 2013)。另透過顯微鏡進行微觀組織結構，發現沼澤小龍蝦 (*Procambarus clarkii*) 在 100 MPa 高壓下，原本緊密的結構上會出現些許細長裂縫；200 MPa 時，出現粗線的網狀結構；當達 300 MPa 或更高壓力時則會

形成更寬大裂縫 (圖 2)，因部分蛋白質分子展開，形成蛋白質變性，再因疏水性鍵結而引起蛋白質凝膠化，造成肌肉纖維細胞的斷裂 (Shao et al., 2018)，所以 HPP 不僅能去殼也同時能保持肉質完整。

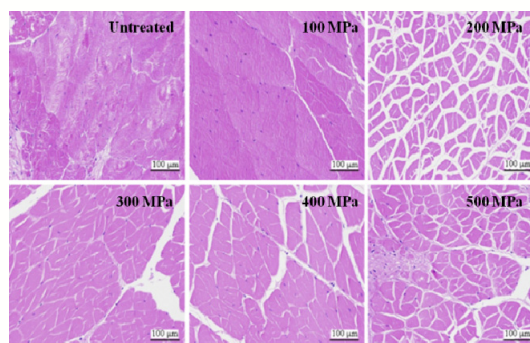


圖 2 未經高壓處理及經不同高壓加工處理過的沼澤小龍蝦之微觀組織結構 (橫切面) (改繪自 Shao et al., 2018)

本所水產加工組以 100、200、250、300、350 及 400 MPa 等不同壓力進行文蛤 (*Meretrix* spp.) 開殼試驗，結果以 400 MPa 處理，文蛤的肉、殼可完全分離 (圖 3)，後續再經物性測定儀檢測產品之硬度、彈性及咀嚼性等指標值，發現經 HPP 處理後的文蛤肉之口感比蒸煮或殺菌釜處理者佳。

### 三、水產品質地改變

HPP 能有效改善水產品的外觀及口感，鄭等人 (2016) 研究發現，隨著處理壓力的加大，海參 (*Apostichopus japonicus*) 的亮度、黃色上升，紅色下降，且色澤越來越淺，認為可能是高壓破壞了肌紅蛋白結構，加速了氧化。另報告指出，金線魚 (*Nemipterus virgatus*) 魚漿以 400 MPa 處理 10 分鐘，其凝膠強度與保水力達到最大值 (Ma et al., 2015)，此乃因肌球蛋白重鏈交聯形成更緻密的網絡結構，而提高保水力和凝膠性。Luo



100 MPa，未開殼



200 MPa，未開殼



250 MPa，開殼不明顯



300 MPa，大部分開殼



350 MPa，完全開殼但殼肉尚黏在殼上



400 MPa，完全開殼且殼肉已與殼分離



圖 3 以不同壓力處理對文蛤進行開殼

等人 (2010) 利用高壓處理日本馬加鰹 (*Scomberomorus niphonius*) 魚漿，結果顯示，在 300 MPa 及 400 MPa 處理 30 分鐘下，其硬度和咀嚼性比傳統加工魚漿提高 2.68 和 2.7 倍，因此利用壓力處理，能使魚漿表現出不同性質。

## 結語

臺灣四面環海，水產品一直是重要蛋白

質來源之一，隨著消費者對食品安全及品質的日漸重視，HPP 可達到殺菌效果並使酶蛋白失活，且在不添加保鮮劑來保持水產品天然的色、香、味和營養成分，無疑能更滿足消費者對安全、衛生、少添加物的需求，但不同產品皆有其最合適高壓處理條件，若處理不當也會使水產品變色、蛋白質變性、熟化等而影響品質，因此如何取得最適加工條件並符合產品衛生標準與口感仍是一大挑戰。