



## 蠶蛹抗菌胜肽在動物保健之應用研究

廖久薰<sup>1</sup> 吳姿嫻<sup>1</sup>

### 一、前言

抗 菌 胜 肽  
(Antimicrobial peptides, AMPs)，又稱宿主防禦肽，泛指存在於生物體內具抵禦外界微生物侵害，消除體內突變細胞的一群小分

子肽，是天然免疫防禦系統的重要蛋白。這類的抗菌胜肽具有以下特性：分子量小，由6~120個胺基酸組成；多呈正電，且同時具親水及疏水端的雙性分子；對熱及酸鹼耐性穩定；無抗原性；抗菌範圍廣；

對健康的真核細胞幾乎沒有毒性。

而昆蟲獨特的防禦機制，在遭遇外來物入侵或環境緊迫時，體內即會引起非專一免疫反應，自發性產生抗菌物質，造成細菌細胞破裂而死亡。1974

| 註 1：行政院農業委員會苗栗區農業改良場。

年發現經由細菌感染的惜古比天蠶蛾 (*Hyalophora cecroia*) 蛹體內存在一種具抗菌活性的物質；家蠶在面臨生存危機時，體內也會自主性產生天蠶素 (Cecropin) 及其它類似的胜肽，以抵禦外來微生物侵擾而避免死亡。此類抗菌胜肽抗菌範圍廣，不僅具有廣效抗細菌的活性，同時具抗真菌、抗腫瘤、抗病毒等活性，且來源豐富，是一種可應用於飼料科學，可取代抗生素且無公害的新型天然素材。以誘發蠶蛹產生抗菌胜肽之新技術，應用於抗菌機能的動物飼料添加物，兼具提供天然優質動物性營養，且不需刻意純化，節省純化成本，未來可望提升動物保健。

## 二、食用昆蟲作為飼料添加物的現況

世界糧農組織預估2050年全球人口數可能破百億，預估要增加至少50%植物及動物性食糧方能滿足全

球每日每人的需求量。傳統畜牧業以大豆及玉米等穀物為飼料，水產養殖業則以捕撈下雜魚等副產物餵食。生產肉類需要的總熱量更多，要2倍的食物量才能生產同量的雞肉，豬肉則需要4倍。然而，因為受制於氣候變遷、耕地面積不足及全球性限捕魚獲等壓力，難以滿足未來養殖業需求。畜牧養殖業為了要長期永續經營，必須開發新的永續性蛋白質來源，不能再只仰賴大豆及越來越少的漁業資源，於是昆蟲將被考量作為替代品成為新興蛋白質來源。作為動物飼料添加物的昆蟲種類，除了考量其營養價值外，材料取得及製程便利性是產品開發的關鍵因素。目前最具潛力的是黑水虻、家蠶、蠶蛹及麵包蟲。蠶蛹 (silkworm pupa) 是蠶蛾科昆蟲家蠶 (*Bombyx mori* L.) 的蛹，是栽桑養蠶、繅製絲綢的副產物，相當適合作為飼料添加物的原料。根據文獻指出，飼料添加6%蠶蛹餵食肉雞，結果

顯示肉雞食物攝取、體重獲得、飼料轉換率或蛋白質效率及仔雞存活率表現優於完全以魚粉餵食，且養殖成本明顯降低，顯示以家蠶作為雞禽飼料添加是極具經濟效益的一種新型動物蛋白質來源選擇 (圖1)。儘管如此，抗生素殘留及肉品安全為消費者首要重視的問題。禽畜水產動物經人為圈養可能



圖 1. 蠶蛹提供家禽動物營養源。

附表. 二個家蠶品系蠶蛹粉營養成分

年份	DM%乾物質	CP (%)粗蛋白	EE%粗脂肪	幾丁質 (%)
推廣品種	95.9±0.4	49.8±1.1	34.2±0.7	4.0±0.6
單交種	91.2±0.2	59.1±0.8	31.5±1.4	3.8±0.7

造成緊迫及傳染病傳播，引起畜舍動物生育不佳、肉糧供應不足及食安疑慮。因此，開發新型動物飼料添加物應該重視原料生產安全性及對禽畜健康是否有促進效果。蠶蛹除富含優質蛋白質及脂肪外，可自發性產生抗菌肽，是兼具營養及機能性的昆蟲。

### 三、蠶蛹用於動物保健之應用研究

根據統計，每生產1噸生絲，可同時獲得1噸的乾蠶蛹副產物。行政院農業委員會苗栗區農業改良場（簡稱苗栗場）已完成國內推廣養殖之家蠶品種的蠶蛹營養成分分析，具有49%~59%粗蛋白、34%粗脂肪及3%~4%幾丁質（附表），可提供動物優質營養源。幾丁質是組成昆蟲體壁的一種多醣物質，蠶蛹幾丁質約占乾重3%~5%，餵養家禽食用富含幾丁質的蠶蛹可能改變家禽腸道菌叢生態，抑制家禽腸道壞菌生長，有益動物健康。

動物用飼料及飼料添加物的製造來源及生產過程，多以進口原料混和國內原料包裝後上市販售，屢屢發生產品被驗出農藥、重金屬或其它致癌物等殘留事件，影響禽畜動物生育及

肉品生產品質。因此，動物飼料添加物之生產安全，是產品開發之重要環節，經檢測國內家蠶飼育所產出新鮮蠶蛹粉之農藥及重金屬殘留，結果顯示2個不同品系的蠶蛹粉在374項農藥品項下均無檢出，重金屬含量亦在安全範圍內。

該項研究在家蠶幼蟲末齡給予以體外刺激或其它緊迫方式，包括饑餓24小時、紫外線照射及高溫處理。利用不同劑量的紫外線照射，處理後的家蠶幼蟲呈現黑化，隨著劑量愈高，黑化情形愈明顯（圖2）。體表黑化表示家蠶受到逆境刺激，蠶體已經開始出現自體抵禦的表現，分析結果：高溫處理及紫外線處理的家蠶，處理後24小時可在其體液中偵測到cecropin蛋白，表示上述逆境處理能有效誘導家蠶自發性表現抗菌物質。

經誘導處理之蠶蛹組織液與細菌液共培養，結果發現能有效抑制金黃葡萄球菌生長，抑制效果與添加Ampicillin抗生素無顯著差異。經誘導處理，不影響蠶絲生產，且增加抑菌功效蠶蛹生產，作為動物飼料添加物的原料，有效提升養蠶農戶經濟生產效益。

苗栗場測試之蠶蛹材料皆為國內蠶農飼養的推廣品種，為強化國產在



圖2. 家蠶幼蟲經不同劑量紫外線照射後體表黑化反應——(A) 低劑量組；(B) 中劑量組；(C) 高劑量組；(D) 無照射組。

地原料生產透明化，免於擔憂原料來源不明及安全上的疑慮，同時兼具輔導國內農民自產自銷的任務，本技術誘導家蠶之抗菌胜肽產生與穩定效價，為量產機能性動物飼料添加物之重要關鍵。未來將持續進行家蠶抗菌胜肽誘導流程優化，建立抗菌蠶蛹量產流程；同時進行小規模肉雞動物試驗，建立肉雞食用後體重增加、飼料利用率、腸道菌相及生理免疫等資料，建立飼料添加蠶蛹粉最佳配方比例，作為商品化的參考。

#### 四、未來展望

過去養蠶事業主要為繅絲製網，蠶蛹僅能算是蠶桑產業副產物。以蠶蛹作為機能性動物飼料添加物，目的除了維護動物健康，也同時提高家蠶的利用價值。蠶蛹本身富含優質蛋白質與脂質，就是動物飼料很好的營養來源，若能善加利用昆蟲自發產生抗菌物質的特性，減低動物受有害微生物的侵害，可謂「一兼二顧」。飼育家蠶所使用的桑葉，因種植過程不能使用農藥，沒有農藥殘留的疑慮，是安全健康的產品，又加上抗菌物質是天然產生的，沒有基因改造及生態污染的隱憂，不僅提升肉品安全，還為養蠶產業開創新的商機，為環境永續與農業生產創造雙贏。