

蠶蛹作為動物性蛋白質飼料原料之安全性評估

作者：廖久薰（助理研究員）
電話：(037)222111#317

前言

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。傳統畜牧業以大豆粕及玉米等穀物為飼料，水 養殖業則以捕撈下雜魚等副 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。當開發中國家人們所食用的雞或豬都要用大豆粕或魚粉餵養，其所需飼料產能必須大幅增加。然而，近年來受制於氣候變遷、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。為負荷如此龐大的穀物生產需求及雜魚捕獲量，全球勢必增加開發自然棲地。以種植大豆或濫捕魚苗的做法並不能永續，反而造成全球資源耗竭。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，不能再只仰賴大豆粕，也不能靠越來越少的漁業資源，於是，昆蟲蛋白將被考量作為替代品成為新興飼料蛋白質來源。

食用與飼料用昆蟲應用現況

蝗蟲、蟋蟀、白蟻、蠅、蜜蜂、麵包蟲、蠶蛹及螞蟻等作為動物性蛋白原料的應用性，其營養成分如表一，其可提供與一般雞、牛及豬等肉類產品相同或更高的營養價值。飼養昆蟲之飼料利用率高，為雞的2倍、豬的4倍及牛的12倍。飼養過程排放溫室氣體非常微量，部分昆蟲如黑水虻可處理畜舍產生的排泄物及墊料等，轉換成豐富的有機資源，且昆蟲屬無脊椎動物，並無人畜共通傳染病疑慮。因此，昆蟲蛋白作為食物或飼料原料是環境永續發展的選項之一。

作為動物性蛋白飼料的昆蟲種類，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、家蠅、蠶蛹及麵包蟲。

黑水虻(*Hermetia illucens*) 可常見在禽畜糞便中，因此被稱為廁所昆蟲。黑水虻可協助解決堆肥、含水量高及其它有機廢棄物等，轉

表一、常見食用昆蟲與食物營養成分：

昆蟲種類	蛋白質 (%)	脂肪 (%)
白蟻(<i>Macrofemes subhyalinus</i>)	38.4*	46.1
螞蟻(<i>Liometopum apiculatum</i>)	66.9	12.1
沙漠飛蝗(<i>Schistocerca gregaria</i>)	51.5	10.7
蠅蛆	60.9	0
蠶蛹	59-66	29-33
黃粉蟲(麵包蟲)	40-60	0
雞肉	73.2	23.2
豬肉	23.0	75.1
牛肉	81.0	14.9

*：數值指占乾重百分比。

換成有價值的生物質量，作為動物性蛋白質飼料，並可將高粗脂肪轉換成生質油。黑水虻本身含40%以上蛋白質與30%以上脂肪，是一種營養完整的飼料原料。根據研究報告黑水虻幼蟲可替代動物25%肉粉(Meat meal)及38%魚油。

家蠅幼蟲（蛆）54-60%為蛋白質，是熱帶國家家禽的重要動物性蛋白質來源。根據研究發現飼料含10-15%蛆，可以改善肉雞生長表現及肉品質。以蛆取代25%魚粉(Fish meal)試驗，雞隻每週增重及蛋白質利用效率是最高的。然而，家蠅蛆粉的貯存環境濕度過高，蛆粉容易滋生細菌及真菌而造成腐敗；此外家蠅成蟲是多種疾病的傳播源，因此生產階段的環境衛生需特別注意。

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，相當適合作為飼料原料。飼料中含6%蠶蛹取代魚粉餵與肉雞，結果顯示肉雞飼料採食量、增重、飼料轉換率、蛋白質效率及仔雞存活率表現優於魚粉處理組，且養殖成本明顯降低，顯示以蠶蛹作為雞禽飼料是極具經濟效益的一種新型動物蛋白質來源的新選擇。

俗稱麵包蟲的黃粉蟲(*Tenebrio molitor*)，其營養價值很高，被稱為「動物蛋白飼料之王」。蛋白質含量依幼蟲、蛹期及成蟲階段有所差異，約占乾重40-60%，且富含碳水化合物。其所含19種胺基酸是魚類飼料不可缺少的營養元素，維生素B2、維生素E、核黃素及不飽和脂肪等極為豐富，為飼養觀賞魚的理想餌料之一。麵包蟲幼蟲可以用低營養廢棄物飼養後餵與肉雞，具有取代傳統大豆粕飼料原料的潛力。

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

造成的緊迫及傳染病傳播，引起畜舍動物生產表現不佳、肉類產品供應不足及食安疑慮。因此，開發新型動物蛋白質飼料應該重視原料生產安全性及對禽畜健康是否具促進效果。蠶蛹除富含優質蛋白質及脂肪外，更具有內生性之抗菌肽，是兼具營養及機能性的昆蟲。

蠶蛹作為動物飼料之安全性評估

動物用飼料及飼料添加物製造來源及生產過程，多以國外進口原料混充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，令人憂心影響禽畜動物生長表現及肉品生產品質，使消費者對食品安全及對國產農畜產品的不信任。因此，動物飼料之安全生產，為開發新興飼料之重要環節，本研究檢測新鮮蠶蛹調製生產蠶蛹粉之農



圖一、蠶蛹是繅製絲綢的副產物。

藥及重金屬殘留，以確認保生產原料的安全性。檢測2個家蠶品系的蠶蛹，分別是單交種OJ03×OJ04及農民飼養的推廣品種國富×農豐。檢測結果：2個品系的蠶蛹粉在374項農藥品項下均無檢出。5項重金屬檢測結果：除銅驗出11.8及12.5 ppm外，其餘4種劇毒重金屬皆未檢出（表二及表三）。檢出銅含量回推添加於動物飼料中之比例，極微量銅對動物每日整體攝食量應不足以影響肉品生產安全。為

慎重起見，本研究將進行環境經濟動物試驗，再次確認蠶蛹蛋白質飼料對動物的安全無虞。

蠶蛹作為蛋白質飼料是蠶桑產業之副產物再利用，雖然國內蠶桑產業發展於民國80年趨於停滯，目前蠶蛹年產量約200公斤。然而近年來蠶桑朝向生技研發，包括生產禽畜用疫苗及蠶絲應用於化妝保養品及醫療素材等，為蠶桑新創事業開啓先端。在此新創契機環境下，多元開發蠶桑之利用價值，建構國內蠶蛹作為動物機能性保健飼料或飼料添加物，一來可減少動物飼料添加物原料進口及其成分之不確定性，以提升國內農畜產業健康及國人糧食安全，其二，可活化蠶桑產業，促使其多元發展，提高產業價值，創造在地就業機會，吸引年輕人返鄉從農，增加農村收入與經濟。

結語

在全球人口逐年激增的情勢下，人類對食物需求的壓力下。禽畜及水產養殖的蛋白質來源，為農業生產將面臨的挑戰。昆蟲富含蛋白質、脂肪、維生素及礦物質等，是動物食糧新興供給源。而蠶蛹是蠶桑產業繅絲紡織的副產物，其蛋白質占乾物重55%以上，25%以上脂肪，可提供人類或動物優質營養源，蠶蛹自發產生之抗菌肽及蠶蛹殼的幾丁質，防止動物腸道壞菌滋生，改善體內菌叢生態，提高動物腸道吸收能力及促進健康，減少飼養時疾病發生及抗生素使用，對肉品生產安全及環境生態有益。蠶桑事業全程無毒栽培管理，生產過程無排放有害物質，蠶蛹沒有農藥及重金屬殘留疑慮，作為動物蛋白質飼料是兼顧農業生產安全及環境永續發展典範之一。

表二、0J03 x 0J04 家蠶蠶蛹粉農藥及重金屬殘留檢測：

檢測項目	量測單位	結果	檢驗方法
農藥殘留	ppm (μg/g)		參考衛生福利部 1060831 部授食字第
374 項		未檢出	1061901690 號公告修正：食品中殘留農藥檢驗方法-多重殘留分析方法(五)。
重金屬殘留	ppm (μg/g)		依據衛生福利部 1030825 部授食字第
砷		未檢出	1031901169 號公告修正：重金屬檢驗報告總則。
鉛		未檢出	
鎘		未檢出	
汞		未檢出	
銅		11.8	

表三、家蠶推廣品種國富 x 農豐蠶蛹粉農藥及重金屬殘留檢測：

檢測項目	量測單位	結果	檢驗方法
農藥殘留	ppm (μg/g)		參考衛生福利部 1060831 部授食字第
374 項		未檢出	1061901690 號公告修正：食品中殘留農藥檢驗方法-多重殘留分析方法。
重金屬殘留	ppm (μg/g)		依據衛生福利部 1030825 部授食字第
砷		未檢出	1031901169 號公告修正：重金屬檢驗報告總則。
鉛		未檢出	
鎘		未檢出	
汞		未檢出	
銅		12.5	