

昆蟲作為畜產飼料之探討

◎東區分所／楊舜堯

前言

全球人口增加伴隨著對糧食需求的提升，且對肉類消費需求也持續增加。畜牧業生產使用了70%至80%的全球農業用地，為了飼養家畜禽而種植飼料作物占約全球農地33%。而畜牧生產的過程中必須使用豆粉及魚粉等蛋白質原料作為飼料成分，對於原料的巨大需求引發了環境議題，例如種植大豆涉及森林砍伐、破壞生物多樣性以及環境用藥等影響，且全球漁業資源枯竭，魚粉價格逐年上漲，為尋找更為永續的做法，鑒於昆蟲能將低價值的有機廢棄物（如動、植物性廢渣等）轉換成高品質的飼料原料，而可望成為飼料中蛋白質的替代來源。

昆蟲營養價值與優點

昆蟲的營養價值極高，可當作糧食或飼料，富含蛋白質與脂肪、優質 ω -3與 ω -6脂肪酸比例、礦物質，且具有些活性化合物能對動物產生正面影響並具有替代抗生素之潛力。幾丁質是昆蟲外骨骼的成分，在魚類、家禽及豬的試驗中，添加幾丁質能增強免疫系統、抑制病原菌、調節動物腸道菌相，且具有抗氧化、降血脂及降膽固醇等特性。此外，昆蟲的脂肪酸與抗菌肽能抵抗環境中微生物的侵害，如黑水虻幼蟲所富含的月桂酸具有抗菌性，餵飼動物時也能展現出效果。

對於環境方面，養殖昆蟲生產的溫室氣體和氨排放量少，對水和土地的需求低，因此對於環境影響較小。相較於動物，昆蟲的飼料轉化效率很高，推測原因是昆蟲體溫隨著環境溫度變化，不需消耗能量維持體溫，因此效率較高。且若是以農業副產物或食品副產物養殖昆蟲，更有機會能降低畜產業的碳足跡。

昆蟲應用於養殖業飼料

目前魚粉仍是水產養殖飼料中最佳蛋白質來源，在魚飼料中最高可添加至30%的全脂或脫脂蟲粉，而蟲粉應用在海水生物時，因昆蟲缺乏長鏈多元不飽和脂肪酸，需在飼養昆蟲的基質中添加這類脂肪酸。在家禽飼料中，蟲粉添加比例達30%時，可以完全取代豆粉或植物蛋白質來源，但如使用黑水虻，最佳添加量為10%，過量則可能影響家禽腸道組織。若使用黑水虻活體幼蟲，則能促進禽類自然覓食行為並減少啄羽行為，有益於家禽的健康與動物福祉。昆蟲應用在豬飼料的研究較少，其中使用麵包蟲或黑水虻來部分替代或全部替代豆粉及魚粉的比例為10%至20%，然而對豬而言，飼料中的蟲粉比例太高會導致消化率下降。在寵物產業中，則大多宣稱昆蟲成分對寵物的低致敏性而作為行銷亮點。

相關法規現況

昆蟲能以農業副產物、有機廢棄物及糞便等原料為食，但基於食品衛生與消費者觀感，僅能以乾淨衛生的副產物養殖昆蟲。歐盟的昆蟲來源產品的法規正逐漸規劃與實施，2018年歐盟公布可以製成飼料用的昆蟲包含黑水虻(*Hermetia illucens*)、家蠅(*Musca domestica*)、麵包蟲(*Tenebrio molitor*)、外米擬步行蟲(*Alphitobius diaperinus*)、家蟋蟀(*Acheta domesticus*)、短翅龍蟋(*Gryllodes sigillatus*)，以及牙買加田蟋蟀(*Gryllus assimilis*)共7種，為防止人畜共通傳染疾病藉由昆蟲飼料進入人類食物產業，限制昆蟲蛋白質只能餵飼水產動物與皮草動物，且規範可餵給昆蟲的動物性基質種類（魚粉、蛋品等），也禁止使用糞便、廚餘或其他廢棄物養殖昆蟲。在2021年歐盟放寬限制，可飼

料用昆蟲新增家蠶(*Bombyx mori*)，並允許昆蟲蛋白質使用在家禽與豬隻上，唯獨反芻動物尚未開放使用昆蟲蛋白質。臺灣則在110年公布的《可供給家畜、家禽、水產動物之飼料參考物質表》列舉蠶蛹、蜂蛹、蠅蛆、蚯蚓、麵包蟲、大麥蟲、孑孓、絲蚯蚓、紅蟲、蝗蟲可作為動物飼料，而黑水虻則需以植物性飼料養殖並製作成蟲粉，限使用於家禽或水產動物。

昆蟲生產成本

儘管昆蟲蛋白質具有營養價值且生產過程具有永續性，但目前昆蟲產量尚不能滿足畜產飼料的需求，而且昆蟲飼料的價格太高以至於難以和魚粉及豆粉競爭。Biteau等人(2024)推估，蟲粉價格為每公噸3,800-6,000美元，魚粉價格(2020至2023年)為每公噸1,400-1,800美元，豆粉價格(2023年)為每公噸500美元，因此蟲粉價格大約是魚粉的三倍及豆粉的十倍，且經濟合作暨發展組織(OECD)和聯合國糧農組織(FAO)預測未來幾年魚粉價格將下降。蟲粉價格昂貴之原因在於蟲粉的生產是昆蟲吃植物基質後再給動物當飼料，相較於植物基質直接餵給動物多了一個步驟，也造成營養與能量在轉換時損失。此外，昆蟲養殖最主要成本是當作餵飼基質的穀物副產物，然而穀物副產物也可作畜產飼料，因此昆蟲業者在購買成本上就需與畜牧業競爭。而在昆蟲養殖興起的歐洲國家，飼養昆蟲時則有保溫需求，在近年能源價格高漲的情況下，能源成本也對昆蟲生產成本影響也很大，因此近期仍難以看到昆蟲被大量應用在畜產飼料中，在臺灣昆蟲主要

作為寵物及水族動物的飼料或餌料。

結語

昆蟲蛋白質作為畜產飼料的替代來源，昆蟲蛋白質的養殖優勢在於高效飼料轉化與低環境影響，且能夠利用副產物和有機廢棄物的情況下，展現出對環境與永續發展的潛在貢獻。目前畜牧產業面臨飼養成本高昂、規模化生產挑戰及法規限制等瓶頸，若能透過技術開發、法規調適及市場推廣，昆蟲蛋白質或許能成為畜產飼料的新選擇，並為全球食物供應鏈的永續發展提供助力。

參考文獻

- 行政院農業委員會。2021。可供給家畜、家禽、水產動物之飼料參考物質表。
- 李春芳、蕭宗法。2018。2018年歐盟對飼料用昆蟲蛋白相關產品之規範介紹。農政與農情314：117-120。
- Biteau, C., T. Bry-Chevalier, D. Crummett, R. Ryba and M. St. Jules. 2024. Insect-based livestock feeds are unlikely to become economically viable in the near future. Food Hum 3:100383.
- Van Huis, A., L. Gasco. 2023. Insects as feed for livestock production. Science. 379: 138-139.
- Vauterin, A., B. Steiner, J. Sillman, H. Kahiluoto. 2021. The potential of insect protein to reduce food-based carbon footprints in Europe: The case of broiler meat production. J. Clean. Prod 320:128799.



▲圖1. 市面販售之黑水虻蟲乾寵物食品



▲圖2. 麵包蟲幼蟲