本文由科學生科普閱讀課程授權提供，原文刊載於泛科學
教材由學習吧LearnMode團隊製作

以後月底不吃土，吃蟲？

吃蟲—以蟲為食？（上）

適用國中自然【七上】生物體的營養

【以後月底不吃土】吃蟲？——以蟲為食（上）

世界糧食存量拉警報，畜牧產品價格漸漸上漲，同時你的錢包君仍然過瘦的現在……農作物大敵秋行軍蟲還來「trick and treat」！

該怎麼辦呢？

何不試試吃蟲？順便消滅秋行軍蟲？！

能吃的東西這麼多，吃蟲是個好選擇嗎？

聯合國糧食及農業組織（FAO）報告指出，地球需要再增加目前糧食產量的 70%，才能供給 2050 年全球的 90 億人口。其中肉類年產量需增長 **2 億噸以上**，糧食安全存量才能達標。但是全球碳排過量的現在，我們已沒有餘力承受畜牧產生的碳足跡與環境影響了。

（2006 年出版的《畜牧業的巨大陰影》刊物提及，光西半球的養殖業就要消耗全球 85% 的大豆來製作飼料（Stamer 2015）。）

為了提供未來十年預計增長的 2～3 百萬人口足量的蛋白質，科學家早已

開始找尋不同蛋白質的來源：

1. **黃豆**、**豌豆與花生等植物性蛋白**：市面常見，發展成熟，但營養價值稍遜動物性蛋白。
2. **微藻**、**螺旋藻**：近幾年替代蛋白不錯的選擇。這兩種藻類除了成長快速；養殖方式對環境友善，還含有機能性成分。不過細胞壁較難消化，且種植過程容易受到重金屬汙染。
3. **蕈類**：方便種植、收成，消費者接受度高，但是蛋白質含量相對較低。

4. **人造肉**：近年興起，來自培養皿的人造肉則是訴求乾淨無汙染，不用施打抗生素，且沒有動物因此死亡，但是目前生產成本高，外觀與口感也因沒有脂肪散佈而與真肉有差異，影響消費者觀感與接受度。

那麼食用昆蟲呢？

昆蟲蛋白屬於動物性蛋白，含有完整的人類必需胺基酸，2013 年 FAO 的《可食用昆蟲》報告指出全球有約 28% 人口以各生長階段的昆蟲為食，其中有些地區將之當作飢荒食物（famine foods）——在糧食短缺的時候或雨季及時提供蛋白質，熱量，微量元素與維生素等營養。

再從養殖面來看，由於冷血動物需要的熱量較少，昆蟲「飼料換肉」的效益很高。養成一公斤雞肉需要 2.5 公斤飼料；豬肉要 5 公斤；牛肉則要 10 公斤，而一公斤的可食活蟋蟀，**只要 1.7 公斤**飼料，更甚者，部分昆蟲可以農產品廢棄物為食，不僅成本低，還可以減少剩食問題。此外，飼養過程中養殖場使用面積；水與殺蟲劑用量都較現行畜牧業少。

綜上所述，食蟲符合了**環境可持續性**（sustainable），**健康營養**（healthy），**經濟實惠**（affordable），**供應穩定**（reliable），**美味**（palatable）**五個要點**（SHARP），因此，昆蟲被認為是傳統畜牧業的

良好未來替代品。（Laura, R.. 2016）

你我都聽過的都市傳說：「吃到蟲就當作補充蛋白質！」所以昆蟲真的營養嗎？

上圖比較了常見的食用昆蟲與傳統肉品中的營養素。傳統肉品營養素比例相近，無論豬、牛、雞、魚肉，蛋白質都約占 20%，脂肪也都在 7 至 15% 之間。但是昆蟲的營養素比例變異卻相當大。若以營養價值指標（Nutrient Value Score）[3]比較蟋蟀、棕櫚幼蟲、黃粉蟲與常見肉類牛、

雞肉，結果發現前三者更為健康，其他昆蟲則沒有顯著差異（Payne, *et. al.*, 2016）。

德國科學家 Rumpold 與 Schlüter 曾在 2013 年整理了 236 種昆蟲的營養分析，並比較了各種昆蟲之間及昆蟲與傳統肉類的蛋白質、脂肪、纖維、碳水化合物與灰分含量佔比。以下根據是次研究成果分為蛋白質、脂肪與熱量、纖維三大類討論：

1. 蛋白質

如前文所述，昆蟲有高品質蛋白，不過含量變異大。以囊括各種甲蟲的鞘

翅目為例，平均蛋白質含量在 41%，範圍在 8.85～71.10% 之間。而昆蟲蛋白質與植物蛋白的品質相比，昆蟲蛋白質包含所有種類的必須氨基酸，且胺基酸組成完整，符合人體需求。此外，它的消化率約在 76～96% 之間，比植物性來源蛋白高，更只比牛肉（98%）、雞蛋（95%）低一些。除了食用價值，以昆蟲飼養動物研究結果顯示，昆蟲蛋白質不存在限制生長的抗營養因子，且昆蟲蛋白可提高礦物質的生物利用率。而昆蟲蛋白衍生的機能性胜肽展現的抗高血壓、免疫調節、抗菌與抗氧化效果也開始受到注目，期望後續能應用在人體與動物營養、食品保存等領域。

2. 脂肪與熱量

昆蟲的熱量與傳統肉品相比，有過之而無不及，其中幼蟲與蛹的階段熱量又比成蟲高，範圍約在 217～777 kcal / 100g。脂肪含量範圍則從 7～77% 不等，並含有豐富的單元與多元不飽和脂肪酸。其中包含的亞麻油酸與次亞麻油酸，為人體合成 DHA 之前驅物質。[1]有一些昆蟲脂肪還有功能特性，例如黑水虻幼蟲含有的月桂酸和月桂三甘油酯具有的抗菌，病毒效果，也有機會應用於食品保鮮或製作機能性成分。

3. 纖維

昆蟲纖維含量在 0.1～29% 不等，最常見的形式是存在於昆蟲外骨骼中的不溶性幾丁質，在人體腸道中難以消化，可當作膳食纖維。鐵、鋅與鈣的含量較牛、豬或雞肉多，也含有維生素 B 群，A、D、E、K 與維生素 C，很適合當作日常營養補給的營養來源（Kouřimská, *et. al.*,2016）。[2]

現今昆蟲食品所面臨的障礙：食蟲百利，法律規範、大眾知識卻還沒跟上許多國家現在仍有食蟲習慣，但是不少已開發國家並不樂見昆蟲出現在食物裡，且將蟲類視為病菌傳染媒介，立法限制食物中昆蟲殘骸和蟲卵污染

量。如美國食品藥物管理局規定每 100 公克巧克力中不得含有超過 60 片昆蟲碎片；咖啡豆所含的昆蟲量不得超過 10%；果汁飲料中不得含有超過 5 顆蒼蠅卵等，讓昆蟲食品上市面臨限制。

也有國家認為昆蟲是新穎性食品或食品添加物，要進一步變成能上市販售的普遍食品材料，要配合微生物，化學與環境等多方面研究，進行風險評估核可與制定相關的法規作規範管理。

近期美國已准許販售整隻昆蟲，但是新型昆蟲衍生產品則被視為食品添加

劑，需進行成分安全評估。歐盟雖較嚴苛地將食用昆蟲視為新穎性食品規範，但是盟內各國步調不一，不少接受度高的國家皆放寬處理，如比利時、德國與荷蘭已有昆蟲食品於市面上販售。台灣雖然批准 11 項昆蟲及其來源製取之原料可做食品原料使用（包括花粉、紅蚯蚓、蜂王乳、蜂王漿、蜂蛹、蜂蜜、蜂膠、蜂膠樹脂、蜂蠟、擬黑多刺蟻及蠶絲蛋白）但對昆蟲蟲體相關產品尚無法規規範，未來也不排除歸類於新穎性食品。

除了分類管理問題，產業經營也有許多要注意的地方：

昆蟲來源：若是採野外捕捉方式，就必須考慮永續經營；人工飼養則要有相關技術與配套的隔離方法，避免以昆蟲為媒介的傳染病，並控制蟲子熟成步調一致，穩定品質，才能形成大規模產業。而且無論以哪種方式取得昆蟲，都得注意環境中可能產生的重金屬污染與藥劑殘留。此外，來源與產地都將牽動全球的昆蟲貿易與產業鏈發展，不可輕忽。

飼料：應避免同種加工蛋白質餵養的風險，以免類似普利昂蛋白引發狂牛症，或是儲存不當的有機廢棄物產生質變等問題。

加工製造：得了解食用昆蟲的鑑定與食用方法等知識，預防攝入部分昆蟲含有的天然毒素；未去除足部的蚱蜢或蝗蟲引起的腸胃不適等風險。不同蟲體的物化特性直接影響到加工方式，還有萃取與濃縮後須了解食用安全性。

另外，昆蟲蛋白可能還摻假問題，如額外使用皮革粉、羽毛粉等，蛋白含量高不等於動物源蛋白含量高。

產品推廣與食用注意事項：畢竟多數人沒有食蟲習慣，甚至對昆蟲充滿陌

陌生與恐懼，因此上市前的感官品評與營養價值分析很重要，食品規範、包裝規範也需建立準則。尤其要注意昆蟲與許多其他節肢動物（如蟎蟲、甲殼類動物及軟體動物等）為類似過敏原，應標示可能產生過敏的訊息。才能減少風險並博得消費者信賴。

近年生命福祉意識抬頭，收成前讓蟲子挨餓的清腸步驟，或密集飼養等道德福祉議題，也都可能影響消費者對昆蟲食品的接受度。

本文討論了食蟲的各種優點；分析了昆蟲的營養價值；也提出了目前推動食用昆蟲面臨的問題，下篇〈吃蟲進行式：昆蟲食品的新奇之路——

昆蟲會成為未來糧食革命的主力嗎？（下）〉將正式帶你了解為了讓昆蟲好吃，世界各地做了多少努力，現在世界各國又有哪些已上市的「含蟲食品」，也許你也曾吃過喔！

註解：

熱量多寡取決於脂肪的比例，脂肪酸組成的比例則受到種類、生長階段、飲食、環境溫度、休眠或遷徙有關。

除了測定方法與品種會影響到各項數值外，由於昆蟲的生命週期短，不同

發育階段的同種昆蟲的營養組成都可能不一樣，飼料與產地造成的差異也較顯著。

營養價值指標（Nutrient Value Score）：聯合國世界糧食計劃署開發，根據各種食物含有的營養素組成與微量元素含量為依據，以互相比較何種食用起來比較有益健康的一種評分工具（請參考附表，不同國家也會使用不同的評比標準）

參考資料：

論文：

1. Elhassan, M., Wendin, K., Olsson, V., & Langton, M. (2019). Quality aspects of insects as food—Nutritional, sensory, and related concepts. Foods, 8(3), 95.
2. Kouřimská, L., & Adámková, A. (2016). Nutritional and sensory quality of edible insects. NFS journal, 4, 22-26.
3. Laura, R.. (2016). Taste: The infographic book of food. Great Britain: Aurum Press.
4. Jansson, A., & Berggren, Å. (2015). Insects as food-something for the future?.
5. Musundire, R. (2014). Bio-active compounds composition in edible stinkbugs consumed in South-Eastern districts of Zimbabwe.

6. Payne, C. L. R., Scarborough, P., Rayner, M., & Nonaka, K. (2016). Are edible insects more or less ‘healthy’ than commonly consumed meats? A comparison using two nutrient profiling models developed to combat over-and undernutrition. European journal of clinical nutrition, 70(3), 285.
7. Rumpold, B. A., & Schlüter, O. K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. Molecular nutrition & food research, 57(5), 802-823.
8. Stamer, A. (2015). Insect proteins—a new source for animal feed: The use of insect larvae to recycle food waste in high-quality protein for livestock and aquaculture feeds is held back largely owing to regulatory hurdles. EMBO reports, 16(6), 676-680.

報導：

1. 〈吃蟲救地球？歐盟從食安、飼料管理、戴奧辛殘留到動物福利，都需規範〉，上下游
2. The connoisseur’ s guide to edible insects,Western
3. Cricket Protein: the New Food Frontier Is Here Already, CRICKSTER
4. 〈未來新食機——食用昆蟲發展的 4 項觀察〉，經濟部技術處
5. 〈全世界有 20 億人口把昆蟲當食物的一種，他們會是未來食物新趨勢嗎？〉，關鍵評論網
6. 〈蠶蛹作為動物性蛋白質飼料原料之安全性評估〉，苗栗區農業專訊第 83 期
7. 〈251 萬噸的豬料市場空間，昆蟲蛋白為何難以進入？〉，南方農村報
8. Insects as a more sustainable protein source, December 11, 2018 By Jorn Trommelen, Nutrition Tactics