

食用昆蟲的營養概況與加工應用

昆蟲已被認為是一種含有豐富營養成分的食品，已知的可食用昆蟲種類繁多，正式列出的物種超過 2,000 種，因此，食用昆蟲被認為是解決糧食危機，作為糧食生產可持續性的方案之一。

儘管昆蟲物種之間存在差異，但昆蟲類產品通常含有高蛋白質之特性，蛋白質含量從非洲棕櫚象鼻蟲(*Rhynchophorus phoenicis*)的 31%、乳木果樹毛蟲(*Cirina butyrospermi*)的 64%不等，其中每單位乾重的乳木果樹毛蟲和家蠅(*Musca domestica*)的蛋白質佔比(%)甚至超過了牛肉，顯示昆蟲作為蛋白質來源的潛力。此外，一些昆蟲種類的胺基酸組成已被證明含有高比例的必需胺基酸。數種非洲流行的食用昆蟲，包括非洲棕櫚象鼻蟲和非洲白蟻(*Macrotermes bellicosus*)，已被證明可以補強部分穀物等食品中含量極不足的必需胺基酸。

優質脂肪來源：

部分食用昆蟲的脂肪含量低，例如黑水虻(*Hermetia illucens*)、家蠅和乳木果樹毛蟲分別只有 18.0%、11.5%和 12.2%的脂肪量，脂肪量雖低，但是許多可食用昆蟲也可以是優質脂肪的來源，多數都含有對健康有益的不飽和脂肪酸。以脂肪含量超高的非洲棕櫚象鼻蟲為例，雖然脂肪含量高達 65%，但其中單元不飽和脂肪酸占 42%。而單元不飽和脂肪酸被認為是有益健康的，例如富含單元不飽和脂肪酸的橄欖油及芥花油，因此昆蟲油脂可成為健康油脂的來源之一。

含微量礦物質：

許多可食用昆蟲富含微量礦物質如銅、鐵、鎂、錳、磷、硒和鋅，以及核黃素、泛酸、生物素等微量營養素，是一種富含微量營養素的食物。另外，在幾種可食用昆蟲物種中，鐵和鋅的含量佔比(%)優於牛肉，可算是優質營養食品之一。

加工應用-研磨成粉：

研究報告指出，消費者對食用原形昆蟲食品的接受度低，與其味道和蟲體質地有關，故也有將昆蟲研磨成粉末或從昆蟲中萃取成分摻入到熟悉的主食中，有助於減輕負面觀感，可能是消費者能更廣泛接受的潛在途徑。

昆蟲粉的製程通常是將整個昆蟲脫水或烘烤後，將它們研磨成細粉。然而，存在於這些昆蟲細粉中的蛋白質的加工功能特性(例如乳化、起泡、溶解性等)，可能會由於幾丁質和蛋白質相互作用而受到影響，從而限制了昆蟲粉在食品配方中的應用。因此，科學家們開發可以將幾丁質與昆蟲蛋

白質分離的方法，包括以蛋白酶水解蛋白質的胜肽鍵、熱處理、溶劑萃取或酸/鹼反應，產生游離胺基酸，另外通過降低其分子量、增加極性基團以及其他分子構型變化，可以修飾及影響昆蟲蛋白質之加工特性，以拓展昆蟲粉的應用。

資料來源：

The Nutritional Profiles of Five Important Edible Insect Species From West Africa. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2021.792941/full>

Processing insects for use in the food and feed industry.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214574521000869>