

蟲草全株利用技術套組

撰文/邱薰誼·黃學聰·林傳順

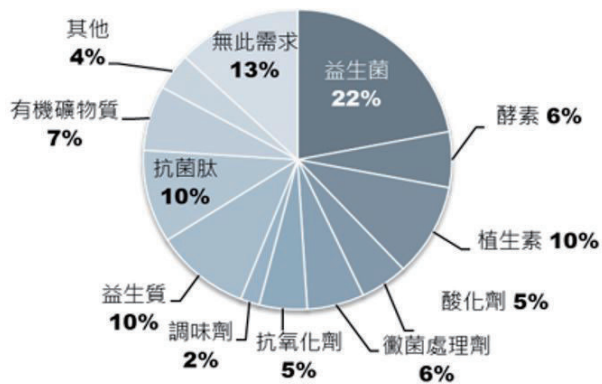
根據 2020 年聯合國《世界人口展望》報告指出，全球人口預計於 2050 年達到 99 億，比 2020 年目前的 78 億人口增長 25% 以上。隨著人口的增加，畜產品之需求量及消費量也逐漸增加。生產者欲透過集約式養殖提高單位產能，但氣候變遷、高飼養密度乃至於疫病風險都可能使畜禽長期面臨緊迫或處於高敏感狀態，進而導致免疫力低下、腸道受損及菌相失衡，使畜禽生長緩慢甚至受病原感染而死亡，因此於飼料中添加低劑量含藥物飼料添加物進行動物保健或生長促進，但考量微生物可能產生抗藥性及抗生素殘留等因素，各國陸續推動減用或停用預防性含藥物飼料添加物的品項，為了避免無抗生素之作用而可能會降低畜禽之生長性能，或致使免疫力下降、對消化道產生損害 (Richert J. A., 2017)，進而降低農民之利益，因此業者目前急需開發安全、有效、品質穩定且可商業化生產的替代性飼料添加物，其中不乏維生素、酸化劑、微生物、胘肽、酵素、核酸、基改微生物及其衍生物、天然植物及等同天然有效成分等類型。MarketsandMarkets 報告調查顯示，2018 年全球飼料添加物市場規模推估約 330 億美元，並將以 CAGR 6.1% 持續成長，至 2023 年可達約 443 億美元，其中家禽用之飼料添加物為市場大宗佔 44.9%，其次為豬隻 (25.2%)。我國 2019 年飼料總供應量達約 863 萬噸，若機能性飼料添加物以新台幣 450 元 / 每噸飼料計算，推估其市場規模約近新台幣 38.8 億

元。而據財團法人農業科技研究院飼料添加物產學研聯盟調查，目前飼料及飼料添加物相關業者開發中或尋求合作產品項目中益生菌佔 22%，植生素、益生質、抗菌肽皆佔 10%，在未來規劃開發項目中植生素則增加至 16% (圖一)。

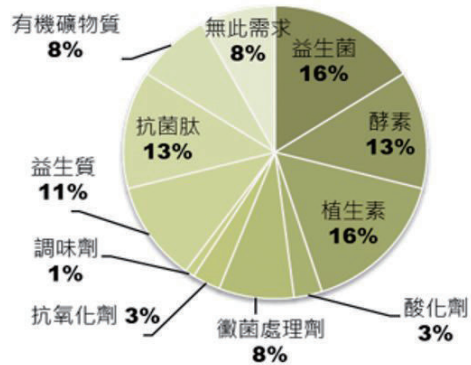
蟲草簡介

蟲草做為人類保健食品歷史已久，而蛹蟲草 (*Cordyceps militaris*)，又稱北蟲草或黃金蟲草，是衛福部列於可供食品使用原料一覽表中建議可用兩種蟲草之一，另一種為冬蟲夏草 (*Ophiocordyceps sinensis*)，然而冬蟲夏草受限於產地及培養條件，冬蟲夏草子實體於台灣生產的優勢遠低於蛹蟲草。由於蛹蟲草可藉由人工培養方式進行生產，因此具有極大的潛力可開發作為保健食材及飼料添加物。人工栽培蛹蟲草的方法主要有固態栽培與液態栽培兩種模式，本技術套組以固態栽培，基質具有生產操作簡易與均一等優勢，並分析子實體產量與機能性成分含量，以建立最佳的栽培與基質條件。蛹蟲草子實體生長發育的速度和生物活性物質的產出量多寡，同時受內部和外部因素所影響，內部因素為菌株的遺傳特性，不同菌株其子實體能否順利出菇、生長及形態外觀與機能成分等均所不同。而外部因素為培養基及各種環境條件，如培養基內的配方、含水量、pH、量及環境的溫度、濕度、光照等因素，內外因素均穩定符合才能讓子實體和生物活性物質正常生長與生產。目前除了台灣，蛹蟲草於中國大

現況趨勢



未來規劃開發產品



資料來源：財團法人農業科技研究院飼料添加物產學研聯盟平台調查；財團法人農業科技研究院產發中心整理。

圖一 我國台灣飼料及飼料添加物產品現況及未來趨勢

陸及日本等均可作為食品流通，市場以中國大陸為最大，2018年中國大陸蛹蟲草產量至少9,000噸，產值達100億人民幣；台灣2018年蟲草真菌（蛹蟲草、冬蟲夏草）單方年產值達4億新台幣。根據國內網購平台調查顯示，消費者普遍對蛹蟲草子實體陌生，46%膠囊類蟲草保健品為單方，但蟲草保健飲品類僅10.38%為單方；34%消費者可以接受價格合宜的蟲草保健品。

技術建立

全世界蛹蟲草產量超過百萬噸，這些素材富含極高營養源與機能指標，因此具潛力做為飼料添加物或動物保健品。透過「伴侶動物保健食品及飼料添加物之研發與認證推動策略規劃」計畫組成跨機構合作團隊，共同合作研發建立蟲草全株利用技術套組，利用篩選專利菌株、建立生產技術及進行動物功效與田間試驗驗證，探討蛹蟲草素材作為飼料添加物於離乳仔豬生長性能、免疫能力及糞便性狀的應用效益。

（一）蟲草子實體生產技術

研究團隊於蛹蟲草菌株庫中進行具有產品化開發潛力之菌株篩選，並透過環境控制建立蛹蟲草子實體生長調控技術（圖二），技術涵蓋：1. 篩選可栽培生長子實體的潛力菌株；2. 利用固液態基質混和比例調控，建立調控子實體型態方法；3. 以不同的栽培方式調控，調整機能成分含量。並建立價值區



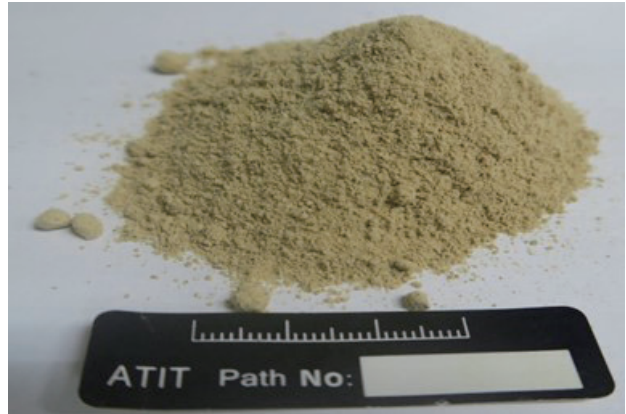
資料來源：財團法人食品工業發展研究所。

圖二 環控栽培之蛹蟲草菌株

隔的加值技術，透過培養基配方的調整，不但可改變蛹蟲草子實體外觀使之更具市場競爭力，同時可使蛹蟲草生長更加均勻整齊，並與原始相比可增產 58% 以上。在機能成分的部分，與傳統白米培養相較，透過培養基配方條件，分別可提升蟲草素 89% 以上、麥角固醇 52% 以上，及提升其他機能性成分。

（二）蟲草基質於飼料添加物之應用

家畜禽飼養期間，動物年幼階段容易因為來自母體的移型抗體減少、食物型態改變或者併欄造成的緊迫，而使得豬隻免疫保護力低下，進而影響其生長表現。因此，業者開發飼料添加物時會針對此階段的動物研發促進免疫調節能力類型的保健產品。蟲草含有蟲草素 (cordycepin)、核苷類 (nucleosides)、多醣 (polysaccharides)、生物鹼 (alkaloids)、胺基酸 (amino acid)、麥角固醇 (ergosterol)、蟲草酸 (甘露醇: mannitol)、多肽 (polypeptides)、總多酚 (total polyphenols)、酵素及微量物質等活性成分，具有免疫調節、腸胃功能改善、降血糖、降血脂、抗疲勞、抗氧化、抗發炎、抑制腫瘤增生及防止血栓形成等多種生理活性功效 (Brown *et al.*, 2011, Cheng *et al.*, 2016, Pellati *et al.*, 2004)，因此具有發展為飼料添加物的潛力。為了貼近畜牧生產者實際使用情況，研究團隊於商業牧場以一般商用 LYD 三品種離乳仔豬進行田間試驗，餵飼離乳仔豬經過配方技術開發之蟲草基質飼料添加物產品 (圖三)，並於試驗期間針對生長性能、免疫指標及糞便性狀進行檢測 (圖四及圖五)。經過離乳仔豬田間實際測試發現，在生長性能分析方面，於飼糧中添加蟲草飼料添加物不會造成豬隻適口性問題，且能提升豬隻體重 9.5%、日增重 11.7%、日採食 11%，並改善飼料換肉率 0.7%，離乳仔豬離乳後容易發生生長遲滯現象，透過於飼糧中添加蟲草添加物產品可延緩此現象，甚至具有提升離乳仔豬生長表現的效果。在下痢率分析方面，仔豬容易因為早期離乳使得消化系統未完全發育，再加上離乳後食物來源的改變及與其他仔豬的併欄管理，種種因



資料來源：財團法人農業科技研究院飼料添加物產學研聯盟。

圖三 蛹蟲草基質飼料原料



資料來源：財團法人農業科技研究院飼料添加物產學研聯盟。

圖四 產品田間試驗



資料來源：財團法人農業科技研究院飼料添加物產學研聯盟。

圖五 仔豬生長性能檢測

素可能造成的緊迫而導致下痢情況發生，而透過試驗發現餵飼蟲草飼料添加物產品之豬隻並無下痢情況發生，有利於仔豬生理健康。在免疫分析方面，蟲草飼料添加物有增加離乳仔豬血清中免疫球蛋白濃度之趨勢，可分別增加免疫球蛋白 IgM 及 IgG 濃度 28.8% 及 21.4%，表示蟲草飼料添加物可提升離乳仔豬免疫能力，此結果與 Boontiam *et al.* (2020) 研究成果有相同之趨勢。而牧場的臭味防治為畜牧產業關注的環境指標，在糞便性狀分析方面，糞便氣味分析中，發現蟲草飼料添加物組的豬隻糞便氣味降低，其中糞便硫化氫濃度約降低 38.7%，降低糞便臭味有利於改善畜禽飼養環境，友善鄰里。在血液生化分析方面，發現本試驗配方有降低血脂之趨勢，對肝、腎功能無不良影響，與其他研究文獻趨勢相似，添加蟲草飼料添加物可改善豬隻生長性狀、降低肝功能指數 (AST、ALT) 及血液中三酸甘油酯 (Cheng *et al.*, 2016)，提高肉雞脛骨鈣含量 (Han *et al.*, 2015)，於伴侶動物還可使腎功能損傷程度顯著下降及促進腎小管再生 (Yin *et al.*, 2007)。本技術以蟲草基質加值開發，經田間試驗驗證具發展為飼

料添加物產品之潛力。且利用蟲草基質作為飼料添加物可提升蟲草全株利用率 91%，達到農業全株利用的目標。本技術套組致力於提高產品經濟效益的競爭力，每噸飼料使用成本可降低 20%-60%，具商品化優勢。

結語

蟲草全株利用技術套組應用領域甚廣，除了開發人類保健產品及經濟動物飼料添加物產品，亦有利於延伸應用於伴侶動物保健產品。近幾年國內寵物飼養風氣盛行，然而因為台灣氣候高溫多濕，容易引發寵物過敏或免疫失調，且隨著動物照護觀念的提升，伴侶動物逐漸與社會人口一樣有邁向高齡化的趨勢，因此飼主對伴侶動物保健產品越來越重視。蟲草全株利用技術套組經田間試驗驗證具強化動物之免疫保護力、促進生長及降低糞便臭味等效果，在經濟動物及伴侶動物產業應用上皆具有潛力發展為多元化動物保健產品。

AgBIO

邱薰諒 財團法人農業科技研究院 研究助理
黃學聰 財團法人食品工業發展研究所 研究員
林傳順 財團法人農業科技研究院 副所長

參考文獻

1. 李盼、余祚暉、林傳順、林俊宏、林瑞蓮 (2018) 國際替代抗生物質飼料添加物使用風險評估制度概況分析。農業生技產業季刊, 54:1-13。
2. 張慕慈 (2020) 蟲草全株利用技術套組。2020 農業科技商機發表會, 69-94。
3. 黃學聰 (2017) 蟲草副產物之多元應用。經濟部科技專案成果。生物資源保存及研究簡訊, 30(2):3-7。
4. Boontiam, W., Wachirapakorn C. and Wattanachai S. (2020) *Growth performance and hematological changes in growing pigs treated with Cordyceps militaris spent mushroom substrate*. Veterinary World, 13(4): 768-773.
5. Brown, P. N., Chan M., Paley L., Betz J. M. (2011) *Determination of major phenolic compounds in Echinacea spp. raw materials and finished products by high-performance liquid chromatography with ultraviolet detection: single-laboratory validation matrix extension*. J AOAC Int, 94(5):1400-10.
6. Cheng, Y. H., Wen C. M., Dybus A., Proskura W. S. (2016) *Fermentation products of Cordyceps militaris enhance performance and modulate immune response of weaned piglets*. South African Journal of Animal Science, 46(2):121-128.
7. Han, J. C., Qu H. X., Wang J. G., Yan Y. F., Zhang J. L., Yang L., Zhang M., Cheng Y. H. (2015) *Effects of fermentation products of Cordyceps militaris on growth performance and bone mineralization of broiler chicks*. Journal of Applied Animal Research, 43(2):236-241.
8. Huang B. W., Chiang M. T., Yao H. T., Chiang W. (2005) *The effect of adlay oil on plasma lipids, insulin and leptin in rat*. Phytomedicine, 12(6-7):433-9.

參考文獻

9. Huang D. W., Kuo Y. H., Lin F. Y., Lin Y. L., Chiang W. (2009) *Effect of Adlay (Coix lachryma-jobi L. var. ma-yuen Stapf) Testa and its phenolic components on Cu²⁺-treated low-density lipoprotein (LDL) oxidation and lipopolysaccharide (LPS)-induced inflammation in RAW 264.7 macrophages.* J Agric Food Chem, 57(6):2259-66.
10. Lee M. Y. *et al.* Anti-tumor and anti-inflammatory activity of the methanol extracts from adlay bran. (2008) Food Sci. Biotechnol, 17(6): 1265-1271.
11. Mousa H. A. (2017) *Prevention and treatment of influenza, influenza-like illness, and common cold by herbal, complementary, and natural therapies.* J Evid Based Complementary Altern Med, 22(1):166-174.
12. Ou T. T., Kuo C. Y., Chyau C. C., Lee H. J., Peng J. S., Wang C. J. (2013) *Improvement of lipopolysaccharide-induced hepatic injuries and inflammation with mulberry extracts.* J Sci Food Agric, 93(8):1880-6.
13. Pellati F., Benvenuti S., Magro L., Melegari M., Soragni F. (2004) *Analysis of phenolic compounds and radical scavenging activity of Echinacea spp.* J Pharm Biomed Anal, 35(2):289-301.
14. Population Reference Bureau (PRB), From <https://www.prb.org/2020-world-population-data-sheet>.
15. Richert, J. A. (2017) *Effects of Cordyceps Militaris and Cordyceps Sinesisus on nursery pig performance.* Purdue University.
16. Sharma M., Schoop R., Hudson J. B. (2009) *Echinacea as an anti-inflammatory agent: the influence of physiologically relevant parameters.* Phytother Res, 23(6):863-7.
17. Vimalanathan S., Schoop R., Suter A., Hudson J. (2017) *Prevention of influenza virus induced bacterial superinfection by standardized Echinacea purpurea, via regulation of surface receptor expression in human bronchial epithelial cells.* Virus Res, 233:51-59.
18. Woelkart K., Marth E., Suter A., Schoop R., Raggam R. B., Koidl C., Kleinhappl B., Bauer R. (2006) *Bioavailability and pharmacokinetics of Echinacea purpurea preparations and their interaction with the immune system.* Int J Clin Pharmacol Ther, 44(9):401-8.
19. Yeh P. H., Chiang W., Chiang M. T. (2006) *Effects of dehulled adlay on plasma glucose and lipid concentrations in streptozotocin-induced diabetic rats fed a diet enriched in cholesterol.* Int J Vitam Nutr Res, 76(5):299-305.
20. Yin, H. P., Xiao-bo L. V., Xi C. (2007) *Chinese Journal of Bioprocess Engineering*, 2007-04.