

黑水虻在友善農耕上之 開發與應用

梁世祥^{1,*}、楊庭豪²、王思涵³

¹ 行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所助理研究員。台灣 苗栗縣。

² 有限責任苗栗縣有機良食生產合作社田間管理員。台灣 苗栗縣。

³ 行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所副研究員兼畜產科技系主任。台灣 苗栗縣。

* 聯繫人 e-mail: shliang@mail.tlri.gov.tw

摘 要

黑水虻是環境友善的資源昆蟲，幼蟲能消化轉換各種類型的有機資源物，是自然界的腐食性生物。幼蟲因富含動物性蛋白質和動物性脂肪酸，是很好的飼料與油脂原料。有機資源物經過黑水虻轉化形成的虻糞，是良好的天然土壤改良資材。本研究於 2010 年在苗栗縣西湖鄉誘引黑水虻雌成蟲產卵，逐步建立應用黑水虻處理畜禽有機資源物的養殖管理操作，2017 年將乳牛糞經過黑水虻轉化後的虻糞土壤改良資材，應用在一期有機水稻台中秈 10 號耕作，結果顯示施用虻糞資材的試驗田區，其稻作產量少於對照田區 6.5 %，推測由於虻糞資材質地細緻較輕，灌水時會隨著水流移動，除了造成施用效果不均勻，也因流出試驗組田區而造成誤差。本次試驗提供虻糞土壤改良資材田間應用初步成果，未來針對更多不同類型有機資源物，經過黑水虻處理後的虻糞資材，建議於造粒後進行田間試驗，期能建立永續友善的土壤改良資材在農耕管理上應用。

關鍵詞：友善農耕、黑水虻、資源昆蟲

引 言

隨著全球人口增長，生活水準提高，經濟實力增強，有能力消費更優質的動植物性蛋白質食物，也產生更多的剩餘食材、過期食物或餐廚餘等。全球預估在 2050 年畜



牧業的生產量，相較於 2000 年會增長 2 倍，伴隨著養殖經濟動物對飼料需求增加，造成飼料原物料成本增高，也產生更多的農畜剩餘資材需要有效處理。目前的研究成果顯示，應用黑水虻對農畜剩餘資材進行效率處理，能減少溫室氣體的排放，相較於傳統微生物堆肥方法，能降低全球暖化潛勢值達 47 倍 (Mertenat *et al.*, 2019)，顯示資源昆蟲黑水虻的應用，能達成資源再生、農畜生產和環境保護三贏的永續農畜經營理念。

臺灣由於地狹人稠，土地成本較高，畜禽產業每年約產生 1 千萬公噸的畜禽剩餘資材，目前主要藉由微生物堆肥方法去化，但需要較多的土地空間與堆置時間，因此各種解決畜禽剩餘資材的方法，不斷被發展起來，像是利用蚯蚓、昆蟲 (Rehman *et al.*, 2017) 與藻類分解，或做為固態衍生性燃料再利用。黑水虻在臺灣的應用研發，主要由畜產試驗所新竹分所 (以下稱畜試所新竹分所) 從 2010 年開始推展，陸續產出「黑水虻小規模養殖技術」、「黑水虻誘引技術」、「以益生菌醱酵豆渣供作黑水虻培養基質調製技術」、「黃金水虻養殖技術」、「黑水虻量產養殖技術」和「水虻式廚餘桶操作管理技術」6 項技術，移轉業界應用。

應用黑水虻將有機資源物轉化為其他各種產品或加工原料的轉換過程，可定義為生物精煉，得到的產物依其附加價值從高到低，分別可以製成生醫材料、藥品、化學品、食品、飼料添加物、飼料、肥料、燃料或能源等，例如創傷敷材、抗菌肽、黑色素、月桂酸、昆蟲蛋白、幾丁聚醣、土壤改良資材或生質柴油等 (Wang *et al.*, 2017)。依照行政院農業委員會 104 年 12 月 2 日農牧字第 1040043250A 號公告，黑水虻為可供給家畜、家禽、水產動物之飼料，2016 年經動植物防疫檢疫局委託國內專家學者評估黑水虻生物安全風險極低，應用在農牧產業應屬可行。惟為避免、控制及根除傳染性動物間或人畜共通之病原傳播，2018 年歐盟對飼料用昆蟲蛋白相關產品規範，限制昆蟲農場不得使用糞便、廚餘或其他廢棄物為基質，做為餵養昆蟲及其幼蟲的食料基質。

黑水虻轉換有機資源物產生的虻糞，由於富含有機質，是相當良好的土壤改良資材 (Kumar *et al.*, 2018)，過去的研究顯示，廚餘經過黑水虻轉換後的虻糞，可視為昆蟲堆肥，能夠被直接應用於農園藝生產操作，用於替代化學肥料，提供十字花科葉菜類所需營養 (Choi *et al.*, 2009)。黑水虻的規模化應用，或可同時解決有機資源物管理、動物性蛋白質飼料原物料替代和化學肥料濫用與使用過量的問題。期能透過本研究建立永續天然的土壤改良資材，在友善農耕操作上開啟新的篇章。

材料與方法

一、供試蛇糞土壤改良資材準備

以畜試所新竹分所乳牛試驗場的乳牛糞，經場內固液分離操作後的固形物，做為餵養黑水虻的飼料基質，經過黑水虻處理後的蛇糞，採樣經烘乾後，送中興大學土壤調查試驗中心進行雜項堆肥品項之檢驗分析，包括主成分如氮、磷、鉀和有機質含量，有害成分如砷、汞、鎘、鉻、銅、鎳、鉛和鋅，其它限制事項如水分含量、酸鹼值和碳氮比。檢驗分析結果做為試驗組單位面積施用量的計算基礎，評估蛇糞土壤改良資材施用於友善農業耕作上可行性。

二、有機水田施用蛇糞土壤改良資材對水稻產量影響評估

2017 年以苗栗縣西湖鄉龍洞村有機耕作之水田，進行蛇糞土壤改良資材施用對水稻產量影響評估，選用的水稻品種為台中秈 10 號，試驗組施肥量為 5,000 公斤 / 公頃，對照組商用肥料施肥量為 2,000 公斤 / 公頃。總施肥量每公頃氮肥 102 公斤，磷肥每公頃 60 公斤，鉀肥每公頃 60 公斤。施用後進行翻犁，將蛇糞土壤改良資材與商用有機質肥料埋入土壤中做為基肥。插秧後約 100 天進行水稻收穫，計算單位面積產量。

結果與討論

一、蛇糞土壤改良資材檢驗分析

畜試所新竹分所乳牛糞經過固液分離後，做為餵養黑水虻的飼料基質，經黑水虻處理 5 日後，得到蛇糞土壤改良資材（圖一），採樣烘乾後送中興大學土壤調查試驗中心進行雜項堆肥品項檢驗，結果為有機質含量達 81.8%，全氮含量為 2.21%，全磷酞含量為 2.15%，全氧化鉀含量為 1.18%，有害元素砷、汞、鎘、鉻、銅、鎳、鉛和鋅，含量分別為 0.91 mg/kg、0.0162 mg/kg、<0.25 mg/kg、17.6 mg/kg、50.8 mg/kg、16.9 mg/kg、3.04 mg/kg 和 255 mg/kg，水分含量為 14.3%，酸鹼值為 7.14%，氮碳比值為 18.5（圖二），檢驗結果顯示蛇糞土壤改良資材施用於友善農耕田區應該可行，其中除鋅含量稍高但仍在標準範圍（800 mg/kg）內。

二、有機水田施用蛇糞土壤改良資材的水稻產量

在 2017 年一期水稻 8 月初收穫時（圖三），統計施用蛇糞土壤改良資材之試驗組，



每公頃稻穀收穫量為 4,517 公斤，施用商用有機質肥料的對照組，每公頃稻穀收穫量為 4,835 公斤，試驗組稻穀收穫量較對照組少了 6.5 % (圖四)。透過本次試驗，發現蛇糞土壤改良資材由於質地細緻較輕，雖有經過翻犁至土壤中，但少部分蛇糞土壤改良資材在翻犁過程中，又重回土壤表面，導致在水田灌水時會隨著水流移動，這些漂移的蛇糞土壤改良資材，除了造成施用效果不均勻，也因漂流出試驗組田區而造成誤差，致使試驗區組稻穀收穫量較對照組少，下次進行類似試驗時，考慮應使用造粒後的蛇糞土壤改良資材，使其質量較緊實，以便沉於水中或留置於土壤內，盡量使其不隨水流移動，以達減小試驗誤差。

結 語

資源昆蟲黑水虻是循環農業的好幫手，與微生物堆肥轉換相比效率較高，能效率轉換各種農畜剩餘資材為蛇蟲生物質與蛇糞土壤改良資材，有助於資源循環再利用。臺灣目前有許多觀光農場、生態農場或休閒農場，若能在農場內導入黑水虻應用，能有效處理場內的各種有機資源物為可再利用資材，如蛇蟲可做為場內養殖的經濟動物飼料或蛋白質補充材料，蛇糞土壤改良資材可應用於場內友善農耕或景觀種植所需，除了實現農場資源場內再利用循環，還能減少廢棄物的產生與處理成本，達成資源再生、農畜生產與環境保護三贏的永續經營目標。

重要參考文獻

- Choi, Y. C., J. Y. Choi, J. G. Kim, M. S. Kim, W. T. Kim, K. H. Park, S. W. Bae and G. S. Jeong. 2009. Potential usage of food waste as a natural fertilizer after digestion by *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Int. J. Indust. Entomol.* 19: 171-174.
- Kumar, S., S. Negi, A. Mandpe, R. V. Singh and A. Hussain. 2018. Rapid composting techniques in Indian context and utilization of black soldier fly for enhanced decomposition of biodegradable wastes-A comprehensive review. *J. Environ. Manage.* 227: 189-199.
- Mertenat, A., S. Diener and C. Zurbrugg. 2019. Black soldier fly biowaste-treatment assessment of global warming potential. *Waste Manage.* 84: 173-181.

- Rehman, K. U., A. Rehman, M. M. Cai, L. Y. Zheng, X. P. Xiao, A. A. Somroo, H. Wang, W. Li, Z. N. Yu and J. B. Zhang. 2017. Conversion of Mixtures of dairy manure and soybean curd residue by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) J. Clean. Prod. 154: 366-373.
- Wang, H., K. U. Rehman, X. Liu, Q. Q. Yang, L. Y. Zheng, W. Li, M. M. Cai, Q. Li, J. B. Zhang and Z. N. Yu. 2017. Insect biorefinery: a green approach for conversion of crop residues into biodiesel and protein. Biotechnol. Biofuels 10: 304.



圖一、乳牛糞經黑水虻處理後的虻糞土壤改良資材。

Fig. 1. The dairy cow manure treated by black soldier fly as fly manure and soil improvement materials.



樣品種類		廚餘處理後	雜項堆肥標準
分析項目			
主成分	有機質	81.8 %	50 %↑
	全氮	2.21 %	0.6 %↑
	全磷酐	2.15 %	0.3 %↑
	全氧化鉀	1.18 %	0.3 %↑
有害成分	砷	0.910 mg/kg	50 mg↓
	汞	0.0162 mg/kg	2 mg↓
	鎘	< 0.250 mg/kg	5 mg↓
	鉻	17.6 mg/kg	150 mg↓
	銅	50.8 mg/kg	100 mg↓
	鎳	16.9 mg/kg	25 mg↓
	鉛	3.04 mg/kg	150 mg↓
	鋅	255 mg/kg	800 mg↓
	限制事項	水分	14.3 %
	酸鹼值	7.01	應標示
	碳氮比	18.5	20 ↓

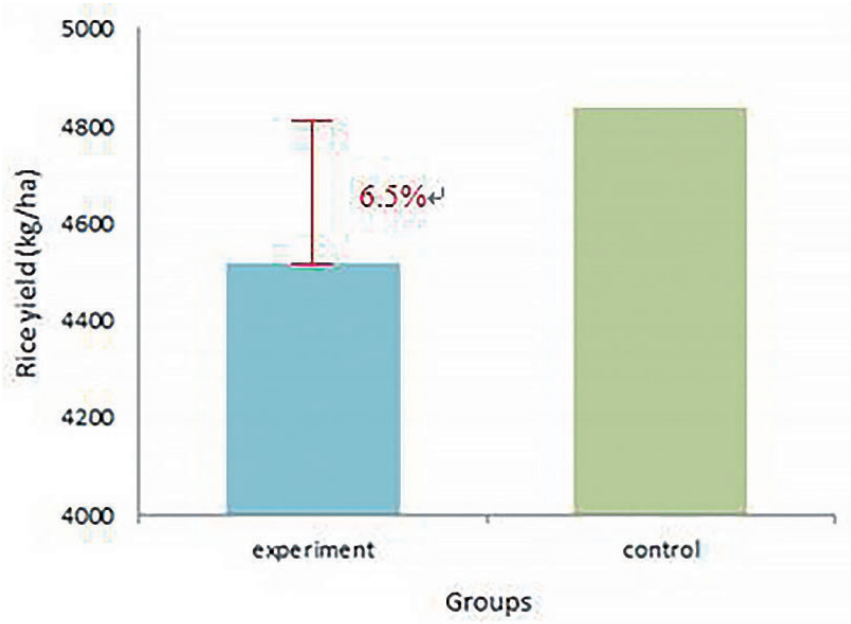
圖二、蛇糞土壤改良資材檢驗分析結果。

Fig. 2. The inspection and analysis results of fly manure and soil improvement materials.



圖三、試驗組稻穗收穫情形。

Fig. 3. The test groups rice harvest situation.



圖四、比較不同處理組的水稻產量。

Fig. 4. The comparisons of rice yield in different treatment groups.

Development and Application of Black Soldier Fly in Friendly Farming

Shih-Hsiang Liang^{1,*}, Ting-Hao Yang², and Szu-Han Wang³

^{1,3}Hsinchu Branch, COA-LRI, Miaoli, Taiwan, R. O. C.

²Limited Liability Miaoli County Organic Good Food Production Cooperative, Miaoli, Taiwan, R. O. C.

*Contact author, email: shliang@mail.tlri.gov.tw

Abstract

The black soldier flies (BSF) are friendly environmental insects and its larvae can able to utilize various organic resources from nature. The BSF plays a similar role as essential decomposers in breaking down organic substrates and returning nutrients to the surrounding. The larvae are containing abundant of protein and animal fatty acids as well as a source for feed and oil. The organic resources transformed by BSF and can be used for part of soil improver materials. This study has lured the female of BSF in Xihu Township Miaoli County in 2010, in order to produce first generation ovum. After that, gradually establish the BSF management operation models to process livestock and poultry manures. The soil improver that comes from dairy cow dung by BSF transferred were be used to rice (Taichung No. 10) grow in 2017. The results showed that the yield of rice use BSF transferred soil improver group was less 6.5% than the control group. Further to speculated that BSF transferred soil improver size was too fine and easy to influence by the water flow when the field was filled with water and cause uneven of the partial fertility. This study provides the preliminary results of the BSF transferred soil improver field application experiment. In the future, expect to develop different types of products from organic resources that can be converted by BSF. Finally, establish a sustainable model of BSF soil improver from recycled materials.

Key words: friendly farming, black soldier fly, resource insects