

「改善畜牧場空氣品質之保健飼料添加物研發與商品化」計畫亮點成果

撰文/廖仁寶·王紆愨·郭芷君

素來畜牧場與周遭空氣品質為民眾與政府關注的項目之一，攸關畜牧場周遭民眾生活品質與畜牧場之永續經營。為持續強化改善畜牧場與周遭空氣品質，並連結實踐循環經濟與淨零排放等重要議題，行政院農業委員會於 107 - 110 年推動「改善畜牧場空氣品質之保健飼料添加物研發與商品化計畫」，匯集產官學研等單位進行跨域合作，開發伴侶動物與經濟動物除臭保健及增進經濟動物生長性能之具安全性、有效性之國產產品。整體計畫執行的成效，在「企業投資金額」、「產值/進口替代」、「產業就業效益」所創造之社經效益 (impacts) 估計達新台幣 30,000 千元，投入產出效益達 1.5 倍。

(一) 擬解決產業問題

為促進畜禽之健康狀態與經濟性能表現，於飼料中添加益生菌與農作物及其副產物為可行且合法的作為。益生菌可以促進動物腸道內微生物群落平衡，合成維生素，產生有機酸，促進不溶性鈣鹽吸收，分泌多種酵素幫助消化，並能增強免疫功能。炭醋液為炭化過程的副產物，內含超過 200 種物質，包括乙酸及酚類物質。木醋液及竹醋液已證實具有抑菌性，並已應用於有機農業作為抗病蟲之用，亦可用於畜牧飼養及飼料添加物開發。應用煎茶（日式綠茶）添加於豬隻飲用水中，可顯著改善

肉腥味，增加肉質口感，且茶葉富含茶胺酸、黃烷醇（兒茶素）、黃酮醇、酚酸類、茶多糖等機能性成分。因此，篩選與開發多樣益生菌、茶葉副產物、牧草炭及炭醋液產品，可當作畜禽飼料添加物的重要選項。

因應氣候變遷，飼料作物產量減少，應開發多樣酵素與益生菌產品，做為飼料添加物以幫助動物消化，並增進畜禽飼料效率，可減少飼料用量與原料需求。畜禽舍應用除臭菌、茶葉副產物、牧草炭及炭醋液，以物理性、化學性或生物性進行個別利用，或混合填充方式建置生物墊料或濾床，以達有效降低畜禽舍內外環境臭氣濃度，增進動物福祉，並可優化畜舍周圍環境空氣品質（圖一）。

(二) 團隊組成

本計畫結合產官學研進行跨域研發改善畜牧場空氣品質之內服與外用之產品，包括保健飼料添加物與外用除臭產品，並透過動物試驗評估產品之除臭保健與生長性狀改善之功能。研究執行單位有行政院農業委員會畜產試驗所與茶業改良場（表一），合作單位包含財團法人農農業科技研究院、財團法人食品工業發展研究所、國立屏東科技大學、博堯生技股份有限公司、宜鑫生物股份有限公司、威瑞國際實業有限公司、全信製藥有限公司等。

改善畜牧場空氣品質之保健飼料添加物研發與商品化



圖一 改善畜牧場空氣品質之保健飼料添加物研發與商品化推動策略規劃計畫目標

表一 「改善畜牧場空氣品質之保健飼料添加物研發與商品化」計畫研究團隊組成

主要功效	計畫名稱	計畫主持人
除臭、保健、增進生長性能	畜產環境潛力益生菌與除臭菌之篩選與應用	行政院農業委員會畜產試驗所 廖仁寶研究員
除臭、保健	應用牧草炭及炭醋液於動物保健產品研發與減臭效用評估	行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所 王紓愨副研究員
除臭、保健	應用茶葉副產物於動物除臭產品之開發	行政院農業委員會茶業改良場 郭芷君助理研究員

研究方向

本計畫自畜產環境篩選潛力益生菌，開發廢棄牧草為生物炭及炭醋液，並將其應用於飼料添加物，以提升畜禽育成率與生長性能，降低抗生素使用，增進畜禽肉之食用安全，並可促進剩餘物質增值循環，以及減少二氧化碳排放。同時，篩選除臭菌，應用牧草生物炭於畜禽舍墊料，開發茶菁或茶葉副產物為具除臭功效之機能飼料添加物或墊料，調整動物腸道菌相，建立有效降低臭味之模式，增進動物福祉，並改善動物飼養周遭環境空氣品質。

益生菌可以促進動物腸道內微生物群落平衡，

合成維生素，產生有機酸，促進不溶性鈣鹽吸收，分泌多種酵素幫助消化，並能增強免疫功能。因此，篩選與開發多樣益生菌產品，以做為畜禽飼料添加物重要選項。因應氣候變遷，飼料作物產量減少，應開發多樣酵素產品，做為飼料添加物以幫助動物消化，並增進畜禽飼料效率，可減少飼料用量與原料需求。畜禽舍應用添加除臭菌直接噴灑或與農業資材（如生物炭）混合填充之生物濾床或添加除臭菌之洗滌槽，以達有效降低畜禽舍內外環境氨氣濃度，增進動物福祉，並可優化畜舍周圍環境空氣品質。

藉由加值利用引導畜牧場廢棄物如廢棄牧草處理模式改變，以符合新農業政策，且可促進物質循環及做為減碳措施之一。生物炭具有多孔性及高比表面積，在污染物質吸附及除臭等方面可發揮明顯效果。炭醋液為生物炭燒製過程的副產物，是含有多種有機質的複雜混合物，具有抑菌及抗發炎能力。以牧草炭及炭醋液進行動物保健效果評估，應用於飼料添加物之開發，為畜牧業未來目標之一。

茶產業有許多衍生的副產物，這些原料中仍保有茶葉原始的成分，且含有許多有效機能成分，例如其中富含茶胺酸、兒茶素、多元酚等具備除臭、抗氧化、抗發炎及抗癌效果。若能將其運用於飼料添加物中不僅可解決茶葉副產物清運的問題，並可增加茶葉附加價值。利用次級茶菁或茶葉副產物進行再加工利用，開發具除臭功效之機能飼料添加物或墊料增加動物健康，調整腸道菌相，減低糞便臭氣，以提升禽畜舍環境品質。擴大茶副產物利用，提升整體茶葉產值，同時提升臺灣茶葉機能性研究之深度。

主要成果

1. 自活性污泥樣品篩選耐高溫且可產生較強胞外蛋白酶活性之菌株，純化後得6株分離株 (TLRI211, TLRI211-1, TLRI221, TLRI222, TLRI223, TLRI225)，以其16S rRNA基因序列進行身分比對與鑑定，其中3株為地衣桿菌 (*Bacillus licheniformis*)，另3株為枯草桿菌 (*Bacillus subtilis*)。6株分離株與購自生物資源保存及研究中心 (BCRC) 之4株典型菌株或專利菌株，進行蛋白酶、脂解酶、澱粉酶、聚木糖酶、聚葡萄糖酶及植酸酶活性比較，發現大部分分離株的活性比較高。此外，分離株亦有好的酸與膽鹽耐受性，且無尿素酶活性。以Caco-2細胞株評估分離株TLRI211與TLRI221細胞毒性，當以濃度為 $1E4-1E9$ (CFU/mL) 之分離株分別與Caco-2共培養2小時，結果顯示對細胞活性抑制百分比皆小於30%，細胞型態在顯微鏡下亦無明顯外觀變化。
2. 分離株TLRI211-1添加於白肉雞飼料中，試驗顯示處理組白肉雞增重與飼料效率顯著優於對照組 (表二)，且在飼養中後期墊料的氨氣濃度顯著低於對照組，減少率達40%以上 (圖二)；蛋雞飼糧添加分離株TLRI211-1與電解質可明顯改善熱季產蛋性能、蛋白高度及顏色。此外，亦可顯著降低蛋雞排泄物氨氣濃度；山羊仔羊飼糧添加分離株TLRI211-1，結果顯示對仔羊蛋白質消化率、採食量及日增重有正面效益，亦可降低仔羊糞便氨氣濃度約15%，具有優化羊舍空氣品質之效。
3. 在水簾式豬舍後方洗滌設施水槽中添加所篩選的除臭菌分離株，經過連續檢測豬舍通過洗滌設施排放空氣之氨氣濃度，發現添加氨氧化菌者，氨氣去除效果較未添加菌者佳，相差最高可達20%，平均約為10%；洗滌設施水槽中添加自營性氨氧化菌分離株者，排放空氣中之氨氣去除率平均約為30%。白肉雞墊料上噴灑除臭菌分離株，在飼養中後期可發現處理組墊料上方氨氣濃度顯著低於對照組。
4. 牧草生物炭與炭醋液之開發利用方面：牧草生物炭是國內主要牧草一盤固草在低氧環境下高溫裂解 (pyrolysis) 的固體產物，炭醋液則為燒製過程中之煙氣凝結產物。適量添加牧草炭於肉雞場墊料中可以可有效降低足墊皮膚炎與踝關節灼傷比例，亦可降低畜舍內氨氣濃度。以牧草炭添加於雞場墊料堆肥及固液分離豬糞堆肥均具降低堆肥化過程異味釋出之效，添加5%牧草炭對豬糞堆肥之氨氣與硫化氫釋出總去除率達65%及72% (圖三)。另由實驗室試驗結果，牧草炭對氨氣的吸附能力可以經過不同處理而大幅提升。飼糧中添加牧草炭醋液餵飼三品種離乳仔豬，經8週試驗結果顯示，日增重及日採食量於炭醋液0.5%組及有機酸0.3%顯著高於對照及炭醋液0.25%組，而飼料轉換率各組間無差異。
5. 添加茶副產物於離乳豬飼料中可顯著減低豬糞便

表二 飼糧添加益生菌對白肉雞生長性狀之影響

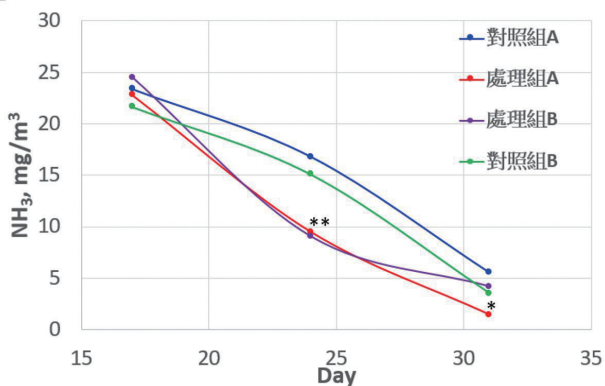
日齡	對照組A	處理組A	處理組B	對照組B
體增重,g				
0-21	904	928	918	906
21-35	1,218 ^b	1,495 ^a	1,413 ^{ab}	1,274 ^b
0-35	2,122 ^b	2,423 ^a	2,331 ^{ab}	2,180 ^b
飼料效率, Feed/Gain				
0-21	1.58	1.61	1.90	1.88
21-35	1.33 ^a	1.25 ^{ab}	1.21 ^b	1.26 ^{ab}
0-35	1.43	1.38	1.45	1.48
PEF	397 ^b	470 ^a	430 ^{ab}	394 ^b

^{a,b} 同列間不同上標字母者，表顯著差異 (P < 0.05)。

對照組A：空白對照組；對照組B：添加商業枯草桿菌菌數1E9 CFU/kg。

處理組A、B：分別添加分離株TLRI211-1菌數1E8 CFU/kg與3E8 CFU/kg。

PEF: Production efficiency factor, PEF = (Survival rate (%) × BW (kg))/(age (d) × feed conversion ratio) × 100.



* P<0.05; ** P<0.01。

對照組A：空白對照組；對照組B：添加商業枯草桿菌菌數1E9 CFU/kg。

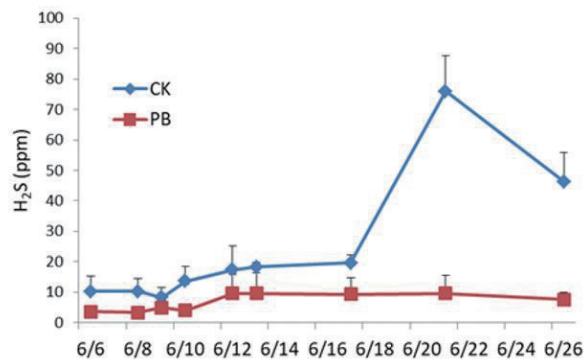
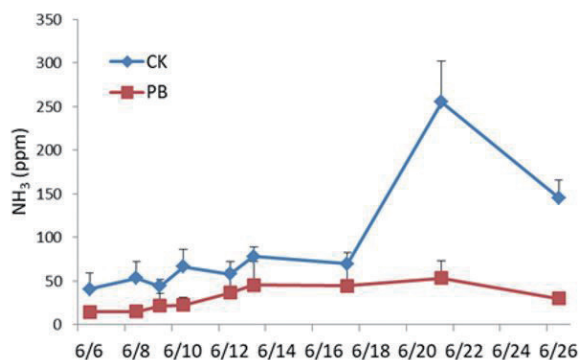
處理組A、B：分別添加分離株TLRI211-1菌數1E8 CFU/kg與3E8 CFU/kg。

圖二 飼糧添加益生菌對白肉雞墊料氨氣濃度之影響

臭氣硫化氫及硫醇含量，並可降低大腸桿菌之數量；添加茶葉於白肉雞飼料中亦可顯著降低墊料臭氣，並降低雞隻腸道大腸桿菌數；添加於白肉雞墊料中則可降低墊料上的糞便臭氣；利用微生物發酵技術則可導入生香菌及除臭菌，提升茶副產物除臭功效，並可應用於禽舍墊料及貓砂添加物（圖四及圖五）。

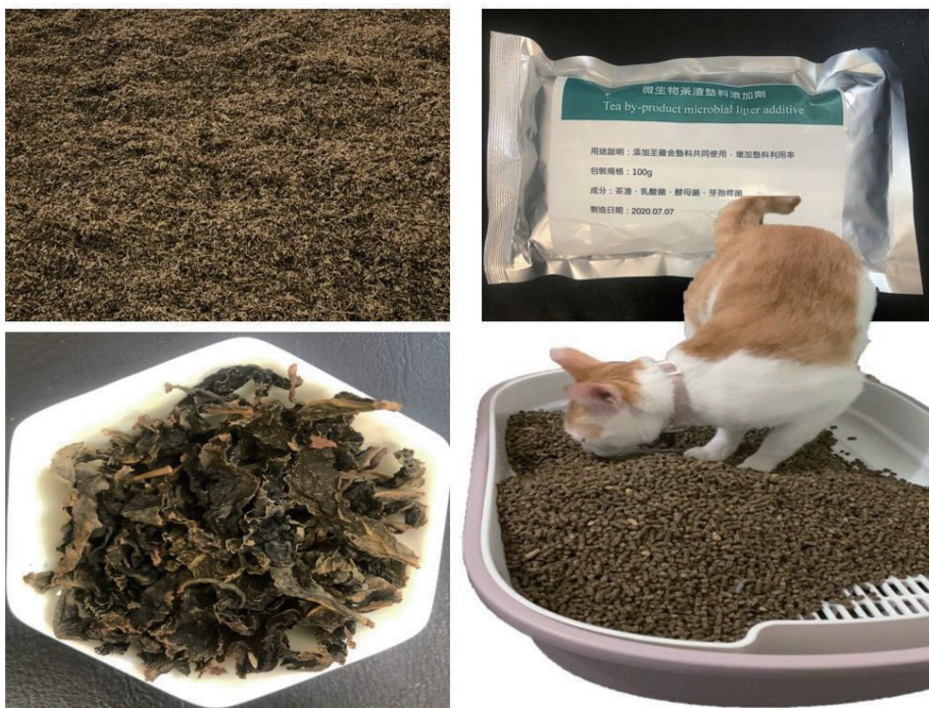
技轉情形

1. 高酵潛力益生菌生產與應用技術」於110年非專屬授權予「威瑞國際實業有限公司」，授權金5萬元整。
2. 「牧草生物炭及炭醋生產技術」於110年非專屬授權予「宜鑫生物股份有限公司」，授權金23萬元整。
3. 茶副產物(茶渣)微生物發酵技術」於109年非專屬授權予「博堯生物科技股份有限公司」，授權金80萬元整。目前已完成微生物茶渣墊料添加劑與商品打樣，並繼續開發「茶渣貓砂」產品。



CK：對照、PB：5%草炭添加。

圖三 固液分離豬糞堆肥化過程之氨氣與硫化氫釋放

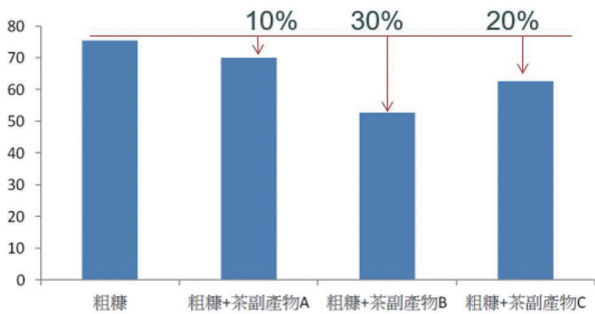


圖四 茶副產物開發為墊料與添加物

計畫亮點

1. 篩選自畜產環境的潛力益生菌經白肉雞、蛋雞及山羊動物試驗顯示：添加潛力益生菌分離株之處理組，白肉雞體增重與飼料效率及生產效率因子

顯著優於對照組，且顯著降低飼養中後期墊料的氨氣濃度達40%以上。蛋雞飼糧添加潛力益生菌分離株與電解質可明顯改善熱季產蛋性能、蛋白高度及顏色。此外，亦可降低排泄物氨氣濃度。



圖五 茶副產物衍生墊料降低氨氣濃度之能力

達到較佳除臭效果。另一方面，利用農業剩餘物如草炭、廢菇包、茶渣、木竹屑等結合除臭菌劑，以開發複合性長效型除臭墊料產品，期朝向農業資源循環增值利用與淨零排放目標邁進。

AgBIO

廖仁寶 行政院農業委員會 畜產試驗所 研究員
 王紓愍 行政院農業委員會 畜產試驗所恆春分所 副研究員
 郭芷君 行政院農業委員會 茶業改良場 助理研究員

山羊仔羊飼糧添加潛力益生菌分離株對蛋白質消化率、採食量及日增重有正面效益，亦可降低仔羊糞便氨氣濃度。

- 轉化牧場廢草為牧草生物炭及牧醋液，並將產物應用於畜牧場之墊料添加、堆肥處理與飼糧添加等，為產品增值開發應用。國內對於生物炭與炭醋液之應用研究多著重於土壤改良與作物生長方面，對於畜牧方面的著墨較缺，本計畫提供初步應用結果，可為後續研究參考。
- 茶業改良場利用特定優勢菌種搭配加工技術，可讓茶渣穩定菌相，抑制腐敗微生物滋長，轉變成帶有宜人香氣的墊料添加物，運用這些醱酵過的茶渣製作禽舍墊料及貓砂添加物，改善禽畜及伴侶動物生活環境。傳統禽舍墊料使用稻穀粗糠、麩皮等材料，但家禽排泄糞尿會產生臭味，且墊料用久也會滋生病原菌。以茶渣作為禽畜動物墊料，因有抗菌、除臭效果，使用期限可比傳統墊料多3倍，經動物試驗證實，具有良好降低糞便臭氣與抑菌等功能，同時可讓茶渣循環再利用，達到雙贏局面。

未來規劃

本計畫規劃未來利用各試驗場、所已開發之除臭菌與益生菌，進行菌株組合，以內服或外用方式

子項計畫主持人	廖仁寶 研究員
單位	行政院農業委員會 畜產試驗所
EMAIL	liawrb@mail.tlri.gov.tw
電話	06-5911211#2502