

飼糧中添加牧草炭醋液對生長—肥育期黑豬生長性能、血液生化值及屠體性狀之影響⁽¹⁾

李秀蘭⁽²⁾⁽³⁾ 林正鏞⁽⁴⁾ 張伸彰⁽⁵⁾ 許晉賓⁽⁶⁾ 王舒愷⁽⁵⁾⁽⁷⁾

收件日期：111 年 1 月 5 日；接受日期：112 年 4 月 30 日

摘 要

本研究旨在探討飼糧中添加牧草炭醋液對黑豬生長及肥育階段生長及屠體性狀之影響。試驗選用 48 頭平均體重約 30 kg 之高畜黑豬雜交豬，公母各半，逢機分置於 4 個處理組，飼糧係以玉米—大豆粕為主要飼料原料所調配，處理組為飼糧中添加 0.5、0.75 及 1% 牧草炭醋液，試驗開始豬隻平均體重 30 kg，試驗分為生長期（體重 30 — 75 kg）和肥育期（體重 75 — 125 kg），生長期對照組飼料含粗蛋白質 15%、可消化能 3,250 kcal/kg，肥育期飼料含粗蛋白質 13%、可消化能 3,250 kcal/kg，試驗至平均體重達 125 kg 結束。試驗使用之牧草炭醋液為經靜置貯放一年之盤固草乾餾液，酸度為 1.73%、pH 值 4.79、總酚含量 2836.7 ppm 及總類黃酮含量 430.8 ppm。試驗期間日糧與飲水均採任食，豬隻飼養至體重 125 kg 時，每處理組逢機取 8 頭豬測定屠體性狀。試驗期間收集豬隻生長性能、血液生化值及屠體性狀資料，並作為衡量指標。結果顯示，飼糧中添加不同比例牧草炭醋液對生長—肥育期黑豬之平均日增重、飼料攝食量、飼料利用效率、血液生化值及屠體性狀，均與對照組豬隻，無顯著差異。綜合上述結果，飼糧中添加 0.5 — 1% 牧草炭醋液對生長—肥育期黑豬生長性能、血液生化值及屠體性狀等，無顯著影響。

關鍵詞：黑豬、牧草炭醋液、生長性能。

緒 言

自 1950 年以來，抗生素已被廣泛使用於提高動物生長效率及減少畜禽發病率 (Gaskins *et al.*, 2002; Thacker, 2013)。然隨意添加抗生素所衍生抗藥性問題日趨嚴重，歐盟早在 2006 年就明令禁止在飼料中添加抗生素作為生長促進劑，2018 年越南及印尼全面禁用生長促進類抗生素。臺灣雖未全面停用，然亦已停用 36 項抗生素，現階段仍有 9 項在國內可合法使用，隨著國際對於含藥物飼料添加物的管理趨嚴，許多替代抗生物質之飼料添加物之相關研究隨之崛起，其中包含益生菌 (Jacela *et al.*, 2010)、酸化劑、微生物 (Isaacson and Kim, 2012)、胜肽、酵素、核酸及天然植物等替代性產品。

生物炭 (Biochar) 是指有機物在不完全燃燒或缺氧環境下，經高溫熱裂解 (Pyrolysis) 後的固體產物 (EBC, 2012)。整個高溫熱裂解過程即所謂的「炭化」或「乾餾」，除了產生固體的炭之外，同時也會產生液體與氣體，產生的液體包含乾餾液（或稱醋液）及焦油等。燒炭的歷史起源極早，主要為取得能源，但近年在減緩全球暖化議題的推升下，研究發展快速，應用層面除能源外也已擴展至環境維護、農業生產等多元化利用 (Chen *et al.*, 2010; Windeatt *et al.*, 2014; Purakayastha *et al.*, 2015)。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 (Chen *et al.*, 2010; Agyarko-Mintah *et al.*, 2016)。炭醋液為炭化過程的副產物 (Wu *et al.*, 2015)，內含 200 多種物質，包括乙酸與酚類等物質。Watarai and Koiwa (2008) 研究發現樹皮炭與炭醋產品具抗隱孢子蟲能力，可減少仔牛下痢。Parauda *et al.* (2011) 同樣發現商業產品 Obione[®] (含活性炭與木醋液) 具抗隱孢子蟲能力，有效應

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2745 號。

(2) 農業部畜產試驗所技術服務組。

(3) 國立屏東科技大學農學院生物資源博士班。

(4) 農業部畜產試驗所產業經營組。

(5) 農業部畜產試驗所南區分所。

(6) 農業部畜產試驗所動物營養組。

(7) 通訊作者，E-mail: smwang@tlri.gov.tw。

用於仔羊現場。Choi *et al.* (2009) 及 Wang *et al.* (2012) 分別以木醋液與竹醋液添加於離乳仔豬飼料，二項研究均顯示炭醋液具替代抗生素效果，可以增進飼養效率。Huo *et al.* (2016) 的試驗則發現添加竹醋液不僅改善保育豬之生長表現，並且影響仔豬免疫器官的基因表現。Yan *et al.* (2012) 則發現添加竹醋液處理較對照組 (不添加) 對育成豬的增重佳，添加竹醋處理組的養分消化率也較對照組佳，同時，由腸道菌相比較發現處理組的乳酸菌數較多，而大腸桿菌較少。Leng *et al.* (2012) 表示添加生物炭可以改善黃牛的生長，同時也降低甲烷排放。

畜產試驗所恆春分所已開發出牧草炭化技術，可產出草炭與草醋液 (王等, 2018)，本研究旨在探討飼糧中添加牧草炭醋液對黑豬生長肥育期之生長性能與屠體性狀影響。

材料與方法

I. 試驗動物與試驗設計

- (i) 本研究之生長試驗在行政院農業委員會畜產試驗所高雄種畜繁殖場進行，動物之使用、飼養及實驗內容，經該場「動物實驗管理小組」審查通過 (同意書編號：高實 108-7)。
- (ii) 選取 48 頭體重約 30kg 之高畜黑豬雜交黑豬 (含 25% 梅山豬與 75% 杜洛克)，閹公豬與女豬各半，試驗期間內飼糧任飼與自由飲水。
- (iii) 牧草炭醋液品質分析：本次使用之牧草炭醋液由畜產試驗所恆春分所提供，為經靜置貯放一年之盤固草乾餾液，炭化方法如王等 (2021) 所述，原料為盤固草乾草包，以自行設計的炭化窯進行炭化，設計原則參考慢速熱裂解方式 (Brown, 2009)。炭化最高溫度 (highest treatment temperature, HTT) 約 400 – 500°C，炭化時間約 10 h，本設施除可製備草炭外，尚可收集熱裂解過程的揮發氣體冷凝為牧草醋液。本批材料的酸度為 1.73%、pH 值 4.79、總酚含量 2,836.7 ppm 及總類黃酮含量 430.8 ppm。
- (iv) 豬隻依體重與性別逢機分配至 4 種飼糧處理組，即對照組 (以玉米—大豆粕為主原料)，對照組飼糧添加 0.5、0.75 及 1% 之牧草炭醋液等 4 種，試驗飼糧組成如表 1 所示。牧草炭醋液是以百分比方式添加，於飼料混合時加入並以粒狀料方式餵飼。

表 1. 試驗飼糧組成

Table 1. The composition of experimental diets

Ingredients, %	Grower stage	Finisher stage
Yellow corn, CP 7.2%	66.51	73.39
Soybean meal, CP 43%	22.20	16.40
Wheat bran	3.00	3.00
Soybean oil	2.78	2.26
Limestone, pulverized	1.01	0.77
Dicalcium phosphate	0.60	0.43
Molasses	3.00	3.00
Salt	0.30	0.30
Vitamin premix ^a	0.10	0.10
Mineral premix ^b	0.15	0.15
L-Lysine, HCl 98%	0.35	0.20
Total	100.00	100.00
Calculated value		
Crude protein, %	15.00	13.00
Digestible energy, kcal/kg	3,250	3,250

^a Vitamin premix provided per kilogram of diet: Vitamin A, 6,000 IU; Vitamin D₃, 400 IU; Vitamin E, 40 IU; Vitamin K₃, 2 mg; Vitamin B₂, 2 mg; Pantothenic acid, 30 mg; Niacin, 30 mg; Pyridoxine, 3 mg; Folic acid, 0.6 mg; Biotin, 0.2 mg.

^b Mineral premix provided per kilogram of diet: Fe (FeSO₄ · 7H₂O, 20.09% Fe), 80 mg; Cu (CuSO₄ · 5H₂O, 25.45% Cu), 5 mg; Mn (MnSO₄ · H₂O, 32.49% Mn) 6 mg; Zn (ZnSO₄, 80.35% Zn) 45 mg; I (KI) 0.2 mg; Se (NaSeO₃, 45.56% Se) 0.1 mg; Co (CoSO₄ · H₂O, 32% Co) 0.35 mg.

II. 測定項目

(i) 生長性能

試驗期間試驗豬隻採個別餵飼，每三週秤重一次，並記錄飼料攝食量，供計算每日平均飼料採食量、日增重及飼料利用效率 (G/F)。

(ii) 血液生化值檢測

於生長期與肥育期開始及試驗結束時，全部豬隻由頸靜脈採集血液 10 mL，靜置 1 小時後置入離心機，以 450 × g 轉速、離心 30 分鐘後，凍存於 -20℃ 冷凍庫備檢。以血液生化分析儀 (Hitachi 7150, Japan) 分析血清中之尿素氮 (urea nitrogen)、肌酸酐 (creatinine)、三酸甘油酯 (triglyceride) 及膽固醇 (cholesterol) 濃度。

(iii) 屠體性狀

試驗結束後，每處理組選取 8 頭豬送臺灣農畜產工業股份有限公司進行屠宰分切，屠宰前停止餵食一日，供應清潔飲水，秤活體重。豬隻經電昏、放血、剥皮、去內臟及去四肢加以量測；之後再以脊椎骨為中心剖鋸成半邊屠體後量測屠體長與背脂厚度，並將屠體移入 0 — 4℃ 之冷藏庫冷藏 24 小時後，依方等 (2010) 編印之「肉豬屠體部位肉分切規格手冊」進行屠體部位肉分切。測定屠體性狀如下：

1. 活體重：於屠前秤活體重量。
 2. 屠體重：電昏放血與摘除內臟及去頭與四肢後秤取屠體重量 (kg)。
 3. 屠體長：量測自第 1 肋骨至恥骨前端之長度 (cm)。
 4. 背脂厚度：屠體去皮後，分別量測第 1 肋骨、最後肋骨及最後腰椎之脊椎骨突起處，自結締組織邊緣量起至脂肪外層止，垂直厚度之平均值 (cm)。
 5. 瘦肉率 (%) = [(肩胛肉 + 前腿肉 + 後腿肉 + 背脊肉 + 小里肌 + 腹脇肉 + 腱) 重 / 屠體重] × 100。
 6. 脂肪率 (%) = [(脂肪 + 板油) 重 / 屠體重] × 100。
 7. 骨頭率 (%) = (骨頭重 / 屠體重) × 100。
 8. 腰眼面積：於第 10 與 11 肋骨處切開之背最長肌之橫切面，以描圖紙繪之，再以葉面積測定儀 (Portable Area Meter, LI-3000, U.S.A) 測定面積，單位為平方公分。
- (iv) 依美國國家豬生產協會 (NPPC, 1991) 之豬肉品質鑑定圖譜，測定背最長肌之肉色、緊實度 (firmness) 及大理石紋 (marbling) 評分。緊實度分數區分為 5 級，1 表示非常軟與滲水嚴重；2 表示軟及滲水；3 表示微軟及滲水輕微；4 表示具適中的硬度及乾燥度；5 表示硬度及乾燥度高。大理石紋的分數亦區分 10 級，1 表示幾乎無大理石紋；2 表示有少量大理石紋；3 表示有中度量大理石紋；4 表示稍具多量大理石紋；10 表示具有多量大理石紋。
- (v) 感官品評：切取試驗豬之背最長肌約 200 g，放置真空袋內，略微真空封袋後置入恆溫槽內，75℃，30 分鐘，取出分切成約 1.5 cm³，供 12 位品評人員進行評分。風味、色澤、嫩度及總接受度等項目評分，評分方式採用為 1 至 5 評分表，5：表示非常具有風味、色澤良好、柔嫩及喜好；而 1：表示風味及色澤不佳、堅硬，不喜好。

III. 統計分析

本試驗以統計分析系統套裝軟體 (Statistical Analysis System, SAS, 2002) 進行統計分析，使用一般線性模式 (General Linear Models, GLM) 進行變方分析，再以鄧肯氏新多次變域法 (Duncan's new multiple range test) 比較各處理組間差異之顯著性。

結果與討論

I. 生長性能

飼糧中添加牧草炭醋液對高畜黑豬雜交黑豬之生長性能影響，列於表 2。在生長及肥育階段，添加 0.5 — 1% 牧草炭醋液三組之平均日增重、飼料採食量及飼料利用效率與對照組無顯著性差異 ($P > 0.05$)。牧草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 (Wu *et al.* 2015)。生物炭在畜牧業中作為飼料添加物的使用日益增加，以改善動物健康，提高飼料效率，提高生產能力 (Schmidt *et al.*, 2019)。Nakaia *et al.* (2007) 研究顯示木醋液可抑制真菌的生長，不同原料 (木材及板材) 及製程下得到的木醋液化學組成不同，抑制能力也不同。Schubert *et al.* (2021) 研究指出，飼糧中添加竹醋液生菌或木質炭與否，其對豬隻生長無顯著性影響，與本試驗結果相似。在飼料採食量方面，添加 0.5 — 1% 牧草炭醋液各組，在生長及肥育階段各組間無差異，這表示牧草炭醋組不會對飼料的適口性產生負面影響。研究指出，飼糧中添加 0.3 和 0.6% 的木炭或竹炭對平均每日攝

食量沒有影響 (Choi *et al.*, 2012; Chu *et al.*, 2013a, b)。Choi *et al.* (2009) 與 Wang *et al.* (2012) 分別以木醋液及竹醋液添加於離乳仔豬飼料，二項研究均顯示生物炭具替代抗生素效果，可以增進飼料效率。本試驗結果顯示，牧草炭醋液對黑豬之生長及肥育期之生長性能無顯著性差異，此可能是因黑豬在生長與肥育期，消化道發育已完全且胃酸分泌足夠，故日糧中添加 0.5 – 1% 牧草炭醋液對生長性能無影響。

表 2. 飼糧添加牧草炭醋液對高畜黑豬雜交豬生長性能影響

Table 2. Effects of adding forage vinegar in diet on growth performances of KHAPS-Duroc hy-brids black pig

Items	Control	Forage vinegar, %			SEM
		0.50	0.75	1.00	
No. of animal	12	12	12	12	
Initial weight (kg)	29.64	29.38	30.67	29.35	3.38
Final weight (kg)	125.50	124.60	125.70	122.60	1.61
Grower period (30 – 75 kg BW)					
ADG, kg/d	0.81	0.77	0.79	0.74	0.08
ADFI, kg/d	2.09	2.01	2.26	2.03	0.31
G/F	0.39	0.39	0.35	0.37	0.05
Finisher pig (75 – 125 kg BW)					
ADG, kg/d	0.74	0.73	0.74	0.75	0.48
ADFI, kg/d	2.85	2.73	2.73	2.81	0.14
G/F	0.26	0.27	0.28	0.27	0.15

ADG: Average daily gain; ADFI: Average daily feed intake; G/F: Gain/feed.

II. 血清生化值

豬隻在不同生長階段的試驗開始及結束前，採集全部豬隻的血液樣品，進行血清生化值測定，其結果列於表 3。結果顯示，飼糧中不同比例的牧草炭醋對豬隻血液肌酸酐、三酸甘油酯及膽固醇濃度外，各處理組間均無顯著差異，其濃度分別介於 1.10 – 1.52 mg/dL、21.71 – 43.56 mg/dL 及 96.16 – 134.55 mg/dL。此濃度除三酸甘油酯高於白等 (1996) 敘述之豬隻正常生理濃度，其餘血清生化值均介於正常生理濃度範圍。由於血清生化指標能夠反映出動物對於物質的吸收和代謝情況，並反映健康狀況，顯示牧草炭醋液添加對高畜黑豬雜交黑豬健康狀況並無不良影響。

表 3. 飼糧添加牧草炭醋液對高畜黑豬雜交黑豬血液生化值之影響

Table 3. Effects of adding forage vinegar in diet on the blood biochemical values of KHAPS-Duroc hybrids black pig

Items	Control	Forage vinegar, %			SEM
		0.5	0.75	1	
No. of animal	6	6	6	6	
Initial					
Creatinine, mg/dL	0.96	1.07	0.93	0.98	0.03
Triglyceride, mg/dL	40.00	49.80	51.80	46.40	2.46
Cholesterol, mg/dL	92.40	94.40	96.40	99.40	3.53
End of grower period					
Creatinine, mg/dL	1.27	1.94	1.28	1.19	0.03
Triglyceride, mg/dL	59.00	62.80	54.83	61.67	6.80
Cholesterol, mg/dL	109.14	108.20	118.50	116.00	3.09
End of finisher period					
Creatinine, mg/dL	1.54	1.61	1.60	1.66	0.04
Triglyceride, mg/dL	55.50	55.00	65.20	52.80	2.31
Cholesterol, mg/dL	101.50	107.86	114.40	114.80	2.50

III. 屠體性狀

飼糧中添加不同比例之牧草炭醋液對高畜黑豬雜交黑豬屠體性狀、肌肉性狀及官能品評之影響列於表 4 至表 6，結果顯示，飼糧中添加不同量牧草炭醋液對黑豬之屠體性狀、肌肉性狀及官能品評各項性狀與對照組間，均無顯著差異。林 (1987) 指出動物的生長過程中，骨骼的發育是最先開始，肌肉繼骨骼生長之後而生長，體脂肪隨著年齡增加。Chu *et al.* (2013a) 研究發現，日糧中添加 0.3 或 0.6% 竹炭，其背最長肌之粗脂肪含量亦有增加。而本試驗隨著牧草醋液添加，其背脂厚度及屠體脂肪含量有增加之趨勢。

表 4. 飼糧添加牧草炭醋液對高畜黑豬雜交黑豬屠體性狀之影響

Table 4. Effects of adding forage vinegar in diet on the carcass characteristics of KHAPS-Duroc hybrids black pig

Items	Control	Forage vinegar, %			SEM
		0.50	0.75	1.00	
No. of animal	8	8	8	8	
Slaughter weight, kg	120.5	119.6	121.7	118.6	3.34
Carcass weight, kg	104.4	103.8	106.1	102.9	3.47
Dressing percentage, %	86.6	86.8	87.2	86.8	0.01
Carcass length, cm	92.6	90.6	88.8	98.3	8.17
Back fat thickness, cm	2.6	2.9	2.8	3.2	0.55
Lean percentage, %	45.6	43.8	44.0	43.3	0.02
Fat percentage, %	16.9	19.9	19.9	20.9	0.03
Bone percentage, %	14.6 ^b	14.0 ^{ab}	13.6 ^{ab}	13.4 ^a	0.01
Loin eye area, cm ²	48.5	51.5	47.0	50.1	9.49

表 5. 飼糧添加牧草炭醋液對高畜雜交黑豬肉背最長肌肌肉性狀之影響

Table 5. Effects of adding forage vinegar in diet on the *Longissimus dorsi* muscle meat quality characteristics of KHAPS-Duroc hybrids black pig

Items	Control	Forage vinegar, %			SEM
		0.50	0.75	1.00	
Color score	3.50	3.44	3.69	2.88	0.67
Firmness score	2.69	2.69	2.94	3.19	0.82
Marbling score	3.38	3.69	3.75	3.56	0.61

表 6. 飼糧添加牧草炭醋液對高畜雜交黑豬肉背最長肌官能品評之影響

Table 6. Effects of adding forage vinegar in diet on the *Longissimus dorsi* muscle panel test of KHAPS-Duroc hybrids black pig

Items	Control	Forage vinegar, %			SEM
		0.50	0.75	1.00	
Flavor	3.34	3.41	3.48	3.60	0.23
Juiciness	3.13	3.10	3.15	3.24	0.47
Tenderness	3.36	3.35	3.62	3.45	0.41
Overall acceptability	3.31	3.30	3.23	3.48	0.412

表 5 顯示日糧中添加炭醋液對黑豬肉背最長肌肌肉性狀與緊實度及大理石紋評分之影響，結果顯示，飼糧中添加不同比例牧草炭醋液組之黑豬背最長肌肌肉性狀與對照組，無顯著性差異。大多數消費者選購屠肉顏色順序為紅色、粉紅色及蒼白色。而大理石紋是衡量豬肉品質的重要指標，與豬肉的嫩度和風味呈密切正相關。蘇等 (2004) 指出肌間脂肪比例與屠肉脂肪含量有關。本研究處理組之肌肉大理石紋評分及屠肉脂肪，有較對照組為高之趨勢。

Maltin *et al.* (1997) 指出，影響肉類在吃的品質 (eating quality) 中，較為重要的因素為風味 (flavor)、嫩度 (tenderness) 與多汁性 (juiciness) 三項，本試驗結果顯示當飼糧中添加牧草炭醋液其豬肉感官品評之風味、多汁性及總可接受性與對照組皆無顯著性差異，故飼糧中添加炭醋液不會影響豬肉感官品評評分。

結 論

本試驗結果顯示，飼糧中添加 0.5 – 1% 牧草炭醋並不會影響生長—肥育期黑豬生長性能及屠體性狀，本結果可供未來研究參考。

誌 謝

本計畫執行期間承行政院農業委員會之經費補助，試驗期間承行政院農業委員會畜產試驗所高雄種畜繁殖場畜產科技系同仁協助現場飼養管理，特此感謝。

參考文獻

- 王紓愍、劉信宏、游翠凰、鍾承訓、李秀蘭。2021。盤固草生物炭或雞糞墊料生物炭對畜禽糞堆肥異味去除研究。畜產研究 54：106-115。
- 王紓愍、劉信宏、游翠凰、陳嘉昇。2018。盤固草生物炭的特性研究與對牧草生長的影響。畜產研究 51：209-216。
- 白火城、黃森源、林仁壽。1996。家畜臨床血液生化學。立字出版社，臺南市。P. 137。
- 方清泉、許欽松、高銘穗、朱峰平、吳勇初、陳志銘、邱錦英、吳加憶。2010。肉豬屠體部位肉分切規格手冊。行政院農業委員會。臺北市。
- 林慧生。1987。肉與肉製品，第四與第五章。華香園出版社，臺北市。
- 蘇天明、劉建甫、蔡金生、廖宗文。2004。畜試黑豬一號肉豬生長性能與不同屠宰體重之屠體性狀之探討。中畜會誌 33(3)：165-174。
- Agyarko-Mintah, E., A. Cowie, L. Van Zwieten, B. P. Singh, R. Smillie, S. Harden, and F. Fornasier. 2016. Biochar lowers ammonia emission and improves nitrogen retention in poultry litter composting. Waste Manag. 61: 129-137.
- Brown, R. 2009. Biochar production technology. Biochar for environmental management: science and technology. MPG Books, pp. 127-146. UK.
- Chen, Y. X., X. D. Huang, Z. Y. Han, X. Huang, B. Hu, D. Z. Shi, and W. X. Wu. 2010. Effects of bamboo charcoal and bamboo vinegar on nitrogen conservation and heavy metals immobility during pig manure composting. Chemosphere 78: 1177-1181.
- Choi, J. Y., P. L. Shinde, I. K. Kwon, Y. H. Song, and B. J. Chae. 2009. Effect of wood vinegar on the performance, nutrient digestibility and intestinal microflora in weanling pigs. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 22: 267-274.
- Choi, J. S., D. S. Jung, J. H. Lee, Y. I. Choi, and J. J. Lee. 2012. Growth performance, immune response, and carcass characteristics of finishing pigs by feeding stevia and charcoal. Food Sci. Anim. Resour. 32: 228-233.
- Chu, G. M., C. K. Jung, H. Y. Kim, J. H. Ha, J. H. Kim, M. S. Jung, S. J. Lee, Y. Song, R. I. H. Ibrahim, J. H. Cho, S. S. Lee, and Y. M. Song. 2013a. Effects of bamboo charcoal and bamboo vinegar as antibiotic alternatives on growth performance, immune responses, and fecal microflora population in fattening pigs. Anim. Sci. J. 84: 113-120.
- Chu, G. M., J. H. Kim, H. Y. Kim, J. H. Ha, H. Ha, J. H. Kim, M. S. Jung, S. J. Lee, Y. Song, R. I. H. Ibrahim, J. H. Cho, S. S. Lee, and Y. M. Song. 2013b. Effects of bamboo charcoal on the growth performance, blood characteristics, and noxious gas emission in fattening pigs. J. Appl. Anim. Res. 41: 48-55.
- EBC. 2012. European Biochar Certificate-Guidelines for A Sustainable Production of Biochar. Arbaz: European Biochar Foundation (EBC).
- Gaskins, H. R., C. T. Collier, and D. B. Anderson. 2002. Antibiotics as growth promotants: mode of action. Anim. Biotechnol. 13: 29-42.

- Huo, Y., Z. Liu, H. Xuan, C. Lu, L. Yu, W. Bao, and G. Zhao. 2016. Effects of bamboo vinegar powder on growth performance and mRNA expression levels of interleukin-10, interleukin-22, and interleukin-25 in immune organs of weaned piglets. *Anim. Nutr.* 2: 111-118.
- Isaacson, R. and H. B. Kim. 2012. The intestinal microbiome of the pig. *Anim. Health Res. Rev.* 13: 100-109.
- Jacela, J. Y., J. M. DeRouchey, M. D. Tokach, R. D. Goodb, and J. L. Nelssen, D. G. Renter, and S. S. Dritz. 2010. Feed additives for swine: Fact sheets - prebiotics and probiotics, and phytogenics. *J. Swine Health Prod.* 18: 132-136.
- Leng, R. A., T. R. Preston, and S. Inthapanya. 2012. Biochar reduces enteric methane and improves growth and feed conversion in local “Yellow” cattle fed cassava root chips and fresh cassava foliage. *Livest. Res. Rural Developm.* 24: 1-13.
- Maltin, C. A., C. C. Warkup, K. R. Matthews, C. M. Grant, A. D. Porter, and M. I. Delday. 1997. Pig muscle fibre characteristics as a source of variation in eating quality. *Meat Sci.* 47: 237-248.
- Nakaia, T., S. N. Kartalb, T. Hatac, and Y. Imamurac. 2007. Chemical characterization of pyrolysis liquids of wood-based composites and evaluation of their bio-efficiency. *Build. Environ.* 42: 1236-1241.
- National Pork Producers Council (NPPC). 1991. Procedures to evaluate market hogs. Des Moines, Iowa. 3rd ed.
- Parauda, C., I. Porsa, J. P. Journalc, P. Besnierb, L. Reisdorfferb, and C. Chartiera. 2011. Control of cryptosporidiosis in neonatal goat kids: Efficacy of a product containing activated charcoal and wood vinegar liquid (Obionekk®) in field conditions. *Vet. Parasitol.* 180: 354-357.
- Purakayastha, T. J., S. Kumari, and H. Pathak. 2015. Characterisation, stability, and microbial effects of four biochars produced from crop residues. *Geoderma* 293-303.
- SAS Institute. 2002. Guide for Personal Computers. Version 8.0.1, SAS Inst. Inc., Cary, NC. USA.
- Schmidt, H. P., N. Hagemann, K. Draper, and C. Kammann. 2019. The use of biochar in animal feeding. *Peer J.* 7: e7373.
- Schubert, D. C., B. Chuppava, F. Witte, N. Terjung, and V. Christian. 2021. Effect of two different biochars as a component of compound feed on nutrient digestibility and performance parameters in growing pigs. *frontiers Anim. Sci.* 2: 1-10.
- Thacker, P. A. 2013. Alternatives to antibiotics as growth promoters for use in swine production: a review. *J. Anim. Sci. Biotech.* 4: 35-45.
- Wang, H. F., J. L. Wang, C. Wang, W. M. Zhang, J. X. Liu, and B. Dai. 2012. Effect of bamboo vinegar as an antibiotic alternative on growth performance and fecal bacterial communities of weaned piglets. *Livestock Sci.* 144: 173-180.
- Watarai, S. and M. Koiwa. 2008. Feeding activated charcoal from bark containing wood vinegar liquid (Nekka-Rich) is effective as treatment for cryptosporidiosis in calves. *J. Dairy Sci.* 91: 1458-1463.
- Windeatt, J. H., A. B. Ross, P. T. Williams, P. M. Forster, M. A. Nahil, and S. Singh. 2014. Characteristics of biochars from crop residues: Potential for carbon sequestration and soil amendment. *J. Environ. Manag.* 146: 189-197.
- Wu, Q., S. Zhang, B. Hou, H. Zheng, W. Deng, D. Liu, and W. Tang. 2015. Study on the preparation of wood vinegar from biomass residues by carbonization process. *Bioresour. Technol.* 179: 98-103.
- Yan, L., I. H. Kim, and K. Huh. 2012. Influence of bamboo vinegar supplementation on growth performance, apparent total tract digestibility, blood characteristics, meat quality, fecal noxious gas content, and fecal microbial concentration in finishing pigs. *Livestock Sci.* 144: 240-246.

Effects of forage vinegar supplemented to diets on growth performances, blood biochemical values and carcass characteristics for Duroc × KHAPS black pig in grower and finisher period ⁽¹⁾

Hsiu-Lan Lee ⁽²⁾⁽³⁾ Cheng-Yong Lin ⁽⁴⁾ Shen-Chang Chang ⁽⁵⁾
Chin-Bin Hsu ⁽⁶⁾ and Shu-Min Wang ⁽⁵⁾⁽⁷⁾

Received: Jan. 5, 2022; Accepted: Apr. 30, 2023

Abstract

The aim of the current study was to investigate the effects of forage vinegar supplemented to diets on growth performances and carcass characteristics of Duroc × KHAPS (DK, KHAPS black pigs ♀ × Duroc ♂, 75% Duroc). A total of 48 Duroc × KHAPS black crossbred pigs, average body weight 30 kg, were used as experimental animals. Pigs were allocated into 4 treatments by body weight (BW) and fed with four diets. The basal diet (Treatment 1) based on corn-soybean meal; Treatment 2, 3 and 4 were the basal diet supplemented with 0.5%, 0.75% and 1% forage vinegar. Feed and water were provided on an *ad libitum* basis. When the BW of the pigs reached approximately 75 kg, the grower pigs' experiment was finished and growth performance was measured. Experiment was finished when the BW of pigs reached 125 kg. Pigs were fed the basal corn-soybean meal diet which contained CP 15% and DE 3,250 kcal/kg (Grower stage) and CP 13% and DE 3,250 kcal/kg (Finisher stage). The forage vinegar in the test is the dry distillation liquid of pangola grass after standing for one year, with an acidity of 1.73%, a pH value of 4.79, a total phenolic content of 2,836.7 ppm and a total flavonoid content of 430.8 ppm. Eight pigs from each treatment were slaughtered and the carcass characteristics were measured. Growth performance, blood biochemical values and carcass characteristics of loin meat were evaluated. In summary, the forage vinegar supplemented to diets did not affect the growth performances, blood biochemical values, carcass characteristics, meat characteristics and the panel test of loin meat in black pigs.

Key words: Black pig, Forage vinegar, Growth performance.

(1) Contribution No. 2745 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Technical Service Division, MOA-TLRI, HsinHua, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(3) Graduate Institute of Bioresources, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung 912301, Taiwan, R. O. C.

(4) Livestock Management Division, MOA-TLRI, HsinHua, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(5) Southern Region Branch, MOA-TLRI, Pingtung 94644, Taiwan, R. O. C.

(6) Animal Nutrition Division, MOA-TLRI, Pingtung 91247, Taiwan, R. O. C.

(7) Corresponding author, E-mail: smwang@mail.tlri.gov.tw.