

樹薯替代玉米為家禽能量飼料之研究

李昇儒¹ 廖震元² 王淑音^{1,3}

摘要

本研究乃針對近年來全球氣候變遷造成之穀物減產與畜禽飼料成本增加的威脅，開發台灣自產之樹薯，並改善樹薯在家禽的利用效率，以達到增加飼料自給率的目的，穩定國內畜產業的發展。本研究蒐集桃園、台南及高雄三地生產之樹薯進行營養成分分析及比較，並以台南玉井種植之樹薯，進行肉雞之代謝試驗。於雞隻飼養至 3 週齡開始每日訓練其飼料於 1 小時內採食完畢，於 4、6 及 13 週齡各進行一次代謝試驗。分析結果三地區之營養成分差異不大，因台南玉井所種植之樹薯數量較大，可供未來飼料化之應用，選擇玉井地區之樹薯繼續種植。其營養成分以乾基表示，分別為：粗蛋白質：2.89%、粗脂肪：1.08%、粗纖維：1.24%、灰分：4.7%、無氮抽出物：90.1%。代謝試驗結果顯示樹薯於白色肉雞之真代謝能為 3628kcal/kg。綜言之，本研究初步確定台灣目前仍有種植樹薯，而其營養成分及家禽代謝能皆適合發展樹薯飼料化成為替代進口玉米之飼料原料。

關鍵詞：樹薯、營養組成、代謝能、家禽。

前言

畜禽的營養管理是維持畜禽健康與產能的基礎之一，近年全球氣候變遷造成穀物減產與各國食物安全上的考量，使畜禽飼料價格節節上升，國內畜禽飼養成本的增加已成為永續經營上的主要決定因素，因此，開發國內自產飼料以替代進口玉米乃當務之急。樹薯（Cassava）又名木薯，屬熱帶植物，原產南美，為一種能量飼料原料。台灣於日據時代即有種植，但於民國 70 年以後，因飼料多以玉米為能量飼料原料，山區農民又改種植經濟價值較高之香蕉、芒果等，以致於漸少種植樹薯。樹薯適於種植於炎熱氣候，生育期內，溫度不能低於 10°C，不耐霜害及暴風，能耐旱又能耐雨。樹薯可適於各類土壤，惟輕鬆肥沃，排水良好之壤土及砂壤土較為良好，在溫帶為一年生，熱帶為多年生。木薯塊根長大，消耗地力極多，輪栽作物以豆科為宜，如花生、大豆。塊根中因含氰酸 (HCN)，故食用之前均應加熱或浸水消毒。樹薯皮部含亞麻苦苷 (Linamarin)，為一配糖體，於切塊、搗碎之過程配合 Linamarinase 之作用造成 HCN 釋放。

1 中國文化大學生物科技研究所。

2 農業科技研究院動物科技研究所動物產業組。

3 通訊作者 電子信箱：sywang@faculty.pccu.edu.tw；電話：02-2861-0511#31801。

目前使用樹薯取代玉米為飼料的國家大多為東南亞國家，其氣候適合種植樹薯，而人類也不需全然依賴樹薯為糧食，因此可以發展樹薯為飼料原料。與東南亞國家相比照，我國氣候也適合種植，且目前我國有 1/5 農地為休耕或廢耕地，面臨世界有糧食欠收的危機，我國卻有 20 萬公頃農地閒置 (林, 2011)。與其在復耕時花長時間於土壤改良，若能將休耕農地加以利用種植樹薯，不但能解決飼料原料不足之問題，尚可達到活化休耕地而提高農民收益。樹薯作為禽畜之飼料原料在東南亞國家已行之有年，Akinfala *et al.* (2002) 曾評估使用全株樹薯 (根：葉=2.5：1) 取代等重之玉米作為肉雞生長飼料之能量料，發現肉雞的健康雖不受影響但生長速率及飼料效率卻較差，其主要原因為飼料配方為等重取代而非調整為等能量等蛋白質濃度之飼糧，所以添加樹薯的飼糧能量值及蛋白質皆較低。在越南，樹薯是僅次於稻米的第二大糧食作物，且主要用於動物飼料，經常都是製成青貯而餵食豬隻，使用量可高達生長豬日糧之 40% (Le and Nguyen, 2002)。哥倫比亞研究顯示使用 20% 樹薯粉取代家禽平衡飼糧中的玉米可以將玉米需求量自 60% 降低到 35.8%，若使用打粒之樹薯粉，可全部取代能量原料，若以粉狀餵飼則因粉塵之顧慮，只能至多取代 50% (Buitrago, *et al.*, 2002)。泰國早期為國際間出口樹薯之主要國家，後因市場衰退之故改為推廣為動物飼料用途。泰國使用樹薯簽餵食豬及家禽，或用樹薯葉餵食豬及牛隻，皆得到極佳之效果 (Kanto and Juttupornpong, 2002)。近年來尚有評估將製作樹薯粉之副產品-乾燥樹薯漿 (DCP) 用作肉雞飼料，發現使用超過 8% 之 DCP 會降低肉雞之生長性能與消化率，且會使砂囊重量增加而腹脂減少；使用不超過 8% 則無顯著影響 (Khempaka *et al.*, 2009)。我國之樹薯栽種面積曾於 63 年達高峰，之後即快速衰退，至今種植面積不到 100 公頃，因此要開發樹薯飼料化，首要找尋僅存之種植戶，分析其營養價值，並決定其應用於家禽之代謝能值，以利後續飼料化之開發應用。

材料與方法

樹薯乃取樣於桃園、台南與高雄農戶採收之樹薯。其中台南與高雄為鮮採樹薯，桃園為採收後乾燥之樹薯片。鮮採樹薯於採收後立即分析水分成分後風乾貯藏供其他成分分析。

營養組成分析採 Association of Official Agricultural Chemists (AOAC, 2006) 之近似值分析法。含水分 (water)、灰分 (Ash)、粗脂肪 (Ether extract, EE)、粗蛋白質 (Crude Protein, CP)、粗纖維 (Crude Fiber, CF) 及無氮抽出物 (Nitrogen Free Extract, NFE) 之分析。

肉雞之代謝試驗乃參考 Sibbald (1978) 與 Wehner and Horal (1982) 方法並依 Farrell (1978) 之方法修改後進行。試驗肉雞於試驗開始前一週開始接受訓練，於給料後一小時內將飼料快速吃完 (Farrell, 1978)。一日齡之白色肉雞 (Arbor Acre) 購自宜蘭

縣竹林種雞場，皆以商業飼料（統一）以任食方式給水與給料，飼養至 2 及 5 週齡，選擇體重相同之已訓練（可於給料後一小時進食完畢）之雞隻 12 隻，先禁食 24 小時以後分為四組，每組 3 重複，其中一組為控制組，繼續禁食 24 小時。其餘 3 組餵以製備好之受測樹薯（15g, 25g, 35g），自給料開始分別以集糞袋（Alcare, 140mm*200mm）收集 24 小時之排遺（糞尿）。

受測之樹薯與各組雞隻之糞尿皆以彈卡熱量計（PARR 1261, 美國）測得其熱能值，再依下列公式計算出該受測量之樹薯之代謝能（Ukachukwu, 2005）。此方式測得之代謝能為真可代謝能（True Metabolizable Energy, TME）。

$$\text{TME (Kcal/g)} = \frac{(\text{GE}_f * X) - (\text{Y}_{ef} - \text{Y}_{ec})}{X}$$

GE_f = Gross energy of the cassava (kcal/g)

Y_{ef} = Energy voided as excreta by fed birds

Y_{ec} = Energy voided as excreta by unfed birds

X = Weight of cassava fed (g)

統計分析

試驗之所得各項資料使用統計分析系統（Statistical Analysis System; SAS, 1988）的套裝軟體，依 GLM (General Linear Model) 程序進行變方分析，並以最小平方平均值（Least Squares Means）比較各處理組間平均值的差異顯著性。

結果與討論

本研究於高雄（K）、桃園（T）及台南玉井（Y）地區尋得 3 戶農戶仍有種植樹薯，採樣後分析其組成成分。K 與 Y 地區的樹薯為鮮採，分析水分分別為 70.6% 與 80.4%。因為 T 區收集之樹薯為已採收乾燥之樹薯片，無法測得新鮮之水分，因此所有成分比較均採乾基計算，成分如表 1 所示，表中並引用 Khajrarern and Khajrarern (1991) 所公布之成分以做比較。取自 3 個不同地區之樹薯之營養成分差異不大，其粗脂肪含量皆高於文獻值；除 T 以外，K 與 Y 之粗蛋白質及灰分皆高於文獻值；粗纖維則只有 K 高於文獻值，因此 K 之無氮抽出物相對便較文獻值小，此乃因 K 之樹薯採收時已超過種植 1 年以上，而塊根類之水溶性碳水化合物會隨年齡而減少，相對纖維增加（Apea-Bah *et al.*, 2009）。本研究考量後續研究所需，選擇了種植面積較大之 Y 地區樹薯作為肉雞代謝能測定之材料。綜觀 Y 之營養成分與文獻值相近，脂肪與蛋白質成分稍高，纖維質較低而灰分較高，因此推測其總熱能值應該與文獻值相近而其礦物質含量應較高。

Y 之樹薯品種已無法考據，但依其性狀 (圖 1) 與陳等 (2007) 研究之 21 個樹薯種原品種比較，其葉脈及葉柄顏色組合皆為紅色，可能為 21 種原品種中之 9 種 (台南育 1、5、6、7 號、埔里選 1 號、甜木薯、Bitter, Chirgwi 及 Medan)，其確切品種尚須進一步以分子標誌進行種原分析。

Y 樹薯於鮮採分析水分後，立刻風乾貯存。後續包括營養組成分析、能量值及代謝能測定等皆以乾物基計算之。本研究以肉雞測定之代謝能為真代謝能 (TME, True 時，而真代謝能方法較省時、省工和省錢 (沈，1981)。本試驗除參考 Sibbald (1978) 與 Metabolizable Energy)。過去利用傳統的測定飼料表面代謝能 (AME) 的方法費工費

表 1. 不同地區採收之樹薯成分之比較，所有組成皆以乾物基表示。K：高雄；Y：台南玉井；T：桃園；REFERENCE: Khajjararern and Khajjararern (1991)

Table 1. Chemical compositions of cassava from different area in Taiwan. All compositions are shown as dry matter basis. K: Kaoshung; Y: Yuchin, Tainan; T: Taoyuan; REFERENCE: Khajjararern and Khajjararern (1991)

組成 (%)	K	Y	T	REFERENCE
粗脂肪	1.28	1.08	0.68	0.30
粗蛋白質	4.31	2.89	ND	2.50
灰分	4.65	4.70	3.77	3.80
粗纖維	5.29	1.24	1.84	3.50
無氮抽出物	84.46	90.10	94.63	89.90



圖 1. 台南玉井種植樹薯之葉脈與葉柄顏色。

Fig. 1. The leaf and vein color of cassava collected from Tainan.

Wehner and Horal (1982) 方法進行代謝試驗，又依 Farrell (0978) 方法修飾之。Farrell 的方法最主要的是於試驗進行前一週便開始訓練雞隻能在給料後 1 小時將飼料完全採食完畢。如此可以避免傳統的冗長代謝試驗，必須連續餵食及收集糞尿 5 天。代謝試驗共於雞隻 4、6 與 13 週齡分 3 次進行，結果如表 2 所示。其中 4 週齡時僅進行 15g 及 35g 兩組，6 及 13 週齡則進行 3 種不同濃度 (15g、25g、35g)。依據試驗結果可知樹薯之肉雞 TME 與 AME 於 4 週齡與 6 週齡差異皆不大，因此未來以樹薯進行肉雞生長試驗時，TME 與 AME 分別可採平均值 3628 kcal/kg 與 3394 kcal/kg 計算之。此代謝能值與 NRC (1994) 所列之玉米 TME: 3470 kcal/kg 及 AME:3350 kcal/kg 都很接近，表示本土樹薯取代玉米為能量飼料原料為可行，然胺基酸組成仍須確定。而 Khajrarern and Khajrarern (1991) 所分析及參考之樹薯與玉米之 AME 分別為 3145 kcal/kg 及 3524 kcal/kg，其樹薯 AME 較本試驗測得樹薯數值低。此外，Hoai *et al.*, (2011) 也分析樹薯於鴨 (Cherry Valley Duck) 之 TME 與 AME，分別為 3329 kcal/kg 與 3298 kcal/kg，較肉雞低，但受測樹薯來自不同區域，自然會有差異。綜言之，本研究初步尋得國內 3 處地區種植之樹薯並進行營養組成成分分析。代謝試驗測得台南玉井地區之樹薯真代謝能與表面代謝能，可以提供後續家禽生長試驗及樹薯飼料化之應用。

表 2. 樹薯(Y)之白色肉雞之真代謝能值與表面代謝能值，數值為平均值± 標準誤差值。
Table 2. True Metabolizable Energy (TME) and Apparent Metabolizable Energy (AME) of cassava from Yuchin, Tainan. Values are shown as mean ± standard error.

週齡	樹薯濃度 TME (kcal/kg)			平均
	15g	25g	35g	
4	3572 ± 89	-	3660 ± 105	3616 ± 44
6	3630 ± 286	3663 ± 110	3628 ± 56	3640 ± 11
13	3694 ± 3	3426 ± 41	3585 ± 93	3568 ± 78
AME (kcal/kg)				
4	2791 ± 89	-	3326 ± 105	3059 ± 267
6	2899 ± 286	3225 ± 110	3315 ± 56	3146 ± 126
13	3094 ± 3	3066 ± 41	3328 ± 93	3162 ± 83

誌謝

本研究感謝行政院農業委員會補助計畫 101 農科-14.1.3-牧-U1 及 102 農科-14.1.4-牧-U1。感謝台灣大學動物科學系林美峰老師提供分析熱值之熱量計。

引用文獻

林巍，2011。由糧食安全檢視台灣休耕政策 - 國家政策研究基金會。
<http://www.npf.org.tw/post/1/9953>

- 沈添富，1981。測定家禽飼料代謝能的新技術，飼料製造技術研習會專輯之 2，現代畜殖，15(6)48-50。
- 陳述、范宗宸、林俊義，2007。以 RAPD 及 SSR 分子標誌進行樹薯種原遺傳歧異分析及種原鑑定，台灣農業研究，56(4):327-337。
- Akinfala, E.O., A. O. Aderibigbe and O. Matanmi. 2002. Evaluation of the nutritive value of whole cassava plant as replacement for maize in the starter diets for broiler chicken. *Livestock Research for Rural Development*. 14(6).
- AOAC. 2006. *Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 18th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Apea-Bah, F. B., I. Oduro, W.O. Ellis and O. Safo-Kantanka. 2009 . Principal components analysis and age at harvest effect on quality of gari from four elite cassava varieties in Ghana. *African Journal of Biotechnology* 8(9): 1943-1949.
- Buitrago, J., B. Ospina, J.L. Gil and H. Aparicio. 2002. Cassava root and leaf meals as the main ingredients in poultry feeding: some experiences in Colombia. *Proceedings of the 7th regional cassava workshop*. 28 October-1 November 2002, Bangkok, Thailand pp523-541.
- Hoai, H. T., L.V. Kinha, T.Q. Vietb, P.V. Sya, N.V. Hopa, D.K. Oanha and N.T. Yena 2011. Determination of the metabolizable energy content of common feedstuffs in meat-type growing ducks. *Animal Feed Science and Technology* 170(1-2): 126-129.
- Kanto, U. and S. Juttupornpong. 2002. Clean cassava chips for animal feeding in Thailand. *Proceedings of the 7th regional cassava workshop*. 28 October-1 November 2002, Bangkok, Thailand pp542-563.
- Khajarern, S. and J.M. Khararern. 1991. Cassava products in poultry feeding. p. 141-156. In the FAO expert consultation on roots, tubers, plantains and bananas in animal feeding. January 21-25, Cali, Colombia.
- Khempaka, S., W. Molee and M. Guillaume. 2009. Dried cassava pulp as an alternative feedstuff for broilers: Effect on growth performance, carcass traits, digestive organs, and nutrient digestibility. *J. Appl. Poult. Res.* 18:487-493.
- Le Duc Ngoanand T.H.L. Nguyen. 2002 The use of cassava roots and leaves for feeding pigs in Vietnam. *Proceedings of the 7th regional cassava workshop*. 28 October-1 November 2002, Bangkok, Thailand pp518-522.
- National Research Council, 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Sibbald, I. R. 1978. The effect of the duration of the time interval between assays on true metabolizable energy values of feeding stuffs. *Poultry Science* 57: 455-460.
- Ukachukwu, S.N. 2005. Studies on the nutritive value of composite cassava pellets for poultry: chemical composition and metabolizable energy. *Livestock Research for Rural Development*. 17(11):article#15.
- Wehner, G. R. and R. L. Harrold. 1982 The effect of feeding technique on the true metabolizable energy value of yellow corn. *Poultry Science*. 61: 595-597.
- Hillocks, R.J., J.M. Thresh and A.C. Bellotti (eds). 2002. *Cassava: Biology, Production and Utilization*. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

Study of Cassava as Corn Replacement for Poultry Feed

Sheng Ru Lee¹, Chen Yuan Liao² and Shu Yin Wang^{1,3}

Abstract

This study was designed to develop local grown cassava as replacement feedstuff for corn in poultry feed to reduce the impact of global climate change to the livestock industry and to increase the self-sufficiency of the feedstuff. Cassava from Kaohsiung (K), Yuchin (Y) and Taoyuan (T) were collected and analyzed for their chemical compositions. Cassava from Yuchin was selected for cultivation and for metabolic analysis for poultry. Day one chicks were fed ad libitum until 3 weeks of age then were trained to consume given feed in one hour after feed is given. The metabolic analysis were done at 3, 6 and 13 weeks of age. Results showed that the chemical compositions for K, Y, and T were not different significantly, then the Y cassava was chosen for the growth trial. The chemical compositions of crude protein, crude fat, crude fiber, ash and nitrogen free extract were 2.89%, 1.08%, 1.24%, 4.7% and 90.1%, respectively. True metabolizable energy for broiler chickens was 3628 kcal/kg. In summary, three locations in Taiwan have been found to cultivate cassava, and the analyzed chemical compositions provide some information for the use of cassava as a replacement for corn feedstuff.

Keywords: Cassava, Chemical composition, Metabolizable energy, Poultry.

1 Graduate Institute of Biotechnology, Chinese Culture University.

2 Animal Technology Laboratories, Agricultural Technology Research Institute.

3 Corresponding Author, Email: sywang@faculty.pccu.edu.tw; Tel: 02-2861-0511#31801.