

木鼈果 (*Momordica cochinchinensis*) 副產物作為青貯利用之可行性評估⁽¹⁾

陳穎慧⁽²⁾⁽⁵⁾ 謝怡慧⁽³⁾ 洪兮雯⁽³⁾ 薛銘童⁽⁴⁾

收件日期：113 年 7 月 2 日；接受日期：113 年 11 月 28 日

摘 要

本試驗利用木鼈果 (*Momordica cochinchinensis*) 副產物製作青貯，期能增加木鼈果果實附加價值，降低農業廢棄物所造成之環境問題。試驗混合不同比例之木鼈果副產物、麩皮及啤酒粕作為青貯原料，分別進行 A (10 : 0 : 0)、B (9 : 1 : 0)、C (8 : 2 : 0)、D (5 : 1 : 4)、E (4.5 : 1 : 4.5) 共 5 種處理，以及青貯 30 天與 90 天後兩個開封時間。結果顯示，不同處理對木鼈果青貯料之營養成分及有機酸組成均造成影響，木鼈果副產物添加麩皮或啤酒粕，可提高青貯料之乾物質與粗蛋白質，同時降低酸洗纖維。所有處理之中洗纖維、酸洗纖維含量於青貯後均較青貯前為高，A、B、C 處理之乳酸含量及乳酸 / 乙酸比顯著高於高比例啤酒粕之 D、E 處理，此外，A、B、C 處理之 pH 值顯著低於 D、E 處理，5 種處理開封後的青貯品質均達青貯品質評分 (Fleg's score) 可接受等級 (41 分) 以上，其中 A、B、C 三處理達優良等級。綜合上述，木鼈果副產物可利用青貯方式進行保存，青貯利用亦可增加木鼈果的價值，混合添加麩皮及啤酒粕，除調整青貯料含水率外，也可提升青貯料之營養組成，考量經營成本與青貯品質，以添加 10% 麩皮為較佳之處理組合。

關鍵詞：木鼈果、副產物、青貯。

緒 言

全世界每年生產的食物大約有 1/3 (將近 1.3 – 1.6 億公噸) 被丟棄浪費，龐大的食物廚餘及蔬菜廢料對環境及社會經濟的衝擊是全球性的問題，因此，回收、再利用蔬果廢料有助於降低環境負面衝擊 (Das *et al.* 2022)。將農業工業化生產的農副產物應用於動物飼糧，減少進口及食物浪費，可形成乾淨的循環經濟，同時將價值低的廢棄材料轉變為高品質、低成本的動物飼糧，亦無與人類食物競合之疑慮 (Vastolo *et al.*, 2022; Dentinho *et al.*, 2023)。

Dentinho *et al.* (2023) 研究以胡蘿蔔、甘藷、馬鈴薯及番茄渣等農副產物製作青貯，取代羊隻飼糧中的精料，除降低生產成本，對羊隻生長表現、羊肉品質、甲烷生成沒有影響外，還可促進畜牧場及環境之間的永續性。Ncobela *et al.* (2017) 同樣指出青貯是一種保存高水分馬鈴薯副產物且便宜、易操作的方式，可增加馬鈴薯商品價值，也非常適合小型豬場於每年食物短缺期間使用，利用馬鈴薯副產物，可降低每年生產大量且持續成長的馬鈴薯廢棄物，亦可再利用為動物飼糧，穩定供應於動物生產。Razzaghzadeh *et al.* (2007) 將南瓜採集去除南瓜籽後之大量剩餘物製作為青貯，以不同比例取代苜蓿飼料 12 月齡公水牛，結果顯示以 60% 南瓜剩餘物青貯部分取代原有芻料，對公水牛肥育表現無負面影響。

青貯品質取決於作物收穫時的植物特性，青貯發酵更進一步影響青貯料營養價值 (Charmley, 2001)。利用龐大的農作物或食品工業的副產物製作品質優良的青貯，用於餵養經濟動物是好的經濟替代方法，然而針對大量的副產物，利用上卻有兩個限制因子，其一為青貯材料組成的變動，其二為材料來源具季節性 (Álvarez *et al.*, 2015)。

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2808 號。

(2) 農業部畜產試驗所南區分所。

(3) 農業部畜產試驗所動物營養組。

(4) 農業部臺東區農業改良場。

(5) 通訊作者，E-mail: wa2933@tlri.gov.tw。

影響青貯的因素極多，王等 (2012) 在成熟度、接種及材料加工對高水分玉米青貯發酵影響之研究發現，發酵程度與收穫成熟度成反比，並與青貯時間成正比，Das *et al.* (2022) 研究指出，由於蔬菜廢料含水量高、易腐敗，將其加工、保存作為動物飼糧相當困難，在孟加拉常見的蔬菜廢料含水率約為 83 – 96%，乾燥保存的成本很高，如將其混合乾燥的粗飼料或精料製作青貯，為符合成本效益的保存方式。李等 (2019) 在甘藷格外品青貯料作為荷蘭泌乳牛飼糧之研究同樣指出，甘藷混合麩皮以 10：1 比例調製青貯料，可提高青貯料之乾物質 (dry matter, DM)、粗蛋白質 (crude protein, CP)、纖維及磷 (phosphorus, P) 含量。

木鼈果 (*Momordica cochinchinensis*) 為臺灣近年興起之機能性作物，年產量逾 2,400 公噸，相較於臺灣原生種，國內種植較多的為東南亞品系，如越南、泰國種木鼈果，果實較大但果肉風味不佳 (薛等, 2020)。Aoki *et al.* (2002)、Kha *et al.* (2013) 指出木鼈果富含類胡蘿蔔素、脂肪酸、維他命 E、多酚化合物及類黃酮等營養成分，可透過加工製成營養添加物及天然著色劑，主要利用部位為假種皮及種子，分別用於傳統料理及醫藥用。依據薛等 (2020) 分析臺灣原生種木鼈果熟果果肉與假種皮之八大營養成分結果，熟果果肉之主要成分為水分 92.5%，其次為碳水化合物 5.5%、粗蛋白質 0.6%，粗脂肪含量極低，熱量為 17.4 kcal/100 g；而在假種皮，除水分含量較低 76.08%，其他營養成分如碳水化合物 14.51%、蛋白質 1.65%、脂肪含量 7.21%、熱量 125.86 kcal/100 g，均高於果肉，在果實組成方面，木鼈果果肉之鮮重接近果實一半、果皮重量則佔果實重量之 17%。臺灣目前主要利用部位亦為假種皮，將其萃取製作保健營養品、果汁、加工食品等，剩餘數量龐大的果肉及果皮因未被有效利用，進而變成農業廢棄物，因此，如能妥善利用木鼈果全果，除能降低農業廢棄物所造成之環境問題，亦可增加果實之附加價值。

本研究首次運用木鼈果副產物製備青貯作為動物飼糧，因應木鼈果果實高含水率、低蛋白質之特性，試驗處理組合參考前人研究，以不同比例之麩皮、啤酒粕混入去除假種皮及種子後之木鼈果副產物材料製作青貯，嘗試找出品質較佳之木鼈果青貯處理，期能增加農副產物商品價值與利用，同時減少飼養成本、降低環境污染，打造區域性農牧業良好循環模式。

材料與方法

I. 材料來源

- (i) 木鼈果品種：由農業部臺東區農業改良場提供之臺東 1 號。
- (ii) 麩皮：購自國內民間飼料廠，DM 90.67%、CP 18.58%。
- (iii) 啤酒粕：購自臺南善化啤酒廠，DM 27.45%、CP 31.58%、中洗纖維 (neutral detergent fiber, NDF) 42.44%、酸洗纖維 (acid detergent fiber, ADF) 20.22%，含麥粕、啤酒花粕與酵母等副產物以及異戊烯類黃酮、啤酒花苦味酸等初級代謝物。

II. 青貯製作

- (i) 木鼈果副產物：試驗用木鼈果果實為 111 年 7 月至 11 月間分 5 批採收，採收時期為熟果期，採收後以冷凍保存，至收集足夠試驗之材料數量，將凍存之木鼈果果實解凍後，去除種子及假種皮，剩餘之果皮及果肉部分，截切為 5 × 5 cm 塊狀。
- (ii) 青貯組合：依據材料特性及含水率組成，推測青貯可能之合適比例，將木鼈果副產物、麩皮及啤酒粕混合比例分為 5 種。
 1. 木鼈果：麩皮：啤酒粕 10：0：0 (A)
 2. 木鼈果：麩皮：啤酒粕 9：1：0 (B)
 3. 木鼈果：麩皮：啤酒粕 8：2：0 (C)
 4. 木鼈果：麩皮：啤酒粕 5：1：4 (D)
 5. 木鼈果：麩皮：啤酒粕 4.5：1：4.5 (E)
- (iii) 各處理原料依配方比例混勻並塞緊密封於直徑 15 cm、高 41 cm 的塑膠水管中，製作成鮮重各 5 kg 之小量青貯料，每處理 6 重複，貯存於室溫 (最高氣溫 25.77℃；最低氣溫 15.36℃；平均氣溫 19.49℃) 下，於青貯 30 天及 90 天後開封取樣，每次開封 3 支塑膠水管代表 3 重複，測定青貯發酵品質。

III. 分析方法

- (i) 營養組成分析：青貯樣品於青貯前或開封後立即取樣，樣品經 80℃ 烘乾並磨粉，保存於 4℃ 冷藏庫，依照 AOAC (2005) 方法進行 DM、CP、粗脂肪 (ether extract, EE)、灰分 (ash)、鈣 (calcium, Ca)、磷 (phosphorus, P) 分析，並以 van Soest *et al.* (1991) 方法測定 NDF、ADF 含量 (ANKOM 200 Fiber Analyzer, ANKOM Technology

Corp., Fairport, NY, USA) 及試管乾物質消化率 (in vitro dry matter digestibility, IVDMD) 的分析 (ANKOM DaisyII, ANKOM Technology Corp., Fairport, NY, USA)。每一樣品重複 2 次。

- (ii) 青貯品質分析：取新鮮青貯料 20 g 加蒸餾水 180 mL，打碎過濾後以酸鹼度計測定酸鹼值。以氣相層析儀 (Shimadzu, GC-2014) 依 Jones and Kay (1976) 的方法進行乳酸 (lactic acid)、丁酸 (butyric acid)、丙酸 (propionic acid) 及乙酸 (acetic acid) 之測定，將青貯萃取液經過陽離子管柱，洗出液以 0.05 N tetrabutyl ammonium hydroxide (TBAH) 滴定至 pH 為 8.0，於 70°C 下烘乾，加入丙酮溶解，並依 TBAH 滴定量，加入適量 benzyl bromide 與揮發性脂肪酸反應，樣品製備完成後，以氣相層析儀分析含量。依青貯料中之乙酸、丁酸和乳酸占測定總量之當量百分比進行評分，總和所得即為青貯品質評分 (Flieg's score)，評分為 40 分以下青貯失敗、41 – 60 分為可接受、61 – 80 分為好的青貯、81 分以上為發酵優良的青貯。
- (iii) 統計：試驗結果以 IBM SPSS Statistics 29.0 軟體進行 ANOVA 分析及 Scheffe 事後檢定，比較本試驗各種測定資料在不同處理及青貯時間之差異。

結 果

I. 各處理原料青貯前之營養組成

試驗五種木鼈果處理原料青貯前之營養組成如表 1，添加麩皮或啤酒粕提高青貯料之 DM 及 CP，營養組成以純木鼈果副產物 A 處理之 DM 12.7%、CP 6.7% 含量最低，EE 1.5%、NDF 30.3% 及 P 0.5% 亦略低，ADF 24.0%、Ash 14.8% 及 Ca 0.4% 較高，而 IVDMD 82.91% 為 5 處理中最高；B 處理為添加 10% 之麩皮，其 DM 及 CP 分別提高為 19.5% 及 11.8%；C 處理添加 20% 之麩皮，其 DM 及 CP 含量增為 26.8% 及 14.2%，B、C 兩處理之其它營養組成相近，EE 3.0，3.4%、NDF 35.7，37.9% 均高於 A 處理，而 ADF 18.5，19.6%、Ash 7.9，9.7%、Ca 0.2，0.3%、IVDMD 76.5，77.1% 均較 A 處理為低；D、E 處理為添加 10% 麩皮，另分別混入 40% 及 45% 之啤酒粕，兩處理均有最高之 DM 27.2，27.8%、CP 22.0，22.9%、EE 2.9，6.5%、NDF 43.4，44.0%，兩處理之 ADF 18.8，20.1%、Ash 5.8，6.1%、P 0.8% 與 B、C 處理相近，而 IVDMD 67.7，69.9% 則為 5 處理中最低。

表 1. 木鼈果副產物處理青貯前之營養組成 (乾基 %)

Table 1. Chemical compositions of gac fruit by-products before ensiling (DM basis)

Treatments*	DM [#]	CP	EE	NDF	ADF	Ash	Ca	P	IVDMD
A	12.7	6.7	1.5	30.3	24.0	14.8	0.4	0.5	82.9
B	19.5	11.8	3.0	35.7	19.6	9.7	0.3	0.8	77.1
C	26.8	14.2	3.4	37.9	18.5	7.9	0.2	0.9	76.5
D	27.2	22.0	5.9	44.0	20.1	6.1	0.3	0.8	69.9
E	27.8	22.9	6.5	43.4	18.8	5.8	0.3	0.8	67.7

* Each 5 kg concentrate contained the ratio of gac fruit: wheat bran: brewer's grains, A: 10:0:0, B: 9:1:0, C: 8:2:0, D: 5:1:4, E: 4.5:1:4.5.

[#] DM: dry matter; CP: crude protein; EE: ether extract; NDF: neutral detergent fiber; ADF: acid detergent fiber; IVDMD: in vitro dry matter digestibility.

II. 木鼈果青貯料發酵產酸情形

木鼈果青貯料有機酸含量之結果，如表 2，在青貯 30 天及 90 天後，各處理之間乙酸、丙酸及乳酸含量均有顯著差異，惟丁酸含量未達顯著差異。分析青貯 30 天之有機酸含量，乙酸含量最高者為高比例啤酒粕之 D、E 處理，分別為 1.3% 及 1.2%，B、C 處理居中，A 處理之乙酸含量 0.3% 為最低；丙酸含量方面，D、E 處理亦顯著高於 A、B、C 三處理；而在乳酸含量方面，添加麩皮之 B、C 處理組之乳酸含量分別為 2.4% 及 2.9%，顯著高於其他處理，其次為 A 處理乳酸含量 1.5%，亦顯著高於使用高比例啤酒粕之 D、E 兩處理。

青貯 90 天後，D、E 處理之乙酸含量 1.4% 顯著高於 A、B、C 三處理之 0.5 – 0.6%；在丙酸含量方面，D、E 處理亦顯著高於 A、B、C 三處理；而在乳酸含量方面，添加麩皮之 B、C 處理乳酸含量分別為 2.1% 及 2.6%，顯著高於其他處理，其次為 A 處理，其乳酸含量 1.5%，亦顯著高於添加啤酒粕之 D、E 兩處理。

以上結果顯示，純木鼈果副產物在厭氧狀態下，發酵產酸情形良好，而添加麩皮之 B、C 處理，其乙酸、丙酸含量顯著低於啤酒粕處理組 D、E，乳酸含量則顯著高於處理組 D、E，木鼈果青貯原料中添加不同比例之麩皮及啤酒粕，確實影響青貯料發酵後之有機酸組成，而不同青貯時間，各處理之乙酸、丙酸及乳酸含量相近。

表 2. 不同青貯時間對木鼈果副產物發酵產酸之影響

Table 2. Effects on silage fermentation characteristics of gac fruit by-products by different ensiling days

Ensiling day	Treatment*	Acetic acid	Propionic acid	Butyric acid	Lactic acid
----- % fresh weight -----					
30	A	0.3 ^c	0.0 ^b	0.0 ^a	1.5 ^b
	B	0.5 ^b	0.1 ^b	0.0 ^a	2.4 ^a
	C	0.6 ^b	0.1 ^b	0.0 ^a	2.9 ^a
	D	1.3 ^a	0.3 ^a	0.0 ^a	0.6 ^c
	E	1.2 ^a	0.3 ^a	0.0 ^a	0.5 ^c
90	A	0.5 ^b	0.0 ^b	0.1 ^a	1.5 ^b
	B	0.6 ^b	0.0 ^b	0.1 ^a	2.1 ^{ab}
	C	0.6 ^b	0.0 ^b	0.0 ^a	2.6 ^a
	D	1.4 ^a	0.3 ^a	0.0 ^a	0.7 ^c
	E	1.4 ^a	0.3 ^a	0.0 ^a	0.6 ^c

* The same as in Table 1.

a, b, c Means within the same column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

III. 木鼈果青貯料之青貯品質影響

本試驗所有處理之 pH 值介於 3.9 – 4.5，乳酸 / 乙酸比介於 0.4 – 5.1%，總酸介於 1.9 – 3.5%，D、E 處理之青貯評分介於 41 至 60 分，屬於可接受等級，其餘處理皆為優良等級。木鼈果處理組合於不同青貯時間之青貯品質結果 (表 3)，青貯 30 天後，A、B、C 處理之乳酸 / 乙酸比 (4.5 – 5.1%) 及青貯評分 (優良等級 87.3 – 93.7) 均顯著高於 D、E 處理，pH 值顯著低於 D、E 處理，表示三處理之乳酸發酵情形良好，屬於可接受；在 pH 值、乳酸 / 乙酸比及青貯評分方面，A、B、C 三處理之間以及 D、E 兩處理之間均無顯著差異；在總酸方面，B、C 處理之總酸含量顯著高於 A、D、E 三處理，A 處理雖然與 B、C 兩處理有相近之乳酸 / 乙酸比，但總酸含量顯著為低。

表 3. 不同青貯時間之木鼈果副產物青貯料品質

Table 3. Silage quality of gac fruit by-products by different ensiling days

Ensiling day	Treatment*	pH	Lactic acid / Acetic acid	Total acid	Flieg's score
----- % fresh weight -----					
30	A	4.0 ^b	4.5 ^a	1.9 ^b	87.3 ^a
	B	3.9 ^b	4.9 ^a	3.0 ^a	91.0 ^a
	C	3.9 ^b	5.1 ^a	3.5 ^a	93.7 ^a
	D	4.4 ^a	0.5 ^b	2.3 ^b	51.0 ^b
	E	4.5 ^a	0.4 ^b	2.0 ^b	45.0 ^b
90	A	4.2 ^b	3.4 ^a	2.1 ^b	81.3 ^b
	B	4.1 ^{bc}	3.6 ^a	2.7 ^{ab}	83.0 ^{ab}
	C	4.0 ^c	4.9 ^a	3.2 ^a	96.3 ^a
	D	4.4 ^a	0.5 ^b	2.4 ^{ab}	48.0 ^c
	E	4.5 ^a	0.4 ^b	2.3 ^{ab}	47.0 ^c

* The same as in Table 1.

a, b, c Means within the same column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

在青貯 90 天之結果，在 pH 值方面，A、B、C 處理顯著低於 D、E 處理，且 A 處理 (4.2) 顯著高於 C 處理 (4.0)，但與 B 處理 (4.1) 無顯著差異，又 B 與 C 兩處理、D 與 E 兩處理之間 pH 值亦無顯著差異；在乳酸 / 乙酸比方面，A、B、C 處理顯著高於 D、E 處理，A、B、C 三處理及 D、E 兩處理之間無顯著差異；總酸含量部分，C 處理顯著高於 A 處理，但與 B、D、E 處理之間無顯著差異；青貯評分方面，A、B、C 處理達優良等級，D、E 處理之青貯品質為可接受。

以上結果顯示，純木鼈果副產物及添加 10 至 20% 麩皮之處理組經不同青貯時間，均可達理想之 pH 值，發酵產酸情形良好，青貯品質亦佳，不同處理之木鼈果青貯料對青貯品質確有影響。

IV. 不同青貯時間對木鼈果青貯料營養成分之影響

本試驗於木鼈果青貯製作後 30 天及 90 天開封，表 4 為不同青貯時間對青貯料營養成分之影響。分析 30 天青貯料結果，DM 在 5 個處理間有顯著差異，以 C、D、E 三處理 DM 為最高 24.0 – 25.9%，其次為 B 處理 22.2%，A 處理 17.4% 最低；CP 在各處理間同樣具顯著差異，D、E 處理為最高且兩者間無差異，其次為 C 處理 15.3%，再其次為 B 處理 12.1%，A 處理 7.4% 為最低，添加麩皮與啤酒粕之處理組 CP 均較高，且隨添加比例明顯提高；NDF 在處理之間亦有顯著差異，以 A、D、E 較高且三者間無顯著差異，分別為 61.2、57.5 及 57.6%，B、C 處理之 NDF 較低且彼此之間無顯著差異；在 ADF 方面，A 處理 51.0% 顯著高於其它處理。

在青貯 90 天之營養成分結果顯示，DM 在處理之間有顯著差異，但與青貯 30 天之結果有所不同，C 處理有最高 DM 31.0%，顯著高於 A、B、D 三處理，但與 E 無顯著差異，A 處理之 DM 16.6% 顯著低於其他處理，推估不同青貯時間各處理 DM 含量變動，可能與木鼈果材料特性及取樣有關；在 CP 方面，添加高比例啤酒粕之 D、E 處理 CP 含量分別為 24.3 及 23.6%，兩者之間無差異，但顯著高於 A、B、C 三處理，B、C 處理為添加不同比例之麩皮，兩者 CP 含量分別為 10.8 及 12.9%，A 處理為最低 8.0%，但與 B 處理之間無差異；NDF 在各處理間無顯著差異；在 ADF 含量方面，A 處理 46.0% 顯著較高，其餘 4 處理 ADF 含量 26.0 至 31.4%，且四者之間無差異。綜合以上結果，不同青貯時間各處理之 CP 含量均與青貯原料比例有關，添加麩皮及啤酒粕之木鼈果青貯料可提高 DM，同時降低 ADF，而混合高比例啤酒粕，可提高青貯料之 CP，顯示不同處理對木鼈果青貯料營養成分造成影響。

表 4. 不同青貯時間對木鼈果副產物青貯料營養成分之影響

Table 4. Effects on chemical components of gac fruit by-products by different ensiling days

Ensiling day	Treatment*	DM [#]	CP	NDF	ADF
30	A	17.4 ^c	7.4 ^d	61.2 ^a	51.0 ^a
	B	22.2 ^b	12.1 ^c	52.3 ^b	31.4 ^b
	C	25.9 ^a	15.3 ^b	49.1 ^b	25.4 ^c
	D	24.0 ^{ab}	27.2 ^a	57.5 ^a	28.5 ^{bc}
	E	24.0 ^{ab}	24.8 ^a	57.6 ^a	30.2 ^{bc}
90	A	16.6 ^c	8.0 ^c	54.5 ^a	46.0 ^a
	B	25.3 ^b	10.8 ^{bc}	55.9 ^a	30.2 ^b
	C	31.0 ^a	12.9 ^b	48.9 ^a	26.0 ^b
	D	23.3 ^b	24.3 ^a	50.3 ^a	27.7 ^b
	E	26.0 ^{ab}	23.6 ^a	49.8 ^a	31.4 ^b

* The same as in Table 1.

^{a, b, c} Means within the same column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

討 論

青貯材料之含水率、水溶性碳水化合物、植體緩衝能力及表面菌相等特性均會顯著影響青貯過程的微生物活性與生化反應，進而影響品質；調製作業的方式如細切度、擠壓方式、裝填速度及青貯容器亦會影響青貯品質 (王及陳, 2014; Rotz and Muck, 1994; Martin *et al.*, 2004)，適當的含水率及水溶性碳水化合物亦是影響發酵表現的重要因子 (王等, 2017)，而青貯品質攸關於動物飼糧應用，如能有效掌握農副產物之材料特性，將可確保青貯品質及營養

價值。*Dentinho et al. (2023)* 研究指出番茄、馬鈴薯、甘藷及胡蘿蔔等農副產物均具有高水分，因此容易腐敗、不易保存，混合後青貯是保存這些農副產物的好方法，該研究使用麩皮及苜蓿乾草降低混合材料之水分含量，製作出品質營養且穩定之青貯。*Razzaghzadeh et al. (2007)* 在南瓜剩餘物製作青貯之研究中，同樣因應材料特性，額外添加麥桿來調整青貯原料之含水率。此外，在混植黑麥草及白三葉草牧草青貯之研究，透過取樣及化學分析證實青貯原料之水分含量會影響乳酸及丁酸發酵，青貯後也可能造成營養組成及品質差異 (*Haslemore and Holland, 1981*)。*Kara et al. (2018)* 在蘋果渣及石榴渣之青貯研究中，試驗使用之蘋果渣及石榴渣取自於當地的果汁工廠，兩種果渣原料均包含果皮、果核及果肉等成分，富含纖維素、易消化碳水化合物 (如單醣、雙醣) 以及成分高低不均之有機酸、酚類化合物、類黃酮、茄紅素等其它化合物，試驗發現青貯料的化學成分差異取決於青貯材料、作物品種、生長條件 (地理位置、氣候、土壤特性)、異物和雜質的數量、不同的加工處理及測量方式，而不同化學組成會導致不同營養價值，以蘋果渣青貯料為例，雖然發酵產酸情形良好，乳酸含量高、pH 值僅 3.57，但因其原料高含水率之特性，導致高達 27.37% 的乾物質損失，而混合 50% 石榴渣及 50% 蘋果渣之青貯料，乾物質損失即減少至 22.46%。

本試驗使用同年度不同批次採收之木鼈果熟果，其副產物包含果皮及果肉，含有豐富的纖維素及容易分解的碳水化合物，水分含量高，純木鼈果副產物之青貯料雖有好的發酵產酸能力，青貯品質達優良等級，作為青貯使用具有可行性，但 DM 及 CP 等營養成分較低，為因應材料特性，採用不同比例之麩皮及啤酒粕添加於木鼈果副產物中調整含水率，其中添加 10 及 20% 麩皮之青貯料 DM 及 CP 均提高，同時降低 ADF，營養價值較高，乳酸含量介於 2.1 – 2.9% DM、乳酸 / 乙酸比為 3.6 – 5.1%，*Flieg's score* 均可達 80 分以上優良等級，兩者之間在營養成分及青貯品質上幾無差異，因此，在兼顧營養價值與經營成本之前提下，木鼈果副產物混合添加 10% 麩皮為較佳之木鼈果青貯處理，此與 *Das et al. (2022)* 利用廢棄蔬菜製作青貯作為羊隻飼料之研究結論一致，當地常見蔬菜廢棄物含水率高達 83 – 96%，試驗將蔬菜廢棄物混入 5% 糖蜜及 10% 麩皮，可提高青貯料 DM、乳酸菌及有機酸含量，降低 pH 值，青貯品質良好。

木鼈果副產物混合啤酒粕青貯料之 CP 含量達 23.57 – 27.18%，青貯後之 pH 值較其他組合為高，介於 4.39 – 4.49，且乙酸含量較高、乳酸含量較少，此應與啤酒粕蛋白質成分高，酸鹼值緩衝能力強，pH 值無法快速下降，發酵環境不利乳酸菌生長有關。啤酒粕處理組在青貯 30 及 90 天之分析結果，相較於其他三處理，乙酸含量較高、乳酸含量及乳酸 / 乙酸比較低，且 pH 較高，惟青貯評分可達 40 分以上，基此，木鼈果副產物在青貯 30 及 90 天之青貯品質均為可接受。一般而言，青貯後 DM 通常較青貯前為低，本試驗 A、B 處理青貯後 DM 有提高情形，推測係受木鼈果副產物高含水率之材料特性影響，該兩處理使用木鼈果副產物比例分別為 100 及 90%，青貯後水分流失較多，因採樣分析時，僅能針對剩餘固體狀青貯料進行取樣，因此 DM 分析結果反較青貯前原料為高，另各批次收穫青貯材料組成之變動，亦為可能影響因子。另依據青貯 30 天或 90 天之分析結果，純木鼈果副產物於青貯後，ADF、NDF 含量大幅提升，推估可能原因為植物材料之果肉占比大、含水量高，青貯發酵後易產生大量流出物損失 (effluent losses)，可溶性營養組成均釋出於流出物，青貯料中僅剩餘不易消化、較難分解之果皮部位，而使 ADF、NDF 偏高，此與 *Amorim et al. (2020)* 在小米青貯之研究結果一致，由於小米採收時植株含水量高，青貯後產生較高的流出物損失以及較高 ADF、NDF。

結 論

本研究首度運用木鼈果副產物作為青貯材料，比較各種測定資料在不同處理及青貯時間之差異，結果顯示，木鼈果副產物可利用青貯方式進行保存，青貯 30 天及 90 天之青貯評分均達可接受等級以上，可作為替代部分芻料使用，木鼈果副產物混合麩皮或啤酒粕可調整青貯料含水率，同時提高營養組成，考量經營成本及青貯品質，添加 10% 麩皮為較佳之處理。

參考文獻

- 王紓愍、游翠鳳、劉信宏、陳嘉昇。2012。成熟度、接種及材料加工對高水分玉米青貯發酵的影響。畜產研究 45：197-208。
- 王紓愍、陳嘉昇。2014。堆積、裝填密度與貯存時間對玉米青貯料發酵品質及開封後穩定性的影響。畜產研究 47：187-194。
- 王紓愍、游翠鳳、劉信宏、陳嘉昇。2017。接種與萎凋對盤固草 / 苜蓿混植草青貯發酵的影響畜產研究 50：134-

139。

- 李春芳、范耕榛、施柏齡、王紓愍、蕭宗法、張俊達。2019。甘藷等外品青貯料作為荷蘭泌乳牛飼糧之可行性評估。畜產研究 52：165-175。
- 薛銘童、何禎元、林書妍、陳信言。2020。原生種木鼈果營養價值介紹。臺東區農業專訊 113：16-19。
- Álvarez, S., P. Méndez, and A. Martínez-Fernández. 2015. Fermentative and nutritive quality of banana by-product silage for goats. *J. Appl. Anim. Res.* 43: 396-401.
- Amorim, D. S., R. Loiola Edvan, R. R. do Nascimento, L. R. Bezerra, M. J. de Araújo, A. L. da Silva, F. Mielezski, and K. D. S. Nascimento. 2020. Fermentation profile and nutritional value of sesame silage compared to usual silages. *Ital. J. Anim. Sci.* 19: 230-239.
- Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). 2005. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist International, Washington (D.C.).
- Aoki, H., N. T. M. Kieu, N. Kuze, K. Tomisaka, and N. V. Chuyen. 2002. Carotenoid pigments in GAC fruit (*Momordica cochinchinensis* SPRENG). *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 66: 2479-2482.
- Charmley, E. 2001. Towards improved silage quality—A review. *Can. J. Anim. Sci.* 81: 157-168.
- Das, N. G., N. Sultana, S. M. Amanullah, M. A. Jalil, and K. S. Huque. 2022. Feeding of vegetable waste silage to lambs by replacing maize silage. *J. Appl. Anim. Res.* 50: 386-393.
- Dentinho, M. T. P., K. Paulos, C. Costa, J. Costa, L. Fialho, L. Cachucho, A. P. Portugal, J. Almeida, I. Rehan, A. T. Belo, E. Jerónimo, and J. Santos-Silva. 2023. Silages of agro-industrial by-products in lamb diets—Effect on growth performance, carcass, meat quality and in vitro methane emissions. *Anim. Feed Sci. Technol.* 298: 115603.
- Haslemore, R. M. and R. Holland. 1981. Sampling and chemical composition of silage from a farm stack: Variation in moisture content, and in degree of fermentation. *N. Z. J. Exp. Agr.* 9: 85-89.
- Jones, D. W. and J. J. Kay. 1976. Determination of volatile fatty acid C1-C6 and lactic acid in silage juice. *J. Sci. Food Agric.* 27: 1005-1014.
- Kara, K., B. K. Guclu, E. Baytok, E. Aktug, F. K. Oguz, A. Kamalak, and A. I. Atalay. 2018. Investigation in terms of digestive values, silages quality and nutrient content of the using pomegranate pomace in the ensiling of apple pomace with high moisture contents. *J. Appl. Anim. Res.* 46: 1233-1241.
- Kha, T. C., M. H. Nguyen, P. D. Roach, S. E. Parks, and C. Stathopoulos. 2013. Gac fruit: nutrient and phytochemical composition, and options for processing. *Food Reviews International* 29: 92-106.
- Martin, N. P., R. E. Muck, and B. J. Holmes. 2004. Silage density and dry matter loss of bag and bunker silos. In *Proceedings, Idaho Alfalfa and Forage Conference*, 23-24 February 2004.
- Ncobela, C. N., A. T. Kanengoni, V. A. Hlatini, R. S. Thomas, and M. Chimonyo. 2017. A review of the utility of potato by-products as a feed resource for smallholder pig production. *Anim. Feed Sci. Technol.* 227: 107-117.
- Razzaghzadeh, S., J. Amini-Jabalkandi, and A. Hashemi. 2007. Effects of different levels of pumpkin (*Cucurbita pepo*) residue silage replacement with forage part of ration on male buffalo calves fattening performance. *Ital. J. Anim. Sci.* 6: 575-577.
- Rotz, C. A. and R. E. Muck. 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. in: *Forage quality, evaluation, and utilization*. Eds. Fahey, Jr. G. C., M. Collins, D. R. Mertens and L. E. Moser. American Society of Agronomy, Inc. Madison, p828-868.
- van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Vastolo, A., S. Calabrò, and M. I. Cutrignelli. 2022. A Review on the Use of Agro-Industrial CO-Products in Animals' Diets. *Ital. J. Anim. Sci.* 21: 577-594.

Feasibility evaluation of utilizing by-products of gac fruit (*Momordica cochinchinensis*) as silage ⁽¹⁾

Ying-Hui Chen ⁽²⁾⁽⁵⁾ Yi-huei Hsieh ⁽³⁾ Hsi-Wen Hung ⁽³⁾ and Ming-Tung Hsueh ⁽⁴⁾

Received: Jul. 2, 2024; Accepted: Nov. 28, 2024

Abstract

This experiment used the by-products of the gac fruit (*Momordica cochinchinensis*) to make silage, in attempt to increase additional value of gac fruit and reduce the environmental problems caused by agricultural waste. The experiment mixed different proportions of gac fruit by-products, wheat bran and brewer's grains as silage raw materials, and conducted a total of 5 treatments, including A (10:0:0), B (9:1:0), C (8:2:0), D (5:1:4), and E (4.5:1:4.5). Silos were opened after 30 and 90 days of storage. The results show that different treatments all had an impact on the nutritional content and organic acid composition of the silage. Adding wheat bran or brewer's grains to gac fruit by-products could increase the dry matter (DM) and crude protein (CP) of silage while reducing the acid-detergent fiber (ADF). Among the treatments, the neutral-detergent fiber (NDF) and ADF contents after silage were higher than those before silage. The lactic acid content and lactic acid/acetic acid ratio of treatments A, B, and C were significantly higher than those of treatments D and E with a high proportion of brewer's grains. Moreover, the pH values of treatments A, B, and C were significantly lower than those of treatments D and E. The silage quality of 5 treatments after opening were all above the acceptable level (41 score) of Flieg's score for silage, while treatments A, B, and C reach the excellent level. To sum up the above, the by-products of gac fruit could be preserved through silage. The use of silage could also increase the value of silage. Adding wheat bran and brewer's grains not only adjusted the moisture content of silage but also improved the nutritional composition of silage. Taking into account the operating cost and silage quality, the addition of 10% wheat bran would be the optimal treatment combination.

Key words: *Momordica cochinchinensis*, By-products, Silage.

(1) Contribution No. 2808 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

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

(3) Animal Nutrition Division, MOA-TLRI, HsinHua, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(4) Taitung District Agricultural Research and Extension Station, MOA, Taitung city 950244, Taiwan, R. O. C.

(5) Corresponding author, E-mail: wa2933@tlri.gov.tw.