

# 添加糖、有機酸、水溶性碳水化合物與 青貯發酵對山羊適口性之探討<sup>(1)</sup>

陳嘉昇<sup>(2)(3)</sup> 王紓愍<sup>(2)</sup> 游翠凰<sup>(2)</sup>

收件日期：106 年 11 月 16 日；接受日期：107 年 1 月 30 日

## 摘 要

本研究由 6 批次偏好性試驗探討，1. 山羊對乾草添加蔗糖、有機酸的反應；2. 以收穫調製處理改變乾草水溶性碳水化合物 (water soluble carbohydrate, WSC) 含量，測試其對適口性影響；以及 3. 青貯發酵的影響。由試驗 1、2 結果顯示，添加 1% 乙酸的效果為負面；添加 1% 乳酸或 1% 蔗糖有提高偏好性與前期採食量的效果。以同田區兩品種燕麥經不同刈割時間及乾燥速度，製造具 WSC 含量變異的燕麥乾草供試驗比較 (試驗 3、4)。品種 Saia 的 WSC 變動範圍為 2.5% – 7.7%，Swan 為 2.9 – 10.7%，而 WSC 含量的改變亦大幅影響其他植體成分比例。由試驗 3、4 結果顯示，以刈割調製方式所產生的 WSC 含量變動範圍之下，並未影響羊隻適口性。青貯發酵的影響方面，試驗 5、6 結果顯示，1. 羊隻對半乾青貯表現出高度且穩定的偏好性，對盤固草半乾青貯的偏好性高於乾燥半乾青貯，且高於進口百慕達乾草，以盤固乾草的適口性最低，2. 乾燥半乾青貯的乾物質含量高於半乾青貯，故乾燥半乾青貯的乾物質採食量可能高於半乾青貯，3. 國產盤固乾草的適口性不高於進口百慕達乾草，半乾青貯發酵是有效的改善之道，再經乾燥後亦有同樣效果。

關鍵詞：適口性、山羊、盤固草、燕麥。

## 緒 言

牧草適口性 (palatability) 影響動物採食意願及採食量，而適口性的決定因子複雜，包括飼糧因素、採食後回饋等 (Baumont, 1996)、草種的特性、物理性質、化學性質與調製保存良窳等都在適口性的影響因素之列 (Baumont *et al.*, 2000)。適口性對做為買賣商品的乾草或半乾青貯的商品價值影響甚大，尤其在夏季採食不佳的情況之下，適口性良好、能刺激食慾的乾草成為飼主重要的考量，其重要性甚且高於消化率或粗蛋白質含量等營養成分。適口性是指飼糧引起動物感官性反應的性質，被定義為引起動物選擇性反應的飼糧特性或狀態 (Greenhalgh and Reid, 1971; Church, 1979)。Matthews (1983) 認為適口性與偏好性 (preference) 兩個名詞可以通用，決定於飼糧的味道、氣味、外觀、溫度及質地。Forbes (1995) 則指出適口性不單只是決定於飼糧的品質，也依賴動物的經驗與代謝狀態，亦即飼糧適口性並非單方面的性質，也與動物的飢餓程度有關。

綜上，適口性是由飼糧所引起、激發動物食慾的一種描述，初期採食速率是動物食慾的一個判斷標準，而適口性涉及為所有對食慾有影響的物理 (堅硬度、毛刺等) 與化學 (氣味、口味等) 的特性 (Arsenos and Kyriazakis, 1999)。Dumont and Petit (1995) 指出在放牧草地，被採食的難易程度是影響選擇性的主要因素；一般圈飼動物餵以相同的乾草，其對長草、切段與粉碎的採食速率不同。適口性雖是一「定性」的描述，但是如果能在單位時間內計量，則可加以「定量」的測量。適口性的評估方法因目的而異，但都難以避免學習的影響，而最理想的評估方法須不受先前餵食及採食後的干擾 (Church, 1979)。

國產乾草以盤固草為大宗，其營養價值與進口百慕達草相當，但因收穫後調製問題使國產乾草生產利用受限制，商品價值低於進口百慕達草。利用後端加工克服天候因素，使能適期收穫，並獲得穩定品質之乾草或半乾青貯

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2586 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

(3) 通訊作者，Email：chencsg@mail.tlri.gov.tw。

草是改善國產乾草的途徑。然後端加工增加乾草生產成本，若能在增加成本的同時調製出適口性佳的產品，使物超所值，將使加工技術的開發應用更為可行。

本研究以系列山羊偏好性試驗為平臺，了解羊隻對草料適口性差異的變因與差異程度，進而探討可能提升風味與適口性的調製方法。本研究由 6 批次偏好性試驗探討，1. 山羊對乾草添加蔗糖、有機酸的反應；在獲得對甜味與乳酸的正向結果後，接著以 2. 收穫調製處理改變乾草水溶性碳水化合物含量 (WSC)，測試其對適口性差異的影響；3. 青貯發酵的影響。

## 材料與方法

### I. 試驗材料

- (i) 盤固乾草添加蔗糖、有機酸試驗 (試驗 1 與試驗 2)：四個處理分別為：每公斤盤固乾草 (以乾基計算) + 100 mL 水 (對照組)、盤固乾草 + 100 mL 10% 蔗糖 (1% 蔗糖組)、盤固乾草 + 100 mL 10% 乳酸 (1% 乳酸組)、盤固乾草 + 100 mL 10% 乙酸 (1% 乙酸組)。盤固乾草收穫自恆春分所剪草區，試驗 1 及試驗 2 來自同批收穫之不同草捆，植體成分平均含量：酸洗纖維 (ADF) 39.2%、中洗纖維 (NDF) 70.3%、粗蛋白質 (CP) 7.2%，乾物含量 85%。各處理以不同處理溶液噴施混合均勻後餵飼，每日每盆參試材料 190 g。每日調查結束後每隻羊給予精料 300 g、百慕達草 300 g。
- (ii) 燕麥乾草 WSC 含量改變試驗：試驗 3 與試驗 4 草料分別為燕麥品種 Saia 與 Swan。11 月 26 日種於恆春分所，生長 90 日後，於 9 時及 14 時分別刈割，刈割後的牧草再分別以烘乾機快速乾燥 (F) 及置於戶外曝曬 5 天 (S)，調製完成的乾草置於冷藏庫保存，二星期後取出回溫切段 (約 5 公分，含水率 10%) 進行餵飼試驗。四個處理分別為 9S (9 時收穫，慢速乾燥)、9F (9 時收穫，快速乾燥)、14S (14 時收穫，慢速乾燥)、14F (14 時收穫，快速乾燥)，燕麥乾物含量約 90%，植體成分含量如表 3。每日每盆參試材料 40 g。每日調查結束後每隻羊給予精料 300 g、百慕達草 600 g。
- (iii) 青貯反應 (試驗 5 與試驗 6)：分別測試兩批不同調製條件之盤固草半乾青貯及其乾燥材料 (前項材料置烘箱烘乾)，與同田區收穫之乾草及進口百慕達乾草之比較。試驗 5 之半乾青貯於調製時接種乳酸菌，試驗 6 未接種乳酸菌，半乾青貯及其乾燥後材料之 pH、揮發性脂肪酸、青貯評分見表 6。試驗 5 每盆起始重量半乾青貯為 270 g (乾物含量 59%)，乾草 180 g；試驗 6 每盆起始重量半乾青貯為 320 g (乾物含量 50%)，乾草 180 g。每日調查結束後每隻羊給予精料 300 g、百慕達草 300 g。

### II. 動物試驗

自恆春分所飼養之墾丁山羊族群中挑選體型接近之闖公羊 4 頭，分別隔離於  $1.5 \times 3 \text{ m}^2$  的個別飼養欄進行偏好性試驗，4 頭羊試驗開始體重分別為 41.9 kg、42.1 kg、43.1 kg、41.3 kg。

每一試驗，前 4 天為適應期，後 4 天為試驗期。每個飼養欄之長條飼料槽上放置 4 個直徑 30 公分、深 20 公分圓形飼槽，飼槽內分別放置定量之前述草料處理。圓形飼槽位置每日輪替放置，避免位置效應之影響。每日 13:30 開始餵飼試驗，紀錄前 20 分鐘之每分鐘採食標的，及 0.5 小時、1 小時、1.5 小時、2 小時、3 小時之採食量。16:30 記錄結束後移除圓形食槽，施予前述定量之精料與百慕達乾草，以補足每日所需之採食量。翌日上午 9:00 清空飼料槽，13:30 再開始餵飼試驗。

### III. 統計分析

試驗結果以 SAS 軟體 (SAS, 2002, ver.9) 之 GLM Procedure 進行變方分析，各組效應均為固定型，以鄧肯氏法 (Duncan's test) 測驗處理間的差異顯著性。

## 結 果

### I. 乾草添加蔗糖、有機酸的影響

試驗 1 結果，盤固乾草添加乳酸可吸引山羊採食，添加乙酸則明顯降低採食次數。添加乳酸組的前 5 分鐘採食次數 (每分鐘紀錄一次) 為 1.9 次，6 - 10 分鐘的採食次數為 1.6 次，添加乙酸組分別為 0.2 次及 0.3 次，前者的採食偏好次數為後者的 5 倍以上。添加 1% 蔗糖與不添加的對照組則居中，兩者無顯著差異。以採食量而言，添加乳酸組前 30 分鐘的採食量為 45.1 g、添加蔗糖組 38.3 g、對照 32.7 g，顯著高於添加乙酸的 14.9 g；

前 1 小時的採食量，添加乳酸與糖者分別為 106.6 g 與 98.8 g，高於對照的 73.8 g 與添加乙酸的 63.5 g。可知添加 1% 乳酸與糖都有提升適口性的效果。

試驗 2 中，盤固乾草添加蔗糖組的前 5 分鐘採食次數最高，但未達顯著差異；6 – 10 分鐘的採食次數為 1.95 次，顯著高於其他組，添加乙酸者最低，僅 0.4 次。對採食量而言，添加蔗糖者前 30 分鐘的採食量為 73.5 g，高於添加乳酸者與對照組，最低者為添加乙酸的 25.2 g；前 1 小時的採食量，亦以添加乙酸組最低。

由試驗 1、2 可知添加 1% 乳酸或 1% 蔗糖有提高偏好性及前期採食量的效果；添加 1% 乙酸的效果為負面。推測改變（提高）牧草植體本身含糖量或乳酸發酵有可能提升牧草適口性，而兩者又是收穫調製程序中有機會加以調整者。

表 1. 盤固乾草、盤固乾草添加 1% 蔗糖、1% 乳酸、1% 乙酸對前期採食次數及採食量之影響（試驗 1）

Table 1. The effects of adding of 1% sucrose, 1% lactic acid, 1% acetic acid to pangola hay on bouts and dry matter intake in experiment 1

Treatment	Bouts		Dry matter intake (g/goat)				
	1-5 min	6-10 min	0.5 hr	1 hr	1.5 hr	2 hr	3 hr
Pangola hay	0.9 <sup>b</sup>	1.1 <sup>a</sup>	32.7 <sup>a</sup>	73.8 <sup>b</sup>	110.6 <sup>a</sup>	119.4 <sup>ab</sup>	127.9
Add 1% sucrose	0.9 <sup>b</sup>	0.9 <sup>ab</sup>	38.8 <sup>a</sup>	106.6 <sup>a</sup>	119.7 <sup>a</sup>	127.8 <sup>a</sup>	133.6
Add 1% lactic acid	1.9 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>	45.1 <sup>a</sup>	98.8 <sup>a</sup>	117.3 <sup>a</sup>	123.5 <sup>a</sup>	129.5
Add 1% acetic acid	0.2 <sup>b</sup>	0.3 <sup>b</sup>	14.9 <sup>b</sup>	63.5 <sup>b</sup>	88.4 <sup>b</sup>	102.0 <sup>b</sup>	116.2

<sup>a, b</sup> Means in the same column with different superscripts are different significantly ( $P < 0.05$ ).

表 2. 盤固乾草、盤固乾草添加 1% 蔗糖、乳酸、乙酸對前期採食次數及採食量之影響（試驗 2）

Table 2. The effects of adding 1% sucrose, lactic acid, acetic acid to pangola hay on bouts and dry matter intake in experiment 2

Treatment	Bouts		Dry matter intake (g/goat)				
	1-5 min	6-10 min	0.5 hr	1 hr	1.5 hr	2 hr	3 hr
Pangola hay	1.0	0.7 <sup>b</sup>	41.9 <sup>b</sup>	97.2 <sup>a</sup>	117.4 <sup>a</sup>	123.5 <sup>a</sup>	128.3 <sup>a</sup>
Add 1% sucrose	1.5	1.9 <sup>a</sup>	73.5 <sup>a</sup>	111.2 <sup>a</sup>	122.6 <sup>a</sup>	131.6 <sup>a</sup>	137.2 <sup>a</sup>
Add 1% lactic acid	1.2	0.9 <sup>b</sup>	45.3 <sup>b</sup>	103.3 <sup>a</sup>	118.6 <sup>a</sup>	121.4 <sup>a</sup>	123.5 <sup>a</sup>
Add 1% acetic acid	0.8	0.4 <sup>b</sup>	25.2 <sup>b</sup>	71.2 <sup>b</sup>	95.5 <sup>b</sup>	104.6 <sup>b</sup>	110.3 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Means in the same column with different superscripts are different significantly ( $P < 0.05$ ).

## II. 收穫調製處理改變乾草 WSC 含量的影響

由試驗 1 及試驗 2 結果顯示，添加 1% 蔗糖有提升乾草適口性的效果，本研究進而以同田區燕麥材料，以收穫調製程序製造不同 WSC 含量的燕麥乾草供試驗比較。以不同刈割時間及乾燥速度製造的燕麥乾草成分如表 3。下午收穫的 WSC 高於上午收穫者，快速乾燥者又高於慢速乾燥者，而乾燥速度造成的 WSC 含量差異度又大於上下午收穫處理。收穫時間與乾燥程序不僅改變 WSC 含量，亦連動影響植體其他成分比例，隨著 WSC 降低，CP 提高、澱粉降低、ADF、NDF 大幅提高。兩品種的改變趨勢相同，然成分比例與變化幅度不同。相對於商業生產者本試驗燕麥收穫期偏早，Saia 的 CP 達 20% 以上，Swan 的 CP 亦在 13% 左右。受測材料 WSC 的變動範圍，Saia 為 2.5% – 7.7%，Swan 為 2.9 – 10.7%，用以測試在此人為調控的範圍下適口性是否改變。

試驗 3（燕麥品種 Saia）的變方分析結果，處理主效應僅前 5 分鐘採食次數乙項達顯著水準，處理間在 20 分鐘、40 分鐘、60 分鐘的採食量均無顯著差異，有採食量差異的反而是羊隻之間與重覆天數之間。處理間的 5 分鐘採食次數差異發生於 9S 的 1.68 次與 14S 的 0.69 次，與 WSC 高低無關，6 – 10 分鐘即無差異。顯示在本燕麥品種 Saia 的試驗中，此 WSC 的變動對適口性無影響。

試驗 4（燕麥品種 Swan）結果，前 5 分鐘採食次數以 9S、14F 高於 9F、14S，6 – 10 分鐘即無差異。前 20 分鐘的採食量有顯著但幅度不大的差異，最高為 14F 的 33.9 g，最低為 14S 的 26.9 g，由 4 個參試材料的 WSC 含量觀之，其採食差異與 WSC 高低順序無關；至 40 分鐘時不同材料間的採食量均無顯著。

由試驗 3、4 結果，在本研究以刈割調製方式所能產生的 WSC 含量變動範圍之下，並未影響羊隻適口性，

而 WSC 含量的改變亦連動影響其他植體成分比例，且變動幅度不小，其綜合效應需要進一步試驗才能釐清。

表 3. 不同刈割時間及乾燥速度之燕麥乾草營養成分

Table 3. Nutrient components of oat hay cut at 9 and 14 o'clock and drying by fast and slow speed

Forage	CP	NDF	ADF	WSC	Starch
SA-9-F*	22.9 ± 1.2	51.7 ± 2.5	29.5 ± 1.7	5.5 ± 0.6	3.0 ± 0.2
SA-9-S	23.1 ± 1.1	58.9 ± 2.8	34.6 ± 1.4	2.5 ± 0.5	2.5 ± 0.3
SA-14-F	22.5 ± 1.1	53.0 ± 2.3	28.9 ± 1.9	7.7 ± 1.2	3.5 ± 0.4
SA-14-S	23.3 ± 0.9	56.6 ± 1.9	32.1 ± 2.7	4.2 ± 0.7	2.7 ± 0.4
SW-9-F	13.5 ± 0.7	53.2 ± 2.5	31.5 ± 2.1	10.0 ± 1.9	5.6 ± 0.5
SW-9-S	16.1 ± 0.8	63.3 ± 2.8	39.1 ± 2.5	2.9 ± 1.3	3.5 ± 1.1
SW-14-F	11.3 ± 0.7	57.0 ± 2.5	33.5 ± 2.0	10.7 ± 1.1	4.1 ± 0.9
SW-14-S	13.2 ± 1.1	58.9 ± 2.8	35.4 ± 1.9	7.67 ± 0.7	3.5 ± 0.7

\* SA: Variety Saia.

SW: Variety Swan.

9: Mowed at 9 o'clock.

14: Mowed at 14 o'clock.

F: Drying in 60°C-oven for 2 days.

S: Drying outdoors for 5 days.

表 4. 燕麥品種 Saia 於不同刈割時間及乾燥速度所獲得乾草的前期採食次數及採食量 (試驗 3)

Table 4. Bouts and dry matter intake of oat hay cut at 9 and 14 o'clock and drying by fast and slow speed for variety Saia

Treatment	Bouts		Dry matter intake (g/goat)		
	1-5 min	6-10 min	20 min	40 min	60 min
9S*	1.7 <sup>a</sup>	1.0	41.9 <sup>b</sup>	97.2 <sup>a</sup>	128.3 <sup>a</sup>
9F	1.3 <sup>ab</sup>	0.8	73.5 <sup>a</sup>	111.2 <sup>a</sup>	137.2 <sup>a</sup>
14S	0.7 <sup>b</sup>	1.3	45.3 <sup>b</sup>	103.3 <sup>a</sup>	123.5 <sup>a</sup>
14F	1.1 <sup>ab</sup>	0.8	25.2 <sup>b</sup>	71.2 <sup>b</sup>	110.3 <sup>b</sup>

\* The same as in table 3.

<sup>a, b</sup> Means in the same column with different superscripts are different significantly (P < 0.05).

表 5. 燕麥品種 Swan 於不同刈割時間及乾燥速度所獲得乾草的前期採食次數及採食量 (試驗 4)

Table 5. Bouts and dry matter intake of oat hay mowed at 9 and 14 o'clock and drying by fast and slow speed for variety Swan

Treatment	Bouts		Dry matter intake (g/goat)		
	1-5 min	6-10 min	20 min	40 min	60 min
9S*	1.7 <sup>a</sup>	0.9	32.9	34.3	35.3
9F	0.6 <sup>b</sup>	1.3	27.4	33.0	35.6
14S	0.7 <sup>b</sup>	0.9	26.9	35.2	35.5
14F	1.7 <sup>a</sup>	1.5	33.9	34.8	35.7

\* The same as in table 3.

<sup>a, b</sup> Means in the same column with different superscripts are different significantly (P < 0.05).

### III. 青貯發酵的影響

由試驗 1 及試驗 2，添加 1% 乳酸有提升山羊對乾草適口性的效果，本研究進一步探討半乾青貯發酵的影響，並測試國產盤固草半乾青貯或乾燥後的半乾青貯的適口性能否高於進口百慕達草。

試驗 5 的變方分析結果，牧草種類的變方主成分效應遠高於其他，顯示牧草材料間適口性的差異大且一致性高。盤固草半乾青貯的前 5 分鐘及 6 – 10 分鐘採食次數為 3.4 次與 3.5 次，盤固乾草與進口百慕達乾草都僅在 0.5 次以下，表示半乾青貯的吸引力遠高於後兩者。半乾青貯前 30 分鐘的採食量為 120.5 g (以乾物量計)，高於乾燥半乾青貯的 50.0 g、盤固乾草的 25.5 g，及進口百慕達乾草的 40.5 g，後三者差異不顯著；前 1 小時的採食量，亦以半乾青貯 152.5 g 高於乾燥半乾青貯 102.7 g、進口百慕達乾草 83.0 g 及盤固乾草 60.2 g，四者間差異均達顯著水準。

試驗 6 的變方分析亦顯示相似的結果，牧草種類的變方主成分效應遠高於其他，顯示牧草材料間適口性的差異大。即使試驗 6 之半乾青貯評分僅有 50 分，且有丁酸產生，前 5 分鐘及 6 – 10 分鐘採食次數亦以半乾青貯最高，而乾燥半乾青貯次之。與試驗 5 結果不同的是乾燥半乾青貯的採食量高於半乾青貯 (雖差異不顯著)，兩者前 30 分鐘的採食量為 106.1 g 及 89.9 g，遠高於盤固乾草的 6.9 g 與進口百慕達乾草的 12.5 g；前 1 小時的採食量的比較亦然。乾燥半乾青貯的採食量自 0.5 小時起即高於半乾青貯 (雖差異不顯著)，至 2 小時及 3 小時則顯著高於半乾青貯，應為乾燥半乾青貯的偏好性雖稍低於半乾青貯 (半乾青貯採食次數較高)，然乾燥半乾青貯的乾物率較高所導致乾物採食量較高。

由上述試驗結果顯示，1. 羊隻對半乾青貯表現出高度且穩定的偏好性，對盤固草半乾青貯的偏好性高於乾燥半乾青貯，又高於進口百慕達乾草，以盤固乾草的適口性最低，2. 乾燥半乾青貯的乾物率高於半乾青貯，故乾燥半乾青貯的乾物採食率可能高於半乾青貯，3. 國產盤固乾草的適口性稍遜於進口百慕達乾草，半乾青貯發酵是有效的改善之道，再經乾燥後亦有同樣效果。

表 6. 盤固草半乾青貯料與乾燥後之青貯料之 pH、揮發性脂肪酸含量及青貯評分 (試驗 5 與 6)

Table 6. The pH, volatile fatty acid and Fleig's scores of haylage and dried haylage of pangolagrass in experiment 5 and 6

	Dry matter content	Acetic acid	Propionic acid	Butyric acid	Lactic acid	pH	Fleig's score
	----- % -----						
Exp 5 Haylage	59	0.19	0.0	0.11	0.99	4.68	80
Dry haylage	90	0.29	0.0	0.09	1.27	4.83	82
Exp 6 Haylage	50	0.37	0.08	0.57	1.07	5.24	50
Dry haylage	90	0.23	0.0	0.07	1.12	4.71	83

表 7. 盤固草半乾青貯料、乾燥後之青貯料、盤固乾草與百慕達乾草的前期採食次數及採食量之比較 (試驗 5)

Table 7. Bouts and dry matter intake of pangola haylage, dried haylage, hay and Bermuda hay in experiment 5

Forage	Bouts		Dry matter intake (g/goat)				
	1-5 min	6-10 min	0.5 hr	1 hr	1.5 hr	2 hr	3 hr
Pangola haylage	3.4 <sup>a</sup>	3.5 <sup>a</sup>	120.5 <sup>a</sup>	152.5 <sup>a</sup>	154.8 <sup>a</sup>	156.3 <sup>a</sup>	157.7 <sup>a</sup>
Pangola dry haylage	0.1 <sup>b</sup>	0.3 <sup>b</sup>	50.0 <sup>b</sup>	102.7 <sup>b</sup>	117.9 <sup>b</sup>	128.5 <sup>b</sup>	135.5 <sup>b</sup>
Pangola hay	0.4 <sup>b</sup>	0.3 <sup>b</sup>	25.5 <sup>b</sup>	60.2 <sup>d</sup>	78.9 <sup>c</sup>	96.3 <sup>c</sup>	115.1 <sup>c</sup>
Bermuda hay	0.5 <sup>b</sup>	0.5 <sup>b</sup>	40.5 <sup>b</sup>	83.0 <sup>c</sup>	105.7 <sup>b</sup>	120.4 <sup>b</sup>	139.0 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Means in the same column with different superscripts are different significantly ( $P < 0.05$ ).

表 8. 盤固草半乾青貯料、乾燥後之青貯料、盤固乾草與百慕達乾草的前期採食次數及採食量之比較 (試驗 6)

Table 8. Bouts and dry matter intake of pangola haylage, dried haylage, hay and Bermuda hay in experiment 6

Forage	Bouts		Dry matter intake (g/goat)				
	1-5 min	6-10 min	0.5 hr	1 hr	1.5 hr	2 hr	3 hr
Pangola haylage	2.1 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>	89.9 <sup>a</sup>	129.5 <sup>a</sup>	135.4 <sup>a</sup>	138.7 <sup>b</sup>	140.0 <sup>b</sup>
Pangola dry haylage	1.2 <sup>ab</sup>	0.9 <sup>b</sup>	106.1 <sup>a</sup>	144.4 <sup>a</sup>	158.9 <sup>a</sup>	165.1 <sup>a</sup>	173.0 <sup>a</sup>
Pangola hay	0.4 <sup>b</sup>	0.5 <sup>b</sup>	69.0 <sup>b</sup>	62.5 <sup>b</sup>	68.5 <sup>b</sup>	79.7 <sup>c</sup>	93.0 <sup>c</sup>
Bermuda hay	0.5 <sup>b</sup>	0.7 <sup>b</sup>	12.5 <sup>b</sup>	53.3 <sup>b</sup>	82.2 <sup>b</sup>	100.2 <sup>c</sup>	114.0 <sup>c</sup>

<sup>a, b</sup> Means in the same column with different superscripts are different significantly ( $P < 0.05$ ).

## 討 論

適口性的影響因子複雜，觸覺、嗅覺、味覺、外觀以及採食後的反應都可能影響動物飼糧的適口性。本研究的目的，非廣泛性的探討影響牧草適口性的因子與差異，而是以未來有否可能經由生產過程的調整改善，以提升適口性的方向來進行本文及後續的測試。因此，本報告中首先測試甜味的提高及添加青貯發酵主要的有機酸產物（乳酸、乙酸）對盤固乾草適口性的可能改變。經適當的收穫時間調整、減少損耗以提高牧草糖分含量 (Rotz and Muck, 1994; Burritt *et al.*, 2005; Undersander and Craig, 2013)，以及將乾草生產改為半乾青貯調製，都是芻料生產過程中可行的改變方式。

在試驗 1、2 中，1% 的蔗糖及有機酸添加，對 WSC 變動及青貯有機酸的產生是一個合理不高估的添加量，由試驗結果可看到添加乳酸、蔗糖、乙酸對盤固乾草適口性的改變。對採食次數與採食量，乳酸、蔗糖相對於對照組均呈現顯著正向反應。對甜味提高的反應似較合乎預期，雖前人結果因狀況而異 (Goatcher and Church, 1970b)。針對山羊的 Two-bottle 試驗也有從無差異至輕微或強烈正向都有的結果，Ginane *et al.* (2011) 綜合前人研究結果，推論甜味「似乎」對牛及山羊為正反應。

對有機酸的反應則較難預期，因前人文獻中對「酸味」的結果並不確定。探討酸味對適口性影響的測試有乙酸、丙酸、丁酸、鹽酸等，另有丙二酸 (malonic acid)，以乙酸為多 (Goatcher and Church, 1970c; Gherardi and Black, 1991; Ginane *et al.*, 2011)。與植物體有關的酸尚有其他多種，選這些酸進行測試的理由並不清楚 (Ginane *et al.*, 2011)。早期的研究中，乙酸的反應顯示不顯著或強烈負面 (Goatcher and Church, 1970a)，僅 Ginane *et al.* (2011) 在綿羊的試驗中，添加 0.5% 與 1% 乙酸獲得顯著正向偏好結果。丁酸在許多青貯適口性中被認為是負向，但 Gherardi and Black (1991) 在低濃度添加下綿羊有正向的反應。有機酸的種類與濃度應是前人研究中反應不一致的重要因素，而本文添加 1% 的乙酸呈現負向結果，添加 1% 的乳酸則呈現強度正向結果。

前人對反芻動物味覺與偏好性研究中，似未曾單獨進行乳酸的測試，但在依比例將乳酸與乙酸混合添加於綿羊採食量的探討中，顯示單獨提高乙酸含量將減少綿羊的青貯料採食量 (Buchanan-Smith, 1990)。

因試驗 1、2 以外加方法提升甜味及添加乳酸可獲得正向結果，本研究接著進行兩個方向的探討，1. 能否由內生含量的提高 (或減少降低) 來提升適口性；2. 以青貯方式促進乳酸發酵，能否藉以提高芻料適口性。

在改變燕麥 WSC 含量試驗中，同一田區，經過收穫乾燥調控製造出的含量變異幅度相當的大，品種 Saia 的 WSC 含量為 2.5% – 7.7%，Swan 為 2.9 – 10.7% (表 3)，而該含量改變也連動改變其他成分比例。然經兩品種分別餵飼試驗的結果，該批材料間的適口性幾乎無顯著差異，無法重現外加蔗糖的效果。

為何內生 WSC 的提升無助於適口性的提升？雖然前人推論相對於綿羊，牛與山羊對甜味有較正向的反應，但山羊的研究仍較有限，結果也由無反應至輕微或強烈均有 (Goatcher and Church, 1970b)；Burritt *et al.* (2005) 的綿羊試驗，獲得下午刈割的首蓓偏好性與採食量高於上午採收者的結果，而其總非結構性碳水化合物化合物的差異並不大 (7.21% vs. 6.75%)。本試驗無法獲得正向結果，或因動物別不同，或因 WSC 的改變連動了其他成分，使測試的結果不純然是甜度的影響。然若以本文兩次試驗的結果即推測內生 WSC 不影響適口性亦恐失之武斷，宜再進一步測試不同的草種、或再提高 WSC 含量等，另再探討以提升 WSC 提升乾草適口性的可行性。

相對上述提高 WSC 途徑的不確定性，青貯發酵似為立即可行的提高適口性的方式。在半乾青貯試驗 (試驗 5、6 及後續未發表試驗) 中，相對於乾草，半乾青貯及乾燥後之半乾青貯料獲得一致的結果，且適口性優於進口乾草。青貯料的適口性在前人的試驗結果變動性亦大，推測應與其青貯品質優劣有關 (Gerlach *et al.*, 2014)。Müller and Udén (2007) 發表馬匹的禾本科牧草偏好性試驗，青貯草優於高乾物質含量的半乾青貯，再優於低乾物質含量的半乾青貯，乾草最差，作者推測其原因可能為青貯草的葉片掉落較少，也有可能是青貯草比較像鮮草的柔軟質地，而其真正原因未明。據本研究的觀察，發酵良好的青貯或半乾青貯擁有吸引山羊的氣味，經過適應期的訓練後，能刺激其喜採食的反應 (hedonic response)，由前 5 分鐘或 10 分鐘採食次數的差距即可知。柔軟多汁可能也是正向因素。但由試驗 5、6，乾燥後半乾青貯的採食量不亞於半乾青貯可知質地並非影響度那麼大的因子。以提升國產乾草競爭力的角度而言，僅良好乾燥似不能大幅提高適口性，後續研究應朝如何掌握良好發酵，以提升對動物吸引力的方向，並以適度的加工程序提升適口性。

## 參考文獻

Arsenos, G. and I. Kyriazakis. 1999. The continuum between preferences and aversions for flavoured foods in sheep conditioned by administration of casein doses. *Anim. Sci.* 68: 605-616.

- Baumont, R. 1996. Palatability and feeding behaviour in ruminants. A review. *Annales de zootechnie*, INRA/EDP Sciences, 45 (5), pp. 385-400.
- Baumont, R., S. Prache, M. Meuret and P. Morand-Fehr. 2000. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. *Lives. Prod. Sci.* 64: 15-28.
- Buchanan-Smith J. G. 1990. An investigation into palatability as a factor responsible for reduced intake of silage by sheep. *Anim. Prod.* 50: 253-260.
- Burritt, E. A., H. F. Mayland, F. D. Provenza, R. L. Miller and J. C. Burns. 2005. Effect of added sugar on preference and intake by sheep of hay cut in the morning versus the afternoon. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 94: 245-254.
- Church, D. C. 1979. Taste, appetite and regulation of energy balance and control of food intake. I. Appetite, taste and palatability. In: *Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants*. ed. D. C. Church, Oxford Press, pp. 281-290.
- Dumont, B. and M. Petit. 1995. An indoor method for studying the preferences of sheep and cattle at pasture. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 46: 67-80.
- Forbes, J. M. 1995. Physical limitation of feed intake in ruminants and its interactions with other factors affecting intake. In: *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction. Proceedings of the Eighth International Symposium on Ruminant Physiology*. eds. W. V. Engelhardt, S. Leonhard-Marek, G. Breves and D. Giesecke, Ferdinand Enke Verlag, pp. 217-232.
- Gerlach, K., F. Rob, K. Weib, W. Büscher and K. -H. Südekum. 2014. Aerobic exposure of grass silages and its impact on dry matter intake and preference by goats. *Small Ruminant Res.* 117: 131-141.
- Gherardi, S. G. and J. L. Black. 1991. Effect of palatability on voluntary feed intake by sheep. I. Identification of chemicals that alter the palatability of a forage. *Aust. J. Agric. Res.* 42: 571-584.
- Ginane C., R. Baumont and A. Favreau-Peigné. 2011. Perception and hedonic value of basic tastes in domestic ruminants. *Physiol. Behav.* 104: 666-674.
- Goatcher, W. D. and D. C. Church. 1970a. Taste response in ruminants. II. Reactions of sheep to acids, quinine, urea and sodium hydroxide. *J. Anim. Sci.* 30: 784-790.
- Goatcher, W. D. and D. C. Church. 1970b. Taste responses in ruminants. III. Reactions of pygmy goats, normal goats, sheep and cattle to sucrose and sodium chloride. *J. Anim. Sci.* 31: 364-372.
- Goatcher, W. D. and D. C. Church. 1970c. Taste responses in ruminants. IV. Reactions of pygmy goats, normal goats, sheep and cattle to acetic acid and quinine hydrochloride. *J. Anim. Sci.* 31: 373-382.
- Greenhalgh, J. F. D. and G. W. Reid. 1971. Relative palatability to sheep of straw, hay and dried grass. *Brit. J. Nutr.* 26: 107-116.
- Matthews, L. R. 1983. General introduction. In: *Measurement and scaling of food preferences in dairy cows: concurrent schedule and free-access techniques*. PhD Thesis, University of Waikato, New Zealand, p. 236.
- Müller, C. and P. Udén. 2007. Preference of horses for grass conserved as hay, haylage or silage. *Anim. Feed Sci. Tech.* 132: 66-78.
- Rotz, C. A. and R. E. Muck. 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. In: *Forage Quality, Evaluation, and Utilization*, eds. G. C. Fahey, Jr. *et al.* Am. Soc. Agron., Madison, WI. USA. pp. 828-868.
- SAS. 2002. SAS version 9.00. Statistical Analysis Institute, Inc., Cary, N.C. USA.
- Undersander, D. and S. Craig. 2013. Field drying forage for hay and haylage. Univ. of Wisconsin Coop Ext Focus on Forage. [www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/SwathDrying-FOF.pdf](http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/SwathDrying-FOF.pdf).

# Study on forage palatability: I. The response of goat to forage with adding sugar, organic acids, changing the water soluble carbohydrate and ensiling <sup>(1)</sup>

Chia-Sheng Chen <sup>(2)(3)</sup> Shu-Min Wang <sup>(2)</sup> and Tsui-Huang Yu <sup>(2)</sup>

Received: Nov. 16, 2017; Accepted: Jan. 30, 2018

## Abstract

This report examined six batches of preference tests: 1. The responses of goats to hay with adding sucrose and organic acids; 2. Changing of the water-soluble carbohydrate (WSC) content in hay by harvest conditioning to test whether the change is sufficient to cause palatability differences; and 3. Effects of silage fermentation. Tests 1 and 2 showed that the effect of adding 1% acetic acid on palatability is negative; while adding 1% lactic acid or 1% sucrose had the effect of improving preference and intake in early stage. The study further compared two varieties of oat hay with variation of water-soluble carbohydrate (WSC) contents by different mowing time and drying speed (Tests 3 and 4). The WSC content varied from 2.5%-7.7% for Saia and 2.9-10.7% for Swan, while changes in WSC content also significantly affected the proportions of other components. The results of experiments 3 and 4 showed no impact on the palatability for goat under the range of variation of WSC content modulated in this study. As for the effects of silage fermentation, the results of tests 5 and 6 showed that: the goat showed a high and stable preference for pangola haylage, while dry haylage also showed higher palatability than imported Bermuda hay and pangola hay. The dry matter intake of dry haylage may be higher than haylage due to its higher dry matter content. Palatability of domestic pangola hay is not higher than imported Bermuda hay. Ensiling is an effective way to improve palatability, and has the same effect after drying.

Key words: Palatability, Goat, Pangolagrass, Oat.

---

(1) Contribution No. 2586 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Hengchun Branch, COA-LRI, Pingtung 94644, Taiwan, R. O. C.

(3) Corresponding author, E-mail: chencsg@mail.tlri.gov.tw.