

# 不同粒徑與草種混合之粒狀芻料對山羊適口性的影響<sup>(1)</sup>

王紓愨<sup>(2)(3)</sup> 陳嘉昇<sup>(2)</sup>

收件日期：113 年 6 月 11 日；接受日期：113 年 8 月 23 日

## 摘 要

本研究目的在瞭解粒狀芻料大小(直徑)、原料組成及組成比例等因子對粒狀芻料適口性的影響，提供國產盤固草粒料開發之參考。研究中進行 2 批次的山羊適口性試驗，每批次比較 4 種粒狀芻料，以 4 頭體重約 30 kg 的閩公羊於個別飼養欄進行(4 重複)，比較 4 種粒料於給飼後 20 分鐘採食次數、累計 1、2、3 小時乾物採食量等適口性指標。試驗 I 進行 6、8 mm 的盤固草與燕麥 4 種粒狀芻料比較，結果顯示，粒料處理具顯著差異，燕麥(溫帶牧草)的適口性優於盤固草(熱帶牧草)，較小粒徑 6 mm 顆粒之適口性優於 8 mm。試驗 II 進行盤固草、盤固草/燕麥(4/1)、盤固草/苜蓿(9/1)及盤固草/苜蓿(1/1) 4 種粒料間的比較，結果顯示，純盤固草粒料各適口性指標均顯著低於參試之混合粒料，盤固草/苜蓿(9/1)混合粒料的適口性最佳，顯著優於盤固草/燕麥(4/1)及盤固草/苜蓿(1/1)兩種混合粒料，表示苜蓿、燕麥的添加可明顯提升盤固草粒料適口性，同時，苜蓿添加的提升效果未隨添加量增加而增加，添加少量苜蓿即可大幅增進盤固草之適口性。

關鍵詞：粒狀芻料、山羊、適口性。

## 緒 言

飼糧為草食動物產業的主要成本，但國產芻料僅能滿足約 5 成的需求，目前主要國產芻料商品為大圓形乾草包(盤固草或尼羅草)以及大面積栽培的青割玉米(青飼及青貯)，其主要應用者多為大型酪農戶，較小規模之羊、鹿場因芻料用量較少、無大型機具輔助搬運餵飼及地處偏遠運送不便等先天因素，若無小包裝產品的開發，較難同步受惠，僅能依賴小包裝進口芻料，不僅提高飼養成本，亦受各種國際因素影響，易造成供應及價格不穩定，影響產業發展。

打粒(pelleting)可提高材料的容積密度，以方便利用與運輸，是飼料、副產物、堆肥、肥料及燃料棒等常見的加工型式(Zainuddin *et al.*, 2014; Netto *et al.*, 2019; Frodeson *et al.*, 2021)。打粒作業因材料特性、加工條件及機械設計不同而異，產出的料粒亦具不同特性(Theerarattananoon *et al.*, 2011; Tumuluru, 2014; Tumuluru *et al.*, 2016)。製粒的經濟性為產業化應用的重要因素。粒料的配方組成與製粒條件將影響粒料生產的效率及成本，同時亦可能影響動物的採食意願(Coleman, *et al.*, 1978; Suwignyo *et al.*, 2022; Carroll *et al.*, 2024)。粒狀芻料是指由牧草為原料，經過破碎(或切碎)、壓製後形成顆粒形式的飼料，方便儲存、運輸和使用。料狀芻料通常被用作草食動物的主要或輔助飼料，提供其生長所需的營養和能量，它的成分可以根據動物的需求和生長階段進行調整，以確保動物得到均衡的營養。粒狀芻料的製作規模彈性大，可依人力、設備及需求而異，對小規模飼養戶而言，可以是另一種可能性。如 Dahlan *et al.* (2000) 於馬來西亞研究以粒料調製改善羊隻對油棕葉的採食量、消化率及拒食率；Jack *et al.* (2021) 用加勒比海當地植物 *Trichanthera gigantean* 葉片與商業粒料混合製作粒料養羊，以及透過調味改變飼糧之氣味、質地、味道(嗜)感官受器等達促進動物採食或改善非慣行飼糧之接受度、突破飽腹感(Kalam *et al.*, 2023) 均為粒料利用實例。

盤固草為國產主要多年生牧草，本研究以盤固草為主體，進行數種粒狀芻料調製，比較不同粒料間的山羊適口性，探討粒料直徑、草種、混合比例對山羊採食偏好的影響，提供國內芻料調製與開發粒狀芻料參考。

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2801 號。

(2) 農業部畜產試驗所南區分所。

(3) 通訊作者，E-mail: smwang@tlri.gov.tw。

## 材料與方法

### I. 粒狀芻料適口性試驗

- (i) 試驗動物：自畜產試驗所南區分所（以下簡稱南區分所）墾丁山羊族群中挑選體型接近（體重約 30 kg）之閩公羊 4 頭，飼養於 1.5 × 3 m<sup>2</sup> 的個別飼養欄，每一欄均備有飲水頭與鹽磚，可任羊隻自由取用。
- (ii) 適口性試驗：每批次試驗均以固定 4 頭山羊進行 4 種粒料之比較，連續進行 10 天，每日依固定模式進行適口性指標量測。試驗採逢機區集設計，以羊隻為區集，粒料處理每日逢機放置於 4 個飼槽。前 4 天適應期之資料不採計，僅以後 6 天之試驗資料進行統計分析。每個個別飼養欄之長條飼料槽上放置 4 個直徑 30 cm、深 15 cm 圓形飼槽，飼槽內分別放置定量之參試粒料處理。圓形飼槽位置每日逢機放置，以避免位置效應之影響。每日 13：30 開始餵飼試驗，記錄前 20 分鐘之每分鐘採食標的（以每分鐘內主要採食之處理作為記錄標的，一分鐘記錄一次，此為前期採食次數），及 1 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 200 g 精料與盤固草乾草任食，以補足每日所需之採食量。翌日上午 8：30 前清空飼料槽，13：30 再開始餵飼試驗。
- (iii) 粒狀芻料批次比較：共計進行 2 批次試驗，每批次進行 10 日，前 4 天為適應期，後 6 天依前述方法記錄適口性資料。
  1. 試驗 I：不同粒徑之盤固草與燕麥粒料比較，4 種參試驗粒狀芻料為：6 mm 盤固草粒料 (P-6)、8 mm 盤固草 (P-8) 粒料、6 mm 燕麥草粒料 (O-6)、8 mm 燕麥草粒料 (O-8)。每種粒料 200 g/head/day。
  2. 試驗 II：盤固草、苜蓿、燕麥混合粒料之比較，4 種參試粒狀芻料為：盤固草粒料 (P-8)、9/1 比例混合盤固草 / 苜蓿粒料 (P/A 9/1)、1/1 比例混合盤固草 / 苜蓿粒料 (P/A 1/1)、4/1 比例混合盤固草 / 燕麥粒料 (P/O 4/1)。每種粒料 200 g/head/day。

### II. 試驗粒料製作

本研究進行的各種粒料原料：盤固草、燕麥、苜蓿收穫自南區分所牧草區，共計製作 7 種不同粒料，除直徑 6 mm 的盤固草粒及燕麥料外，其他各種粒料均為直徑 8 mm。製作完成的粒料均保存於冷藏庫（10℃）至試驗進行前再回溫至室溫。於試驗前、後進行各種處理粒料取樣，烘乾磨粉後進行營養組成分析。7 批粒料營養組成分析如表 1。

表 1. 本研究各種粒狀芻料之營養組成

Table 1. The nutrient composition of pellets in this study

Pellets*	Crude protein	Neutral-detergent fiber	Acid-detergent fiber	Water soluble carbohydrate	Starch
----- % -----					
P-8	4.93 ± 0.15	70.90 ± 0.62	43.96 ± 0.64	7.71 ± 0.04	8.94 ± 0.05
P-6	4.16 ± 0.14	76.14 ± 0.72	45.34 ± 0.72	3.17 ± 0.06	12.48 ± 0.12
O-8	13.65 ± 0.05	49.19 ± 0.50	30.59 ± 0.82	13.24 ± 0.43	4.72 ± 0.11
O-6	12.98 ± 0.20	57.12 ± 0.99	40.85 ± 0.16	5.22 ± 0.17	7.04 ± 0.35
P/A 9/1	6.38 ± 0.10	69.78 ± 0.23	43.64 ± 0.42	8.36 ± 0.16	8.39 ± 0.24
P/A 1/1	11.47 ± 0.10	61.76 ± 1.61	42.91 ± 0.50	4.67 ± 0.05	7.19 ± 0.06
P/O 4/1	6.30 ± 0.14	69.44 ± 0.68	42.86 ± 0.64	6.20 ± 0.10	9.74 ± 0.12

\* P-8, 8 mm diameter pangola grass pellet; P-6: 6 mm diameter pangola grass pellet; O-8: 8 mm diameter oat pellet; O-6: 6 mm diameter oat pellet; P/A 1/1: the mixture of 1:1 ratio of pangola grass/alfalfa pellet, 8 mm diameter; P/A 9/1: the mixture of 9:1 ratio of pangola grass/alfalfa pellet, 8 mm diameter; P/O 4/1: the mixture of 4:1 ratio of perennial ryegrass/oat pellet, 8 mm diameter.

### III. 營養組成分析

- (i) 粗蛋白質 (crude protein, CP) 含量：依照 AOAC (1984) 方法測定。樣品經濃硫酸高溫分解後，以自動定氮儀 (Gerhardt Vap 45) 測定 Kjeldahl 氮量，再換算為粗蛋白質量。
- (ii) 酸洗纖維 (acid-detergent fiber, ADF) 含量：依照 ANKOM 2000 操作手冊，依 van Soest *et al.* (1991) 之方法設

計，以纖維分析儀 (ANKOM 2000) 進行。樣品密封於專用濾袋 (ANKOM F57)，浸置於酸洗液中加熱震盪 75

---

---

---

---

---

分鐘，洗去溶液，取出濾袋烘乾稱重，計算酸洗纖維含量。

- (iii) 中洗纖維 (neutral detergent fiber, NDF) 含量：依照 ANKOM 2000 操作手冊採添加  $\alpha$ -amylase 之方法，以纖維分析儀 (ANKOM 2000) 進行。樣品密封於專用濾袋 (ANKOM F57)，浸置於含有耐熱  $\alpha$ -amylase 之中洗液中加熱振盪 75 分鐘，洗去溶液，取出濾袋烘乾稱重，計算中洗纖維含量。
- (iv) 水溶性碳水化合物 (water soluble carbohydrates, WSC) 含量測定：樣品以 80% 的酒精於 80 °C 下萃取 4 次，置 70 °C 烘箱中去除酒精，合併萃取液並定量，依 Morris (1948) 方法，採 anthron 呈色法進行。
- (v) 澱粉的測定：先以 80% 的酒精於 80 °C 下萃取除去 WSC，棄去萃取液，樣品烘乾後加入過氯酸加熱水解，定量後同樣以 anthron 呈色法測定含量。

IV. 統計分析

試驗收集資料以 SAS 軟體之一般線性模式 (GLM Procedure) (SAS, 2002) 進行變方分析，主效應為粒料及羊隻，各主效應均為固定型，各處理平均值再以鄧肯氏多變域測驗 (Duncan's Multiple Range Test) 進行檢定，比較各處理平均值之間是否達差異顯著。

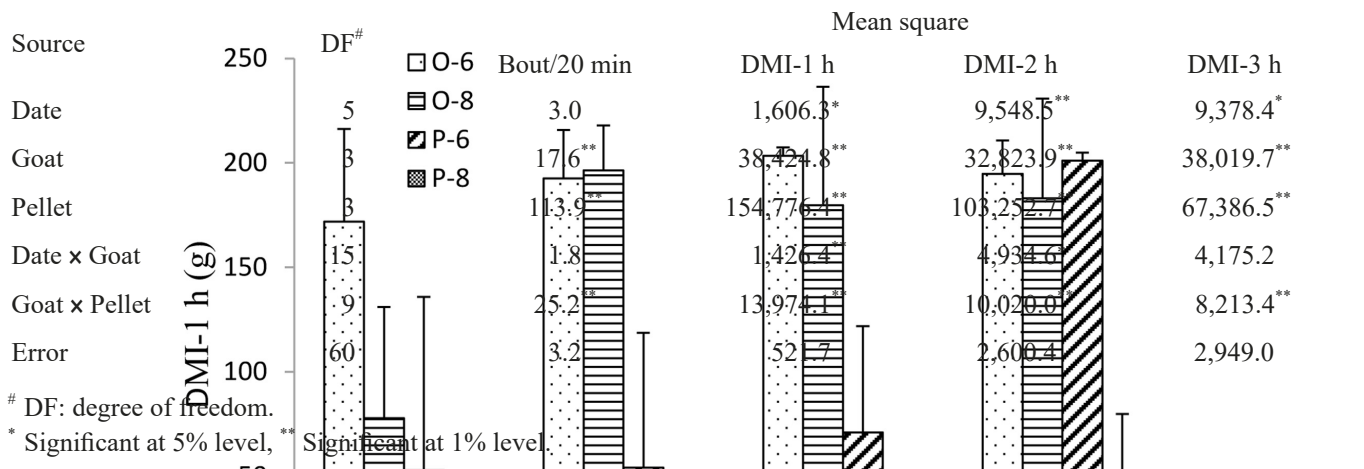
結果與討論

I. 盤固草與燕麥不同粒徑粒料之適口性比較

試驗 I 變方分析結果顯示 (表 2)，粒料、羊隻主效應以及粒料羊隻交感效應在初始 20 分鐘採食次數 (bouts/20 min)、1 小時累計乾物採食量 (DMI-1 hr)、2 小時累計乾物採食量 (DMI-2 hr) 及 3 小時累計乾物採食量 (DMI-3 hr) 等適口性指標上均為極顯著 (P < 0.01)，而且粒料主效應之均方遠高於其他。表示試驗粒料間確具適口性差異，羊隻個體適口性也具顯著差異，同時個別羊隻對粒料的適口性表現不完全一致。

表 2. 盤固草與燕麥不同粒徑粒料適口性試驗之變方分析

Table 2. The ANOVA results in the palatability trial of pangola grass and oat hay pellets with different diameter



平均值比較之結果顯示 (表 3)，8 mm 盤固草粒料 (P-8) 的平均 bouts/20 min 僅為 0.7，顯著低於 O-6、O-8 及 P-6 的 4.2、5.7 及 4.6 次，表示相對於其他三者，8 mm 盤固草粒料最不被青睞的。初始採食次數最高者為 8 mm 的燕麥粒料 (O-8)，顯著高於 O-6 及 P-6，O-6 的初始採食次數略低於 P-6，但二者間差異不顯著；採食量方面，不論盤固草或燕麥，直徑 6 mm 粒料的採食量均高於 8 mm 粒料，盤固草粒料的粒徑差異在 DMI 1 h 及 DMI-2 h 上顯著，燕麥粒料僅在 DMI-1 h 上表現顯著的粒徑差異，而盤固草與燕麥粒料間則在 DMI-1 h、DMI-2 h 及 DMI-3 h 上均差異顯著，表示山羊對燕麥粒料的喜好高於盤固草粒料，同時粒徑 6 mm 的粒料適口性優於 8 mm 粒料。另，由表 1，試驗粒料 O-6、O-8 的營養組成差異頗大，是因由不同批原料製作之故，且由此結果似顯示粒料的適口性高低未受營養組成高低的影響，然此仍須更多的試驗確認。

羊隻對參試粒料的整體表現是 D > C > B > A，A 羊整體的採食次數與採食量 (bouts/20 min、DMI-1 h、DMI-2 h 及 DMI-3 h) 均顯著低於其他羊隻 (表 4)，另由羊隻對此 4 種參試粒料的 1 小時乾物採食量表現，可發現對參試粒料的偏好程度有個別差異存在 (圖 1)，如 P-6 於 D 羊高於其他羊隻，除可能與羊隻個體的食量大小有關外，個體羊隻的偏好程度可能也有影響。



表 3. 盤固草與燕麥不同粒徑粒料的採食次數與乾物採食量比較

Table 3. Comparison of bouts and dry matter intake of pangola grass and oat hay pellets with different particle diameters

Pellet*	Bout/20 min	DMI (g/head)		
		DMI-1 h	DMI-2 h	DMI-3 h
O-6	4.2 <sup>b</sup>	186.9 <sup>a</sup>	192.6 <sup>a</sup>	201.7 <sup>a</sup>
O-8	5.7 <sup>a</sup>	165.1 <sup>b</sup>	176.0 <sup>a</sup>	178.8 <sup>a</sup>
P-6	4.6 <sup>b</sup>	81.9 <sup>c</sup>	95.4 <sup>b</sup>	117.1 <sup>b</sup>
P-8	0.7 <sup>c</sup>	12.0 <sup>d</sup>	54.7 <sup>c</sup>	87.6 <sup>b</sup>

\* As shown in table 1.

<sup>a, b, c, d</sup> Means in the same column with different superscripts show significant differences among pellet treatments ( $P < 0.05$ ).

表 4. 盤固草與燕麥不同粒徑粒料適口性試驗中的山羊個體比較

Table 4. Comparison of individual goat performance in palatability test of pangola grass and oat hay pellets with different particle diameters

Goat	Bout/20 min	DMI (g/pellet)		
		DMI-1 h	DMI-2 h	DMI-3 h
A	2.7 <sup>b</sup>	56.6 <sup>c</sup>	78.0 <sup>b</sup>	92.4 <sup>c</sup>
B	4.5 <sup>a</sup>	116.1 <sup>b</sup>	137.4 <sup>a</sup>	146.9 <sup>b</sup>
C	3.5 <sup>ab</sup>	120.5 <sup>b</sup>	137.2 <sup>a</sup>	158.4 <sup>ab</sup>
D	4.5 <sup>a</sup>	152.9 <sup>a</sup>	166.0 <sup>a</sup>	187.6 <sup>a</sup>

<sup>a, b, c</sup> Means in the same column with different superscripts show significant differences among goats ( $P < 0.05$ ).

圖 1. 不同羊隻 (A、B、C、D) 對適口性試驗 I 中 6 mm、8 mm 盤固草及燕麥粒料之 1 小時乾物採食量。

Fig. 1. The dry matter intake of 6 mm, 8 mm pangola grass and oat hay pellets by different goat (A, B, C, D) in palatability trail I for one hour. O-6, O-8, P-6, P-8 shown as table 1.

## II. 盤固草與不同盤固草 / 苜蓿及盤固草 / 燕麥混合粒料適口性比較

試驗 II 的變方分析結果顯示 (表 5)，對初始採食次數而言，影響的主要變因為粒料處理，其他因子都不顯著；對採食量方面則是日期、羊隻及粒料三個主效應都極顯著。

平均值比較方面 (表 6)，P/A 9/1 粒料的 Bouts/20 min、DMI-1 h、DMI-2 h 及 DMI-3 h 分別為 6.5 次、

133.4 g、137.6 g、143.5 g 顯著高於 P/A 1/1、P/O 4/1 及 P-8 三種粒料，P/A 1/1 與 P/O 4/1 二者的適口性表現相近，而四種參試粒料中以單純盤固草粒 (P) 的適口性表現最差，Bouts/20 min、DMI-1 h、DMI-2 h 及 DMI-3 h 分別為 2.3 次、38.2 g、77.6 g 及 112.3 g，表示添加苜蓿、燕麥等優質乾草有助於提升盤固草適口性，且提升效果與添加比例間不呈線性關連。

表 7 為適口性試驗參試羊隻對參試粒料的平均表現，4 頭參試羊隻在 Bouts/20 min 的差異不顯著，但在 DMI-1 h、DMI-2 h 及 DMI-3 h 都有顯著差異，D 羊對參試粒料的採食量高於其他羊隻。圖 2 同樣可見 D 羊的反應與其他羊隻間的差異較大，其對 4 種參試粒料的 1 小時採食量介於 130 - 152 g 間，對不同粒料的喜好程度差異不大，且其對參試粒料的偏好順序也與其他羊隻不同，其他 3 頭羊基本上維持相同的偏好次序，但由目前結果尚無法推測可能原因。

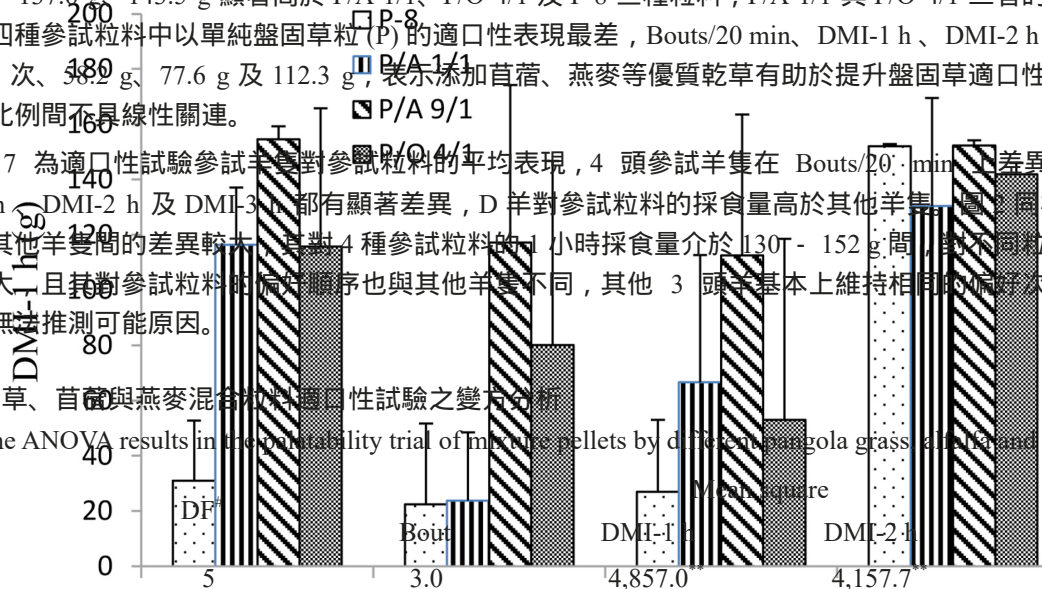


表 5. 盤固草、苜蓿與燕麥混合粒料適口性試驗之變異分析

Table 5. The ANOVA results in the palatability trial of mixture pellets by different pangola grass, alfalfa and oat hay

Source	DF	Bouts	DMI-1 h	DMI-2 h	DMI-3 h
Date	5	3.0	4,857.0	4,157.7	6,903.0**
Goat	3	A	1.3	35,440.4**	20,502.9**
Pellet	3	93.5**	25,513.9**	15,938.8**	3,873.9**
Date x Goat	15	0.5	1,527.2	2,127.1**	2,908.4**
Goat x Pellet	9	10.3	4,814.9**	2,897.4**	937.0
Error	59	8.5	976.1	897.1	622.1

# DF: degree of freedom.

\* Significant at 5% level, \*\* Significant at 1% level.

表 6. 不同盤固草、苜蓿與燕麥混合粒料的採食次數與乾物採食量比較

Table 6. Comparison of bouts and dry matter intake of mixture pellets by pangola grass, alfalfa and oat hay

Pellet*	Bout/20 min	DMI (g/head)		
		DMI-1 h	DMI-2 h	DMI-3 h
P-8	2.3 <sup>c</sup>	58.2 <sup>d</sup>	77.6 <sup>c</sup>	112.3 <sup>b</sup>
P/A 1/1	3.9 <sup>bc</sup>	84.2 <sup>c</sup>	113.5 <sup>b</sup>	127.8 <sup>b</sup>
P/A 9/1	6.5 <sup>a</sup>	133.4 <sup>a</sup>	137.6 <sup>a</sup>	143.5 <sup>a</sup>
P/O 4/1	5.6 <sup>ab</sup>	104.2 <sup>b</sup>	115.6 <sup>b</sup>	125.1 <sup>b</sup>

\* As shown in table 1.

<sup>a, b, c</sup> Means in the same column with different superscripts show significant differences among pellet treatments (P < 0.05).

表 7. 不同盤固草、苜蓿與燕麥混合粒料適口性試驗中的山羊個體比較

Table 7. Comparison of individual goat performance in palatability trial of mixture pellets by pangola grass, alfalfa and oat hay

Goat	Bout/20 min	DMI (g/pellet)		
		DMI-1 h	DMI-2 h	DMI-3 h
A	4.5	100.3 <sup>b</sup>	117.4 <sup>b</sup>	139.9 <sup>a</sup>
B	4.6	60.0 <sup>c</sup>	83.4 <sup>c</sup>	110.0 <sup>b</sup>
C	4.1	69.0 <sup>c</sup>	91.3 <sup>c</sup>	111.2 <sup>b</sup>
D	4.7	145.1 <sup>a</sup>	147.8 <sup>a</sup>	147.8 <sup>a</sup>

<sup>a, b, c</sup> Means in the same column with different superscripts show significant differences among goats (P < 0.05).

圖 2. 不同羊隻 (A、B、C、D) 對適口性試驗 II 中 6 mm、8 mm 盤固草及燕麥粒料之 1 小時乾物採食量。

Fig. 2. The dry matter intake of pangola grass, alfalfa and oat hay mixture pellets by different goat (A, B, C, D) in palatability trial II for one hour. P-8, P/A 1/1, P/A 9/1, PO 4/1 shown as table 1.

### III. 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，Robertson *et al.* (2006) 以成對比較的方式，測試綿羊及山羊對草莓、蘋果、柳橙、楓糖、焦糖、松露、大蒜及洋蔥等人工香料處理大麥稈粒料的偏好性，發現羊種與味道處理均具顯著差異。Miller-Cushon *et al.* (2014) 以二組乳牛犢試驗檢測對蛋白質飼料的偏好（選擇性），發現牛犢對黃豆粕的偏好顯著高於菜籽粕，顯示其對飼糧有特定偏好。Meagher *et al.* (2017) 的研究發現乳牛偏好恆定或習慣的飼糧，平均僅有 20% 的時間會花在多樣化飼料箱前進食，作者們認為牛隻的探索性覓食行為與對飼料多樣性的偏好是穩定的個體特徵，且個體間存在顯著差異。Neave *et al.* (2018) 的回顧研究則表示，反芻動物在進食行為的發展和表現上存在著巨大的個體差異，而且這種差異無法完全用遺傳、管理、體型或生長速度的差異來解釋。Cellier *et al.* (2022) 則表示雖然山羊的採食偏好會受飼槽位置的影響，但仍以物種的影響較直接。Oyewole and Aderinola (2019) 的研究顯示不論在營養及經濟方面，應用禾豆混植粒料有助於西非小規模養羊產業發展。

## 結 論

本研究的目的並非廣泛性的探討影響粒狀芻料適口性的因子與差異，而是以未來是否可能經由生產過程的調整改善，以提升國產芻料適口性的角度來進行。本研究結果顯示，6 mm 粒徑的山羊適口性優於 8 mm，顯示利用較小粒徑的孔盤打粒有助提高山羊對盤固草粒料之採食。添加部分苜蓿或燕麥等較高品質的牧草可以顯著提升國產盤固草粒料的適口性。

## 參考文獻

- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 14 ed. Washington DC. pp.125-142.
- Carroll, A. L., G. M. Fincham, K. K. Buse, and P. J. Kononoff. 2024. Feed preference in lactating dairy cows for different pellet formulations. *JDS Communications*. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2023-0517>.
- Cellier M, B. L. Nielsen, C. Duvaux-Ponter, H. B. R. Freeman, R. Hannaford, B. Murphy, E. O'Connor, K. R. L. Cote, H. W.

Neave, and G. Zobel. 2022. Browse or browsing: Investigating goat preferences for feeding posture, feeding height and



- feed type. *Front. Vet. Sci.* 9: 1032631.
- Coleman, S. W., O. Neri-Flores, R. J. Allen Jr., and J. E. Moore. 1978. Effect of pelleting and of forage maturity on quality of two sub-tropical forage grasses. *J. Anim. Sci.* 46: 1103-1112.
- Dahlan, I. M., M. Islam, and M. A. Rajion. 2000. Nutrient intake and digestibility of fresh, ensiled and pelleted oil palm (*Elaxis quineensis*) frond by goats. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 13: 1407-1413.
- Frodeson, S., A. I. Anukam, J. Berghel, M. Ståhl, R. L. K. Nilsson, G. Henriksson, and E. B. Aladejana. 2021. Densification of wood - Influence on mechanical and chemical properties when 11 naturally occurring substances in wood are mixed with beech and pine. *Energies* 14: 5895.
- Jack, H. A., L. M. Cranston, J. L. Burke., M. Knights, and P. C. H. Morel. 2021. The effects of increasing concentrations of *Trichanthera gigantean* leaves in pellets on the nutritive value and short-term intake of diets of grass plus pellets offered to lambs reared under tropical conditions in the Caribbean. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* 9: 383-390.
- Kalam, S. M., H. H. Savsani, M. R. Chavda, M. D. Odedra, Deendayal, H. P. Naliyapara, S. D. Patel, and S. Y. Belim. 2023. Flavoured additives in ruminant nutrition: a review. *Indian J. Anim. Nutr.* 40: 1-8.
- Meagher, R. K., D. M. Weary, and M. A. G. von Keyserlingk. 2017. Some like it varied: individual differences in preference for feed variety in dairy heifers. *Applied Animal Behaviour Science* 195: 8-14.
- Miller-Cushon, E. K., M. Terré, T. J. DeVries, and A. Bach. 2014. The effect of palatability of protein source on dietary selection in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 97: 4444-4454.
- Morris, D. L. 1948. Quantitative determination of carbohydrates with dry-wood's anthrone reagent. *Science* 107: 254-255.
- Neave, H. W., D. M. Weary, and M. A. G. von Keyserlingk. 2018. Review: Individual variability in feeding behaviour of domesticated ruminants. *Animal* 12: s419-s430.
- Netto, M. V. T., A. Massuquetto, E. L. Krabbe, D. Surek, S. G. Oliveira, and A. Maiorka. 2019. Effect of conditioning temperature on pellet quality, diet digestibility, and broiler performance. *J. App. Poult. Res.* 0: 1-11.
- Oyewole, S. and O. Aderinola. 2019. Growth performance and bio-economic indices of varying mixtures of grass-legume pellets fed to west african dwarf (wad) goats. *J. Bio. Agri. Healthc.* 9: 55-62.
- Robertson, E., I. J. Gordon, and F. J. P'erez-Barber'ia. 2006. Preferences of sheep and goats for straw pellets treated with different food-flavouring agents. *Small Rumin. Res.* 63: 50-57.
- SAS. 2002. SAS/STAT® 9. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.
- Suwignyo, B., R. D. Subagya, and A. Astuti. 2022. The effect of composition and raw materials differences on yield, quality and price of forage feed pellets. *Adv. Bio. Sci. Res.* 21: 262-264.
- Theerarattananoon, K., F. Xu, J. Wilson, R. Ballard, L. Mckinney, S. Staggenborg, P. Vadlani, Z. J. Pei, and D. Wang. 2011. Physical properties of pellets made from sorghum stalk, corn stover, wheat straw, and big bluestem. *Ind. Crops Prod.* 33: 325-332.
- Tumuluru, J. S. 2014. Effect of process variables on the density and durability of the pellets made from high moisture corn stover. *Biosyst. Eng.* 119: 44-57.
- Tumuluru, J. S., C. C. Conner, and A. N. Hoover. 2016. Method to produce durable pellets at lower energy consumption using high moisture corn stover and a corn starch binder in a flat die pellet mill. *J. Vis. Exp.* 112: e54092.
- van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Zainuddin, M. F., S. Rosnah, M. M. Noriznan, and I. Dahlan. 2014. Effect of moisture content on physical properties of animal feed pellets from pineapple plant waste. *Agric. Sci. Procedia* 2: 224-230.



# Effects of different particle sizes and forage species combined forage pellet on goat palatability <sup>(1)</sup>

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

Received: Jun. 11, 2024; Accepted: Aug. 23, 2024

## Abstract

This study aims to understand the effects of factors such as particle size (diameter), raw material composition, and composition ratio on the palatability of forage pellets, providing a reference for the development of domestically produced pangola grass pellets. Two batches of goat palatability trials were conducted in the study, with each batch comparing four types of forage pellets. The trials involved four castrated male goats, each weighing approximately 30 kg, housed individually (four replicates). The palatability indicators compared were the number of bouts within the first 20 minutes after feeding and the cumulative dry matter intake at 1, 2, and 3 hours post-feeding. In Experiment I, a comparison of four types of forage pellets, including 6 mm and 8 mm pangola grass and oat hay, was conducted. The results showed significant differences among treatments; oat (temperate grass) had better palatability than pangola grass (tropical grass), and the smaller size of 6 mm pellets were more palatable than the 8 mm ones. In Experiment II, comparisons were made among four types of pellets: pure pangola grass, pangola grass/oat (4/1), pangola grass/alfalfa (9/1), and pangola grass/alfalfa (1/1). The results indicated that pure pangola grass pellets had significantly lower palatability indicators compared to the mixed pellets tested. The pangola grass/alfalfa (9/1) mixture had the best palatability, significantly better than both the pangola grass/oat (4/1) and pangola grass/alfalfa (1/1) mixtures. This suggests that the addition of alfalfa and oat can significantly improve the palatability of pangola grass pellets, and the enhancement effect of alfalfa does not increase with a higher addition rate, as a small amount of alfalfa significantly enhances the palatability of pangola grass.

Key words: Pelletized forage, Goat, Palatability.

(1) Contribution No. 2801 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

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

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