

盤固草半乾青貯捆包前淋雨及乾物率 對山羊適口性的影響⁽¹⁾

陳嘉昇⁽²⁾⁽³⁾ 王紓愍⁽²⁾ 游翠凰⁽²⁾

收件日期：109 年 3 月 27 日；接受日期：109 年 8 月 24 日

摘 要

曝曬過程突然遭遇雨淋的盤固草是否適於調製為半乾青貯是一實務問題，本研究探討於多濕季節曝曬過程遭遇雨淋後調製半乾青貯的發酵品質，並以三組飼養試驗評估其羊隻適口性，目的為探討盤固草乾草生產過程遭遇雨淋後，以半乾青貯進行替代性調製的可行性。試驗結果顯示，儲存兩個月後，經雨淋 1 天後之 3 個處理乾物率介於 50 – 58% 之間，未經接種處理者之發酵品質變異較大，而接種處理者發酵結果均良好。後續試驗一比較未淋雨一接種半乾青貯 (CK-I)、淋雨 1 天—全量接種半乾青貯 (R₁-I)、淋雨 1 天—半量接種半乾青貯 (R₁-HI) 及乾草之適口性，結果顯示，淋雨 1 天—半量接種者 (R₁-HI) 其適口性與未淋雨者相當，淋雨 1 天—全量接種者 (R₁-I) 之 3 小時採食量稍降低，但均顯著優於乾草。儲存 4 個月與儲存 2 個月的青貯品質分析差異不顯著，而羊隻對經雨淋者的偏好並不亞於未淋雨對照，且乾物採食量顯著較高 (試驗 2)。由於未淋雨對照與淋雨半乾青貯間除淋雨之外，尚存在明顯的乾物率差異，因此，本研究再續加探討乾物率對適口性的影響 (試驗 3)，顯示乾物率 50% 之半乾青貯料的適口性顯著優於 33% 者，且與接種與否無關，青貯評分差異對適口性的影響亦小。總結本試驗結果，乾草翻曬過程遭遇雨淋之後，若能控制適當乾物率於 40 – 60% 範圍，且置於田間不超過 2 天，其青貯品質與適口性均佳；接種則有助於青貯發酵的穩定。

關鍵詞：淋雨、偏好性、盤固草、半乾青貯。

緒 言

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，但因天候因素導致乾草品質不穩定，使商品價值難以提升。青貯發酵與乾燥同為保存牧草營養的方法，優質乾草生產需要良好的氣候條件或輔以人工乾燥方能達成；半乾青貯調製經適度的曝曬或萎凋即可進行捆包，可降低氣候不穩定的風險，避免牧草老化 (Rotz and Muck, 1994; Ohmomo *et al.*, 2002)。對不適調製乾草的季節或區域而言，半乾青貯若能與乾草生產靈活調配，將可以降低天候阻礙、維持高品質。此外，良好的半乾青貯可以提高適口性、增加產品競爭力。恆春分所前期多批山羊試驗結果，半乾青貯可顯著提升盤固草的適口性，羊隻對半乾青貯表現出高度且穩定的偏好性，其適口性不僅高於盤固乾草也大幅高於進口百慕達草 (陳等, 2018b; 陳等, 2019)，顯見半乾青貯調製為提高國產盤固草適口性及競爭力的有效途徑。

半乾青貯的含水率一般介於 40 – 60% 間，相對較高含水率的青貯其發酵速度較慢、有氣時期較長、微生物相的反應也不盡相同 (Muck, 2013)，不同草種、成熟度與牧草生長地區及季節等都會影響植株組成，特別是乾物率、水溶性碳水化合物及酸鹼緩衝能力等的變化會顯著影響菌相及微生物的活動，進而影響發酵品質 (Müller, 2009; Schenck and Müller, 2014)。經雨淋之盤固草其水溶性碳水化合物等可溶性物質易流失，植株狀況與含水率不同，其發酵品質值得探討。

青貯料的適口性變動大而影響因素眾多，不僅存在物種間差異、相同草種的不同品種間、接種與否亦存在差異 (Fisher *et al.* 1999; Burns *et al.* 2001; 王等, 2018; 王等, 2019)，甚至同品種、同成熟度者也會因日變化而導致適口性的不同 (Burritt *et al.* 2005; Fisher *et al.* 2005; 陳等, 2018a)，應與其青貯品質優劣有關，但結果亦因青貯材料及發酵

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2648 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

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

料狀況而異 (Müller and Udén, 2007; Gerlach *et al.*, 2014)。已有報告討論盤固草半乾青貯不同發酵狀況及開封後時間之適口性 (陳等, 2018b; 陳等, 2019), 以實務的觀點上, 淋雨後材料的適口性也應加以探討。

半乾青貯的生產有兩個可能途徑, 一為單純以半乾青貯為目標的生產; 二為本以生產乾草為目標, 但曝曬過程突然遭遇雨淋後改為生產半乾青貯的替代方案, 即做為無法順利生產乾草時的應急措施。然而即使是前者, 在夏季多雨季節亦可能遭遇突如其來的降雨問題。因此, 乾草萎凋過程突遭雨淋的盤固草是否適於調製為半乾青貯是一實務上需加以考量的問題。本研究目的即為探討上述應急措施下的青貯品質與對適口性的影響。本研究以實際盤固草田間操作, 比較於夏季多濕季節曝曬乾草過程遭遇雨淋後不同處理間的半乾青貯發酵品質, 設計三組飼養試驗評估淋雨後不同處理的羊隻適口性, 並釐清乾物率對羊隻適口性的影響, 目的為探討盤固草乾草生產過程遇雨後進行替代性半乾青貯調製的可行性, 以供做實務上靈活調製的參考。

材料與方法

I. 材料及青貯調製

- (i) 試驗 1: 試驗材料來自畜產試驗所恆春分所牧草區, 於 105 年 6 月 21 日上午進行 5 公頃牧草地刈割, 下午進行一次翻草作業, 22 日曝曬期間遇間歇降雨 24 mm, 23 日續降雨 17.5 mm; 23 日上午於雨勢空檔進行 3 個處理的膠膜捆包, 3 個處理分別為全量接種商業菌劑 (R_1 -I, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, 接種量 2×10^8 cfu/kg fresh material)、半量接種 (R_1 -HI) 及無接種 (R_1)。接種方式為先將配置之全量或半量菌液均勻噴施於草壟表面 (對照僅噴水), 然後再捆包覆膜, 平均每公斤牧草噴 5 mL 菌液或水。盤固草未經細切, 捆包前平均含水率為 53.9%, 各製作 6、10、10 包, 膠膜厚度 4 層, 平均膠膜包重量 490 kg。24 日及 25 日上午再進行 2 批膠膜捆包作業 (R_2 -I、 R_3 -I), 均為全量接種乳酸菌劑處理, 捆包前取樣之含水率分別為 42.8% 及 40.3%。24 日同時進行另 2 公頃牧草刈割, 經 1 日之日曬萎凋於 25 日上午噴施菌劑進行捆包 (CK-I), 於下午降雨前完成作業, 做為本試驗未經淋雨之對照處理。割草至調製期間氣象資料如表 1, 是典型夏季乾草調製期間經常導致無法順利生產乾草的天氣狀況。膠膜包於 2 個月後各開封 3 包, 每包取多點草樣混合進行青貯品質分析; 開封當日同一處理之膠膜包各取草料 10 kg, 共 30 kg 混合置 4°C 冷藏庫供動物試驗用。

表 1. 試驗 1 及試驗 2 之盤固草半乾青貯調製期間之氣象資料

Table 1. The meteorological data during the process of pangolagrass haylage making for experiment 1 and 2

Date	Precipitation	Sunshine hours	Cloud amount	Sunshine rate	Relative humidity	Temperature
	mm	hr.	ten points	%	%	°C
6/21	0	12.2	3.9	12.2	72	29.6
6/22	24	9.7	6.0	9.7	73	28.4
6/23	18	6.5	7.8	6.5	74	28.0
6/24	0	7.5	5.6	7.5	75	28.9
6/25	4	7.5	5.0	7.5	74	29.5

- (ii) 試驗 2: 試驗 2 半乾青貯材料來源同試驗 1, 儲存期 4 個月, 其中 CK-I 及 R_1 -I 於保存 4 個月後, 每處理取 2 個草包 (CK-I-1、CK-I-2 及 R_1 -I-1、 R_1 -I-2) 分別取樣進行青貯品質分析及動物試驗。
- (iii) 試驗 3: 試驗材料來自畜產試驗所恆春分所牧草區, 於 106 年 5 月 4 日上午進行刈割後即行翻草一次, 盤固草未經細切, 高含水率處理於下午進行膠膜捆包 (捆包前含水率平均 65.2%), 低含水率處理於翌日上午進行膠膜捆包 (捆包前含水率平均 50.5%), 田間作業期間未遭遇降雨。田間材料分成接種及不接種處理, 各約使用 0.5 公頃盤固草地, 接種者噴施商業菌劑 (*L. plantarum*, *L. casei*, 接種量 2×10^8 cfu/kg fresh material), 未接種者噴施自來水, 以中型膠膜機 MidiVario 85-100 (Agronic Co.) 進行捆包, 膠膜厚度 4 層。膠膜包於 2 個月後各開封 3 包, 每包取多點草樣混合進行青貯品質分析; 開封當日同一處理之膠膜包各取草料 10 kg, 共 30 kg 混合置 4°C 冷藏庫供動物試驗用。四種處理代號 L、LI、H、HI 分別表示低乾物率—對照、低乾物率—接種、高乾物率—對照及高乾物率—接種。

II. 營養成分及青貯品質分析

營養成分分析：前述各試驗材料於試驗前各自取樣，乾物率為 80℃ 下烘乾 48 小時之乾鮮重比。烘乾後樣品磨粉供下列分析：粗蛋白質 (Crude protein, CP) 含量依照 AOAC (1984) 之方法測定；酸洗纖維 (Acid-detergent fiber, ADF)、中洗纖維 (Neutral-detergent fiber, NDF) 則依照 van Soest *et al.* (1991) 之方法測定，每一樣品重複二次。

青貯品質測定：酸鹼值為 20 g 新鮮青貯料加水 180 mL，打碎過濾後以酸鹼度計測定之值。乳酸、丁酸及乙酸之測定以氣相層析儀依 Jones and Kay (1976) 的方法進行。青貯評分 (Fleig's score) 為依青貯料中乳酸、乙酸與丁酸占總酸之當量百分比各自計分後總加，以評估青貯料之發酵品質，評分 40 以下為青貯失敗、40 – 60 分為可接受、60 – 80 分為好的青貯、80 分以上為發酵優良的青貯。每一樣品重複二次。

III. 動物試驗

上述三批材料分批進行動物試驗。以恆春分所飼養之 10 – 12 月齡努比亞閩公羊 4 頭，分別隔離於 1.5 × 3 m² 的個別飼養欄進行。各試驗之前 4 天為適應期，後 5 天為試驗期。每個飼養欄之長條飼料槽上放置 4 個直徑 30 cm、深 20 cm 圓形飼槽，飼槽內分別放置 150 g (乾基) 之四種參試草料。圓形飼槽位置每日隨機放置，以避免位置效應的影響。每日 13:30 開始餵飼試驗，記錄前 20 分鐘之每分鐘採食標的 (每分鐘記錄一次) 及 0.5 小時、1 小時、1.5 小時、2 小時、3 小時之採食量；於試驗日 16:30 記錄結束後移除圓形飼槽，每頭羊給予精料 300 g、百慕達乾草 300 g，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。

IV. 統計分析

試驗收集資料以 SAS 軟體 (SAS, 2002) 之 GLM Procedure 進行變方分析，主效應為草料及羊隻，各主效應均為固定型，以最小差異顯著性測定法 (LSD, Least-Significant difference) 測驗處理間的差異顯著性。

結 果

I. 淋雨後捆包與接種的影響

含水率 (乾物率) 是影響青貯發酵的重要因素，本研究於捆包前均進行田間材料的取樣以測定含水率，遇雨後第 1、2、3 天材料的田間取樣平均乾物率分別為 46.1%、57.2% 及 59.7%，然經拆包後之平均乾物率卻分別為 51 – 58% (R₁-HI, R₁, R₁-I)、77.2% (R₂-I) 與 77.5% (R₃-I) (表 2)，第 2、3 天的乾物率超乎預期的高，且多數淋雨樣品具有較大的乾物率變異 (表 2)。推測第 2、3 天的乾物率較預期高的原因可能為，田間所測得的水分之中，部分僅附著於植體表面，而表面水於捆包時經離心力甩出，故膠膜內的水分降低，而遇雨第 1 天距刈割時間不久，因捆包離心力而減少的水分可能較少。本試驗淋雨後第 2、3 天材料 (R₂-I、R₃-I) 的發酵表現不佳，除有留置田間較久的影響外，其本身含水率過低也是因子之一。而樣品間含水率變異較大應是草場難以避免有高低差以致積水不均所致，故水分的難以精準控制以及不均勻都是遇雨後調製半乾青貯易遭遇的問題。

表 2. 不同調製條件下盤固草半乾青貯之 pH、乾物率及揮發性脂肪酸含量 (試驗 1)

Table 2. The pH values, dry matter contents and volatile fatty acids of different treatments of pangolagrass haylage in experiment 1

Treatment	pH	Dry matter content	Acetic acid	Propionic acid	Butyric acid	Lactic acid
		%	----- % DM -----			
CK-I*	4.21 ± 0.15	35.3 ± 2.0	0.47 ± 0.01	0.03 ± 0.04	0.13 ± 0.01	3.00 ± 1.11
R ₁ -I	4.63 ± 0.20	51.2 ± 5.5	0.22 ± 0.02	0.00 ± 0.00	0.11 ± 0.03	1.52 ± 0.89
R ₁ -HI	4.72 ± 0.16	50.6 ± 1.8	0.32 ± 0.13	0.03 ± 0.04	0.09 ± 0.00	1.40 ± 0.64
R ₁	4.51 ± 0.63	58.3 ± 7.1	0.26 ± 0.10	0.04 ± 0.04	0.22 ± 0.30	1.46 ± 0.35
R ₂ -I	5.15 ± 0.24	77.2 ± 5.0	0.19 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.10 ± 0.01	0.30 ± 0.33
R ₃ -I	4.99 ± 0.04	77.5 ± 5.2	0.33 ± 0.02	0.01 ± 0.02	0.10 ± 0.01	0.14 ± 0.11
LSD _{5%}	0.35	5.2	0.12	0.01	0.08	0.85

* CK-I: Wilting for one day and baling with inoculant.

R₁-I, R₂-I, R₃-I: Wetted by rain for 1, 2 and 3 days after sun exposure and baling with inoculant, respectively.

R₁, R₁-HI: Wetted by rain for one day after sun exposure and baling without and with half concentration of inoculant, respectively.

做為未淋雨對照之 CK-I 經 1 日之萎凋，乾物率 35.3%，因含水率最高，其乳酸量與總酸量均最高，pH 最低。經雨淋 1 天後之 3 個處理 (R₁-I、R₁-HI、R₁) 乾物率介於 51 – 58% 之間，三者之間的乙酸、乳酸、總產酸量差異不顯著，但僅有 CK-I 之半量。其中 R₁ 之 pH 與丁酸含量變異較大 (CV = 14.0% 與 136%)，其青貯評分較低且變異亦大 (CV = 27.5%)，顯示未經接種處理者之發酵結果穩定度較差；R₁-I、R₁-HI 雖經雨淋，經接種可控制於良好且穩定的結果。R₂-I、R₃-I 乾物率分別為 77.2% 及 77.5%，含水率過低，總產酸極低，僅 0.6% 及 0.58%，青貯評分分別為 40 及 30，因此不參加適口性試驗 (表 2，表 3)。

表 3. 盤固草半乾青貯之揮發性脂肪酸當量百分比、總揮發性脂肪酸含量及青貯評分 (試驗 1)

Table 3. The volatile fatty acid equivalent percentages, total volatile fatty acids and Fleig's scores of different treatments of pangolagrass haylage in experiment 1

Treatment	Acetic acid	Butyric acid	Lactic acid	Total volatile fatty acid	Fleig's score
	----- % TVFA -----			% DM	
CK-I*	18.9 ± 5.5	3.5 ± 0.8	76.6 ± 7.7	3.63 ± 0.71	86.5 ± 2.1
R ₁ -I	18.6 ± 6.1	6.6 ± 2.7	74.9 ± 8.3	1.85 ± 0.45	82.3 ± 3.9
R ₁ -HI	24.1 ± 0.9	5.1 ± 2.4	69.4 ± 1.4	1.84 ± 0.64	82.5 ± 3.5
R ₁	18.0 ± 5.4	10.1 ± 13.0	69.9 ± 20.3	1.98 ± 0.53	72.7 ± 20.0
R ₂ -I	45.8 ± 20.8	17.4 ± 10.4	36.1 ± 30.2	0.60 ± 0.22	40.0 ± 36.8
R ₃ -I	67.1 ± 11.1	13.5 ± 2.2	17.4 ± 10.6	0.58 ± 0.16	30.0 ± 8.5
LSD _{5%}	12.3	4.3	18.4	0.62	12.5

* As shown in Table 2.

本研究續以 CK-I、R₁-I、R₁-HI 進行適口性試驗並與盤固乾草進行比較 (適口性試驗 1)，結果如表 4。前 5 分鐘採食次數以 CK-I、R₁-I 顯著最高，次為 R₁-HI，乾草最低；6 – 10 分鐘之結果亦同。以 0.5 小時採食量而言，CK-I、R₁-I、R₁-HI、乾草之乾物採食量分別為 54.8 g、63.4 g、25.3 g 及 13.0 g，其間有數倍之顯著差異；前 1 小時的採食量趨勢亦同，前二者顯著高於後二者，其間約有兩倍差距；前 1.5 小時後 R₁-HI 的採食量提高至與前二者差異不顯著 (表 4)。3 小時採食結果顯示 1 天雨淋一半量接種者 (R₁-HI) 其適口性與未經雨淋之對照組 (CK-I) 相當，經一天雨淋且全量接種者 (R₁-I) 之適口性稍降低，但均顯著優於乾草。

表 4. 盤固草半乾青貯與乾草的前期採食次數及採食量之比較 (試驗 1)

Table 4. Bouts and dry matter intake of rain wetted haylage, control haylage and hay of pangolagrass in experiment 1

Treatment	Bout		Dry matter intake (g/goat)				
	1 – 5 min	6 – 10 min	0.5 hr	1 hr	1.5 hr	2 hr	3 hr
Haylage							
CK-I*	1.6 ^{ab}	1.7 ^{ab}	54.8 ^a	108.8 ^a	137.3 ^a	137.3 ^a	146.8 ^a
R ₁ -I	1.8 ^a	2.0 ^a	63.4 ^a	104.0 ^a	112.3 ^a	123.1 ^a	126.6 ^b
R ₁ -HI	1.0 ^{bc}	0.9 ^{bc}	25.3 ^b	69.9 ^b	125.1 ^a	125.1 ^a	138.1 ^{ab}
Hay	0.5 ^c	0.3 ^c	13.0 ^b	51.9 ^b	70.2 ^b	70.2 ^b	90.7 ^c

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

* As shown in Table 2.

為進一步瞭解經淋雨後半乾青貯經較長期儲存後之適口性，本研究於儲存 4 個月後 CK-I、R₁-I 各開封兩個膠膜包個別進行青貯品質分析及適口性試驗。因兩處理的乾物率差異大，其發酵程度有頗大差異，R₁-I 之 pH 顯著高 CK-I，後者的乙酸與乳酸量高於前者數倍，青貯評分亦有顯著差異但均達優良等級 (表 5)。整體而言，儲存四個月與儲存二個月的青貯品質分析結果近似 (表 2、表 3)。

以 CK-I、R₁-I 各兩包半乾青貯料進行之適口性試驗結果如表 6。前 5 分鐘採食次數及 6 – 10 分鐘的採食次數於 4 個半乾青貯草包間未有顯著差異。而前 30 分鐘採食量 R₁-I 達 CK-I 的兩倍，前 1 小時至 3 小時之採食量均以 R₁-I 的兩包顯著高於 CK-I 的兩包，顯示 R₁-I 的總酸量及乳酸量雖遠低於 CK-I，但羊隻對 R₁-I 的偏好並

不亞於 CK-I，而在乾物採食量上顯著較高。本試驗材料不僅牽涉雨淋的有無亦有乾物率的差異，因此半乾青貯料的乾物率對適口性的影響值得進一步釐清。

表 5. 儲存 4 個月後盤固草半乾青貯之 pH、乾物率及揮發性脂肪酸含量 (試驗 2)

Table 5. The pH values, dry matter contents and volatile fatty acids of pangolagrass haylage after storing for 4 months in experiment 2

Treatment	pH	Dry matter content	Acetic acid	Propionic acid	Butyric acid	Lactic acid	Fleig's score
		%	% DM				
CK-I*	4.10 ^b	35.0 ^b	0.46 ^a	0.0	0.13	3.79 ^a	88 ^a
R ₁ -I	4.68 ^a	59.0 ^a	0.19 ^b	0.0	0.11	0.99 ^b	80 ^b

^{a, b} Means in the same column with different superscripts show significant differences between treatments ($P < 0.05$).

* As shown in Table 2.

表 6. 儲存 4 個月後盤固草半乾青貯開封後不同天數的前期採食次數及採食量之比較 (試驗 2)

Table 6. Bouts and dry matter intakes of pangolagrass haylage after storing for 4 months in experiment 2

Treatment	Bout		Dry matter intake (g/goat)				
	1 – 5 min	6 – 10 min	0.5 hr	1 hr	1.5 hr	2 hr	3 hr
CKI-1*	0.9	1.1	30.3 ^b	71.3 ^b	89.6 ^b	101.2 ^b	110.5 ^b
CKI-2	1.2	1.1	34.0 ^b	61.3 ^b	79.1 ^b	90.4 ^b	104.3 ^b
R ₁ -I-1	1.2	0.8	69.3 ^a	115.3 ^a	114.4 ^a	123.3 ^a	142.5 ^a
R ₁ -I-2	1.1	1.5	66.8 ^a	111.9 ^a	117.9 ^a	131.6 ^a	148.3 ^a

^{a, b} Means in the same column with different superscripts show significant differences between treatments ($P < 0.05$).

* As shown in Table 2.

II. 乾物率對山羊適口性的影響

本研究續以田間經控制的低及高兩種乾物率材料 (捆包前乾物率 34.8% 及 49.5%)，分別以接種與未接種進行膠膜捆包，共獲 4 種處理，代號 L、LI、H、HI。開封後乾物率分別為 33.3%、33.2%、47.3%、56.8%，pH 以接種者低於未接種者；L 之乙酸量最高，LI 之乳酸量最高，未接種者丁酸顯著較高；接種者之青貯評分達 90 以上，L 之青貯評分僅 61.0 (表 7)。

表 7. 不同乾物率與接種處理盤固草半乾青貯之 pH、乾物率、揮發性脂肪酸含量及青貯評分 (試驗 3)

Table 7. The pH values, dry matter contents, volatile fatty acids and Fleig's scores of pangolagrass haylage with different dry matter contents and inoculant treatments in experiment 3

Treatment	Inoculation	Dry matter content	Acetic acid	Propionic acid	Butyric acid	Lactic acid	pH	Fleig's score
		%	% DM					
L*	no	33.3 ^b	1.79 ^a	0.15 ^a	0.28 ^a	2.79 ^b	4.44 ^a	61.0 ^c
LI	yes	33.2 ^b	0.91 ^b	0.01 ^b	0.05 ^c	5.54 ^a	3.92 ^b	95.0 ^a
H	no	47.3 ^a	0.67 ^{bc}	0.03 ^b	0.12 ^b	3.55 ^b	4.47 ^a	87.0 ^b
HI	yes	56.8 ^a	0.32 ^c	0.00 ^b	0.01 ^c	2.97 ^b	4.17 ^{ab}	98.0 ^a

^{a, b, c} Means in the same column with different superscripts show significant differences among treatments ($P < 0.05$).

* L, LI: Low dry matter content without or with inoculant, respectively.

H, HI: High dry matter content without or with inoculant, respectively.

上述 4 種半乾青貯適口性試驗結果如表 8。前 5 分鐘採食次數及 6 – 10 分鐘的採食次數均以高乾物率者顯著高於低乾物率者。而高乾物率者之前 30 分鐘採食量、前 1 小時採食量為低乾物率者的 2 – 3 倍，3 小時之採食量亦有極大差異；接種與未接種則無顯著差異。顯示乾物率 50% 左右之盤固草半乾青貯之適口性顯著優於 33% 者，且與接種與否無關，同在低乾物率之下，青貯評分差異對適口性的影響亦小。

表 8. 不同乾物率與接種處理之盤固草半乾青貯的前期採食次數及採食量之比較 (試驗 3)

Table 8. Bouts and dry matter intakes of pangolagrass haylage with different dry matter contents and inoculant treatments in experiment 3

Treatment	Bout		Dry matter intake (g/goat)		
	1 – 5 min	6 – 10 min	0.5 hr	1 hr	3 hr
L*	0.6 ^b	0.6 ^b	23.5 ^b	30.3 ^b	61.8 ^b
LI	0.4 ^b	0.6 ^b	16.4 ^b	27.4 ^b	65.4 ^b
H	2.4 ^a	1.1 ^b	75.2 ^a	85.9 ^a	108.7 ^a
HI	1.5 ^{ab}	2.8 ^a	66.9 ^a	89.3 ^a	110.5 ^a

^{a, b} Means in the same column with different superscripts show significant differences among treatments ($P < 0.05$).

* As shown in Table 7.

討 論

淋雨後再調製為半乾青貯雖不能視為常態生產方式，但卻是實務上經常面臨的狀況，由本研究結果可獲知其有條件式的可行性與需克服的問題。試驗 1 中經雨淋 1 天之 3 個處理 (R_1 -I、 R_1 -HI、 R_1) 乾物率適當、發酵狀況良好，其中經接種者 (R_1 -I) 之適口性與未淋雨對照 (CK-I) 相當，適口性數倍高於盤固乾草。陳等 (2019) 指出盤固草半乾青貯適口性不僅高於盤固乾草也大幅高於進口百慕達草，其相對於百慕達草的前 5 – 10 分鐘偏好採食次數平均高達 5 倍，而前 0.5 小時的乾物採食量約為百慕達草的 3 倍。半量接種者之適口性與全量接種者相近，均顯著優於乾草。因此在適當的含水率及接種處理之下，經淋雨者可不減損其良好適口性。

淋雨後第 2、3 天的牧草容易產生過乾的問題，含水率過低則不適合青貯發酵。另留置田間的時間長易發生微生物滋長問題，因此，建議淋雨後遇降雨空檔，可改換為半乾青貯調製，惟應把握適當水分含量時儘快作業，以獲得良好的發酵品質；留置田間超過兩天，青貯調製的風險變大。而取樣估測適當含水率時應注意其表面水的干擾。此外，刈割草場不平整造成材料間含水率的不均勻也是應加以注意的問題。試驗 1 與試驗 2 都顯示淋雨後調製之半乾青貯其適口性不亞於未淋雨對照組，且其前期乾物採食量高於未淋雨者可能為乾物率較高所致，試驗 3 的結果進一步說明了乾物率對適口性的影響高於青貯評分及接種的有無。以上均顯示乾物率控制的重要。

雖然半乾青貯有多項的優點，如田間損失較低與提升適口性 (Dumont and Petit, 1995; Forbes, 1995; Müller and Udén, 2007; Ginane *et al.* 2011)，恆春分所的研究亦顯示盤固草半乾青貯可顯著提升盤固草的適口性。學理上，半乾青貯調製可提高國產盤固草的適口性及競爭力應無疑義，然推廣上尚有挑戰。因國內所生產的乾草大都為交易型的商品，生產者與飼養者並非合一，由乾草的生產體系轉換為半乾青貯的調製供應時面臨生產成本 (膠膜打包) 提高、工序增加、裝載成本高、易破包不利保存 (陳等, 2019) 與乾物率計價等問題。在目前產銷體系下大幅轉換為半乾青貯的生產，尚有待產銷雙方有提升牧草品質的共識及充分誘因的提供。然而有兩種情況在目前已有利基，一為自用型的生產者，因自行生產半乾青貯可提升品質且無交易上衍生的問題；另一為乾草曝曬過程遇雨的替代方案，做為避免損失的應急措施，此即為本研究所解決的問題。

總結本試驗結果，乾草曝曬過程遭遇雨淋之下，若能控制適當乾物率於 40 – 60% 範圍，且置於田間未超過 2 天，其青貯品質與適口性均佳；接種則有助於青貯發酵的穩定。

參考文獻

- 王紓愍、陳嘉昇、游翠鳳。2018。接種菌株對苜蓿半乾青貯適口性的影響。畜產研究 51：286-292。
- 王紓愍、劉信宏、游翠鳳、陳嘉昇。2019。不同調製方式國產苜蓿之山羊適口性比較。畜產研究 52：146-152。
- 陳嘉昇、王紓愍、游翠鳳。2018a。牧草適口性探討：I. 山羊對添加糖、有機酸、水溶性碳水化合物變動與青貯發酵之反應。畜產研究 51：185-192。
- 陳嘉昇、王紓愍、游翠鳳、李璟妤。2018b。牧草適口性探討：II. 草種、乾燥度與調製法對山羊適口性的影響。中畜會誌 47：197-207。
- 陳嘉昇、王紓愍、游翠鳳。2019。盤固草半乾青貯開封後日數對山羊適口性的影響。中畜會誌 48：47-57。

- 陳筱薇、黃孝義、張友義、白崇智、史崑元、李婕伶、石芳其、林佑諭、劉智宏、丘昀融、陳莘惠、游翠鳳、劉信宏、王紓愍、陳嘉昇、王翰聰、陳靜宜、徐濟泰。2019。添加乳酸菌複方與丙酸鉍抑制盤固草半乾青貯草捆製作過程發霉之效果。中畜會誌 48：1-15。
- A. O. A. C. 1984. Official methods of analysis. 14th ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Washington DC.
- Burns, J. C., D. S. Fisher and H. F. Mayland. 2001. Preference by sheep and goats among hay of eight tall fescue cultivars. J. Anim. Sci. 79: 213-224.
- 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: 245-54.
- 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.
- Fisher, D. S., H. F. Mayland and J. C. Burns. 1999. Variation in ruminants' preference for tall fescue hays cut either at sundown or at sunup. J. Anim. Sci. 77: 762-768.
- Fisher, D. S., J. C. Burns and H. F. Mayland. 2005. Ruminant selection among switchgrass hays cut at either sundown or sunup. Crop Sci. 45: 1394-1402.
- 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 (W. V. Engelhardt, S. Leonhard-Marek, G. Breves, D. Giesecke, eds.), Ferdinand Enke Verlag, pp. 217-232.
- 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.
- 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 Rum. Res. 117: 131-141.
- Ginane, C., R. Baumont and A. Favreau-Peigné. 2011. Perception and hedonic value of basic tastes in domestic ruminants. Physiol. Behav. 104: 666-74.
- Müller, C. and P. Udén. 2007. Preference of horses for grass conserved as hay, haylage or silage. Anim. Feed Sci. Tech. 132: 66-78.
- Müller, C. E. 2009. Long-stemmed vs. cut haylage in bales-Effects on fermentation, aerobic storage stability, equine eating behaviour and characteristics of equine faeces. Anim. Feed Sci. Tech. 152: 307-321.
- Muck, R. E. 2013. Recent advances in silage microbiology. Agr. Food Sci. 22: 3-15.
- Ohmomo, S., O. Tanaka, H. K. Kitamoto and Y. Cai. 2002. Silage and microbial performance, old story but new problems. JARQ 36: 59-71.
- 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. pp. 828-868.
- SAS. 2002. SAS version 9.00. Statistical Analysis Institute, Inc., Cary, N.C. USA.
- Schenck, J. and C. E. Müller. 2014. Microbial Composition before and after Conservation of Grass-Dominated Haylage Harvested Early, Middle, and Late in the Season. J. Equine Veterinary Sci. 34: 593-601.
- 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.

Effect of rain exposure before wrapping and dry matter contents of pangolagrass haylages on palatability of goats ⁽¹⁾

Chia-Sheng Chen ⁽²⁾⁽³⁾ Shu-Min Wang ⁽²⁾ and Tsui-Huang Yu ⁽²⁾

Received: Mar. 27, 2020; Accepted: Aug. 24, 2020

Abstract

Whether pangolagrass being exposed to sudden rain during the hay-processing period is suitable for making haylage is one practical issue. This study investigated the fermentation quality of pangolagrass haylage after pangolagrass hay is exposed to rain during the wet season. Three sets of feeding experiment was conducted to evaluate the palatability of goat. The purpose of these experiments was to determine the feasibility of replacing with haylage after the pangolagrass was exposed to rain during hay making. After two months of storage, the test results shows that pangolagrass haylages for this study, having been exposed to the rain for one day with three treatments, had the dry matter contents between 50 ~ 58%. The fermentation qualities of those with inoculation were good, while the quality of that without inoculation showed quality variation. The results of palatability test 1 showed that the palatability of the treatment of haylage inoculation without being rained (CK-1), haylage full inoculation with one-day raining (R₁-I), and haylage half-inoculation with one-day raining (R₁-HI), and dry hay were compared. The results suggested that the palatability of haylage half-inoculation with one-day raining (R₁-HI) was equivalent to that without rained while the three-hour feed intake of full inoculation with one-day raining (R₁-I) was slightly lowered, but nonetheless significantly better than dry hay. The results of silage quality analysis between 4 months storage and 2 months storage showed no significant differences. The goats' preference for one day rain was not poor compared with that of controlled group. Moreover, the dry intake content was significantly higher (Test 2). There was also significant dry content variation apart from the rain between the controlled group without raining and the rained haylage. This study continued to explore the effect of dry matter content on palatability (Test 3), and the results showed that the palatability of pangolagrass haylage with a dry matter content of 50% was significantly better than that of 33%, and it was unrelated to inoculation. The difference in silage scores also had a small effect on palatability. It is concluded that when the grass is exposed to rain during the withering process and if the dry matter content could be controlled within the range of 40 ~ 60%, in addition to storing in the field for no more than 2 days, the haylage quality and palatability would be good. Moreover, inoculation can help stabilization of haylage fermentation.

Key words: Rain exposure, Preference, Pangolagrass, Haylage.

(1) Contribution No. 2648 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..