

國產芻料青貯品質之研究⁽¹⁾

盧啟信⁽²⁾ 許福星⁽²⁾

收件日期：90 年 2 月 1 日；接受日期：90 年 6 月 28 日

摘 要

國產主要芻料作物，狼尾草 (*Pennisetum purpureum*)、盤固草 (*Digitaria decumbens*)、蘇丹草 (*Sorghum sudanense*) 及青割玉米 (*Zea mays*) 等，細切後，利用 PVC 塑膠桶以油壓機充分壓實情況下，進行青貯調製。結果顯示，四種牧草青貯料之 pH，除盤固草外，皆低於 4.0，而盤固草之 pH 亦小於 4.2。青貯時間延長至 180 天時，其變化不大。四種青貯料之乾物損失率均低於 5%，青貯至 180 天時，雖然乾物損失率略有增加，但除蘇丹草外，其餘未達顯著差異水準。青貯 60 天之評分點，除盤固草 64 外，另外三種皆超過 80 達到優良的等級。青貯至 180 天時，評分點雖略為下降，但差異不大。本結果顯示，只要充分的壓實，再配合密封良好，雖然如狼尾草及盤固草等水溶性碳水化合物較低之芻料，亦可調製良好的青貯料。盤固草及狼尾草在不同細切條件下，利用青貯桶青貯，其青貯品質顯示，盤固草進行青貯調製時宜切短至 5 公分以下，才易得到較佳品質且較能久存。而狼尾草青貯時，細切 1.5 公分以下時，其品質佳且較長時期的儲藏，依然可保持良好的品質。而細切至 2~2.5 公分時，雖然依然可以得到良好的品質，但較不耐久藏。

關鍵詞：芻料作物、青貯調製、青貯品質。

緒 言

國產主要的芻料以往以盤固草及狼尾草為最大宗，近年來則在研究人員努力下，不斷有新品種之育成。目前國內酪農常利用的國產芻料包括盤固草、狼尾草、青割玉米及蘇丹草。此等芻料可用於青飼、調製青貯料或乾草，於適當收割期收穫其品質並不亞於進口之牧草。青貯是酪農用於保存芻料的方法之一，國內最近幾年來，酪農逐漸接受以完全混合日糧餵飼乳牛，而青貯料因含有適度的水分，易與其他物質混合，是調製完全混合日糧的理想材料。影響青貯料品質的因子很多，除青貯材料本身的條件外，最重要的關鍵在於緊密的填充及封閉。青貯材料未填充緊密，壓實不完全，空氣滲入是青貯失敗的主因（許等，1997；盧，1990）。近年來由於調製機械研究的進步，已發展出多種青貯調製機械，大大提高了芻料青貯品質。本試驗的目的即在探討國產芻料的青貯品質之差異及細切度對青貯品質之影響。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1062 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所飼料作物系。

材料與方法

I. 國產芻料青貯品質之比較

(i) 試驗材料：青貯材料包括盤固草 A254、狼尾草台畜草二號、蘇丹草台畜草一號及青割玉米台農一號，盤固草細切 5 公分左右，其餘細切成 1 公分。所用青貯容器為長 45 公分，直徑 20 公分之圓形塑膠管。試驗前分析青貯材料之乾物率、水溶性碳水化合物、粗蛋白質、中洗纖維、酸洗纖維及酸鹼緩衝能力 (Playne and McDonald, 1966)。

(ii) 試驗方法：將細切之青貯材料，裝入青貯塑膠管中，以油壓機壓力固定為 20 Psi 進行壓實，填滿後以蓋子將其密封，每一處理三重覆。於青貯 60 天及 180 天後分別取部份樣品進行品質分析，利用 Flieg 評分法，計算其評分點 (Mcculough, 1978)，並測其乾物率計算其乾物損失百分比，計算法如下：

$$\text{乾物損失百分率 (\%)} = [(\text{青貯前乾物率} - \text{青貯後乾物率}) / \text{青貯前乾物率}] \times 100\%$$

本試驗於密閉容器中進行，所以青貯過程產生之水分，不會揮發掉或流失，因此由青貯後的乾物率計算乾物損失百分率，不致因水份的蒸散或流失，造成計算的誤差。

II. 細切度對盤固草及狼尾草青貯品質之影響

(i) 試驗材料：青貯材料包括盤固草 A254 及狼尾草台畜草二號，青貯桶為高 80 cm 及直徑 35 cm 之塑膠桶。

(ii) 試驗方法：盤固草分別細切成 3、5、10 及 15 cm。狼尾草細切成 1、1.5、2 及 2.5 cm 左右。將青貯材料填入青貯容器中，以木棍將其壓緊，填滿後以蓋子封緊。每一處理三重覆。於青貯 60、120 及 180 天後分別取部份樣品進行品質分析，利用 Flieg 評分法，計算其評分點，並測其乾物率計算其乾物損失百分比。

結果與討論

I. 國產芻料青貯品質之比較

本試驗用於青貯調製的四種國產芻料，青貯前之成份含量如表 1 所示。其中與青貯相關性較高的成份如水溶性碳水化合物，顯然的以青割玉米最高，而盤固草最低。青貯時，植體水溶性碳水化合物是提供微生物發酵的主要能量來源，若含量過低，微生物發酵產酸不足，將無法抑制其它雜菌生長，易產生二次發酵，對青貯結果的影響很大 (盧, 1990; Rotz and Muck, 1994)。Wilkenson (1987) 指出青貯材料中的水溶性碳水化合物如低於鮮重的 3% (約為乾物的 9%)，其青貯過程易發生二次發酵。本試驗中之盤固草及狼尾草在水溶性碳水化合物含量顯然偏低。植體酸鹼緩衝能力影響青貯料酸度降低的難易，表 1 顯示植體酸鹼緩衝能力除盤固草低於 200 meq/kg 外，其餘三種芻料均高於 200 meq/kg。一般理想的青貯材料酸鹼緩衝能力不宜超過 200 meq/kg，否則青貯過程中 pH 不易下降 (Bolsen *et al.*, 1985)。乾物率是另一種影響青貯品質的重要因素，一般青貯材料之乾物率在 25~30% 較理想 (王等, 1999; 盧, 1990; Rotz and Muck, 1994)。本試驗所用材料乾物率除盤固草略高外，另外三種芻料皆在理想範圍內。

表 1. 青貯試驗材料之成份含量

Table 1. The chemical components of the forage staff for silage making

Forage	Dry matter	Water soluble carbohydrate	Crude protein	Acid detergent fiber	Neutral detergent fiber	Buffer capacity
			%			meq/kg
Napiergrass	29.3 ^{a*}	6.12 ^c	6.25 ^a	39.52 ^{ab}	70.36 ^a	201.3 ^c
Pangolagrass	31.6 ^a	5.65 ^c	5.69 ^a	40.15 ^a	71.14 ^a	169.5 ^d
Sudangrass	28.0 ^b	9.23 ^b	6.01 ^a	38.64 ^b	66.25 ^b	225.6 ^{bc}
Forage corn	26.9 ^b	12.93 ^a	7.12 ^a	37.22 ^b	67.25 ^b	236.5 ^{ab}

^{a,b,c,d} Means with the same letters in the same column are not significantly different at 5% level.

芻料青貯調製，壓實度是影響其品質的重要因子，本試驗第一部份利用油壓進行壓實，其壓實效果較人為壓實來的緊。表 2 顯示四種牧草青貯料之 pH，除盤固草外，皆低於 4.0，而盤固草之 pH 亦小於 4.2。青貯時間延長至 180 天時，其變化不大，顯示此青貯容器相當的密閉。一般青貯料之 pH 小於 4.2 時，其青貯調製就可視為成功的青貯 (Langston *et al.*, 1958)。四種青貯料之乾物損失率均低於 5%，青貯至 180 天時，雖然乾物損失率略有增加，但除蘇丹草外其餘未達顯著差異水準。乾物損失率通常可用來當作青貯成敗的指標，而乾物損失率一般與青貯容器的密閉性有極密切的關係，密閉性較差的青貯容器如青貯槽具有較高的乾物損失率 (Ruppel *et al.*, 1995; Bolsen *et al.*, 1993; Holter, 1983)。本試驗之乾物損失率在各處理中均低於 5%，顯然試驗的青貯容器密封相當完整。青貯評分點方面，除盤固草低於 70 外，另外三種皆超過 80 達到優良的等級。青貯至 180 天時，評分點雖略為下降，但差異不大。盤固草因為其質地較為柔軟，不易壓實，所以其青貯品質較另外三種芻料為差。盤固草及狼尾草因含較低的水溶性碳水化合物，所以在密封較差的條件下，其青貯品質欠佳 (盧, 1990)。但由本試驗結果顯示，只要充分的壓實，再配合密封良好，亦可調製良好的青貯料。成等 (1997) 之試驗亦顯示，狼尾草利用香腸式青貯，其品質相當良好，且飼養效果佳。

表 2. 國產芻料以油壓方式填充青貯後其青貯品質之比較

Table 2. Silage quality of domestic forages filled in the silo compressed with oil motor

Forage	Dry matter loss (%)		pH		Flieg's point	
			Ensiling period (day)			
	60	180	60	180	60	180
Napiergrass	3.32 ^{ba}	3.38 ^{ba}	3.86 ^{aA}	3.80 ^{aA}	80 ^{aA}	81 ^{aA}
Pangolagrass	4.45 ^{aA}	4.98 ^{aA}	4.14 ^{ba}	4.21 ^{ba}	64 ^{ba}	61 ^{ba}
Sudangrass	3.12 ^{bb}	4.17 ^{abA}	3.81 ^{ba}	3.79 ^{aA}	81 ^{aA}	79 ^{aA}
Forage corn	2.72 ^{ba}	3.12 ^{ba}	3.79 ^{aA}	3.82 ^{aA}	83 ^{aA}	81 ^{aA}

^{a,b} Means with the same letters in the same column are not significantly different at 5% level.

^{A,B} Means with the same capital letters in the same item within the same row are not significantly different at 5% level.

表 3 顯示青貯 60 及 180 天後青貯料中酸洗纖維、中洗纖維及粗蛋白質的含量。酸洗纖維及中洗纖維較青貯前提高，粗蛋白質則較青貯前降低。隨著青貯時間增加至 180 天，酸洗纖維及中洗纖

維雖然有增加的趨勢，但除盤固草的中洗纖維有顯著差異外，其於三種青貯料均未顯著差異。粗蛋白質則有降低趨向，但四種青貯料均未達顯著差異水準。

表 3. 國產芻料青貯 60 及 180 天之成份含量

Table 3. The chemical components of the silages 60 and 180 days after ensiling

Forage	Acid detergent fiber		Neutral detergent fiber		Crude protein	
	Ensilage period (day)					
	60	180	60	180	60	180
	%					
Napiergrass	41.2 ^a	42.8 ^a	71.5 ^a	72.9 ^a	6.08 ^a	5.84 ^a
Pangolagrass	41.9 ^a	43.9 ^a	72.3 ^a	74.5 ^b	5.01 ^a	4.95 ^a
Sudangrass	39.4 ^a	40.2 ^a	39.7 ^a	40.1 ^a	5.24 ^a	5.07 ^a
Forage corn	38.7 ^a	39.8 ^a	37.9 ^a	38.4 ^a	6.23 ^a	6.00 ^a

^{a,b} Means with the same letters in the same column are not significantly different at 5% level.

II. 細切度對盤固草及狼尾草青貯品質之影響

盤固草草質柔軟，壓實不易，因此其草的長短對填充的緊密及青貯品質有很大的影響。表 4 顯示不同細切程度對盤固草青貯品質及儲藏期間品質變化的影響。青貯過程的乾物損失率及 pH 均隨切細長度的增加而提高，Flieg 評分點則下降。細切 3 cm 者，青貯 180 天後，其品質變異不大，細切 5 cm 者品質略為下降。但細切 10 及 15 cm 者，青貯至 120 天時品質已顯著下降，乾物損失率及 pH 均顯著的增加，評分點也明顯的下降。此結果顯示，盤固草進行青貯調製時宜切短至 5 公分以下，才易得到較佳品質且較能久存。如果無法過於細切，宜盡速餵飼完畢，不宜儲存過於長久，造成品質變劣。

表 4. 不同細切度及青貯期間對盤固草青貯品質的影響

Table 4. Effects of cutting length and ensiling period on qualities of pangolagrass silage

Cutting length (cm)	Dry matter loss (%)			pH			Flieg's point		
	Ensiling period (day)								
	60	120	180	60	120	180	60	120	180
3.0	7.21 ^{cA}	7.36 ^{cA}	7.77 ^{cA}	4.21 ^{bA}	4.19 ^{cA}	4.28 ^{bA}	66 ^{aA}	67 ^{aA}	64 ^{aB}
5.0	7.82 ^{cB}	8.12 ^{cAB}	9.00 ^{cA}	4.14 ^{bB}	4.29 ^{bcAB}	4.39 ^{abA}	62 ^{abA}	60 ^{bA}	61 ^{aA}
10.0	9.67 ^{bC}	13.34 ^{bB}	17.67 ^{bA}	4.31 ^{abB}	4.44 ^{abAB}	4.56 ^{aA}	59 ^{bA}	54 ^{bB}	52 ^{bB}
15.0	12.45 ^{aC}	16.21 ^{aB}	21.32 ^{aA}	4.40 ^{aA}	4.47 ^{abA}	4.54 ^{aA}	51 ^{cA}	44 ^{cdB}	40 ^{cB}

^{a,b,c} Means with the same letters in the same column are not significantly different at 5% level.

^{A,B,C} Means with the same capital letters in the same item within the same row are not significantly different at 5% level.

狼尾草的化學成分雖與盤固草類似，但其草質與盤固草有很大的差異。狼尾草易切短且容易壓縮，表 5 顯示狼尾草細切 1.5 公分以內時，其乾物損失率低，品質相當良好。而且青貯 180 天後，僅乾物損失略為增加，但其品質依然相當良好。而細切 2 及 2.5 公分之樣品，在青貯 60 天時其青貯品質良好，至 180 天時，細切 2 公分之樣品，品質略為下降，而細切 2.5 公分之樣品，則有較大的乾物損失，青貯評分點也較明顯的下降。此結果顯示，狼尾草青貯時，細切 1.5 公分以內時，其

品質佳且較長時期的儲藏，依然可保持良好的品質。而細切至 2~2.5 cm 時，雖然依然可以得到良好的品質，但較不耐久藏。

表 5. 不同細切度及青貯期間狼尾草對青貯品質的影響

Table 5. Effects of cutting length and ensiling period on qualities of napiergrass silage

Cutting length (cm)	Dry matter loss (%)			pH			Flieg's point		
	Ensiling period (day)								
	60	120	180	60	120	180	60	120	180
1.0	4.12 ^{ba}	4.19 ^{baB}	4.31 ^{ba}	3.78 ^{aA}	3.80 ^{aA}	3.79 ^{aA}	81 ^{aA}	82 ^{aA}	80 ^{aA}
1.5	4.08 ^{bb}	4.39 ^{baB}	4.54 ^{ba}	3.84 ^{aA}	3.81 ^{aA}	3.86 ^{abA}	79 ^{aA}	81 ^{abA}	80 ^{aA}
2.0	5.32 ^{aB}	6.86 ^{aA}	7.11 ^{aA}	3.81 ^{aA}	3.90 ^{aAB}	3.93 ^{bB}	79 ^{aA}	74 ^{bB}	74 ^{bB}
2.5	5.69 ^{aC}	7.12 ^{aB}	8.94 ^{aA}	3.94 ^{aA}	3.94 ^{aA}	4.12 ^{ba}	76 ^{aA}	70 ^{bB}	64 ^{cC}

^{a,b,c} Means with the same letters in the same column are not significantly different at 5% level.

^{A,B,C} Means with the same capital letters in the same item within the same row are not significantly different at 5% level.

參考文獻

- 王紓愍、陳嘉昇、成游貴。1999。盤固草品系 Survelona 與 A254 之青貯品質比較。畜產研究 32(4)：305~312。
- 成游貴、黃耀興、陳嘉昇、李美珠。1997。地區性狼尾草品系選拔及飼養模式之研究。畜產研究 30(2)：171~181。
- 盧啟信。1990。水份含量及玉米粉添加物對盤固草青貯品質的影響。畜產研究 23(2)：125~131。
- Bolsen, K. K.、黃嘉、陳茂墻。1985。青貯料製作技術專輯。台灣省畜產試驗所編印。pp. 35。
- Bolsen, K. K., J. T. Dickerson and B. E. Brent. 1993. Rate and extent of top spoilage losses in horizontal silos. J. Dairy Sci. 76：2940~2948。
- Holter, J. B. 1983. Aspects of storing and sampling ensiled forage. J. Dairy Sci. 66：210~213。
- Mcculough, M. E. 1978. Silage some general consideration. In: Mcculough, M. E., Fermentation of silage. National Feed Ingredient Association. Iowa, USA.
- Playne, M. J. and P. McDonald. 1966. The buffering constituents of herbage and of silage. J. Sci. Food Agri. 17：264~268。
- 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 I. E. Moser. American Society of Agronomy, Inc. Madison, pp. 828~868。
- Ruppel, K. A. R. E. Pitt, L. E. Chase and D. M. Galton. 1995. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farm. J. Dairy Sci. 78：141~153。
- Wilkenson, J. M. 1987. Assessing dry matter and sugar in grass. Silage UK 17~20。

Silage Quality of Domestic Forages in Taiwan⁽¹⁾

Chi-Hsin Lu⁽²⁾ and Fu-Hsing Hsu⁽²⁾

Received Feb. 1, 2001 ; Accepted Jun. 28, 2001

Abstract

The objective of this study was to determine the silage quality of the forage produced in Taiwan. The major local forages, napiergrass (*Pennisetum purpureum*), pangolagrass (*Digitaria decumbens*), forage sorghum (*Sorghum sudanense*) and forage maize (*Zea mays*) were ensilaged with PVC plastic silo. The results showed that the pH values of all silages were less than 4.0 except for pangolagrass silage which was pH 4.2. The values kept unchanged for 180 days after ensiling. Dry matter losses during the experimental period were less than 5% in all silages. All silage quality kept well for 180 days after ensiling except that of sudangrass. Most silages scored 80 points on the Flieg's scale, except pangolagrass silage with 64 points. The results suggested that the forages, even if they contain less water soluble carbohydrates such as pangolagrass or napiergrass, could be a good silage under a complete sealing status. The adequate chopping lengths for pangolagrass and napiergrass were 5.0 cm and 1.5 cm, respectively, for good silage making and storage. Napiergrass being chopped to 2~2.5 cm could be a good silage but was not good for storage.

Key words : Forage crops, Silage making, Silage quality.

(1) Contribution No. 1062 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) Department of Forage Crops, COA-TLRI, Hsinhua, Tainan, Taiwan, R.O.C.