

小型香腸式青貯法於牧草及啤酒粕之應用⁽¹⁾

彭炳戊⁽²⁾ 張定偉⁽²⁾ 王紓愍⁽²⁾ 成游貴⁽²⁾

收件日期：89 年 06 月 28 日；接受日期：89 年 08 月 21 日

摘 要

本研究的主要目的在探討小型香腸式青貯法應用於國產芻料及啤酒粕的效果。試驗中共進行盤固草、狼尾草及玉米－啤酒粕三種不同材料之青貯，青貯二個月後，盤固草青貯料之 pH 值為 4.2、Flieg 氏青貯評分為 56，狼尾草青貯料之 pH 值為 4.1，Flieg 氏青貯評分為 76，玉米－啤酒粕青貯料之 pH 值為 3.98，Flieg 氏青貯評分為 80，試驗中三種青貯料均無丁酸產生、pH 維持在 4.2 以下，且青貯評分均在良好或可以接受的標準以上，顯示小型香腸式青貯可適用於國產主要牧草或啤酒粕等之青貯。比較不同細切度盤固草青貯結果，不經細切直接青貯者，其青貯料之 pH 值高，含有大量丁酸且無乳酸，但經細切至 12 cm 以下，青貯品質明顯改善。為了解收穫後堆積對狼尾草品質及青貯的影響，於不同堆積時間下取樣，測定牧草組成份與草堆的溫度變化，堆積 4 小時後，草堆溫度即已上升，有覆蓋之草堆在堆積 48 小時後溫度升至最高，無覆蓋草堆之溫度上升更高且持續升溫至 72 小時。水溶性碳水化合物含量隨溫度的上升快速下降，堆積 4 小時，水溶性碳水化合物含量即減少 20% 以上，中洗纖維和酸洗纖維的含量都隨堆積時間增長而增加，但粗蛋白質含量及乾物量的變化較小。比較狼尾草新鮮收穫、堆積 24 小時、添加 5% 麩皮及萎凋 24 小時等青貯前處理之青貯品質，結果顯示 pH 值及 Flieg 氏青貯評分點分別為 3.9，81；4.4，56；3.8，83；4.2，59。因此，狼尾草收穫後堆積難達到萎凋效果反而有青貯品質變劣情形，以添加麩皮調整狼尾草含水率較能達到預期效果。

關鍵詞：青貯料品質、香腸式青貯、水溶性碳水化合物。

緒 言

青貯是芻料保存的重要方法之一，良好的青貯可以有效的減少收穫損失、保存芻料之營養價值，並使動物採食量增加 (Shaver et al., 1985; Rotz and Muck, 1994)。近年來，國內酪農逐漸習於以完全混合日糧 (Total mixed ration, TMR) 餵飼動物，由於青貯料含有適度的水份，且易於與其他配方混合，是調製完全混合日糧的理想材料。傳統的青貯都以青貯槽的方式進行，因

(1) 行政院農業委員會畜產試所研究報告第 1014 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

其操作簡便、成本較低廉且青貯槽可長期使用，但青貯槽式青貯很容易發生材料充填不夠緊密或壓實不完全等現象，無法維持良好的無氧環境，而在青貯料的取用過程中也容易因密封不完全產生二次發酵，此等情形均將造成嚴重的青貯損失 (Rotz and Muck, 1994)。香腸式青貯袋青貯是以機械將收穫切短的牧草或農副產物裝填入長圓筒形無縫的青貯袋中密封青貯，由於機械充填時進料擠壓產生背壓，可以使青貯原料密實，對裝填密度及防止空氣滲入的控制上較為容易，小型香腸式青貯袋之橫斷面積為 1m^2 ，長度為 10-12m，每袋的青貯容積約為 9-10 噸，僅為大型香腸式青貯容積的十分之一左右，可以較快取用完畢，減少二次發酵的損失，香腸式青貯之田間損失 3% 及乾物貯存損失 2%；青貯槽式青貯之損失則分別為 5% 及 22% (AG-BAG CO.)。因此小型香腸式青貯非常適於本省酪農、羊農的飼養規模。

盤固草、狼尾草是目前本省最主要的自產牧草，盤固草為匍匐型牧草，莖桿細、葉莖比高，主要做乾草之用，但限於氣候條件，有時必須以青貯或半乾青貯的方式保存；狼尾草則為直立型牧草，生長快、產量高，但乾物率略低，主要利用方式為青飼及青貯。本省農副產物種類繁多，農民也經常利用農副產物來飼養動物，一方面降低生產成本，一方面可減輕農副產物的污染問題，而利用農副產物調配為完全混合日糧進行青貯，不但具備上述優點且可避免副產物的季節性變動對飼養管理上造成困擾。本研究的主要目的在測試小型香腸式青貯袋式青貯應用於國產芻料及農副產物的效果，並探討堆積、細切等相關措施之影響，以為酪農青貯調製的參考及謀求進一步改善的基礎。

材料與方法

- I. 材料：(i) 盤固草 A254，收穫後分不同細切程度，進行青貯。(ii) 狼尾草台畜草二號，以高莖牧草收穫機收穫後即行青貯。(iii) 副產物，以 50% 啤酒粕、41% 玉米粒、7% 大豆粉、1.4% 石灰粉、0.5% 之粗鹽及 0.1% 微量元素預拌混合料（每公斤含 Cu 10 g、Co 100 mg、Zn 60 g、Mn 60 g、Se 100 mg、Vitamin A 6,000,000 I.U.、Vitamin D 100,000 I.U.、Vitamin E 4,000 I.U.）的比例將副產物混合均勻後即行青貯。
- II. 青貯方法：將前述各種材料備妥後，以裝填機械將青貯原料裝入青貯袋中，青貯裝填機背壓設定，盤固草為 350 PSI、狼尾草及副產物則為 500 PSI，盤固草之裝填密度為 550 kg/m^3 ，狼尾草及副產物為 630 kg/m^3 ，置於田間青貯二個月。
- III. 青貯品質測定：乾物率測定是在 70°C 下烘乾 48 小時之乾鮮重比。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體層析儀依 Jones and Kay (1976) 的方法進行。
- IV. 狼尾草堆積試驗：將田間收穫切短的台畜草二號堆成二堆，每堆約為 300 kg，一堆以塑膠布覆蓋，一堆露天放置，分別於堆積後 4、8、24、48 及 72 小時測定草堆溫度並取樣測定碳水化合物、粗蛋白質、中洗纖維及酸洗纖維含量變化。

結果與討論

本試驗以二種主要省產牧草—盤固草、狼尾草及農副產物—啤酒粕混合玉米、大豆粉等為材料，進行小型香腸式青貯，在室溫下青貯二個月。試驗中三種青貯料開封後的外觀良好，無任何發霉的現象，也無不良氣味產生，由表 1 青貯有機酸及 pH 值的測定結果，盤固草青貯料之 pH 值為 4.2、Flieg 氏青貯評分為 56，主要在於醋酸含量較高，狼尾草青貯料之 pH 值為 4.1，Flieg 氏

青貯評分爲 76，玉米－啤酒粕青貯料之 pH 值爲 3.98，Flieg 氏青貯評分爲 80，後兩項青貯料的青貯品質皆達良好的程度，而盤固草之青貯品質也達可以接受的標準。試驗中的三種青貯料均無丁酸產生、pH 維持在 4.2 以下、且青貯評分均在可以接受的標準以上，顯示小型香腸式青貯可適用於省產主要牧草或啤酒粕等農副產物之青貯。

表 1. 盤固草、狼尾草及玉米啤酒粕香腸式青貯料之青貯品質

Table 1. Silage quality of pangolagrass, napiergrass and corn-brewers grain ensiled with small sausage

Material	pH	Acetic acid	Butyric acid	Lactic acid	Flieg's score
——relative proportion of total acid——					
Pangolagrass	4.19 ^a	0.68	-	0.32	56 ^b
Napiergrass	4.11 ^a	0.46	-	0.54	76 ^a
Corn-brewers grain	3.98 ^a	0.45	-	0.55	80 ^a

^{ab} Means with the same superscript within the same column are not significantly different.

由於盤固草之含水量較低、且匍匐莖柔軟細長，裝填時易形成阻力並夾藏空氣，在進行香腸式青貯時應特別注意材料細切度，否則將有失敗的可能。盤固草不經細切直接青貯，其青貯料之 pH 值爲 5.85，含有大量丁酸且無乳酸，有明顯的二次發酵現象，但經細切至 12cm 以下，青貯料的 pH 值降低至 4.2 以下，青貯發酵所產生的有機酸以乳酸為主且無丁酸，Flieg 氏青貯評分也升至 89（表 2）。牧草青貯時必須具備（1）無氧環境控制及（2）充份的乳酸發酵兩大基本要件，以降低植體與微生物之呼吸、抑制乳酸菌外其他雜菌之生長，減少青貯消耗，才能製作出可長期貯存且品質優良之青貯料（盧，1990；李，1985）。盤固草不經細切直接青貯時，裝填困難且無法均勻，青貯袋中的剩餘空氣多，使青貯初期的呼吸消耗增大，而盤固草之水溶性碳水化合物含量原本即不高（陳等，未發表資料），因此極容易因含醣量不足，限制乳酸菌的繁殖，致使青貯料的酸度無法降低至可抑制其它雜菌活動的程度，而產生二次發酵。盤固草細切之後，青貯品質明顯改善，但相較於狼尾草，其裝填的難度仍然較高（盤固草的裝填密度僅為狼尾草的 87% 左右），所以其青貯表現遜於狼尾草可能與此有關。Rotz and Muck（1994）引述 McDonald 的研究表示青貯初期的植體呼吸幾乎完全以熱能形式散出。因此，青貯初期盤固草青貯料的溫度較狼

表 2. 盤固草不同細切度對其青貯料品質之影響

Table 2. Effect of chop length on silage quality of pangolagrass

Length	pH	Acetic acid	Butyric acid	Lactic acid	Flieg's score
cm	——relative proportion of total acid——				
2-4	4.18 ^a	0.34	-	0.65	90 ^b
8-12	4.14 ^a	0.35	-	0.64	89 ^b
Unchopped	5.85 ^b	0.69	0.3	-	20 ^a

^{ab} Means with the same superscript within the same column are not significantly different.

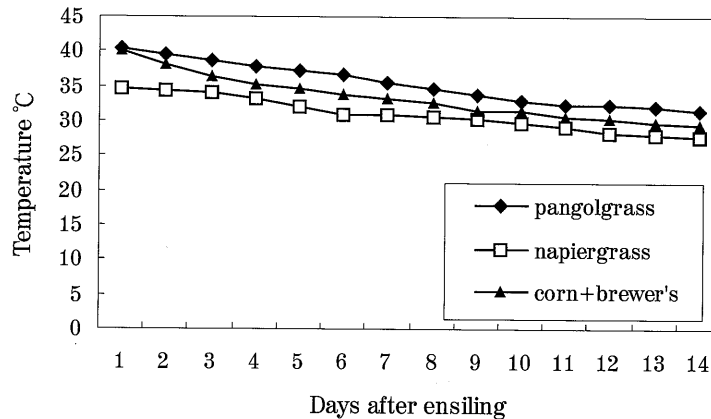


圖 1. 盤固草、狼尾草及玉米加啤酒粕青貯後之溫度變化。

Fig. 1. The changes of temperature for pangolagrass, napiergrass and corn-Brewer's grain at different days after ensiling.

尾草為高（圖 1），也可能與其裝填密度較低有關。相較於青貯槽式青貯，香腸式青貯較無密封不完全以致於發生氧氣滲入的問題，因此，只要能藉由裝填機械及技術的改善，使青貯袋內的空隙減至最小，則可控制青貯環境快速達到無氧狀態，降低青貯損失。相對而言，小型香腸青貯料之乾物損失率較低僅約 5-6%（狼尾草青貯 90 天）。呼吸消耗除造成青貯初期水溶性碳水化合物含量降低的不利外，呼吸產熱還可能造成 Millard 反應，使酸洗纖維及酸性不溶性氮（Acid-detergent insoluble nitrogen, ADIN）的含量增加、消化率及蛋白質的利用效率下降，特別是在低含水率的青貯料中更容易發生。含水率 30% 的青貯料因相同熱量造成的溫度上升可以是含水率 70% 青貯料之三倍（Rotz and Muck, 1994）。盤固草因其為匍匐型細莖牧草，乾物率較高且細切較困難，青貯時須特別注意裝填密度的控制，以降低呼吸消耗及 Millard 反應的可能性，若裝填均勻、密度控制適當，仍具備製成良好等級青貯料之潛力。

相較於盤固草，狼尾草較適宜青貯。現行主要栽培品種台畜草二號，為一高產且高水溶性碳水化合物含量之品種，在一般情況下青貯不易失敗，但仍不乏失敗之例，究其原因，許多是因酪農本身無草，須經草販由他處收穫後再運至酪農處青貯，或為方便工作，往往將收穫細切之狼尾草先堆積一段時間待量足夠後才進行青貯，結果造成青貯品質不佳。為了解堆積對狼尾草品質及青貯的影響，本研究於不同堆積時間下取樣，測定牧草組成份與草堆的溫度變化，結果如表 3。堆積 4 小時後草堆溫度即已上升，堆積 48 小時後有覆蓋之草堆溫度為 52.1°C，無覆蓋草堆之溫度更高達 57.4°C，繼續堆積，有覆蓋草堆之溫度不再上升，而未覆蓋者仍持續升溫。無覆蓋草堆之溫度上升較覆蓋者為高，可能是塑膠布覆蓋可隔絕部份的熱幅射或通氣之故。隨草堆溫度的上升，牧草之水溶性碳水化合物含量快速下降，堆積 4 小時後，水溶性碳水化合物含量即減少 20% 以上。水溶性碳水化合物含量的下降速率與草堆的溫度上升速率呈正相關，且兩者在堆積初期之變化速率明顯高於堆積後期。由於水溶性碳水化合物含量的快速消失使得纖維含量相對增加，中洗纖維和酸洗纖維的含量都隨堆積時間增長而增加，但粗蛋白質含量及乾物量的變化較小，乾物率在堆積 72 小時後僅增加 5% 左右。因此，狼尾草收穫後堆積不但無益於青貯反而有害。為提高青貯品質，萎凋是經常用來降低青貯材料的水份含量，並增加水溶性碳水化合物含量之手段（王等，1999；Muck, 1987,1990；Fitzgerald, 1996），但通常是指將牧草收穫後置於田間自然萎凋，

而非將收穫細切的材料堆置戶外，細切後由於傷口增加，呼吸作用增強，不僅加速對水溶性醣的消耗，且呼吸產熱累積，有增進 Millard 反應的可能。對狼尾草而言，青貯時也有材料含水率偏高困擾，萎凋在粗莖直立性牧草，調製作業困難度高。比較四種狼尾草青貯前處理：新鮮收穫、堆積 24 小時、添加 5% 麩皮及萎凋 24 小時之青貯品質，結果如表 4，其 pH 值及 Flieg 氏評點分別為 3.9、81；4.4、56；3.8、83；4.2、59。因此，為降低狼尾草收穫材料乾物不足的困擾，應考慮以添加玉米粉、麩皮等方式降低青貯材料之含水率，或添加甲酸等保護劑來改進其青貯品質。

農副產物是本地酪農經常利用的材料，啤酒粕為啤酒釀製過程產生之副產物，其乾物質中含粗蛋白質 30%、粗脂肪 7.2%、粗纖維 14.4%，嗜口性佳，非常適宜家畜採食（胡等，1983），唯水份偏高，不耐貯藏。本試驗中以其與玉米、大豆粉等混合以增加青貯原料之乾物率，青貯效果極佳。分析玉米—啤酒粕青貯料之營養價值發現，其粗蛋白質含量達 16%、可消化營養份達 78%，營養價值頗高（表 5）。蘇及楊（1998a；1998b）利用玉米—啤酒粕—蔗渣青貯料於乳公牛及肉牛、羊的飼養，顯著降低飼養成本，且對動物之生長及生理上無不良影響。因此，以農副產物先行調製為完全混合日糧再行青貯，具備有降低生產成本、穩定芻料供應及方便飼養管理等功能，應可提昇競爭力。

依據不同青貯方式之青貯作業成本調查，青貯槽每公噸青貯料之成本為 94.2 元、大香腸 174.4 元、小香腸 119.4 元（黃，1997）。若以青貯料損失率合併計算，青貯槽 20%、香腸式 2%，青割玉米價格以 1.8 元/公斤計算，則分別為青貯槽 454.2 元/公噸、大香腸 210.4 元/公噸、小香腸 155.4 元/公噸。在青貯品質方面 Flieg's 評分點在大、小香腸均可達好或優的等級，青貯槽常在好、可或不好的範圍，品質差異變化相當大。相較之下，小型香腸青貯法極具應用價值，但須佔用較大作業場地為其最大缺點。

表 3. 狼尾草堆積覆蓋與否在不同堆積時間下化學組成與溫度之變化

Table 3. The changes of chemical compositions and temperatures of napiergrass piled up with covering and uncovering at different hours

Type	Hours after piling up	Dry matter	Crude protein	Neutral- detergent fiber	Acid- detergent fiber	Water soluble carbohy- drate	Temperature
	hour	%					°C
Covered	0	20.5 ^a	7.3 ^a	71.4 ^a	43.8 ^a	6.1 ^d	34.5
	4	20.4 ^a	7.4 ^a	73.8 ^{ab}	47.5 ^b	3.5 ^c	39.7
	8	20.6 ^a	7.8 ^a	74.0 ^{ab}	45.7 ^{ab}	2.7 ^b	45.1
	24	21.8 ^a	7.8 ^a	76.6 ^b	47.4 ^b	2.3 ^b	46.3
	48	19.8 ^a	7.8 ^a	76.7 ^b	50.8 ^c	0.8 ^a	52.1
	72	19.0 ^a	8.4 ^a	79.1 ^c	54.3 ^c	0.2 ^a	49.3
Uncovered	4	20.3 ^a	7.3 ^{ab}	72.9 ^a	45.7 ^a	4.8 ^c	41.4
	8	20.7 ^a	6.4 ^a	77.7 ^b	48.7 ^b	4.1 ^c	43.1
	24	22.5 ^b	7.9 ^b	77.0 ^b	51.1 ^c	2.2 ^b	48.1
	48	21.0 ^{ab}	8.0 ^b	78.1 ^b	52.7 ^c	1.1 ^a	57.4
	72	21.5 ^{ab}	7.8 ^b	77.7 ^b	53.8 ^c	0.8 ^a	63.0

^{abcd} Means with the same superscript within the same item within the same column are not significantly different.

表 4. 狼尾草不同處理對其青貯料品質之影響

Table 4. Effect of different treatments on silage quality of napiergrass

Treatment	pH	Acetic acid	Butyric acid	Lactic acid	Flieg's score
— relative proportion of total acid —					
Green chop	3.9 ^a	0.33	0.02	0.65	81 ^b
24 hours after piling up	4.4 ^b	0.41	0.12	0.48	56 ^a
Added with 5% wheat bran	3.8 ^a	0.18	0.07	0.75	83 ^b
24 hours after wilting	4.2 ^b	0.63	-	0.38	59 ^a

^{ab} Means with the same superscript within the same column are not significantly different.

表 5. 玉米-啤酒粕青貯料之營養成份分析

Table 5. Chemical composition of corn-Brewer's grain silage

Item	Content
	%
Dry matter	58.0 ± 0.4
Crude protein	16.0 ± 0.1
Crude fat	4.3 ± 0.1
Crude fiber	6.4 ± 0.2
Total digestible nutrient	78.0 ± 0.3
Ca	1.0 ± 0.1
P	0.4 ± 0.1

參考文獻

- 王紓愍、陳嘉昇、成游貴。1999。盤固草 A254 與 Survenola 之青貯品質比較。畜產研究 32：147-157。
- 李國貞。1985。飼料作物青貯及其品質。台灣農業 21:64-70。
- 胡宏渝、李國堂、蔡精強。1983。台灣養牛芻料資源之生產調查。台灣省政府農林廳編印。pp. 71-72。
- 黃清旺。1997。芻料收穫與調製。養牛自動化手冊。pp. 5-7。行政院農業委員會及農業機械化研究發展中心合編。
- 蘇安國、楊深玄。1998。玉米、啤酒粕、蔗渣青貯料餵飼乳公牛之效益。畜產研究 32：337-344。
- 蘇安國、楊深玄。1998。玉米、啤酒粕、蔗渣青貯料餵飼肉羊之效益。畜產研究 32：345-353。
- 盧啟信。1990。牧草青貯調製。台灣牧草研究研討會專集 pp. 153-158。台灣省畜產試驗所編印。
- Fitzgerald, J. J. 1996. Grass silage as a basic feed for store lambs. 1. Effect of wilting, chop length and stage of maturity of grass silage on intake and performance of store lambs.

- Grass Forage Sci. 51 : 363-377.
- Muck, R. E. 1987. Dry matter level effects on alfalfa silage quality. I. Nitrogen transformations. Trans ASAE 30 : 7-14.
- Muck, R. E. 1990. Dry matter level effects on alfalfa silage quality. II. Fermentation productions and starch hydrolysis. Trans ASAE 33 : 373-381.
- 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. Am. Soc. Agro, Inc. Madison, pp. 828-868.
- Shaver, R. D., R. A. Erdman, A. M. O'Conner, and J. H. Vandersall. 1985. Effects of pH on voluntary intake of corn silage and alfalfa haylage. J. Dairy Sci. 68 : 338-346.

Application of Small Sausage for Ensiling Forage Grasses and Brewer's Grain⁽¹⁾

Ping-Wu Peng⁽²⁾ Ting-Wei Chang⁽²⁾
Shu-Min Wang⁽²⁾ Yu-Kuei Cheng⁽²⁾

Received Jun. 28, 2000; Accepted Aug. 21, 2000

Abstract

The purpose of this study was to determine the efficiency of applying small sausage for ensiling forage grasses and Brewer's grain. Pangolagrass, napiergrass, and corn-Brewer's grain were used as ensiling materials. Two months after ensiling, the pH values and Flieg's scores of pangolagrass silage, napiergrass silage, and corn-Brewer's grain silage were 4.2, 56; 4.1, 76; and 3.98, 80, respectively. There was no butyric acid produced in all kinds of silage. The pH values of these silages were lower than 4.2 and their Flieg's scores were higher than acceptable level. The results showed that the application of such method for ensiling forage grasses and Brewer's grain was appropriate. The effect of chop length on silage quality of pangolagrass was also compared. The pH value and butyric acid content of unchopped pangolagrass silage were high, and no lactic acid was produced. The silage quality of pangolagrass was improved significantly by chopping down below 12 cm. The temperatures of napiergrass piled up 4 hours later were increased obviously. The temperature for the pile with covering reached the highest 48 hours after piling up, while it kept increasing up to 72 hours in uncovered pile. The content of water-soluble carbohydrate decreased and neutral-detergent and acid-detergent fibers increased rapidly when the temperature of napiergrass pile was increased. However, dry matter and crude protein contents were not significantly changed as temperature increased. The silage quality of napiergrass with green chop, 24 hours after piling up, 5% barn added and 24 hours after wilting were compared. The pH values and Flieg's scores of these silages were 3.9, 81; 4.4, 56; 3.8, 83; 4.2, 59 respectively. The results indicated that the silage quality of chopped napiergrass piled up after harvesting was decreased, and the addition of wheat bran could increase dry matter content and improve silage quality.

Key words : silage quality, Sausage ensiling, Water-soluble carbohydrate.

(1) Contribution No. 1014 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) Heng-Chun Branch Institute, COA-TLRI, Heng-Chun, Pin-Tung, Taiwan, R.O.C.