

飼糧中添加巴西蘑菇培養基青貯料對泌乳牛 泌乳性能之影響⁽¹⁾

陳怡璇⁽²⁾⁽⁴⁾ 陳一明⁽²⁾ 王思涵⁽²⁾ 王紓愨⁽³⁾

收件日期：107 年 4 月 16 日；接受日期：107 年 7 月 20 日

摘 要

利用盤固草取代木屑做為栽培巴西蘑菇之培養基，當巴西蘑菇收成後其培養基中部分木質素 (lignin) 與纖維性碳水化合物被分解，提高纖維性碳水化合物的可利用率，殘留在培養基中的菌絲會增加其蛋白質含量。惟此培養基水分含量高，不易儲存，限制其應用性。本試驗目的為評估利用巴西蘑菇培養基調製青貯料的可行性，期能開發出可供反芻動物用的芻料來源。以盤固草調製的巴西蘑菇培養基其營養成分為粗蛋白質 14.75%、粗脂肪 0.74%、酸洗纖維 28.41% 及中洗纖維 29.45%。首先將巴西蘑菇培養基、玉米粉與添加乳酸菌等，依不同試驗組合進行青貯料製作之評估試驗，結果顯示，80% 巴西蘑菇培養基、20% 玉米粉及乳酸菌 (*Lactobacillus plantarum* subsp. *plantarum* 及 *Lactobacillus casei*) 2×10^8 cfu/kg 混合進行 60 天厭氧發酵，得乾物質 56.5%、pH 4.41 與青貯評分 86 分之青貯料效果最佳。泌乳牛試驗中，依乳量、胎次與泌乳天數相近的 6 頭荷蘭泌乳牛逢機分成兩組，分別餵予玉米青貯為基礎日糧之對照組及巴西蘑菇培養基青貯取代 20% 玉米青貯乾基之試驗組。試驗採用 17 天適應期，4 天採樣期之 2×2 拉丁方格設計，試驗重複一次。試驗結果顯示，兩組牛隻平均每日採食量分別為 44.1 kg 與 37.5 kg，平均泌乳量分別為 24.1 kg 與 21.8 kg；乳蛋白質分別為 3.29% 及 3.10%；無脂固形物分別為 8.88% 及 8.62%，兩組間呈現顯著差異 ($P < 0.05$)，但乳脂、體細胞數、乳中尿素氮與乳檸檬酸含量則無顯著差異。綜合上述，利用巴西蘑菇培養基調製青貯料雖為一品質良好的青貯料，但利用代替玉米青貯料之添加比例仍需進一步探討，以提高牛隻採食量與泌乳表現，使成為國內酪農芻料另一新選擇。

關鍵詞：泌乳牛、巴西蘑菇培養基、青貯料。

緒 言

國內廠商利用盤固乾草經堆肥處理後再調整氮含量與其他微量養分補充，最後覆蓋培植土後作為栽培巴西蘑菇之主要基質材料，盤固乾草為反芻動物芻料來源，其經過菇菌絲分解後，可部分分解木質素提高纖維性碳水化合物的可利用率，殘留於培養基質中的菌絲會增加蛋白質、膳食纖維含量，提升乾草的營養價值 (Bonnen *et al.*, 1994; Burton *et al.*, 1994)。另一方面，菇類生長會消耗乾草中部分的纖維性碳水化合物等有機成分，降低有機質含量以及總可消化養分含量，而影響乾草的營養價值 (Fazaeli *et al.*, 2006)。但 Langar *et al.* (1980) 則指出，經過菇菌絲處理的低品質草稈，可提高整體營養價值。由於每種菇菌種的分解能力不同，經栽培後之乾草培養基質，除了直接進行化學組成分析與實際動物飼養試驗，無法預測經菌絲培養後之牧草的營養價值或其在動物飼糧配方中的適當用量。

使用盤固乾草生產巴西蘑菇產生的培養基，其中的含水量極高，若無適當的保存方式，將使得培養基中的微生物發酵，最終導致霉菌生長，降低培養基的利用價值與應用性。為能善加利用此牧草培養基與解決高水分的特性。故本試驗目的為評估將巴西蘑菇培養基調製為青貯料的可行性，期許能開發出供反芻動物用的芻料來源，並提高巴西蘑菇培養基應用價值。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2592 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

(4) 通訊作者，E-mail：hsuan@tlri.gov.tw。

材料與方法

I. 巴西蘑菇培養基青貯料調製

利用盤固草栽培巴西蘑菇後所得之培養基、玉米粉與乳酸菌依不同比例進行混合成 15 kg，試驗共五個處理組，各處理組不同原料添加比例如表 1 所示。每組材料緊密壓實裝入青貯桶中，進行 60 天厭氣發酵。厭氣發酵完成後隨即開封，開封後，進行各處理組青貯料營養成分分析與青貯品質評分。隨後依照青貯評分最高的組別配方調製大量之青貯料，進行後續的泌乳牛試驗。

表 1. 各處理組原料比例

Table 1. Proportion of raw materials in each silage treatment

Group	<i>Agaricus blazei</i> Murill culture (% DM basis)	Corn flour (% DM basis)	Inoculant
1	80	20	+
2	90	10	+
3	98	2	+
4	100	0	+
5	100	0	—

⁺ Inoculated with *Lactobacillus plantarum* subsp. *Plantarum* and *Lactobacillus casei* each 10^8 cfu/ kg fresh material; No inoculant.

II. 試驗動物及飼養管理

本試驗於 2016 年 8 月至 2016 年 9 月進行，使用荷蘭泌乳牛飼養於行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所。試驗選用荷蘭泌乳牛 6 頭，其乳量、胎次與泌乳天數相似，試驗牛隻逢機分為兩組，分成兩個處理組（對照組與 20% 巴西蘑菇培養基青貯料組），每處理組 3 頭泌乳牛。試驗期為 21 天，試驗開始第 1 至第 17 天為適應期，第 18 天開始連續採樣 4 天至試驗結束，接著將兩組試驗牛隻對調，再重複一次。試驗期間皆以二個不同欄區分隔試驗牛，期間的完全混合日糧 (total mix ration, TMR) 配製，處理組分別為含玉米青貯之對照組及以巴西蘑菇培養基青貯取代 20% 玉米青貯乾基之試驗組。泌乳牛飼糧依據 NRC (2001) 乳牛營養標準配製之 TMR，組成包含盤固乾草、苜蓿乾草、玉米青貯、大豆殼、啤酒粕與以玉米和黃豆粉為主之精料，每日配製兩次，分別於上午 5:30 配製 1/3 量及下午 2:00 配製 2/3 量，其飼糧組成如表 2。另以自動給水槽供應乾淨飲水及礦鹽任食。

III. 測定項目

- (i) 青貯品質評分：將 5 個處理組之青貯料，乾物率計算為將新鮮青貯料於 70°C 下烘乾 48 小時之乾鮮重比。酸鹼值分析為 20 克新鮮青貯料加水 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 (SHIMADZU GC-2014, Shimadzu Corporation, 日本) 依 Jones and Kay (1976) 的方法進行。Flieg's score 的計算是依評分表以青貯料中乳酸、丁酸及乙酸占總酸量之百分比進行評分，再將三者總加所得即為青貯品質評分 (許等, 1994)。
- (ii) 產乳量與乳樣分析：每日擠乳兩次，分別為清晨 5:00 與下午 4:00，由乳量計紀錄個別牛隻泌乳量 (daily milk yield, DMY)，採樣期內採集試驗個別牛上午及下午乳樣，混合個別牛各日上下午乳樣後，送至行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所 DHI 乳樣檢驗中心進行分析，分析項目包含乳脂率 (milk fat percentage)、乳蛋白質率 (milk protein percentage)、乳糖率 (milk lactose percentage)、體細胞數 (somatic cell counts, SCC)、乳中尿素氮 (milk urea nitrogen, MUN)、檸檬酸 (milk citric acid)、總固形物 (milk total solid) 及無脂固形物 (milk solid non-fat) 等分析。
- (iii) 青貯料營養成分分析與 TMR 樣品分析：採集青貯料與 TMR 料依 A O A C (1990) 法進行乾物質 (dry matter, DM) 與粗蛋白質 (crude protein, CP) 分析，依據 Van Soest *et al.* (1991) 方法分析酸洗纖維 (acid detergent fiber, ADF) 及中洗纖維 (neutral detergent fiber, NDF)。另於採樣期間每日稱取給飼及剩餘之完全混合日糧，以計算乾物質採食量 (dry matter intake, DMI)。

IV. 統計分析

試驗所得資料以統計分析套裝軟體 (SAS, 2002) 進行統計分析，並使用一般線性模式 (general linear model, GLM) 進行統計分析，以最小顯著差異性測驗 (least significance difference test, LSD)，檢定各組間的差異顯著性 ($P < 0.05$)。

表 2. 泌乳牛完全混合日糧之組成及營養成分

Table 2. Ingredients and nutrient composition of the TMR for lactating cows

Ingredient items	Treatments	
	Control	<i>Agaricus blazei</i> Murill culture silage %, as DM basis
Corn silage	17.7	14.2
<i>Agaricus blazei</i> Murill culture silage	0	3.5
Pangola grass hay	18	18
Alfalfa hay	4.5	4.5
Brewers grains, wet	10.5	10.5
Soybean hull	21	21
Wheat bran	13.3	13.3
Corn	7.37	7.37
Corn gluten meal	1.05	1.05
Soybean meal, 44% CP	4.42	4.42
Fish meal	0.52	0.52
Molasses	0.75	0.75
Iodized salt	0.12	0.12
Sodium bicarbonate	0.31	0.31
Limestone	0.27	0.27
Premix ¹	0.19	0.19
Total	100	100
Analyzed value(% , as DM basis)		
DM, %	45.9	45.3
CP, %	14.6	14.5
Fat, %	2.3	2.0
NDF, %	45.4	32.0
ADF, %	28.1	26.1
Ca ² , %	0.6	0.6
P ² , %	0.4	0.4
NE _t ² , Mcal/kg	1.59	1.57

¹ Each kilogram of premix contains: Vit. A, 10,000,000 IU ; Vit. D₃, 1,600,000 IU ; Vit. E, 70,000 IU ; Fe, 50 g; Cu, 10 g; Zn, 40 g; I, 0.5 g; Se, 0.1 g; Co, 0.1 g.

² NEI value is calculated according to NRC (2001).

結果與討論

I. 巴西蘑菇培養基青貯料調製

各青貯料處理的成分分析與青貯品質測定如表 3 與表 4 所示。從表中可知經調製為青貯料後，中洗纖維與酸洗纖維含量皆比未處理之巴西蘑菇培養基原料為低；尤其第 4、5 等處理組在未添加其他原料製備之青貯料亦均較未處理組為低，顯示有改善飼養價值的情形。在粗蛋白質與粗脂肪含量則沒有明顯改善的結果。本試驗結果顯示處理組 1 的青貯料評分為 86 分 (表 4)，有最好的表現，為一品質優良的青貯料，表示在本試驗中此比例為最適合製作巴西蘑菇培養基之青貯料。青貯調製過程如能細切、充分壓實再搭配良好的密封，方能提高青貯料的品質，而補充乳酸菌而有改善盤固草青貯之品質 (王等, 2017)。盤固乾草由於本身水溶性碳水化合物含量不高，因此，第 5 組處理組青貯料之 pH 值未顯著下降，但經接種乳酸菌之處理組則有促進材料的發酵反應，提高乳酸含量而使 pH 下降 (表 4)。若有適當添加玉米粉調整水分並搭配乳酸菌，不僅補充碳水化合物亦可提高乳酸含量，同此在第 1 - 3 處理組之 pH 均顯著下降。青貯材料表面含許多種不同的微生物，包括乳酸菌在內，

但乳酸菌並非優勢菌種 (Muck, 2013)，目前青貯用乳酸菌劑的發展非常成熟，多數的情況下接種都有助於青貯品質提升，特別是對豆科及青割玉米之外的禾本科牧草 (Filya *et al.*, 2007; Hashemzadeh-Cigari *et al.*, 2011; Muck, 2013)，在本試驗接種乳酸菌同樣發現有助於提高青貯品質。

表 3. 巴西蘑菇培養基與各青貯處理組之營養成分 (%，乾基)

Table 3. The nutrient compositions of *Agaricus blazei* Murill culture and *Agaricus blazei* Murill culture silage (%，DM basis)

Group	CP	ADF	NDF	Dry matter (DM)
<i>Agaricus blazei</i> Murill culture	14.8	28.4	29.5	50.3
1	13.6	10.0	16.1	59.1
2	15.4	11.3	15.2	47.8
3	13.4	7.6	11.7	52.8
4	12.9	9.1	12.1	54.9
5	15.6	10.9	11.8	44.4

Each treatment of group 1-5 is shown in table 1.

表 4. 巴西蘑菇培養基青貯料各處理組之揮發性脂肪酸組成及評分

Table 4. Volatile fatty acid compositions and quality score of *Agaricus blazei* Murill culture silage

Group	pH	Flieg's score	----- %，DM basis -----			
			Acetate	Propionate	Butyrate	Lactate
1	4.58	86	0.86	0.03	0.15	3.95
2	4.56	80	0.40	0.02	0.47	3.97
3	4.96	67	1.11	0.07	0.11	1.97
4	4.71	72	0.69	0.10	0.91	3.78
5	6.92	38	0.60	0.09	0.16	0.42

Each treatment of group 1-5 is shown in table 1.

相關的研究發現，將種植秀珍菇、杏鮑菇收成後廢棄之太空包內容物與稻草比較進行閩公牛飼養試驗，發現閩公牛瘤胃中 pH 值、氨態氮、揮發性脂肪酸含量及血液中尿素氮、總蛋白質含量均無顯著差異，顯示餵飼添加兩種廢棄太空包內容物並不會影響閩公牛對於蛋白質的利用率，並提出此飼養模式可替代閩公牛飼糧中 40% 的稻草而不會影響瘤胃代謝 (Oh *et al.*, 2010)。

II. 荷蘭泌乳牛飼養評估

依照前述之結果，以青貯料評估最高之處理組 1 的比例調製青貯料進行泌乳牛餵飼試驗，對照組與處理組牛隻每日採食量與泌乳表現如表 5 所示。結果顯示，平均每日採食量 (餵飼基)、平均泌乳量、乳蛋白質率與無脂固形物率均顯示對照組顯著高於試驗組 ($P < 0.05$)；因對照組牛隻有較佳的採食量，進而表現在乳量及乳成分表現。乳脂率、體細胞數、尿素氮 (milk urea nitrogen, MUN) 與乳檸檬酸 (milk citric acid) 兩組則無差異。有學者將種植秀珍菇與杏鮑菇收成後廢棄之太空包內容物進行閩公牛飼養試驗，發現閩公牛瘤胃中 pH 值、氨態氮、揮發性脂肪酸含量及血液中尿素氮、總蛋白質含量均無顯著差異，顯示餵飼添加兩種廢棄菇包內容物並不會影響閩公牛對於蛋白質的利用率，並提出此飼養模式以菇類種植後之廢棄菇包可替代閩公牛飼糧中 40% 的稻草而不會影響瘤胃代謝 (Oh *et al.*, 2010)。但在本試驗進行泌乳牛試驗中並未有類似的結果，可能因巴西蘑菇培養基在未處理前即含有一特殊的氣味，影響泌乳牛隻的採食喜好，進而造成適口性下降。

表 5. 試驗期間兩組牛隻之採食量及泌乳表現分析結果

Table 5. Effect of offering *Agaricus blazei* Murill culture silage in lieu of 20% corn silage on dry matter intake lactation performance

Items	Control	20% <i>Agaricus blazei</i> Murill culture silage
n (number of cows)	6	6
DMI, kg/d (as fed)	44.1 ± 3.4 ^{A*}	37.5 ± 3.3
DMY, kg/d	24.1 ± 3.1 [*]	21.8 ± 2.9
Milk fat (%)	4.0 ± 1.2	4.1 ± 1.2
Milk protein (%)	3.3 ± 0.2 [*]	3.1 ± 0.2
Milk solid non-fat (%)	8.9 ± 0.3 [*]	8.6 ± 0.2
SCC (10 ⁴ cells /mL)	6.6 ± 5.6	4.7 ± 5.2
MUN (mg/dL)	9.1 ± 2.1	9.5 ± 2.2
Milk citric acid (mg/dL)	154.4 ± 23.7	150.6 ± 20.8

* Significant at 5% level.

^A Mean ± SD

結 論

巴西蘑菇培養基添加玉米 (80 : 20) 調製成青貯料後雖為一品質良好的青貯料，可解決由於水分過高的儲存限制，但在利用巴西蘑菇培養基青貯料代替玉米青貯料之添加比例可能還需做調整，以提高牛隻採食量與泌乳表現，推測巴西蘑菇培養基有一特殊的味道，導致適口性較差，期待後續的研究可讓巴西蘑菇培養基青貯料成為國內酪農芻料另一選擇。

誌 謝

試驗期間感謝畜產試驗所新竹分所牧場與農機庫所有技工與外包同仁，於試驗進行過程中之大力協助與相關資料之收集，讓試驗順利完成。

參考文獻

- 王紓愍、游翠鳳、劉信宏、陳嘉昇。2017。接種與萎凋對盤固草 / 苜蓿混植草青貯發酵的影響。畜產研究 50 : 134-139。
- 許福星、成游貴、李美珠。1994。芻料作物生產及利用。臺灣省畜產試驗所，臺南。pp. 27-28。
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA. USA.
- Bonnen, A. M., L. H. Anton and A. B. Orth. 1994. Lignin-degrading enzymes of the commercial button mushroom, *Agaricus bisporus*. Appl. Environ. Microbiol. 60: 960-965.
- Burton, K. S., J. B. V. Hammond and T. Minamide. 1994. Protease activity in *Agaricus bisporus* during periodic fruiting (flushing) and sporophore development. Curr. Microbiol. 28: 275-278.
- Fazaeli, H., A. Azizi and M. Amile. 2006. Nutritive value index of treated wheat straw with pleurotus fungi fed to sheep. Pakistan J. Bio. Sci. 9(13): 2444-2449.
- Filya, I., R. E. Muck and F. E. Contreras-Govea. 2007. Inoculant effects on alfalfa silage: fermentation products and nutritive value. J. Dairy Sci. 90: 5108-5114.
- Hashemzadeh-Cigari, F., M. Khorvash, G. R. Ghorbani and A. Taghizadeh. 2011. The effects of wilting, molasses and inoculants on the fermentation quality and nutritive value of lucerne silage. South Afr. J. Anim. Sci. 41: 377-388.
- Hassan, S. A., S. M. Sadiq, and K. M. Hassan. 2011. Effect of feeding chemical and microbial treated barley straw on performance and some serum biochemical attributes of Karadi lambs. KSU J. Nat. Sci. 14: 29-38.

- Jones, D. W. and J. J. Kay. 1976. Determinative analysis of volatile fatty acids in aqueous solution by gas chromatography. *Anal. Chem.* 39: 1652-1658.
- Langar, P. N., J. P. Sehgal and H. S. Garcha. 1980. Chemical changes in wheat and paddy straws after fungal cultivation. *Indian J. Anim. Sci.* 50: 942-946.
- Muck, R. E. 2013. Recent advances in silage microbiology. *Agr. Food Sci.* 22: 3-15.
- National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 6th Rev. Ed. National Academy of Sciences, Washington D.C. USA.
- Oh, Y. K., W. M. Lee, C. W. Choi, K. H. Kim, S. K. Hong, S. C. Lee, Y. J. Seol, W. S. Kwak and N.-J. Choi. 2010. Effects of spent mushroom substrates supplementation on rumen fermentation and blood metabolites in Hanwoo steers. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 23: 1608-1613.
- SAS. 2002. *SAS User's guide: Basics*, 2002 edition. SAS institute Inc., Cary, NC. USA.
- 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 dietary supplementation of *Agaricus blazei* Murill culture silage on milking performance of Holstein lactating cows ⁽¹⁾

Yi-Hsuan Chen ⁽²⁾⁽⁴⁾ Yi-Ming Chen ⁽²⁾ Szu-Han Wang ⁽²⁾ and Shu-Min Wang ⁽³⁾

Received: Apr. 16, 2018; Accepted: Jul. 20, 2018

Abstract

The aim of this study was to determine the feasibility of using *Agaricus blazei* Murill culture silage in the diets for lactating cows. *Agaricus blazei* Murill cultures have average CP 14.75%, CF 0.74%, ADF 28.41% and NDF 29.45%. The results showed that 80% *Agaricus blazei* Murill culture with 20% corn flour and 2×10^8 cfu/g of *Lactobacillus* (*Lactobacillus plantarum* subsp. *Plantarum* and *Lactobacillus. casei*) had the best silage quality. The Flieg's score of the silage was 86 and dry matter was 56.5%, pH 4.41. Second part of this study was to investigate the effects of supplementing 20% of *Agaricus blazei* Murill culture silage in lieu of corn silage in the diets on lactation performance and dry matter intake of dairy cows. A cross-over design with 17 days of adaptation period and 4 days sampling period was conducted. A total of six Holstein lactating cows were assigned into two groups and provided diets containing 0 (control) or 20 (treatment) % *Agaricus blazei* Murill culture silage in TMR for 21 days. Results showed that the daily intakes of two groups reached 44.1 and 37.5 kg (DM basis) and daily milk yields were 24.1 and 21.8 kg, and SNF were 8.88% and 8.62% respectively ($P < 0.05$). Besides, there were no different on milk fat, protein and SCC contents between groups. In conclusion, provision the of *Agaricus blazei* Murill culture silage in diets decreased the intake and lactation performance in dairy cows.

Key words: Dairy cow, *Agaricus blazei* Murill culture, Silage.

(1) Contribution No. 2592 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Hsinchu Branch, COA-LRI, Miaoli 36841, Taiwan, R. O. C.

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

(4) Corresponding author, E-mail: hsuan@tlri.gov.tw.