



 SYNFERM™ | 芯發旺™ 植物青貯保護劑

接菌青貯與自然青貯的品質及對動物的影響

文 / 高苙宸 · 林金生 生合生物科技股份有限公司

青貯是保存新鮮粗飼料的重要手段，可以確保動物常年有品質穩定的新鮮粗飼料可以食用。新鮮粗飼料原料本身、氣候、青貯的過程都會影響青貯的成功與否，還有開封後的管理，這些都會影響到青貯的品質。青貯添加劑，特別是乳酸菌青貯添加劑的使用，可以產生大量的有機酸，加速青貯發酵過程，降低乾物質的損失，延長開封後的好氧穩定性，提高營養價值與適口性並且能提高動物的經濟效益，在提升青貯品質上扮演重要的角色。

為了長期穩定的提供高營養的粗飼料給反芻動物，並且避免新鮮的草料腐敗，因此將鮮草發酵製成青貯飼料是很重要的事情。困難的是青貯的發酵過程很難控制且容易造成大量乾物質的損失。發展微生物添加劑的目標是確保發酵的品質以及最低的乾物質損失，有些研究微生物添加劑可以增加動物的採食量和表現。

1. 添加劑對青貯品質的影響

1.1 影響青貯發酵的因素

動物飼料有許多種型式呈現，青貯是一種可以達到長久保存及保留營養的方式，可持續穩定供給動物做為飼料食用^[1]。青貯是一個動態且複雜的過程，影響其發酵的品質因素包括了可溶性碳水化合物 (water soluble carbohydrates, WSC)、乾物質率 (Dry Matter %, DM%)、緩衝能 (Buffer capacity, BC)、降雨、溫度、濕度、成熟度、微生物等，以下將針對幾點來作探討：

(1) 可溶性碳水化合物 (Water soluble carbohydrates, WSC):

植物中的 WSC 可做為微生物發酵基底，轉換成乳酸，達到保存的效果^[2-4]，不同植物含有不同的 WSC 含量，例如大麥 10-20%；玉米 3-10%^[2-4]，並且會受到植物成熟度提高的影響而降低。

(2) 緩衝能 (Buffer capacity, BC):

植物中的粗蛋白 (Crude Protein, CP) 含量與 BC 具有正向比例的相關性，BC 會影響 pH 降低的能力^[5]，換句話說，BC 越高，草料青貯時 pH 值下降的能力就越差，不利於青貯保存。此外，發酵係數 (co-efficient of fermentation, FC) 可做為評估鮮草青貯發酵的能力。 $FC = DM\% + 8WSC/BC$ ， $FC < 35$ 為差； $35 < FC < 45$ 為中； $FC > 45$ 為佳。FC 的數值不是絕對值，要同時參考植物所附生的乳酸菌 (Lactic acid bacteria) 數，故評估植物青貯後的指標不能只靠單一，必須多重指標一同比較。

(3) 微生物：

a. 乳酸菌類：

當乳酸菌數少於 10^5 cfu/g 鮮草時，即使 $FC > 35$ ，也無法有好的發酵^[6]。植物附生乳酸菌數受到不同因素影響，即使是相同乾物質與成熟度 (DM 35.8%；2/3 milk line)，可能受到收穫時的溫度、濕度和降雨影響，乳酸菌數仍會有高達倍數的差異^[7,8]。除了乳酸菌，植物表面所含有的其他微生物亦會影響青貯的品質。另一方面，乳酸菌會將可溶性碳水化合物轉換成乳酸，使氫離子含量增加造成 pH 下降，進而抑制梭菌 (Clostridia) 和腸球菌屬 (Enterobacteria) 等不利青貯的微生物生長，達到保存的效果^[9]。

b. 梭菌類 (Clostridia):

以孢子型態存在於作物及農地的泥土上，在厭氧狀態下會產生丁酸和降解蛋白質，導致青貯料的品質下降及較差的適口性。

c. 腸球菌屬 (Enterobacteria):

這種微生物在青貯過程中會產生醋酸也會降解蛋白質。腸球菌屬進行異型發酵，將可溶性碳水化合物轉換成醋酸的同時產生二氧化碳等氣體，導致乾物質下降，營養流失，形成草料的營養價值無形的損失。

d. 酵母菌：

當青貯料開封開始接觸到空氣後，好氧菌便開始生長，酵母菌通常最先活動，造成開封後穩定性的下降。酵母菌達到 10^5 cfu/g DM 時，就開始造成青貯料的降解。單存利用可溶性碳水化合物的酵母菌較不會造成品質的變化，但是會利用乳酸的酵母菌如白色念珠菌 (*Candida*) 和釀酒酵母 (*Saccharomyces*)，則會造成 pH 上升。pH 上升後腐敗菌也開始生長，最後黴菌也開始造成青貯料的腐敗^[2,10,11]。

因此，草料的微生物變化影響著青貯品質甚鉅，且變異極大，不同批次的草料也存在菌相、WSC、BC 或 DM 不同的問題，故製作青貯時，增加草料中的乳酸菌數量，可提高青貯品質與成功率。

1.2 乳酸菌添加劑用法

青貯的添加劑有酵素類、有機酸、乳酸菌製劑等。乳酸菌這種生物添加劑不只可以提高成功率也可以增加營養價值，對於環境的負擔較小也不具有侵蝕性，可延長農具的使用時間^[12,13]。每克鮮草中添加乳酸菌量達 10^5 到 10^6 cfu/g 時，就有機會成為優勢菌種^[14,15]，達到短期快速產生大量乳酸，降低 pH，減少乾物質的損失，保留植物的營養價值。Kung^[16] 建議添加量為 1×10^5 cfu/g 鮮草，添加量提升 2-3 倍可以提升品質，若是提高到 1×10^6 cfu/g 鮮草，則沒有明顯的差異。



1.3 草料接菌後的變化

苜蓿、高水份玉米、牧草和穀物等使用乳酸菌添加劑可以改善青貯品質。以下舉例說明：

(1) pH 值與有機酸的變化，改善青貯品質：

苜蓿萎凋之後製成半乾青貯，添加植物乳桿菌 D41 的 pH 在 4 週、8 週、12 週和不添加的組別比較低；添加乳酸菌的乳酸含量高於不添加的組別，同時比較他組同型乳酸菌也比自然組較佳的表現^[17]。羊草 (*Panicum maximum*) 添加植物乳桿菌和鼠李糖乳桿菌 (*L. rhamnosus*) 後青貯 pH 值分別是 4.21 和 4.1 低於自然青貯的 5.30；添加菌劑提升乳酸含量及降低醋酸、丁酸含量^[18]。大麥添加同型乳酸菌青貯時，乳酸含量高於自然組別，且 pH 結果較低，Addah^[7] 與 McAllister 和 Hristov^[19] 在大麥添加乳酸菌試驗獲得相似的結果。雖然玉米添加乳酸菌劑相較於自然青貯，不一定增加有機酸含量和較低的 pH，因為通常玉米本身附生的乳酸菌很多，超過添加劑可以造成的影響^[21,22]，或是大麥的中洗纖維 (Neutral detergent fiber, NDF)、酸洗纖維 (Acid detergent fiber, ADF) 和澱粉以及玉米的 ADF、NDF 不會受到乳酸菌劑的影響^[2,7,20]，因為缺少了可以水解植物細胞壁的酵素^[2,5,12]。但普遍來說，使用乳酸菌添加劑可增加青貯品質的成功率與一致性。

(2) 營養或經濟價值的提升：

Bolsen^[21] 指出乳酸菌添加劑可以提升乾物質回收率 1.3% 且整體經濟效益也增加了 1.8%。另外，在高水份玉米青貯使用乳酸菌可以抑制腐敗菌的生長，提升發酵品質^[23]。Muck 和 Kung^[24] 回顧文獻指出接菌青貯的 pH 較低，其中 60% 的文獻提到氨態氮降低，在 35% 的文獻中乾物質回收率增加，窖的使用壽命延長。

1.4 開封後穩定性

青貯的過程基本上都是在厭氧的狀態下進行。當青貯完成，開封進行餵飼之後，青貯料再度暴露在空氣中，厭氧的狀態就被破壞，特別是在開封的截面。此時好氧的微生物，特別是酵母菌快速生長消耗乳酸，造成 pH 上升，黴菌等腐壞菌開始活動導致青貯料的變質^[10,11]，造成了開封穩定性的下降，增加了無營養價值甚至是劣質的草料比例增加，喪失了青貯草料的意義。

醋酸是一個廣泛抑制細菌的物質。異型發酵乳酸菌可代謝醣類產生乳酸與醋酸，其中又以布氏乳桿菌 (*L. buchneri*) 為代表。這種菌種生長速度較慢，將醣類進行異型發酵的過程，雖然在能量的損耗較高，但醋酸量增加對於好氧穩定性有正向影響，較適合玉米青貯希望降低二次發酵的損失之用。報告指出，同型發酵因為減少了醋酸含量生成所以對開封後的好氧穩定性有負面影響^[25]，但是 Broberg^[26] 等發現在青貯料的植物乳桿菌其代謝產物 3-羥基癸酸 (3-hydroxydecanoic acid) 可以抑制畢赤酵母屬 (*Pichia anomala*)，熏煙麴菌 (*Aspergillus fumigates*)，羅克福爾青黴菌 (*Penicillium roqueforti*)，生長，維持芻料的開封穩定性。乳酸菌可以透過增加乳酸或是代謝抑菌物質提升好氧穩定性。

2. 接菌青貯對反芻動物有正面影響

添加植物乳桿菌和屎腸球菌後的玉米青貯較未添加菌劑的青貯，可提高水牛乾物質的消化率、有機物質消化率、採食量，還有生產性能，顯著提高乳量 0.23Kg/天，總固形物 0.072Kg/天、脂肪 0.035Kg/天；加菌青貯對於飼料效率及經濟效益有較好的結果^[27]，但如果是直接將菌粉添加到飼料內對於消化率等沒有顯著差異^[28-31]，所以動物表現可能透過乳酸菌在青貯發酵時的代謝產物影響。

Muck^[31] 比較了乳酸菌青貯和自然青貯在瘤胃的消化，發現接菌青貯減少了氣體的產生而有更多的揮發性脂肪酸或瘤胃微生物的產生。餵飼肉牛後期體重增加 3.6 磅 / 噸青貯^[33]。Moran 和 Owen^[32] 肉牛可以增加 7.5% 乾物質採食及 11.1% 體增重。羊的試驗也有觀察餵飼羊草添加植物乳桿菌和鼠李糖乳桿菌青貯料提升動物表現的效果^[18]，包括乾物質消化率從 59.4% 提升到 64.1% 和 64.4%；有機物質消化率從 60.2%DM 提升到 64.9%DM 和 65.0%DM，自主採食量 638 (克 DM/天) 提升到 885 (克 DM/天) 和 928 (d DM/day)。而 Kung 和 Muck^[24] 回顧了已發表的文獻中 28% 在採食量、53% 在體增重、47% 在乳量上有提升的正面反應。

3. 結論

青貯原料發酵過程無法控制，經由乳酸菌的添加後成為優勢菌種可以提高發酵時乳酸的含量、降低 pH 達到保存的效果，增加乾物質回收率，對於水份、蛋白質含量、緩衝能值較高的原料，添加乳酸菌時可能減少蛋白值降解、氨態氮的形成、提升青貯的品質。食用接菌青貯料對於動物的體增重、泌乳量、乾物質消化率、生乳品質、採食量正向的影響性，減少瘤胃氣體產生，提高瘤胃微生物或揮發性脂肪酸，使動物表現更佳。



參考文獻

- [1] Stewart, W.M. Plant Nutrition Today. From Scientific Staff of the International Plant Nutrition Institute (IPNI), Norcross, Georgia. 2011
- [2] McAllister, T. A., Selinger, L. B., McMahon, L. R., Bae, H. D., Lysyk, T. J., Oosting, S. J. and Cheng, K. J. Intake, Digestibility and aerobic stability of barley silage inoculated with mixtures of *Lactobacillus plantarum* and *Enterococcus faecium*. *Can. J. Anim. Sci.*, 1995,75: 425-432.
- [3] Zahiroddini H., Baah J., Absalom W., McAllister TA. Effect of an inoculants and hydrolytic enzymes on fermentation and nutritive value of whole-crop barley silage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2004,117:317-330.

- [4] Hargreaves, A., Hill, J. and Leaver, J. D. Effect of stage of growth on the chemical composition, nutritive value and ensilability of whole-crop barley. *Anim. Feed. Sci.*, 2009,152: 50-61.
- [5] McDonald, P. The biochemistry of silage. John Wiley and Sons Ltd., 1981. Toronto, ON. 226 pp.
- [6] Weissbach, F. and Honig, H. On anticipation and control of the run of fermentation in silage making from extensively grown forages. *Landbauforschung Völknerode*1996, 1: 10-17 [in German, English summary]
- [7] W. Addah, J. Baah, P. Groenewegen, E. K. Okine, and T. A. McAllister Comparison of the fermentation characteristics, aerobic stability and nutritive value of barley and corn silages ensiled with or without a mixed bacterial inoculants. *Can. J. Anim. Sci.* 2011,91: 133-146
- [8] Lin, C., Bolsen, K. K., Brent, B. E., Hart, R. A., Dickerson, J. T., Feyerherm, A. M. and Aimutis, W. R. Epiphytic microflora on alfalfa and whole-plant corn. *J. Dairy Sci.* 1992. 75: 2484-2493.
- [9] McDonald, P., Hendersoy, A.R. and Heron, S.J.E. Microorganisms. In *The Biochemistry of Silage*. 4 Aberystwyth, UK: Chalcombe Publications.1991, 2nd edn, pp. 81-151.
- [10] Pahlow, G.; Muck, R.E.; Driehuis, F. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) *Silage science and technology*. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2003. p.31-93.
- [11] Woolford, M. K. 1990. The detrimental effects of air on silage. *J. Appl. Bacteriol.* 68: 101-116.
- [12] Filya I, Muck RE, etc. Inoculant effects on alfalfa silage: fermentation products and nutritive value[J]. *Journal of Dairy Science*, 2007,90,(11):5108-5114.
- [13] Weinberg ZG, Muck RE. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage[J]. *FEMS Microbiology Reviews*, 1996,(19): 53-68.
- [14] Weimer, P. J. 1996. Why don't ruminal bacteria digest cellulose faster? *J. Dairy Sci.* 79:1496-1502.
- [15] Kung, Jr., L., M. R. Stokes, and C. J. Lin. 2003. Silage additives. *Silage Science and Technology*, D. R. Buxton, R. E. Muck and J. H. Harrison, eds. Am. Soc. Agronomy, Inc., Madison, WI. 2003, 305-360
- [16] Kung Jr., L. A Review on Silage Additives and Enzymes. Department of Animal and Food Sciences University of Delaware Newark, 2010, 19717-1303.
- [17] Yu TH, Wang SM, Liu HH, Chen CS. 2012. Selection of bacterial inoculants for ensiling and their effects on alfalfa haylage *Taiwan Livestock Res.* 45(3) : 209-216 .
- [18] S. Ando, M. Ishida, S. Oshio, O. Tanaka. Effects of Isolated and Commercial Lactic Acid Bacteria on the Silage Quality, Digestibility, Voluntary Intake and Ruminant Fluid Characteristics. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.* 2006,19(3): 386-389.
- [19] McAllister, T. A. and Hristov, A. N. 2000. The fundamentals of making good quality silage. Proc. 2000 Western Can. Dairy Seminar. University of Alberta, Dept. of Agric., Food and Nutr. Sci., Edmonton, AB.
- [20] Kung, L., Jr., J. H. Chen, E. M. Kreck, and K. Knutsen. Effect of microbial inoculants on the nutritive value of corn silage for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 199, 76:376
- [21] Bolsen, K. K., Lin, C., Brent, B. E., Feyerherm, A. M., Urban, J. E. and Aimutis, W. R. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. *J. Dairy Sci.*1992, 75:3066-3083.
- [22] Kung, L., Jr., J. H. Chen, E. M. Kreck, and K. Knutsen. Effect of microbial inoculants on the nutritive value of corn silage for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1993,76:3763-3770.
- [23] Schaefer, D. M., Brotz, P. G., Arp, S. C and Cook, D. K. Inoculation of corn silage and high-moisture corn with lactic acid bacteria and its effects on the subsequent fermentations and on feedlot performance of beef steers. *Anim. Feed Sc. Technol.* 1989,25: 23-38.
- [24] Kung Jr., L. and Muck, R.E. Effects of Silage Additives on Ensiling. Proceedings from the Silage: Field to Feed bunk North American Conference, Hershey, 11-13 February 1997, NRAES-99, 187-199.
- [25] Muck R. E. Recent advance in silage microbiology. *Agric. and Food Sci.* 2013,22:3-15.
- [26] Broberg A, Jacobsson K, Ström K, Schnürer J. Metabolite profiles of lactic acid bacteria in grass silage. *Appl Environ Microbiol.* 2007, 73(17):5547-52.
- [27] 張乃鋒, 刁其玉, 王吉峰等, 微生物青貯劑對奶牛生產性能的影響[J]. *中國奶牛*, 2005, (6) : 24-25.
- [28] 劉豔豐, 唐淑珍, 巴音巴特等, 微生物青貯添加劑處理後玉米青貯對奶牛生產性能和經濟效益的影響[J]. *中國畜牧雜誌*, 2012, 48 (23) : 76-78.
- [29] 吳壽善, 添加乳酸菌製劑青貯飼料餵飼奶牛效果試驗 [J]. *中國草食動物*, 2002, 22 (1) : 20-21.
- [30] 劉曉璐, 桂榮, 魏日華等, 添加乳酸菌的無芒雀麥青貯對西門塔爾牛生產性能的影響[J]. *中國飼料*, 2009, (5) : 17-20.
- [31] Muck R. E., Filya I., and Contreras-Govea F. E. Inoculant Effects on Alfalfa Silage: In Vitro Gas and Volatile Fatty Acid Production. *J. Dairy Sci.* 2007,90:5115-5125.
- [32] Moran, J.P. and Owen, T.R. The Effects of Feeding Silage Treated with an Inoculum of *Lactobacillus plantarum* on Beef Production from Growing and Finishing Cattle. *Annales de Zootechnie*, 1995,44, 383.



生合生物科技股份有限公司

821 高雄市路竹區北嶺六路 66 號
 www.synbiotech.com | Email: service@synbiotech.com.tw
 電話: +886-7-6955680 | 傳真: +886-7-6955713

