

有效中洗纖維對泌乳牛瘤胃發酵及產乳量的影響

新竹分所 廖曉涵、李佳馨、王思涵 編譯

在取得高品質芻料不易的國家中，要滿足高產乳量泌乳牛所需能量的方式，往往是透過增加精料餵飼量來達成，而亞急性瘤胃酸中毒（subacute ruminal acidosis, SARA）的成因為過量餵飼物理性有效纖維（physically effective fiber）很低的快速發酵飼糧所造成。SARA 是一種常見的消化障礙，其定義為：24 小時間之瘤胃 pH 值有 3 小時低於 5.6，其造成的後果包含：乾物質採食量與纖維消化率降低、第四位異位、下痢、蹄葉炎及其他炎症反應，以上所有後果最終都將導致產乳量與乳品質下降。有許多研究指出：在美國的泌乳早期及泌乳中期牛隻中，各有 19% 及 26% 飽受 SARA 困擾，導致牛隻飼料效率與產乳量降低。過去幾十年間，雖然有許多飼糧策略被推出用來避免或降低 SARA 的發生，如：利用小蘇打作為緩衝劑、利用孟寧素（monensin）作為離子載體及利用益生菌作為可直接餵飼的微生物，但都僅能穩定瘤胃 pH 值、改善動物健康與生產力，對於持續將瘤胃 pH 值保持在合理且穩定的狀態仍無法做到。

飼糧中所含的易發酵碳水化合物可在瘤胃中快速降解為揮發性脂肪酸（volatile fatty acid, VFA），當瘤胃中的 VFA 大量產生且快速累積時，即造成 pH 值降低與 SARA 的發生，而瘤胃中的 VFA 可經由瘤胃壁吸收及唾液或飼糧所含的緩衝劑中和而被去除，經估算，乳牛瘤胃所產生的 VFA 中，有 30% 至 40% 可被唾液中和。而飼糧中所含的顆粒大小除了是影響唾液分泌的主要因子外，也是維持瘤胃功能正常與動物表現的重要因素，因此，為維持瘤胃正常功能，需採食足夠的物理性有效中洗纖維（physically effective NDF, peNDF），因較大的芻料顆粒可在牛隻進食與反芻過程中延長咀嚼時間，另可增加唾液分泌量及刺激瘤胃食糜塊（digesta mat）的形成。使用賓州三段篩把飼糧分離後，將上、中及下層顆粒相加（即顆粒大小 1.18mm 以上者）再與 NDF 含量相乘之結果即為 peNDF，peNDF 和纖維的物理與化學特性（如：顆粒大小、密度、脆性、水分與消化率）及 NDF 的含量與顆粒大小相關，因此含量低於 NDF（圖 1），其影響咀嚼活動力、瘤胃食糜塊一致性及瘤胃運動力。

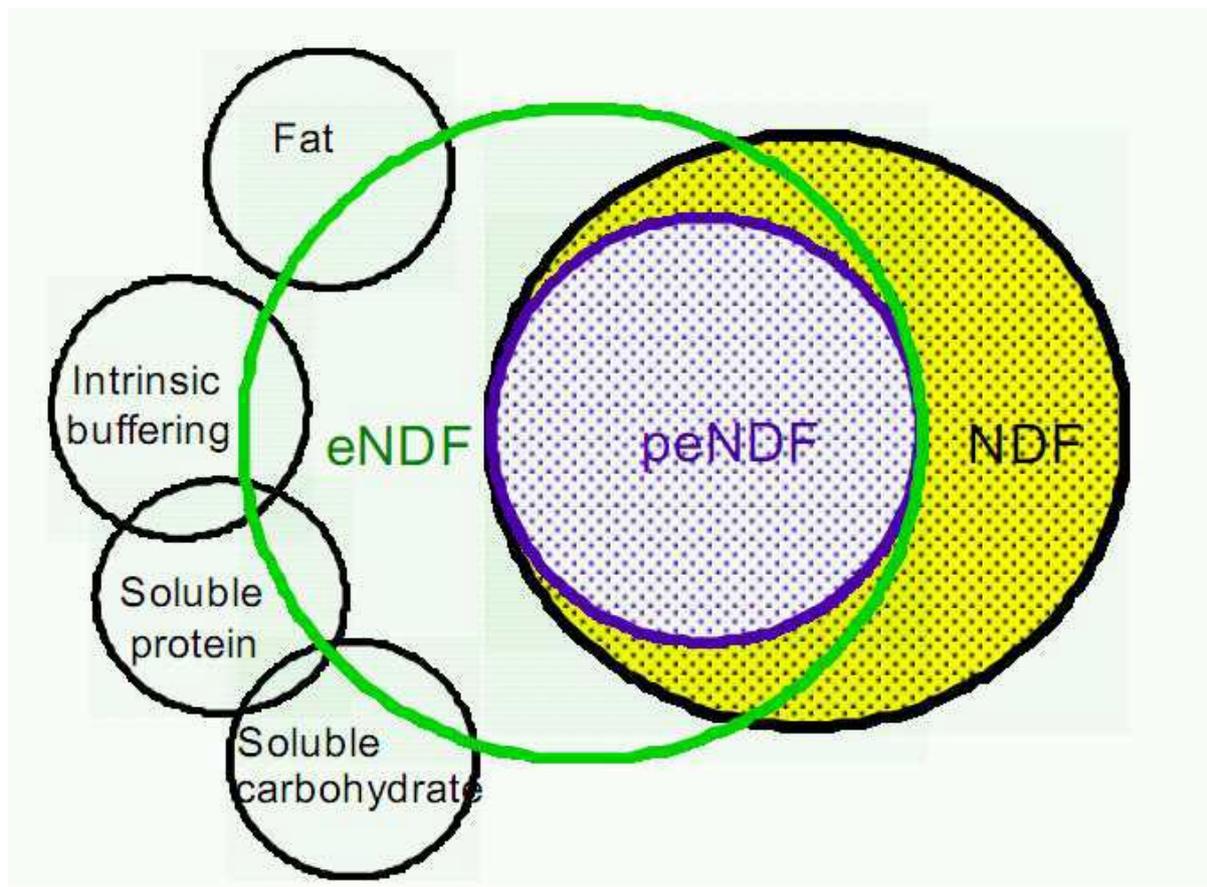


圖 1. NDF、peNDF 及有效 NDF 間之關係

本篇試驗假設：在不調整飼糧粗精比的前提下，於一定範圍內透過增加顆粒尺寸而非增加 NDF 含量以提高精料飼糧的 peNDF 含量，可為有效減少 SARA 發生的方法。試驗選用泌乳中期的荷蘭牛為對象，3 種處理組皆使用相同 TMR 配方，其營養成分皆相似，各處理組間的差別以賓州四段篩之上、中及下層含量區分，H-peNDF 組各層含量為 17.3%、22.8% 及 32.9%；M-peNDF 組為 15.1%、21.6% 及 36.5%；L-peNDF 組為 9.2%、23.2% 及 40.0%，H-peNDF 組、M-peNDF 組及 L-peNDF 組之中層 peNDF 含量各為 11.3%、10.6% 及 9.0%，其餘項目詳如表 1。

表 1. 試驗 TMR 之成分分析及顆粒大小

Item	All diets	Treatment diet		
		H-peNDF _{8,0}	M-peNDF _{8,0}	L-peNDF _{8,0}
Chemical composition, mean ± SD				
DM, %		59.3 ± 0.46	59.4 ± 0.59	59.3 ± 0.71
CP, % of DM		17.8 ± 0.73	17.8 ± 0.82	17.8 ± 0.50
NDF, % of DM		28.6 ± 1.19	28.0 ± 2.34	27.9 ± 1.83
ADF, % of DM		18.2 ± 0.85	18.4 ± 1.63	17.2 ± 1.02
Starch, % of DM		25.1 ± 1.14	25.3 ± 1.52	25.2 ± 0.76
Ash, % of DM		6.6 ± 0.33	6.6 ± 0.28	6.9 ± 0.47
Particle size content, ² % of DM retained on sieve				
19 mm		17.3	15.1	9.2
8 to 19 mm		22.8	21.6	23.2
1.18 to 8 mm		32.9	36.5	40.0
Pan		27.1	26.3	27.7
Physical effectiveness factor ⁴				
pef _{8,0} , %		40.2	37.7	32.1
pef _{1,18} , %		72.6	73.7	72.0
peNDF content of DM ⁵				
peNDF _{8,0} , %		11.3	10.6	9.0
peNDF _{1,18} , %		20.3	20.7	20.2

¹The TMR contained 0.43% rumen bypass fat (Megalac-R, Volac Wilmar Feed Ingredients Ltd., Hertfordshire, UK) consisting of Ca-salts of long-chain fatty acids and the mineral and vitamin premix.

²Trace mineral and vitamin premix contained (per kg) the following: Cu, 400 mg; Fe, 2,400 mg; Zn, 4,000 mg; Mn, 2,000 mg; I, 40 mg; Se, 30 mg; Co, 50 mg; vitamin B₁, 40 mg; vitamin B₁₂, 1 mg; nicotinic acid, 1,200 mg; pantothenic acid, 700 mg; vitamin K₃, 45 mg; vitamin A, 300 kIU; vitamin D₃, 100 kIU; and vitamin E, 6,500 IU.

³Particle length of ration variables was measured using the Penn State Particle Separator (Kononoff et al., 2003a).

⁴pef_{8,0} and pef_{1,18} = physical effective NDF determined as the proportion of particles retained on 2 sieves and on 3 sieves, respectively.

⁵peNDF_{8,0} and peNDF_{1,18} = physically effective NDF determined as the NDF concentration of a mixed diet multiplied by pef_{8,0} and pef_{1,18}, respectively.

結果顯示，各處理組間的乾物質採食量無差異，但隨著處理組 peNDF 含量增加，其 peNDF 採食量、咀嚼與反芻的時間也增加。在瘤胃發酵部分，隨著處理組 peNDF 含量增加，瘤胃 pH 值、乙酸與異丁酸含量、乙酸與丙酸的濃度比例、氨態氮濃度及多數瘤胃內的纖維分解酶活性皆增加；丙酸與戊酸含量則下降；總 VFA 濃度、丁酸與異戊酸含量則不受影響。在產乳量、乳成分、飼料效率及泌乳淨能部分（表 2），各處理組間則無顯著差異，僅體細胞數量隨 peNDF 含量增加而增加但數量最高也未超過 22 萬/毫升。

表 2. 餵飼不同 peNDF 飼糧對泌乳牛之產乳量、乳成分及能量效率之影響

Item	Treatment diet			SEM	P-value	
	High peNDF ₈₀	Medium peNDF ₈₀	Low peNDF ₈₀		Linear	Quadratic
Milk yield, kg/d	31.7	32.3	31.4	0.29	0.658	0.263
3.5% FCM, ¹ kg/d	37.4	36.0	32.9	1.54	0.251	0.794
Protein, %	3.51	3.46	3.46	0.020	0.081	0.827
Protein, kg/d	1.11	1.11	1.09	0.014	0.648	0.709
Fat, %	4.58	4.95	4.14	0.259	0.489	0.309
Fat, kg/d	1.16	1.53	1.30	0.084	0.430	0.425
Fat:protein	1.31	1.51	1.19	0.076	0.512	0.126
Lactose, %	4.68	4.44	4.67	0.046	0.829	0.024
Lactose, kg/d	1.48	1.43	1.47	0.012	0.590	0.187
SNF, %	8.85	8.58	8.72	0.063	0.356	0.137
SNF, kg/d	2.81	2.78	2.77	0.040	0.497	0.820
MUN, mg/dL	14.87	15.13	15.33	0.227	0.419	0.946
SCC, ×10 ³ cells/mL	210.8	151.7	84.4	21.60	0.014	0.924
Feed efficiency ²	1.58	1.71	1.44	0.058	0.316	0.244
NE _L , Mcal/kg	0.80	0.85	0.76	0.024	0.450	0.187
NE _L , Mcal/d	25.51	26.94	23.85	0.817	0.389	0.234

¹3.5% FCM = [milk fat (kg) × 16.218] + [milk yield (kg) × 0.4324].

²3.5% FCM yield (kg/d)/DMI (kg/d).

整體而言，對高精料含量的飼糧使用相同 TMR 配方搭配不同攪拌時間，並不影響泌乳牛的產乳性能，作者建議，在攪拌高產牛 TMR 飼糧時，可縮短攪拌時間以提高 peNDF 含量，但需留意飼料是否有充分混合避免牛隻挑料。

參考文獻

- Cao, Y., D. Wang, L. Wang, X. Wei, X. Li, C. Cai, X. Lei, and J. Yao. 2020. Physically effective neutral detergent fiber improves chewing activity, rumen fermentation, plasma metabolites, and milk production in lactating dairy cows fed a high-concentrate diet. *J. Dairy Sci.* 104:5631–5642.
- Mirzaei-Aghsaghali, A. and N. Maheri-Sis. 2011. Importance of “physically effective fibre” in ruminant nutrition: A review. *Ann. Biol. Res.* 2: 262–270.