

以反芻動物離體模擬系統評估藻類對生物甲烷生成之影響

林幼君¹、許自研²、李育靜³、蔡慧君¹

¹水產加工組、²東港養殖研究中心、³畜產試驗所動物營養組

反芻動物腸胃道發酵所產生的甲烷為農業生產過程其溫室氣體排放的主要來源之一，因此迫切的需要制定適當的策略來減緩甲烷生成。由於海藻具有豐富的營養價值亦有抑制甲烷生成之潛力，在動物飼養之應用備受關注，因此本研究探討不同地區之國產藻類對於反芻動物離體發酵生成甲烷之影響。試驗收集 20 項不同地區藻類，經乾燥磨粉後以添加 5% 海藻乾物於泌乳牛完全混合日糧 (total mix ration, TMR) 為基礎飼糧之離體發酵系統中，模擬瘤胃發酵 1 天，並以氣相層析儀進行甲烷、二氧化碳及揮發性脂肪酸 (volatile fatty acids, VFAs) 等指標分析。與 TMR 基礎飼糧處理組相比，添加 5% 海門冬處理可顯著抑制甲烷生成，甲烷濃度及甲烷產量分別為 0.1% 及 0.03 mg/g，可抑制 99.78% 甲烷產量，且人工養殖之四分孢子體 (tetrasporophyte) 海門冬亦具明顯的抑制效果 (表 1)。此外，國產養殖藻類如紅寶菜 (*Halymenia macrocarpa*)、海葡萄 (*Caulerpa lentillifera*)、麒麟菜 (*Eucheuma* sp.) 與穗狀魚棲苔 (*Acanthophora spicifera*) 等亦皆具抑制甲烷之潛力，可抑制瘤胃甲烷生成至 11.94 ± 0.18 – 12.34 ± 0.65 CH₄ mg/g TMR (表 2)。綜觀上述，透由不同海藻原料組合配方有望降低反芻動物瘤胃體外發酵甲烷產量，而海門冬減量使用並搭配不同藻類組合仍具溫室氣體減量作用，其瘤胃菌相多樣

性與組成較未受影響，未來可作為減碳策略，達到甲烷減排目的並降低對動物生產的不良影響。

表 2 以體外模擬系統評估不同地區藻類對反芻動物腸胃道溫室氣體生成之影響

Group ^b	CH ₄ , %	CH ₄ , mg/g
Total mixed ration (TMR)-1	12.75±0.32	13.43±0.86
Total mixed ration (TMR)-2	13.80±0.28	15.95±0.43
<i>Ulva Lactuca</i>	12.21±0.29	12.19±0.55
<i>Agardhiella subulate</i>	12.17±0.11	12.12±0.37
<i>Sarcodia montagneana</i>	12.53±0.29	12.36±0.39
<i>Halymenia macrocarpa</i>	12.27±0.19	11.94±0.18*
<i>Gracilariopsis lemaneiformis</i>	12.12±0.08	11.88±0.56
<i>Porphyra</i> sp.	12.36±0.12	12.40±0.37
<i>Ulva lactuca</i>	12.76±0.17	13.04±0.30
<i>Sargassum hemiphyllum</i> var.	12.70±0.22	12.57±0.58
<i>Caulerpa microphysa</i>	12.37±0.09	12.10±0.19*
<i>Ulva meridionalis</i>	14.62±0.19	16.21±0.69
<i>Rhizoclonium</i> sp.	14.04±0.36	14.90±1.07
<i>Agardhiella subulate</i>	13.35±0.46	14.41±0.11
<i>Eucheuma</i> sp.	12.42±0.43	12.34±0.65###
<i>Caulerpa lentillifera</i>	11.95±0.46	12.16±0.25####
<i>Botryocladia leptopoda</i>	14.47±1.01	15.78±1.64
<i>Sarcodia montagneana</i>	14.75±0.21	17.00±0.40
<i>Agardhiella subulate</i>	13.36±0.53	14.31±0.98
<i>Acanthophora spicifera</i>	12.26±0.31	12.32±0.56####
<i>Ulva lactuca</i>	11.81±0.23	12.26±0.96###

不同上標大寫字母表示與 TMR-1 (**p* < 0.05)、TMR-2 (##*p* < 0.01, ###*p* < 0.001) 相比差異顯著

表 1 添加 5% 海門冬配子體與四分孢子體海門冬對反芻系統體外系統甲烷產生的抑制效果

	完全混合日糧 (TMR)	<i>Asparagopsis taxiformis</i> ^b				
		配子體	四分孢子體			
			Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Gas, ml/g	153.81	85.90**	78.00**	93.30***	118.33***	112.17***
CH ₄ , %	13.29	0.10	0.23	0.25	8.07	7.98
CH ₄ , mg/g	13.68	0.03	0.12	0.15	6.20	5.67

不同上標大寫字母表示與 TMR (***p* < 0.01, ****p* < 0.001) 相比差異顯著