

禽畜專用益生菌-益生菌株的協同效應

根據學者 Tannock 在 1999 年發表的論文中，將動物益生菌定義是一群經過攝取後，藉由改善腸道菌相平衡而對宿主產生健康效益的活性微生物，其中包含乳酸菌(Lactic acid bacteria)、雙歧桿菌(Bifidobacterium)、酵母菌(yeast)或枯草桿菌(Bacillus)等，其機制包括改善腸道功能、抑制害菌的生長與調節免疫，維持動物健康或減少罹病率等；然而，末端產品菌株的配搭上，就不論益生複合菌株的功能性、彼此菌株間可能產生的協同效應(synergistic effects)或是抑制作用等相關機制上，卻鮮少受到關注，沒有經過菌株的特性研究，而囫圇吞棗地隨意組合，也是市售動物益生菌產品實際效果不佳的原因之一。

菌株間的協同效應(synergistic effects)

宿主生理狀況、其腸道菌相以及益生菌株對消化道環境的耐受能力，都會影響單株益生在腸道中發揮的效益，相對來說，這些菌株也應具備對腸細胞的強大吸附力，但如此單槍匹馬的苦戰相較於多菌種並肩作戰的方式，表現出來的效率可能會大打折扣，Famularo *et al*(1990)就提出，使用單株菌僅能使腸道環境產生微小幅度的變化，而 Champman *et al* (2011)則提出多株益生菌的混合，其改善腸道功能、下痢、過敏症狀、免疫機能與呼吸道感染的能力均較單株菌優異。多菌種的組合不但可以結合各菌株的特點與菌株間的協同效應，提高菌株在腸道中的存活率，創造適合好菌的生存環境，增加菌株吸附腸道能力等優勢，更容易達到促進動物健康的目的(Gardiner *et al.*, 2004)。

所謂的協同效應，簡單地說，就是不同菌株或菌種利用不同的生理特性或產生不同的代謝產物，彼此之間或與原有腸道的有益菌互利共生，達到功能性的加乘，使宿主健康得到最大的助益。

茲就菌株或菌種間協同效應，說明如下：

1. 優化與營造好菌生長的環境

益生菌可經由自身的營養代謝作用或產生代謝物質，直接或間接地幫助腸道好菌的建立。舉例說明，乳酸菌是常見的益生菌，可代謝醣類，產生 50% 以上乳酸之細菌，如大家所知的，乳酸菌經由腸道的定殖，將食糜中碳水化合物與蛋白質轉換成短鏈脂肪酸(short chain fatty acids)、維生素 B 群、小肽等，可降低腸道 pH 值，形成害菌不易生存的環境，促進其他好菌在腸道的定殖機會，藉此創造良性循環。除了營造低 pH 值環境外，某些嗜熱鏈球菌(*Streptococcus thermophilus*)可以幫助氧氣的消耗，而營造出厭氧環境，讓其中的雙歧菌(Bifidobacterium)生長得更好(Shankar and Davis, 1976)，或是嗜酸乳桿菌(*Lactobacillus acidophilus*)可利用胞外蛋白酶水解牛奶中的酪蛋白，產生胺基酸與肽物質，因而促進動物雙歧桿菌(*B. animalis*)的生長(Gomes *et al.*, 1998)，以上都是益生菌株在腸道相輔相成建立好菌相的機制。

2.抑制害菌侵入，降低禽畜死亡率

研究發現，多種菌株所組成的益生菌所展現出來的功能性會較單株菌來得大，在含有 400 多種菌的豐富菌相腸道中，想單靠一株菌來改善腸道環境或減緩某些症狀的力量是有限，必須多種菌株間的協同作用才容易在腸道發揮作用(Famularo et al., 1999; Sanders and Huis, 1999)。多株益生菌的組合可以藉由結合各菌株的抑菌物質，例如細菌素、有機酸、過氧化氫、聚集因子(coaggregation factor, 用以抑制害菌的轉移)以及生物界面活性劑(biosurfactants, 抑制害菌的吸附及破壞其細胞膜)，來降低腸道中病原菌的數量。

此外，1995 年 Paubert-Braquet 學者從試驗結果提出論點，單株菌可刺激產生較高免疫球蛋白與白血球吞噬作用的活性，但在沙門氏菌進行攻毒的試驗中，餵予複合菌株的動物卻比單株菌組有較高的存活率，而 Jin et al.,(1996)報告中也有類似情況，從雞隻腸道篩選出 12 株吸附力佳乳酸菌，進行肉雞田間試驗。結果顯示，飼糧添加 12 株複合菌株較僅添加其中一株的組別有較佳的飼料效率與減少死亡率，雖然兩組的生長性能都有改善的現象，但從僅有複合菌可大幅降低死亡率的情況推估，複合菌株的使用對動物健康效益是大於單株菌的。

3.增強定殖能力

腸道為動物最大的免疫器官，腸道內層中有許多的淋巴結與淋巴細胞，攸關著宿主整個免疫調節，腸道的微生物更因此與宿主存在著共生的關係，腸道菌通常經由吸附到腸道細胞後，進入腸道內層產生一連串的免疫反應，故益生菌株是否具有吸附腸道上皮細胞的能力，對其發揮調節免疫力是非常重要的機制。有些研究發現，複合菌株可以提升其中某些菌吸附腸道的能力；菌株經過胃酸與膽鹽的緊迫後進入腸道，可能會有某些程度的”損傷”，複合益生菌之間可以創造出對好菌有利的環境，增加這些有點損傷的菌株吸附在腸道上的機會(Timmerman et al., 2004)，但僅有某些菌株的組合才會發現類似的協同效應，例如台灣豬隻來源-嗜酸乳桿菌 *L. acidophilus* LAP5 與 *Enterococcus faecium* EF08、*L. plantarum* LP28 複合對其在腸細胞吸附的菌數是僅有單一株 LAP5 的三倍；*L. rhamnosus* GG 或 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 的存在，可增強 *B. animalis* BB-12 細胞吸附力兩倍，也有類似情況(Ouwehand et al., 2000)；原本吸附力差的 *L. rhamnosus* LC705 因與 *L. rhamnosus* GG、*B. breve* 99 及 *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* JS 複合後，其吸附率從 0% 增加到 46.4% (Collado et al., 2007)，這些菌株的結合都可以增加其對腸道的吸附菌數，推論可能是利用不同代謝產物來增加其中某些菌的吸附，進而達到調節腸道免疫與抵禦腸內病菌的侵入。

由此可知，某些菌株或菌種間可以相互起了協同效應，益生菌株無法只靠一株菌的力量或是單個功能性的影響而呈現出效益，必須兼顧產生抗菌物質與競爭排除等功能，方能達到保護動物健康的目的，也意指動物益生菌必須兼顧多重功能性，且在使用前應該詳細評估菌株的組合與使用(Kosin and Rakshit, 2006)。

以專業乳酸菌開發製造著名的生合生物公司，獨創 SYNTEK[®] thorough 菌種優化技術，以不同功能性篩選平台，從 2000 多株挑出具免疫調節、定殖與抑菌能力佳的乳酸菌，再根據不同菌株不同組合的協同作用試驗，篩選來自台灣健康豬隻腸道、獲得專利功能確效的禽畜專屬嗜酸

乳桿菌 LAP5 及植物乳桿菌 LP28 與屎腸球菌 EF08 等三株不同功能，並具有更好協同作用的乳酸菌，組合成芯來旺動物益生菌產品，經動物試驗確認，具有防止害菌侵入、減緩動物下痢與維持禽畜健康腸道的機能，並發表國際文獻。

參考文獻：

- Chapman, C. M. C., G. R. Gibson, and I. Rowland. 2011. Health benefits of probiotics: are mixtures more effective than single strains? *Eur. J. Nutr.* 50:1-17.
- Collado, M. C., J. Meriluoto, and S. Salminen. 2007. Development of New Probiotics by strain combinations is it possible to improve the adhesion to intestinal mucus? *J. Dairy Sci.* 6:2710-2716.
- Famularo, G., C. D. Simone, D. Matteuzzi, and F. Pirovano. 1999. Traditional and high potency probiotic preparations for oral bacteriotherapy. *BioDrug.* 12:455-470.
- Gardiner, G. E., P. G. Casey, G. Casey, P. B. Lynch, P. G. Lawlor, C. Hill, G. F. Fitzgerald, C. Stanton, and R. P. Ross. 2004. Relative ability of orally administered *Lactobacillus murinus* to predominate and persist in the porcine gastrointestinal tract. *Appl. Environ. Microbiol.* 70:1895-1906.
- Gomes, A. M. P., F. X. Malcata and F. A. M. Klaver, 1998. Growth enhancement of *Bifidobacterium lactics* Bo and *Lactobacillus acidophilus* Ki by milk hydrolyzates. *J. Dairy Sci.* 81:2817-2825.
- Sanders, M. E., and J. H. J. Huits in't Veld. 1999. Bringing a probiotic containing functional food to the market: Microbiological, product, regulatory and labeling issues, *Antonie Van Leeuwenhoek.* 76:293-315.
- Shankar, P. and F. Davies. 1976. Associated bacterial growth in yogurt starters, initial observation on stimulatory factors. *J. Soc. Dairy Technol.* 30:31-32.
- Tannock, G. W. 1999. Identification of Lactobacilli and Bifidobacteria. In: probiotic: a critical review, *Horizon Sci. Press,* P45-56.
- Timmerman, H. M., C. J. M. Koning, L. Mulder, F. M. Rombouts, and A. C. Beynen. 2004. Monostrain, multistrain and multispecies probiotics- A comparison of functionality and efficacy. *Int. J. Food Microbiol.* 96:219-233.