

要的功能或作用機制，包括提供營養、幫助消化、改善與平衡消化道的微生物環境，抑制不良的細菌或雜菌，最重要的是可以有效提高水生動物的免疫力，如增強吞噬細胞的吞噬能力，刺激產生干擾素或其它抗病因子等，就像市場上常見的優酪乳、養樂多、比菲多及優格等，由多種有益的腸道細菌所組成，效果包括提高消化道功能、增強體質、改善過敏性體質及提供營養等廣告媒體常見的名詞，實際上也確實有相關的功效，同樣的我們可以開發有用的益生菌和運用相關的應用技術以生產出健康的水產品。

益生菌為生物製劑的一種，越來越多學者針對益生菌的功效及應用技術進行相關研究。在水產養殖產業中應用與開發益生菌品系的研究日益受到重視，主要目的是希望藉由益生菌的協助提高養殖生物的健康，相關的利益包括對抗疾病入侵、改善腸道菌相平衡、改善水質、增進種魚的健康、提升產卵率和孵化率、提高養殖生物的活存率及成長率等。

益生菌的使用方式可分為餵食、浸泡或注射。「餵食技術」是將益生菌添加於飼料內投餵給養殖生物，有助改善其腸道菌相的平衡，幫助食物的消化吸收，調節與增強生物體巨噬細胞的吞噬活力和免疫力。「浸泡技術」是將益生菌投入養殖環境水體內，藉以淨化和改善養殖環境，減輕有機物累積的壓力，延緩池底老化的時間，從而降低環境惡化與對養殖生物產生

緊迫因子。「注射技術」可採單獨益生菌活菌注射或益生菌與疫苗混合注射。疫苗注射免疫法係將具毒性的特定病菌（病原菌），進行減毒或不活化後製成疫苗，將疫苗注入生物體，使其對特定病菌產生主動免疫或專一性抗體。注射益生菌則是將無致病性的細菌打入體內，刺激生物提高非專一性免疫力，有效增加生物體的抗病力。兩者最大的不同在於注射益生菌，不會只對特定的病菌進行抵禦，經由益生菌侵入的刺激後活化魚類巨噬細胞，增強與提高魚體防衛細胞「巨噬細胞」的吞噬活力，也同時增強魚體對抗其它病原菌的免疫力，益生菌對生物的免疫系統具相當程度的影響。

魚類免疫系統經由非特異性和特異性的免疫防禦機制，可以抵禦外來病原生物的危害，維持生物體內各個器官組織不受到外來病原菌的侵入傷害，穩定體內各項生理機能的進行。

非特異性免疫又稱為先天性免疫，包含了物理性、生理性、吞噬性及發炎性四種防禦方式。物理性防禦包括皮膚、消化道及呼吸道等黏膜部位，是抵禦外來病原入侵的第一道防線；完好的皮膚可以有效防止病原侵入體內，並且可以抑制大部分微生物的生長，如皮膚等第一道防線表層受損、出現傷口或遭受感染，病原會通過此屏障而進入身體的組織中。當病原侵入身體後，免疫系統會啟動第二道生理性屏障，此屏障包括溫度、pH 值變化和產生溶

解等，會影響細菌的增殖或溶解細菌的細胞壁，防止組織受到無法控制的攻擊感染。特異性免疫系統中，有一些非常重要的細胞，這些細胞可以透過細胞膜上的一些特殊的物質，辨識出外來的病原菌並加以清除，還可以傳遞訊息幫助抗體的生成，這些細胞包括了巨噬細胞及樹狀細胞等。

後天性免疫具有能辨識及選擇性消滅外來物質的能力，後天性免疫會和外來病原菌形成專一性的【抗原－抗體】反應機制，具有針對不同的抗原產生多樣性抗體「多價抗體」的能力、自我與非自我的辨識及對抗原的記憶認識能力等。簡單的說，後天免疫的意義係指免疫系統分辨出外來病原菌，會對相同的外來病原菌產生記憶性，當第二次碰到相同抗原時會引發更高且更快速的免疫能力。後天性免疫反應包含 T 淋巴球及 B 淋巴球。T 淋巴球是在胸腺中成熟，又可分為輔助型 $CD4^+$ T 細胞 (T helper cell, Th cell) 及毒殺型 $CD8^+$ T 細胞 (T cytotoxic cell, Tc cell)；B 淋巴球在成熟離開骨髓後會表現出專一性的抗原接受器，當細胞受到抗原感染後，B 淋巴球會生成抗體且對此特定抗原產生記憶性。

研究報告指出，口服 *Lactobacillus* (乳酸桿菌) 可以增強非特異性免疫的能力，幫助生物體抵抗外來病菌的感染，加強腸道防衛能力，避免外來病菌透過腸道進入體內。證據顯示，利用益生菌的療法，可以增加細胞激素的生成，細胞激素在生物體內有著相當程度的重要性，可以做為細胞

與細胞間訊息傳遞的物質、通知細胞進行凋亡避免病毒擴散、引發免疫系統的啟動及清除外來病原菌等，這些功能顯示細胞激素在生物體內的必要性。許多專家學者試著去了解，為何益生菌能夠對免疫系統產生影響，在這個問題點上，學者發現益生菌除了可以改善腸道菌相的平衡外，益生菌本身或是其代謝物質可以刺激細胞激素的產生，透過刺激細胞激素的生成，進而啟動了許多免疫細胞的活化。

Nanno *et al.* (2008) 推論有關益生菌如何影響免疫功能的機制 (如圖 1)，透過這個機制我們可以更清楚的知道，服用益生菌能給生物體怎樣的益處。

報告指出，使用 *Lactobacillus rhamnosus* 能有效降低魚隻受到 *Aeromonas salmonicida* 病菌感染後的死亡率，並且增加其免疫能力的提升。Sharifuzzaman (2009) 指出，1 g 飼料中添加約 10^8 的益生菌，投餵 4 星期後，發現可有效減少虹鱔受到 *Vibrio anguillarum* 的感染，降低約 70~90 % 的死亡率。Isolauri *et al.* (2001) 發現，口服 *Lactobacillus acidophilus* 和 *L. casei* 可以提升生物體細胞吞噬能力以及增加巨噬細胞的數量。Aoki *et al.* (2006) 以益生菌投餵虹鱔，發現對其細胞激素有顯著的影響。

益生菌具有幫助生物體抵抗病菌侵入的效能，但是，為何益生菌能夠對生物體有如此的助益，仍是一個未知的謎團；此外，並非每一種菌都具有調節免疫功能的能力