



Restudy Nitrifying Bacteria 用品科技～重新認識硝化細菌

文字／邵港科技生物研發中心 林學廉 攝影／王金郎 版面設計／陳孟容

“硝化細菌”是大家耳熟能詳的名詞，現在幾乎所有的養魚者都知道：養魚要加硝化細菌來建立一個穩定的微生物過濾系統；但若進一步去探討什麼是“硝化細菌”時，或許有人可以答出：就是 *Nitrosomonas* sp.(去氨硝化細菌)及 *Nitrobacter* sp.(去亞硝酸硝化細菌)兩屬的細菌；但若再請問各位：您所使用的硝化細菌是這兩屬的硝化細菌嗎？相信絕大部份人的答案是：不知道的。而在這裏可以明確告訴各位，您所使用的硝化細菌，99.9%不是這兩屬的硝化細菌！但是為什麼很多的報導或文章都是這樣寫，且自己實際使用時也有功效，亦即也都可以達到水處理的功效，建立一個穩定的微生物過濾系統呢？

首先，我們先來了瞭什麼是自營性生物(Autotroph)及異營性生物(Heterotroph)？所謂自營性生物是可以利用簡單的分子作為營養鹽，不必經由其他的生命形態就可以存活下去的生物稱之，如：植物可以利用二氧化碳、水、光及簡單的無機鹽，就可以存活，另還有少數的細菌類也是自營性生物。而異營性生物則需要複合性有機分子作為營養鹽，且必須經由其他生命形態才可以存活下去的生物稱之，如：所有的動物、大部份的細菌及少數植物，如豬籠草等。

因此細菌也可以由營養性需求來區分成：自營性細菌(Autotrophic bacteria)及異營性細菌(Heterotrophic bacteria)，而自營性細菌又可以分成光合成自營性細菌(Photoautotrophic bacteria)及化學合成自營性細菌(Chemoautotrophic bacteria)兩種，光合成自營性細菌的代表菌種就是光合成細菌(Photosynthesis bacteria)，而化學合成自營性細菌的代表菌種就是硝化細菌(Nitrifying bacteria)，更正確的說法，化學合成自營性細菌的代表菌種就是 *Nitrosomonas* 及 *Nitrobacter* 兩屬的硝化細菌。由於這兩屬的硝化細菌，在單位菌數下處理無機鹽的氨-氮及亞硝酸-氮的能力最高(約200倍～2000倍)，加上其代謝模式研究的最詳細且固定，所以就一直通稱為硝化細菌。

但是，這 *Nitrosomonas* 及 *Nitrobacter* 兩屬的硝化細菌，必須在有氧的環境下作用，且只能利用無機鹽的氨-氮及亞硝酸-氮作為營養來源，加上其繁殖速度極慢，所以在一般的環境中，實在無法與其他的異營性細菌競爭，所以這兩屬的硝化細菌通常是無法在一般的養殖環境中競爭並存活下來，只能在水質環境極佳，僅含少量氨-氮或不含氨-氮的環境中發現它們的蹤跡，如土壤、海洋、貧營養湖等水域。

異營性細菌及自營性細菌對硝化作用能力之比較

菌種	營養來源	硝化作用產物	產物形成速率 ($\mu\text{g N/day/g dry cells}$)
異營性細菌			
<i>Arthrobacter sp.</i>	NH_4^+ +琥珀酸鹽	脛胺/ $\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-$	12/375/250
<i>Arthrobacter sp.</i>	NH_4^+ +有機氮	$\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-$	
<i>Arthrobacter sp.</i>	NH_4^+ +有機氮+醋酸	$\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-$	2800
<i>Arthrobacter sp.</i>	NH_4^+ +醋酸	脛胺/ $\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-$	4500/9000/650
<i>Pseudomonas sp.</i>	醋酸	NO_2^-	2000
<i>Aspergillus sp.</i>	NH_4^+ +蔗糖	NO_3^-	1350
自營性細菌			
<i>Nitrosomonas sp.</i>	NH_4^+	NO_2^-	1000000-30000000
<i>Aspergillus sp.</i>	NO_2^-	NO_3^-	5000000-70000000

化學合成自營性細菌

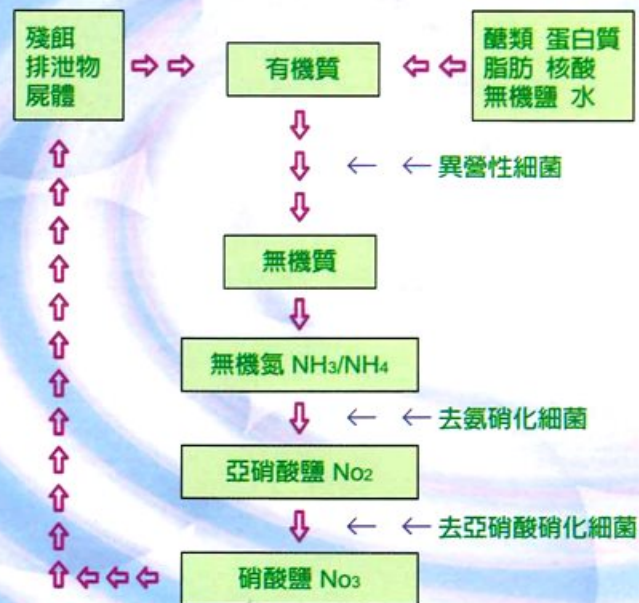
菌屬	形態&特性	培養條件	棲所
去氨硝化細菌			
<i>Nitrosomonas</i>	直桿狀、會運動或不動	5-40°C, pH5.8-9.5	土壤、海水、淡水
<i>Nitrospira</i>	螺旋狀、會運動或不動	23-30°C, pH7.5-8.0	土壤
<i>Nitrosococcus</i>	雙球或四球狀、會運動或不動	2-30°C, pH6.0-8.0	土壤、海水、淡水
<i>Nitrosolobus</i>	葉片狀、會運動	15-30°C, pH6.0-8.2	土壤
去亞硝酸硝化細菌			
<i>Nitrobacter</i>	短桿狀、會運動或不動	23-30°C, pH7.5-8.0	土壤、海水、淡水
<i>Nitrospina</i>	長桿狀、不動	20-30°C, pH7.0-8.0	海水
<i>Nitrococcus</i>	球形狀	20-30°C, pH7.0-8.0	海水

到此，各位就可以知道，一般參與水族養殖的環境菌種，其實主要是由異營性細菌來擔當，所以各位平常使用的硝化細菌並不是化學合成的自營性細菌，也就是說都不是*Nitrosomonas*及*Nitrobacter*這兩屬的硝化細菌，因為這兩屬的硝化細菌無法在我們的水族養殖環境中競爭並存活下來，而是廣泛存在環境中的異營性細菌。甚至我們常用的光合成自營性細菌(PSB)也需在特殊安排及正確使用下才能發揮其應有之功效。

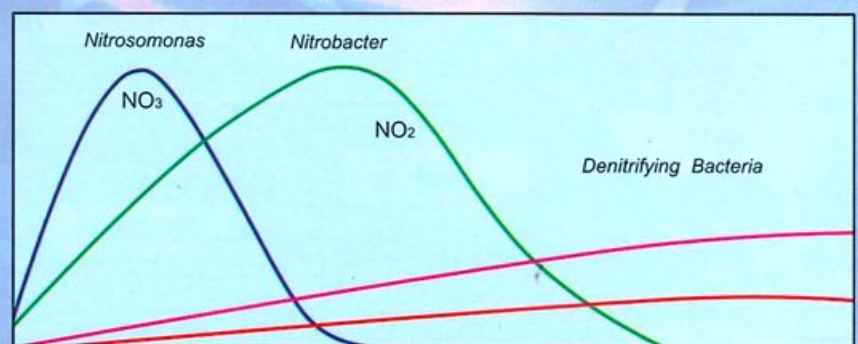
但異營性細菌的種類繁多，包括常見的病原菌都是異營性細菌，它們會因菌種的不同，而對醣類、蛋白質、脂肪等有機質，或各種無機質進行分解作用，因此在生長的环境中會互相的競爭，若當病原菌變成優勢菌種時，就會造成水生生物罹病，而當益生菌成為優勢菌種時，不但可以抑制病原菌的生長，也可建立一個穩定的微生物系統，所以如何培植及管理益生菌種，是微生物製劑品質良莠的重要關鍵。

當細菌生長在同一個環境時，所有的細菌會為了自己需求的營養鹽而競爭，而細菌間對營養鹽需求不盡相同，繁殖速度也不同，若無法讓細菌群共存共活，無法互補彼此的代謝產物當成營養鹽，則不但無法構成完整的營養鹽代謝途徑，最後將因競爭而成為單一的優勢菌種，造成優

微生物對氮循環之標準模式



*Nitrosomonas*及*Nitrobacter*兩屬硝化細菌對氮循環之標準模式



勢菌種代謝產物的累積，進而對水生生物產生毒害。以異營性細菌對亞硝酸鹽的利用能力為例，我們可將異營性細菌對亞硝酸鹽的轉換能力區分成四大類：

- I 分解亞硝酸鹽後，產生等量的硝酸鹽。
- II 分解亞硝酸鹽後，產生少量的硝酸鹽 ($<1\text{mM}$)。
- III 分解亞硝酸鹽後，產生微量的硝酸鹽 ($<0.5\text{mM}$)。
- IV 不會分解亞硝酸鹽。

從表中，我們可以看出不同菌種對亞硝酸鹽的處理能力及代謝途徑都不同，即使同屬的菌種也不盡相同，所以若將會分解亞硝酸鹽的第三類菌種放在一起，將會因無法

異營性細菌對亞硝酸鹽的轉換能力

族群	菌種	亞硝酸鹽(mM)	硝酸鹽(mM)
I	<i>Arthrobacter globiformis</i>	-2.0	1.4
I	<i>Bacillus badius</i>	-3.3	3.2
I	<i>Pseudomonas marginalis</i>	-3.8	4.0
II	<i>Arthrobacter protophormiae</i>	-4.9	1.4
II	<i>Bacillus subtilis</i>	-4.5	2.0
II	<i>Pseudomonas desmolytica</i>	-5.5	1.4
III	<i>Lactobacillus burgaricus</i>	-3.2	0.2
III	<i>Alcaligenes faecalis</i>	-5.7	0.3
III	<i>Escherichia coli</i>	-3.2	0.3
IV	<i>Pseudomonas syringae</i>	0	0
IV	<i>Corynebacterium pseudodiphtherium</i>	0	0
IV	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	0	0

把硝酸鹽繼續分解代謝下去，而造成亞硝酸鹽的大量堆積，進而造成水生生物的中毒死亡，所以絕不能不經過科學實驗就隨意混合菌種，而需依各種菌種之特性來組合，才能發揮出最大的水質處理功效。

市售的微生物製劑，標榜著硝化細菌，甚至號稱由10幾種菌種所組成，其中最令人擔心的是其是否是純菌培養？是否有雜菌污染？是否有病原菌種？是否菌種間可以共存？是否可以構成完整的代謝循環？……等等，這些都是微生物製劑研發及生產，必需注意且克服的問題，絕不能像一般化學藥劑，隨便配製就可以量產上市，而除了經過嚴謹的微生物實驗室研發及專業化的生產製程，是無法輕易做到的。

微生物製劑之標準製程



一個專業的微生物實驗室，從採菌、篩菌、純化、鑑定、保種、混合等，乃至一連續的共生、效能、生物、比較、保存、田間等實驗，都必須由受過嚴格微生物學訓練的研究員，在精密、嚴謹的實驗步驟下逐一完成，最後再經由自動化、無污染的純菌生產設備，才能生產出高效能、高品質的微生物製劑。



一貫自動化設施，才能永保品質。

邨港生技研發中心

國內唯一在水族微生物製劑研發及生產上都通過ISO-9000國際品保認證及ISO-14000環境品保認證的邨港科技公司，是全世界少數專業化生產水族微生物製劑的科技公司，邨港生物科技研發中心現保存有百餘株優質的環境處理菌種，所有的微生物製劑都經過精密詳實的研發，針對各種不同的水族生態環境及處理目的，採用最

新、正確的微生物處理觀念，利用微生物間共生、營養互補之關係，研發出多種能構成完整有機質-無機質循環代謝的微生物處理製劑，將自營性細菌及異營性細菌等益生菌種的水質處理功效，發揮到最大的極致，並可在水族環境中成為優勢菌種，有效抑制病原菌的生長。

另再加上邨港五股生技廠以純菌發酵生產的微生物製劑，以自動化菌種混合、充填、包裝，將水族微生物製劑推向最高品質的境界，期望能對全世界的水族養殖盡一份心力，以創造健康歡樂的生活。

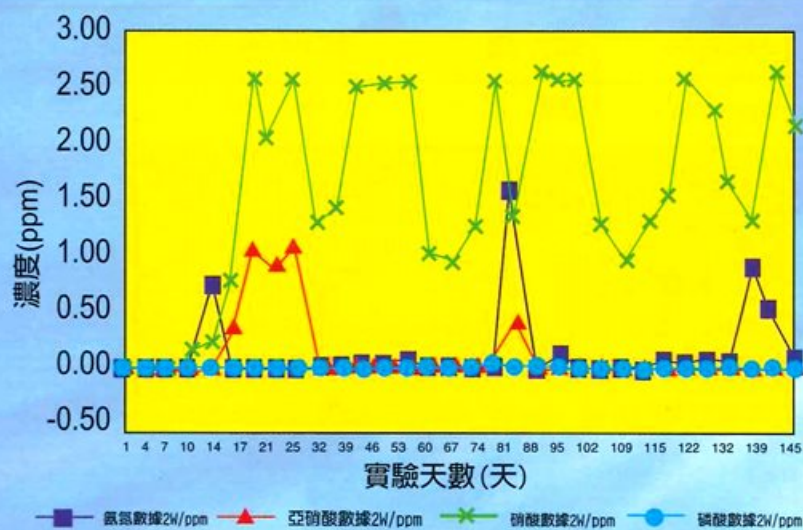


菌株處理氨-氮的效能實驗

所有的菌種皆經過詳確的檢驗，才能加入邨港的微生物菌種行列。



菌株處理亞硝酸鹽的效能實驗



所有的微生物製劑都需經過反覆的實驗才能產上市。



邨港科技所研發出的高優質菌類產品。