



財團法人  
食品工業發展研究所  
Food Industry Research and Development Institute

第 117 期

## 生物資源保存及研究簡訊

第32卷第1期

中華民國 108 年 03 月發行

補助單位：經濟部技術處 / 執行單位：財團法人食品工業發展研究所

### 本期內容

#### 研發成果

1

- ◎ 微生物資源探勘之服務能量
- ◎ 台灣東沙島環礁潟湖發現新屬海洋細菌
- ◎ 揭開珊瑚內岩生綠硫菌的神秘面紗
- ◎ 野生酵母菌多樣性之探索與利用
- ◎ 蟲生真菌資源

#### 管理新知

1

- ◎ 商用益生菌之菌種學名變更與分類說明

### 微生物資源探勘之服務能量

生資中心 / 研究員  
王俐婷

微生物資源廣泛應用於農業、食品、醫藥、能源、環保等領域，為重要的生物資源，然而近年來國際間微生物資源的流通管理愈趨嚴格，國外菌株取得漸趨不易。台灣擁有獨特的地理與氣候，孕育豐富的物種，是世界生物資源最豐富的國家之一。多樣性的微生物資源可以找到新穎性菌株及生物基因，是生命科學與生物技術研發創新的泉源，透過生物科技將可轉化為不可限量的商業價值，強化本土產業的競爭優勢。因應生物經濟時代來臨之科技發展戰略，台灣本土特有微生物資源的探勘與開發是國家發展生物經濟得天獨厚的優勢與機會。

食品工業發展研究所生物資源保存及研究中心（以下簡稱

生資中心），為活絡生物資源之應用開發，已建構微生物資源之長期保存與系統化管理的平台，另提供服務體系，達到優質化生物資源銀行品質管理，並逐步建立與國際同步之分類鑑定技術，多年來持續提供豐富且高品質之微生物資源，並協助產學研各界探勘及保存新穎性的本土微生物資源。以下將介紹生資中心與國立台灣大學海洋研究所謝文陽教授、中央研究院生物多樣性研究中心湯森林研究員、東海大學生命科學系汪碧涵教授等研究團隊合作海洋細菌、珊瑚內岩生綠硫菌、野生酵母菌之資源探索與長期保存服務，以及生資中心多年來致力於蟲生真菌資源的收集保存，以期達到本土資源永續利用的目的。

### 台灣東沙島環礁潟湖發現新屬海洋細菌

生資中心 / 研究員  
王俐婷

海洋微生物可產生豐富、獨特且多樣的生物活性物質，包括抗菌、抗腫瘤、抗病毒、抗發炎、酶及酶的抑制劑、維生素和

毒素等作用，成為開發天然藥物、生物材料、環境保護與水產養殖應用的珍貴來源。這些活性物質和具新穎結構的二次代謝物原先

被認為是源自海洋無脊椎動物，後來被證明是由海洋細菌所生合成。過去，海洋微生物由於採樣困難與培養鑑定不易等因素，故研究進展緩慢。近年來，生物科技發展迅速，海洋微生物的分離保存與分類鑑定更加簡易，再加上天然物分離與結構鑑定技術的提升，以及海洋生物技術發酵工程與細胞工程等知識的累積，海洋微生物成為許多國家和科學家重視的研究範疇。

豐富生物多樣性的海洋生物資源，探索海洋微生物並予以長期保存，讓微生物資源永續生存，對於生物多樣性保育和支撐台灣未來的生技與製藥科技產業是迫切且重要的研究主題。東沙環礁國家公園是臺灣第一座海洋型國家公園，以獨特的環礁地景、繽紛的珊瑚、海草床生態及珊瑚砂島為特色，範圍以東沙環礁為核心，向外延伸 12 海浬，面積 353,668 公頃，目前係以環境資源保育與復育、深化海洋學術研究為發展目標，尚未開放民眾登島遊憩活動，讓東沙島保持最自然的環境。國立台灣大學海洋研究所謝文陽教授與其研究團隊多年來致力於系統性探索與收集保存台灣海洋環境蘊藏的細菌資源，近年來，於較少人為活動的東沙島環礁自然環境探索新穎性海洋細菌，並將其保存於生資中心。

謝文陽教授研究團隊於東沙島環礁潟湖採樣(圖 1)，利用嫌氣增菌培養法從東沙島環礁潟湖沉積物樣本中分離出四十多株海洋兼性嫌氣性發酵細菌，從中挑選出兩株新穎菌株(DM2<sup>T</sup>和DM1)進行特性與分類探討。根據 16S rRNA 基因序列所建構之類緣演化樹分析、細胞化學分析以及生理形態特性檢測等，



圖 1. 東沙島環礁潟湖採樣實地取景 (由謝文陽教授團隊提供)

綜合研究結果顯示菌株 DM2<sup>T</sup> 和 DM1 是歸類於  $\gamma$ - 變形菌綱 (*Gammaproteobacteria*) 氣單胞菌科 (*Aeromonadaceae*) 的新屬新種，並以「*Dongshaea marina*」命名。新屬和新種之命名是依據菌株分離自東沙島和分離自海洋樣本(學名中文可譯為海洋東沙或海洋東沙菌)，菌株 DM2<sup>T</sup> 和 DM1 的寄存編號為 BCRC 81069<sup>T</sup> 和 BCRC 81170。*Dongshaea marina* 新屬種的分類研究由謝文陽教授研究團隊與生資中心共同合力完成，研究成果發表於國際微生物系統分類學專業期刊 *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* (Huang *et al.*, 2018; <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.003080>)。

目前所知的海洋兼性嫌氣性發酵細菌大多屬於弧菌科 (*Vibrionaceae*) 中的 *Vibrio*、*Photobacterium*、*Aliivibrio*、

*Salinivibrio*、*Enterovibrio*、*Grimontia* 等菌屬，其中最大屬的弧菌屬 (*Vibrio*) 包含多達一百多個菌種，另外有十多種兼性嫌氣性發酵細菌是屬於 *Aeromonadaceae* 科中的 *Oceanimonas*、*Oceanisphaera*、*Zobellella* 等菌屬，新屬 *Dongshaea* 是 *Aeromonadaceae* 科中第四個包含海洋兼性嫌氣性發酵細菌的菌屬。新屬種 *Dongshaea marina* 與 *Aeromonadaceae* 科中的其他屬種具有明顯的類緣區分性，形成獨立的分支群，其不具觸酶活性以及發酵葡萄糖過程會產生氣體等特性也與 *Aeromonadaceae* 科中其他屬種全然不同，可預期新穎海洋細菌不同的細胞結構、代謝途徑及生理特性會產生不同的生物活性物質。新屬種海洋細菌 *Dongshaea marina* 的發現，意謂東沙島環礁潟湖中還有不少未知的新穎海洋細菌有待探索與發掘。

## 揭開珊瑚內岩生綠硫菌的神秘面紗

生資中心 / 研究員  
施朝仁

在海洋環境中，所有生物群落的生物質量 (biomass) 及新陳代謝系統，基本上都非常仰賴群落

中微生物成員的協助與支持；而這些海洋生物群落中，目前最受到關注的，莫過於白化問題日益

嚴重的珊瑚礁生態系。珊瑚本身就是個「共生體」，除了珊瑚蟲及被廣知的共生藻外，另一相當大的族群就是「共伴微生物」。這些共伴微生物成員多樣，涵蓋細菌、古菌、真菌和病毒，其中部分共伴細菌能提供營養來源或抗菌物質，讓珊瑚得以維持健康。

過往對珊瑚共伴菌的研究多集中於珊瑚蟲的組織中，如與健康相關的內共生菌（內生桿菌屬，*Endozoicomonas*）等。然而，事實上珊瑚骨骼中也存在相當多元的共伴微生物，這些微生物我們稱之為「內岩生微生物」（Endolithic microbes），也就是一群活在石頭裡的微生物。早年學者透過顯微鏡觀察、色素分析、光譜學及培養法等，發現骨骼中的主要族群為絲狀藍綠菌或綠藻（Yamazaki *et al.*, 2008; Ralph *et al.*, 2007）。近年隨著定序技術的進步，中央研究院生物多樣性研究中心研究員湯森林博士的研究團隊，利用次世代定序工具，分析籬枝同孔珊瑚 *Isopora palifera* 骨骼綠色層（Green layer）（圖 1）的內岩生微生物相，發現最優勢的族群是厭氧光合自營綠色硫細菌 *Prosthecochloris*（green sulfur bacteria，簡稱綠硫菌），這樣的結果與過往研究明顯不同。由於

這類綠硫菌具有固氮能力，湯博士團隊推測它們可能在珊瑚骨骼的氮循環代謝扮演重要角色（Yang *et al.*, 2016）。

想要深入探討內岩生綠硫菌的特性、功能及與珊瑚之間的關係，就必須將它培養出來。然而綠硫菌屬於絕對厭氧菌，礙於厭氧操作技術的限制，過往從未有人將珊瑚骨骼內的綠硫菌培養出來。生資中心與中研院湯博士團隊合作，利用生資中心建立的絕對厭氧菌技術平台，以湯博士採集自綠島的籬枝同孔珊瑚為材料，成功成為全球首例將內岩生綠硫菌群自珊瑚骨骼培養出來，相關研究成果已發表於知名期刊 *Microbiome*（Yang *et al.*, 2019）。

生資中心分離培養出兩組顏色、組成不同的混合菌群，分別命名為 N1 及 N2。中研院團隊設計綠硫菌專一性探針，利用螢光原位雜交方式，證實 N1 及 N2 菌群的主要族群皆是綠硫菌。進一步經由 16S rRNA 基因序列分析，顯示兩組菌群最主要的成員彼此不同，但都屬於 *Prosthecochloris* 屬底下的新種菌株。這樣的結果也與直接拿珊瑚骨骼抽取 DNA，以次世代定序進行菌相分析的結果相符。

Magnusson 等人研究發現，

只有不到 0.1-2% 的光合作用輻射可以到達 *Montipora monasteriata* 和 *Porites cylindrica* 這兩種珊瑚的綠色層（Magnusson *et al.*, 2007）。中研院團隊在綠島採樣點的光照強度約為 5380–8608 lx，而生資中心實驗發現 N1 及 N2 均只能生長在微光環境中（光照強度 489.58 lx），白光直射及全黑暗環境下皆不能生長。細胞色素分析實驗也證實 N1 及 N2 均含有細菌葉綠素，讓他們仍能藉由弱光進行厭氧光合作用來生長。這些結果都可能呼應了真實環境中珊瑚骨骼所能接受到的光照衰減程度。不過中研院選用的籬枝同孔珊瑚與 Magnusson 等人所研究的珊瑚並不相同，其骨骼密度高於 *Porites* 屬的物種，進而影響光的穿透性。因此仍需要更多試驗來檢測不同珊瑚骨骼中的光強度範圍。高密度的骨骼也會造成低氧環境，進而促進厭氧菌的生長；而這也可能是造成不同珊瑚物種中，其骨骼內優勢微生物差異的原因，如前述的好氧綠藻與本篇主軸厭氧綠硫菌的差別。

氮的吸收對珊瑚本身健康及整個「珊瑚共生體」（Coral holobiont）的平衡至關重要。中研院團隊從宏基因組的分析發現，珊瑚骨骼中的固氮相關基因主要是由綠硫菌所貢獻。為印證這項結果，他們利用乙炔還原試驗（acetylene reduction assay, ARA）及螢光原位雜交-奈米二次離子質譜技術（fluorescence in situ hybridization-Nano secondary ion mass spectroscopy, FISH-NanoSIMS），證實綠硫菌群 N2 確實具有固氮能力。結合這兩項研究，證實了他們先前的推論（Yang *et al.*, 2016），珊瑚骨骼中的優勢綠硫菌在整個珊瑚共生體的固氮

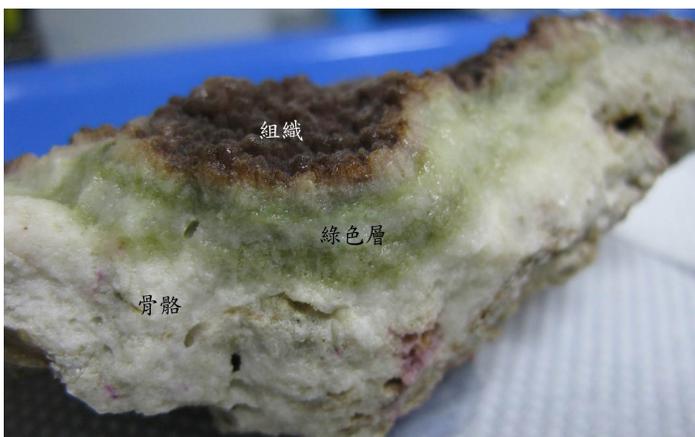


圖 1. 籬枝同孔珊瑚剖面圖

（由湯森林博士團隊提供）

作用扮演至關重要的角色。

綜合前人的研究及本次中研院偕同生資中心的研究成果，我們可推論，珊瑚骨骼中的整體微生物群落是多樣且動態的，而影響這樣組成特性的關鍵因素就是光線和氧氣，當然這兩項因素的變化也與珊瑚本身骨骼密度息息相關。

生資中心本著對各式微生物的深度了解與高階微生物操作技術能量，在此研究中提供了專業的絕對厭氧菌操作平台，協助中研院團隊一同揭開了珊瑚內岩生綠硫菌的神秘面紗，希望能對將來「珊瑚有益菌」的研究，開啟一道更寬廣的路徑。

## 參考文獻

1. Magnusson, SH. *et al.* 2007. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 332:119–128.
2. Ralph, PJ. *et al.* 2007. *Mar. Biol.* 152:395–404.
3. Yamazaki, SS. *et al.* 2008. *Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium*, V. 1. pp. 265–268.
4. Yang, SH. *et al.* 2016. *Limnol. Oceanogr.* 61:1078–1086.
5. Yang, SH. *et al.* 2019. *Microbiome.* 7:3. (<https://doi.org/10.1186/s40168-018-0616-z>)

集與保存台灣多樣自然棲地中的酵母菌，包括海水、河水、森林、果園、葉表與昆蟲等棲地。從中分離、保存酵母菌株，加以分類鑑定，收集超過 2,300 株酵母菌，鑑定紀錄 40 種以上，例如台灣沿岸海水中發現有 *Rhodotorula minuta*、*R. slooffiae*、*R. mucilaginosa*、*R. marina*、*Rhodospiridium sphaerocarpum*、*Rh. dibovatum*、*Rh. paludigenum*、*Rh. toruloides*、*Rh. fluviale*、*Sporidiobolus pararoseus* 及 *Sp. ruineniae* 等 11 種紅色酵母菌 (張, 2001)。台灣的河川水域中，也發現 *Lodderomyces*、*Pichia*、*Saccharomyces*、*Sporidiobolus*、*Rhodospiridium*、*Trichosporon*、*Yarrowia* 等屬的酵母菌 (田, 2002)。

多樣性的酵母菌菌種是重要的生物資源。台灣的植物群對研究酵母菌的生物多樣性具有重要意義。植物上有許多酵母菌的微棲地，包括花、蜜腺、果實、葉表、樹汁、腐敗發酵的組織等，這些微棲地上有各自的酵母菌群落 (Phaff *et al.*, 1999)。根據臺灣植物誌記載，台灣維管束植物有近 4,000 種，其中約四分之一為特有種類，如此多樣的植物上，可能棲息非常豐富及珍貴的酵母菌資源。由台灣北部福山植物園、中部大度山東海大學校園、南部南仁山保護區永久大型樣區原始亞熱帶林與原始熱帶林等四樣區 53 種植物上，記錄到包括 *Cryptococcus*、*Candida*、*Rhodotorula*、*Trichosporon* 等屬共 26 種酵母菌 (楊, 2003)。這些菌種都已寄存於生資中心。

除了植物之外，許多昆蟲包括甲蟲、蜜蜂與熊蜂等身上都攜有酵母菌。由昆蟲所攜的

## 野生酵母菌多樣性之探索與利用

生資中心 / 研究員  
林宛柔

酵母菌在人類社會、歷史與文化上，扮演著非常重要的角色。自古以來，酵母就被應用於人類飲食中。4000 年前，古埃及人已經開始利用酵母菌來釀酒與製作麵包；3500 年前，中國的殷商時期，開始利用酵母菌來釀造米酒；至於應用於饅頭、餅等的製作則開始於漢朝時期。19 世紀末期，分別由 Hansen 和 Müller-Thurgau 生產出第一批釀造啤酒和葡萄酒的菌種。從那時起，利用酵母作為菌種型式就開始變成工業發酵的標準應用。除了食品和飲料之發酵應用外，直接應用酵母或酵母細胞製備成各種其他產品也越趨多元。人類利用酵母菌的歷史久遠，然而對於酵母菌的科學觀察與研究則在較晚期才開始。

西元 1680 年 Antonie Philips van Leeuwenhoek 首次利用顯微鏡觀察到酵母細胞；Louis Pasteur 於 1857 年表示釀酒過程並非化學催化作用，而是有酵母菌參與其中的發酵作用。

酵母菌是一群透過出芽方式來進行無性繁殖的單細胞生物。演化與分類上酵母菌非單系群，可分為子囊菌 (Ascomycetes)，例如 *Saccharomyces* 和 *Candida*；或擔子菌 (Basidiomycetes)，例如 *Filobasidiella* 和 *Rhodotorula*。根據 *The Yeast* 書籍之記載，目前已發現與描述的酵母菌種類約有 1,500 種 (Kurtzman *et al.*, 2011)。

自然環境中有多種酵母菌存在。東海大學汪碧涵老師與其研究團隊自 1999 年起系統性收

酵母菌多樣性來看，果蠅身上有多種酵母菌 (Lachance *et al.*, 1995; Phaff and Knapp, 1956)，大黃蜂身上有 *Metschnikowia*、*Starmarella*、*Debaryomyces*、*Zygosaccharomyces* 等屬的酵母菌 (Brysch-Herzberg, 2004)。高比例的蜜蜂帶有 *Saccharomyces cerevisiae*，是冬季蜂巢內的優勢種 (Stevic, 1962)。食植的甲蟲身上帶有念珠菌屬 *Candida* spp. 的多種酵母菌 (Suh *et al.*, 2008)。台灣的紫斑蝶也是重要的訪花昆蟲，且具有春夏分佈全台繁殖，冬季遷徙至南部過冬之習性。筆者和汪老師團隊研究發現台灣紫斑蝶上有 *Metschnikowia*、*Candida* 等 17 種優勢酵母菌，這些酵母菌多存在蝴蝶的口器、翅膀和前肢上，且可在其表面上生長 (Lin *et al.*, 2018)。北卡羅來納州立大學的 Rob Dunn 教授和其學生 Anne Madden 在大黃蜂上，分離出一種酵母菌，可以釀造出具有特殊風味的大黃蜂啤酒 (bumblebeer)。未來，我們也許可以利用紫斑蝶上的本地酵母菌株，釀造出屬於台灣的蝴蝶啤酒。

雖然自然界中，存在著許多種酵母菌，其中約有 70-80 種的酵母菌在實驗室階段已證實具有應用於生物技術與工業的潛在價值。然而，工業上經常使用到的則只有十餘種，顯見我們對於酵母菌領域之探索仍舊不足 (Kurtzman *et al.* 2011; Deak, 2009)。酵母菌在食品產業中扮演重要的角色，其衍生商品，例如烘焙麵包、啤酒、其他酒類、釀造食品或調味劑等，產值超過千億，佔台灣食品產業產值達 20% 以上。生資中心目前針對烘焙與啤酒酵母，進行系統性的研究與開發。將已收集來自果實、

老麵糰、傳統釀製酒類的酵母菌 *Saccharomyces* 菌株，針對其風味、香氣、發酵等特性，進行系統性研究，成果可作為台灣發展特色酵母菌產業的基礎，透過具特色之多元菌株開發，將有助於烘焙或酒類產品多元化發展，有利於國際市場之開拓。

## 參考文獻

1. Brysch-Herzberg, M. 2004. FEMS Microbiol. Ecol. 50:87–100.
2. Deak, T. 2009. In: Satyanarayana, T. *et al.* Yeast Biotechnology: Diversity and Application. Springer Science + Business Media BV.
3. Kurtzman, PC. *et al.* 2011. The Yeasts, a Taxonomic Study. Elsevier.
4. Lachance, MA. *et al.* 1995. J. Ind. Microbiol. 14:484–494.

5. Lin, WR. *et al.* 2018. Mycosphere 9:149–154.
6. Phaff, HJ and Knapp, EP. 1956. Antonie Van Leeuwenhoek 22:117–130.
7. Phaff, HJ. *et al.* 1999. Int. J. Syst. Bacteriol. 49:1295–1299.
8. Stevic, S. 1962. Arh Poljoprivredne Nauke 50:80–92.
9. Suh, SO. *et al.* 2008. FEMS Yeast Res. 8:88–102.
10. 田志仁。2002。台灣淡水河流域與二仁溪河水中酵母菌菌相調查及其生態分析。東吳大學微生物學系碩士論文。
11. 張瀨文。2001。臺灣海洋紅色酵母菌之系統學與生態學研究。東吳大學微生物學系碩士論文。
12. 楊姍樺。2003。台灣葉表酵母菌之鑑定與調查。東吳大學微生物學系碩士論文。

## 蟲生真菌資源

生資中心 / 副研究員  
李涵筠

### 一、蟲生真菌

蟲生真菌 (Entomogenous fungi 或 Entomopathogenic fungi) 泛指寄生在昆蟲上的真菌，這類真菌具有高度的形態歧異度、多系親緣系統演化和生態多樣性，目前約有 90 屬近 700 種以上種類，分布在卵菌、壺菌、接合菌 (蟲霉目) 和子囊菌 (梁, 1996; Gul *et al.*, 2014)，其中又以子囊菌門肉座菌目的蟲生真菌獲得最廣泛注意與研究應用，該目中又

以蟲草屬 (*Cordyceps*) 佔絕大多數，約有 400 種 (Stensrud *et al.*, 2005)。現今研究主要分為兩大方向，一為真菌殺蟲劑，利用這類真菌防治有害昆蟲，達到生物防治之目的，如白殭菌、黑殭菌；另一為藥用真菌，因蟲生真菌具有豐富的生物活性成分，如蟲草素、麥角固醇、多糖類等，常被用來做為營養保健食品，最著名的有冬蟲夏草、蛹蟲草等。

### 二、天然的殺蟲劑

蟲生真菌能夠在寄主昆蟲上造成流行疾病，降低寄主族群數量，可開發做為真菌殺蟲劑，最廣為應用的屬包括有 *Beauveria* (白殭菌)、*Metarhizium* (黑殭菌)、*Isaria* (棒束孢菌) 和 *Lecanicillium* (輪枝菌)，這類真菌可經由發酵大量生產，儲存時間較長，已被用於防治許多農作物的害蟲，如蚜蟲、粉蟲、蝴蝶等作物害蟲，以及某些造成生態問題的入侵物種，比如白蟻 (Eyal *et al.*, 1994)。目前已上市的真菌殺蟲劑包括有白殭菌 (*B. bassiana*) 的 Botanigard™、Mycotrol-ES 和 Naturalis，黑殭菌 (*M. anisopliae*) 的 Bio-Path 以及蠟

蚧輪枝菌 (*L. lecanii*) 的 Vertalec 等，在田間應用的效果已獲得證實 (高和蔡, 2007)。

同種蟲生真菌之不同菌株，其生理生化特性頗有差異，影響對寄主昆蟲之致病性，因此發展以蟲生真菌做為真菌殺菌劑時，優良菌種品系的篩選相當重要，需有多樣大量的菌種提供篩選，例如篩選高致病力且對環境條件耐受性高的蟲生真菌品系，或以遺傳基因工程改良菌種品系等，皆是發展真菌殺菌劑的良好目標。

### 三、藥用真菌

一般稱有藥用功效的蟲生真菌為蟲草，有別於開發為真菌殺蟲劑的蟲生真菌。蟲草菌亦是麥角菌科中蟲草屬 *Cordyceps sensu lato* 的所有真菌的統稱。近年來許多研究證實蟲生真菌的代謝產物除了與生物防治相關外，亦會產生多種具有生物活性成份的物質，例如蟲草素 (核苷酸類的衍生物)，是第一個從真菌中分離出來的核苷類抗生素，具有抗腫瘤、抗菌、抗病毒、免疫調節、清除自由基等多種藥理作用，有良好的臨床應用前景 (楊和董, 2011)；另外，如多球殼菌素 (myriocin，屬於一種神經鞘氨

表 1. 生資中心收存之常見蟲生真菌菌種列表

學名	中文名	株	同物異名
<i>Beauveria australis</i>	澳大利亞白殭菌	2	
<i>Beauveria bassiana</i>	白殭菌	31	
<i>Beauveria brongniartii</i>	布氏白殭菌	4	
<i>Beauveria lii</i>		1	
<i>Beauveria malawiensis</i>	馬拉威白殭菌	2	
<i>Beauveria pseudobassiana</i>	白殭菌	2	
<i>Beauveria scarabaeicola</i>	金龜子蟲草	5	<i>C. scarabaeicola</i>
<i>Blackwellomyces cardinalis</i>	細柄深紅蟲草	1	<i>C. cardinalis</i>
<i>Cordyceps gracilis</i>	細蟲草	1	
<i>Cordyceps militaris</i>	蛹蟲草	38	
<i>Cordyceps nipponica</i>	日本蟲草	17	<i>Polycephalomyces nipponicus</i>
<i>Isaria amoene-rosea</i>		2	<i>C. amoene-rosea</i>
<i>Isaria cateniannulata</i>	環鏈棒束孢	23	<i>C. cateniannulata</i>
<i>Isaria cicadae</i>	大蟬花	20	
<i>Isaria farinosa</i>	蟲花棒束孢	5	<i>C. farinosa</i>
<i>Isaria fumosorosea</i>	玫煙色棒束孢	4	<i>C. fumosorosea</i>
<i>Isaria javanica</i>	爪哇棒束孢	6	<i>C. javanica</i>
<i>Isaria tenuipes</i>	細腳棒束孢	19	<i>C. tenuipes</i>
<i>Metarhizium anisopliae</i>	黑殭菌	14	
<i>Metarhizium flavoviride</i> complex	綠殭菌	3	
<i>Metarhizium frigidum</i>		3	
<i>Metarhizium majus</i>		6	
<i>Metarhizium minus</i>		1	
<i>Metarhizium owariense</i>	早川異蟲草	1	<i>C. owariensis</i>
<i>Nigelia martiale</i>	珊瑚蟲草	2	<i>Metacordyceps martialis</i>
<i>Ophiocordyceps formosana</i>	台灣蟲草	1	
<i>Ophiocordyceps nutans</i>	椿橡蟲草	1	<i>C. nutans</i>
<i>Ophiocordyceps odonatae</i>	蜻蜓蟲草	1	<i>C. odonatae</i>
<i>Ophiocordyceps sinensis</i>	冬蟲夏草	10	<i>C. sinensis</i>
<i>Ophiocordyceps sobolifera</i>	小蟬花	36	<i>C. sobolifera</i>

醇)，能治療多種自體免疫症，例如紅斑狼瘡，日本 Fujita 等人以化學修飾合成藥物 FTY720，可在多種器官移植、自身免疫病及腫瘤等疾病治療均顯示良好效果，美國 FDA 已批准 FTY720 作為第一種口服藥用於多發性硬化的臨床治療 (Adachi and Chiba, 2007)。在眾多蟲生真菌的研究當中，以冬蟲夏草和蛹蟲草在基礎研究和應用開發最為徹底，可做為開發藥用真菌之模式範本。

藥用真菌的利用方式除了直接食用子實體外，亦可利用發酵技術生產。以傳統中藥來說，有些種類的蟲生真菌和其寄主可直接入藥，如冬蟲夏草、蛹蟲草及蟬花，因此亦可藉由發酵技術大量生產菌絲體做為保健食品，或將發酵液開發做成飲品。此外，許多研究已證實蟲生真菌具有多樣化的二次代謝產物及藥用活性潛能，可藉由發酵技術大量生產蟲生真菌的二次代謝產物及有用物質進行提取，也有研究利用基因工程技術建構遺傳工程菌株，提高產量或生產新產品 (Shrestha

*et al.*, 2012；張等人，2013；Cui, 2015)。

#### 四、生資中心在蟲生真菌資源的收集與開發

生資中心至今收存之蟲生真菌資源達 470 株以上，菌株數量最多的種為 *Cordyceps militaris* (蛹蟲草) 38 株、*Ophiocordyceps sobolifera* (小蟬花) 36 株、*Beauveria bassiana* (白殭菌) 31 株，近年生資中心積極在台灣各地採集分離蟲生真菌菌株達 203 株，分布在 16 屬 33 種，顯示台灣蟲生真菌資源之豐富，這些資源可提供產官學界多樣化菌種開發選擇 (表 1)。

同時生資中心亦建構蟲生真菌的 DNA 條碼資料及 MALDI-TOF 蛋白質指紋質譜資料庫，可作為菌種歸群快速篩選、產品研發與製程之依據。此外食品所針對蟲生真菌資源的開發包括有蛹蟲草高潛力菌株篩選及其子實體生長調控技術建立、蟬花多醣潛力菌株篩選、大蟬花固態培育等技術研發。

#### 參考文獻

1. Adachi, K. and Chiba, K. 2007. *Perspect Medicin Chem.* 1:11–23.
2. Cui, JD. 2015. *Critical Reviews in Biotechnology* 35:475–484.
3. Eyal, J. 1994. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 44:65–80.
4. Gul, HT. *et al.* 2014. *Applied Sciences and Business Economics* 1:10–18.
5. Stensrud, Ø. *et al.* 2005. *Mycological Research* 109:41–56.
6. Shrestha, B. *et al.* 2012. *Mycological Progress* 11:599–614
7. 高穗生和蔡勇勝。2007。農業生技產業季刊。pp. 21–27。
8. 梁宗琦。1996。生物多樣性 (4) : 235–241。
9. 張姝等人。2013。菌物學報 32: 577–597。
10. 楊濤和董彩虹。2011。菌物學報 30: 180–190。

## 商用益生菌之菌種學名變更與分類說明

生資中心 / 研究員 / 副研究員  
王俐婷 / 吳琰奇 林詩婷

益生菌 (probiotics) 在商業應用、產品生產、管理、行銷或申請查驗登記等，均需要確認菌名正確性，以佐證其功效和安全性。參考世界衛生組織 (WHO) 及聯合國糧農組織 (FAO) 針對益生菌在食品中使用所提出的評估指引，要求菌株應使用當前認可、有效且經過驗證的菌種學名<sup>[1]</sup>。細菌分類和命名參照國際

原核生物命名法規 (International Code of Nomenclature of Prokaryotes)，由國際原核生物分類系統委員會 (International Committee on Systematics of Prokaryotes，簡稱 ICSP) 所管轄。細菌學名需發表於 *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* (簡稱 IJSEM；原名 *International Journal*

of Systematic Bacteriology) 才被視為有效 (Valid publication)，會定期列在 IJSEM 的 Approved List of Bacterial Names 清單，發表在 IJSEM 以外之學術期刊的細菌學名 (Effective publication)，需經過 ICSP 審核確認並公告於 IJSEM 的 Validation List 清單，才能成為有效學名。有些常使用於食品或益生菌產品之菌種的學名隨著分類鑑定技術的進步而有所變更，並已通過 IJSEM 發表或核准公告，建議進行產品驗證和產品標示時應使用當前最正確且有效之菌種學名 (整理於下列表格)。

表一、菌種學名勘誤對照表

菌種學名 (Name)	正確學名 (Correct name)	學名變更說明 (Note of Name Change)
<i>Bacillus mesentericus</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	1. <i>Bacillus mesentericus</i> 是 1889 年 Trevisan 發表的菌種學名。 2. 由於缺乏代表性菌株(type culture), 僅藉由 Trevisan 紀錄之特性難與 <i>Bacillus subtilis</i> 進行區分。伯吉氏鑑定細菌學手冊(Bergey's Manual of Determinative Bacteriology)第 8 版記載 <i>Bacillus mesentericus</i> 是 <i>Bacillus subtilis</i> 的可能同種異名(Probable synonym) <sup>[2]</sup> 。
<i>Bacillus natto</i>	<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>subtilis</i>	1. <i>Bacillus natto</i> (納豆菌) 是 1906 年日本學者 Sawamura 從納豆中分離並命名為 <i>Bacillus natto</i> Sawamura。 2. 1946 年美國學者 Smith 等人根據生理生化特性提議 <i>Bacillus natto</i> 應為 <i>Bacillus subtilis</i> (枯草桿菌) 類緣關係相近的菌種。伯吉氏鑑定細菌學手冊 Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 第 8 版記載 <i>Bacillus natto</i> 的分類地位隸屬於 <i>Bacillus subtilis</i> <sup>[2]</sup> 。 3. <i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>subtilis</i> 是 <i>Bacillus subtilis</i> 的標準亞種 (Type subspecies) <sup>[3]</sup> 。
<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>subtilis</i>	1. <i>Bacillus subtilis</i> 是 1835 年 Ehrenberg 紀錄為 “ <i>Vibrio subtilis</i> ”, 1872 年 Cohn 更名發表, 1980 年在 Approved Lists of Bacterial Names 公告為正式學名 <sup>[4]</sup> 。 2. 1999 年 Nakamura 等人根據 DNA-DNA 雜交試驗, 將 <i>Bacillus subtilis</i> 區分成兩個亞種: <i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>subtilis</i> 和 <i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>spizizenii</i> <sup>[3]</sup> 。 3. <i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>inaquosorum</i> 和 <i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>stercoris</i> 分別是 2009 年和 2017 年發表的新亞種 <sup>[5, 6]</sup> 。 4. <i>Bacillus subtilis</i> 目前區分成 4 個亞種: <i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>inaquosorum</i> 、 <i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>spizizenii</i> 、 <i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>stercoris</i> 和 <i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>subtilis</i> 。 5. <i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>subtilis</i> 是 <i>Bacillus subtilis</i> 的標準亞種 (Type subspecies)。
<i>Bifidobacterium infantis</i>	<i>Bifidobacterium longum</i> subsp. <i>infantis</i>	1. <i>Bifidobacterium infantis</i> 是 1963 年 Reuter 發表, 1980 年在 Approved Lists of Bacterial Names 公告為正式學名 <sup>[4]</sup> 。詳細說明參見 <i>Bifidobacterium longum</i> 。 2. <i>Bifidobacterium infantis</i> 是 <i>Bifidobacterium longum</i> subsp. <i>infantis</i> 的基本異名(Basonym)。
<i>Bifidobacterium lactis</i>	<i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i>	1. <i>Bifidobacterium lactis</i> 是 1997 年 Meile 等人發表 <sup>[8]</sup> , 在 1997 年核准公告為有效學名 <sup>[9]</sup> 。 2. 2000 年 Cai 等人根據 DNA-DNA 雜交試驗, 提議 <i>Bifidobacterium lactis</i> 是 <i>Bifidobacterium animalis</i> 的同種異名(Synonym) <sup>[10]</sup> , 於 2001 年得到國際原核生物分類系統委員會的認可 <sup>[11]</sup> 。 3. <i>Bifidobacterium animalis</i> 是 1969 年 Mitsuoka 紀錄, 1974 年 Scardovi 和 Trovatelli 發表, 1980 年在 Approved Lists of Bacterial Names 公告為正式學名 <sup>[12, 4]</sup> 。 4. 2004 年 Masco 等人利用多相分類學方法(polyphasic approach), 提議 <i>Bifidobacterium animalis</i> 和 <i>Bifidobacterium lactis</i> 應區分成二個亞種, 命名為 <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>animalis</i> 和 <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> <sup>[13]</sup> 。
<i>Bifidobacterium longum</i>	<i>Bifidobacterium longum</i> subsp. <i>longum</i>	1. <i>Bifidobacterium longum</i> 和 <i>Bifidobacterium infantis</i> 是 1963 年 Reuter 發表, <i>Bifidobacterium suis</i> 是 1971 年 Matteuzzi 等人發表, 1980 年全部在 Approved Lists of Bacterial Names 公告為正式學名 <sup>[4]</sup> 。 2. 2002 年 Sakata 等人根據 DNA-DNA 雜交試驗, 提議 <i>Bifidobacterium infantis</i> 和 <i>Bifidobacterium suis</i> 是 <i>Bifidobacterium longum</i> 的同種異名, 進一步以 DNA 指紋分析方法(ribotyping 和 RAPD-PCR) 可將 <i>Bifidobacterium longum</i> 分成三個生物型 (biotype): <i>infantis</i> type、 <i>longum</i> type 和 <i>suis</i> type <sup>[14]</sup> 。國際原核生物分類系統委員會提議應該將 <i>Bifidobacterium longum</i> 區分成三個新亞種 <sup>[15]</sup> 。 3. 2008 年 Mattarelli 等人提議將 <i>Bifidobacterium longum</i> 重新分類成三個新亞種: <i>Bifidobacterium longum</i> subsp. <i>infantis</i> 、 <i>Bifidobacterium longum</i> subsp. <i>longum</i> 和 <i>Bifidobacterium longum</i> subsp. <i>suis</i> <sup>[7]</sup> 。 4. <i>Bifidobacterium longum</i> subsp. <i>suillum</i> 是 2015 年發表的新亞種 <sup>[16]</sup> , 在 2015 年核准公告為有效學名 <sup>[17]</sup> 。 5. <i>Bifidobacterium longum</i> 目前區分成 4 個亞種: <i>Bifidobacterium longum</i> subsp. <i>infantis</i> 、 <i>Bifidobacterium longum</i> subsp. <i>longum</i> 、 <i>Bifidobacterium longum</i> subsp. <i>suis</i> 和 <i>Bifidobacterium longum</i> subsp. <i>suillum</i> 。 6. <i>Bifidobacterium longum</i> subsp. <i>longum</i> 是 <i>Bifidobacterium longum</i> 的標準亞種 (Type subspecies)。
<i>Lactobacillus bifidus</i>	<i>Bifidobacterium bifidum</i>	1. <i>Lactobacillus bifidus</i> 是 1899 年 Tissier 從嬰兒糞便中發現 Y 型 (“bifid”) 細菌, 並紀錄為 “ <i>Bacillus bifidus</i> ”, 1905 年記錄為 “ <i>Lactobacillus bifidus</i> ”, 是 <i>Bifidobacterium bifidum</i> 的同種

菌種學名 (Name)	正確學名 (Correct name)	學名變更說明 (Note of Name Change)
		異名 <sup>[18, 19]</sup> 。 2. <i>Bifidobacterium bifidum</i> 是 1924 年 Orla-Jensen 發表，1980 年在 Approved Lists of Bacterial Names 公告為正式學名 <sup>[4]</sup> 。
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	1. <i>Lactobacillus bulgaricus</i> 是 1919 年 Orla-Jensen 紀錄，1971 年 Rogosa 和 Hansen 發表 <sup>[20]</sup> ，1980 在 Approved Lists of Bacterial Names 公告為正式學名 <sup>[4]</sup> 。 2. 1983 年 Weiss 等人根據 DNA-DNA 雜交試驗結果，認為 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> 、 <i>Lactobacillus bulgaricus</i> 和 <i>Lactobacillus lactis</i> 應為同種，但因糖類發酵特徵或分離源具有很高的歧異度，提議區分成 3 個亞種， <i>Lactobacillus delbrueckii</i> 更名為 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>delbrueckii</i> ， <i>Lactobacillus bulgaricus</i> 更名為 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> ， <i>Lactobacillus lactis</i> 更名為 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> <sup>[21]</sup> ，1984 年全部核准公告為有效學名 <sup>[22]</sup> 。
<i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>Rhamnosus</i>	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	1. <i>Lactobacillus casei</i> 是 1916 年 Orla-Jensen 紀錄為“ <i>Streptobacterium casei</i> ”，1971 年 Hansen 和 Lessel 更名發表 <sup>[23]</sup> 。 <i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i> 是 1968 年 Hansen 發表。 2. <i>Lactobacillus casei</i> 在 1980 年於 Approved Lists of Bacterial Names 公告為正式學名，包含 5 個亞種： <i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>alactosus</i> 、 <i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>casei</i> 、 <i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>pseudoplanatarum</i> 、 <i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i> 和 <i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>tolerans</i> <sup>[4]</sup> 。 3. 1989 年 Collins 等人根據 DNA-DNA 雜交試驗和表現型試驗分析，將上述 5 個亞種重新分類成 3 個種 2 個亞種： <i>Lactobacillus casei</i> 、 <i>Lactobacillus paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i> 、 <i>Lactobacillus paracasei</i> subsp. <i>tolerans</i> 和 <i>Lactobacillus rhamnosus</i> <sup>[24]</sup> 。
<i>Lactobacillus cremoris</i>	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	1. <i>Lactobacillus cremoris</i> 的原始菌名應為 <i>Streptococcus cremoris</i> 。 2. <i>Streptococcus cremoris</i> 是 1919 年 Orla-Jensen 發表，1980 年在 Approved Lists of Bacterial Names 公告為正式學名 <sup>[4]</sup> 。 3. 1982 年 Garvie 和 Farrow 根據 DNA-DNA 雜交試驗，將 <i>Streptococcus cremoris</i> 重新分類到 <i>Streptococcus lactis</i> 的亞種層次，命名為 <i>Streptococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> <sup>[25]</sup> 。 4. 1985 年 Schleifer 等人成立乳酸球菌屬( <i>Lactococcus</i> )，將 <i>S. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> 更名為 <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> <sup>[26]</sup> ，在 1986 年核准公告為有效學名 <sup>[27]</sup> 。
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>delbrueckii</i>	1. <i>Lactobacillus delbrueckii</i> 是 1896 年 Leichmann 紀錄為“ <i>Bacillus delbrücki</i> ”，1901 年 Beijerinck 更名為“ <i>Lactobacillus delbrücki</i> ”，在 1980 年於 Approved Lists of Bacterial Names 公告為正式學名 <sup>[4]</sup> 。 2. <i>Lactobacillus delbrueckii</i> 是乳酸桿菌屬 ( <i>Lactobacillus</i> ) 的標準菌種 (Type species)。 3. 1983 年 Weiss 等人根據 DNA-DNA 雜交試驗結果，認為 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> 、 <i>Lactobacillus bulgaricus</i> 和 <i>Lactobacillus lactis</i> 應為同種，但因醱發酵特徵或分離源具有很高的歧異度，提議區分成 3 個亞種， <i>Lactobacillus delbrueckii</i> 更名為 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>delbrueckii</i> ， <i>Lactobacillus bulgaricus</i> 更名為 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> ， <i>Lactobacillus lactis</i> 更名為 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> <sup>[21]</sup> 。這些菌名在 1984 年核准公告為有效學名 <sup>[22, 28]</sup> 。 4. <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>indicus</i> 、 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>sunkii</i> 和 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>jakobsenii</i> 分別是 2005, 2012 和 2013 年發表的新亞種 <sup>[29,30,31]</sup> 。 5. <i>Lactobacillus delbrueckii</i> 目前區分成 6 個亞種： <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> 、 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>delbrueckii</i> 、 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>indicus</i> 、 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>jakobsenii</i> 、 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> 和 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>sunkii</i> 。 6. <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>delbrueckii</i> 是 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> 的標準亞種 (Type subspecies)。
<i>Lactobacillus kefir</i>	<i>Lactobacillus kefir</i>	1. <i>Lactobacillus kefir</i> 是 1983 年 Kandler 和 Kunath 發表，同年經核准公告為有效學名 <sup>[32]</sup> 。1997 年更正學名拼法為 <i>Lactobacillus kefir</i> <sup>[33]</sup> 。
<i>Lactobacillus lactis</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i>	1. <i>Lactobacillus lactis</i> 是 1919 年 Orla-Jensen 發表，1934 年 Bergey 等人紀錄，1980 年在 Approved Lists of Bacterial Names 公告為正式學名 <sup>[4]</sup> 。 2. 1983 年 Weiss 等人根據 DNA-DNA 雜交試驗結果，認為 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> 、 <i>Lactobacillus bulgaricus</i> 和 <i>Lactobacillus lactis</i> 應為同種，但因醱發酵特徵或分離源具有很高的歧異度，提議區分成 3 個亞種， <i>Lactobacillus delbrueckii</i> 更名為 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>delbrueckii</i> ， <i>Lactobacillus bulgaricus</i> 更名為 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp.

菌種學名 (Name)	正確學名 (Correct name)	學名變更說明 (Note of Name Change)
		<i>bulgaricus</i> · <i>Lactobacillus lactis</i> 更名為 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> [21]，1984 年全部核准公告為有效學名 [22]。
<i>Lactobacillus lactis</i> subsp. <i>Lactis</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i>	<i>Lactobacillus lactis</i> subsp. <i>Lactis</i> 的原始菌名應為 <i>Lactobacillus lactis</i> 。詳細說明參見 <i>Lactobacillus lactis</i> 或 <i>Streptococcus lactis</i> 。
<i>Lactobacillus paracasei</i>	<i>Lactobacillus paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Lactobacillus casei</i> 是 1916 年 Orla-Jensen 紀錄為“<i>Streptobacterium casei</i>”，1971 年 Hansen 和 Lessel 更名發表 [23]。</li> <li>2. <i>Lactobacillus casei</i> 在 1980 年於 Approved Lists of Bacterial Names 公告為正式學名，包含 5 個亞種：<i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>alactosus</i>、<i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>casei</i>、<i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>pseudoplanarum</i>、<i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i> 和 <i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>tolerans</i> [4]。</li> <li>3. 1989 年 Collins 等人根據 DNA-DNA 雜交試驗和表現型試驗分析，將上述 5 個亞種重新分類成 3 個種 2 個亞種：<i>Lactobacillus casei</i>、<i>Lactobacillus paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i>、<i>Lactobacillus paracasei</i> subsp. <i>tolerans</i> 和 <i>Lactobacillus rhamnosus</i> [24]。<i>Lactobacillus paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i> 和 <i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>tolerans</i> 的醣類發酵反應等表現型特徵有很大的差異，因而區分成 2 個亞種。</li> <li>4. <i>Lactobacillus paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i> 是 <i>Lactobacillus paracasei</i> 的標準亞種 (Type subspecies)。</li> </ol>
<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i> subsp. <i>plantarum</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Lactobacillus plantarum</i> 是 1919 年 Orla-Jense 紀錄為“<i>Streptobacterium plantarum</i>”，1923 年 Bergey 等人更名紀錄，1980 年在 Approved Lists of Bacterial Names 公告為正式學名 [4]。</li> <li>2. 2005 年 Bringel 等人以多重 PCR 方法 (species-specific multiplex-PCR) 及持家基因 (<i>recA</i> 和 <i>cpn60</i>) 序列分析，將 <i>Lactobacillus plantarum</i> 區分成 2 個亞種，命名為 <i>Lactobacillus plantarum</i> subsp. <i>plantarum</i> 和 <i>Lactobacillus plantarum</i> subsp. <i>argenteratensis</i> [34]。</li> <li>3. <i>Lactobacillus plantarum</i> subsp. <i>plantarum</i> 是 <i>Lactobacillus plantarum</i> 的標準亞種 (Type subspecies)。</li> </ol>
<i>Lactobacillus sporogenes</i>	<i>Bacillus coagulans</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Bacillus coagulans</i> 是 1915 年 Hammer 從凝乳現象的奶水 (evaporated milk) 中分離並命名的菌種學名 [35]。1932 年由 Horowitz-Wlassowa 和 Nowotelnov 再次分離並命名為 <i>Lactobacillus sporogenes</i>。</li> <li>2. 這種細菌會產生乳酸，且兼具乳酸桿菌屬 (<i>Lactobacillus</i>) 與芽孢桿菌屬 (<i>Bacillus</i>) 的典型特徵，分類地位曾經倍受爭議。伯吉氏鑑定細菌學手冊 Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 第 7 版依據其生化特徵將其歸屬於芽孢桿菌屬 [36]。乳酸桿菌屬與芽孢桿菌屬的主要差異在於是否會產生孢子以及是否具有觸媒活性等特徵 [37]。</li> <li>3. <i>Lactobacillus sporogenes</i> 是 <i>Bacillus coagulans</i> 的同種異名。</li> </ol>
<i>Propionibacterium freudenreichii</i>	<i>Propionibacterium freudenreichii</i> subsp. <i>freudenreichii</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Propionibacterium freudenreichii</i> 和 <i>Propionibacterium shermanii</i> 是 1928 年 Van Niel 分別從 Swiss cheese 和 Parmesan cheese 分離且發表的菌種學名。</li> <li>2. 1970 年出版的厭氧微生物書籍中提到 <i>Propionibacterium freudenreichii</i> 被區分成兩個亞種，<i>Propionibacterium freudenreichii</i> subsp. <i>freudenreichii</i> 和 <i>Propionibacterium freudenreichii</i> subsp. <i>shermanii</i> [38]，在 1980 年於 Approved Lists of Bacterial Names 公告為正式學名 [4]。</li> </ol>
<i>Propionibacterium shermanii</i>	<i>Propionibacterium freudenreichii</i> subsp. <i>shermanii</i>	
<i>Streptococcus lactis</i>	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Streptococcus lactis</i> 是 1873 年 Lister 紀錄為“<i>Bacterium lactis</i>”，1909 年 Löhnis 更名發表，1980 年在 Approved Lists of Bacterial Names 公告為正式學名 [4]。</li> <li>2. 1982 年 Garvie 和 Farrow 根據 DNA-DNA 雜交試驗，將 <i>Streptococcus lactis</i>、<i>Streptococcus cremoris</i> 和 <i>Streptococcus diacetylactis</i> 重新分類成 3 個亞種，命名為 <i>Streptococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>、<i>Streptococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> 和 <i>Streptococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i> [25]。</li> <li>3. 1985 年 Schleifer 等人成立乳酸球菌屬 (<i>Lactococcus</i>)，將 <i>S. lactis</i> subsp. <i>lactis</i>、<i>S. lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i> 和 <i>Lactobacillus xylosus</i> 更名為 <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>，將 <i>S. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> 更名為 <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>，將 <i>Lactobacillus hordniae</i> 更名為 <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>hordniae</i> [26]。這些菌名在 1986 年核准公告為有效學名 [27, 39]。</li> <li>4. <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>tractae</i> 是 2011 年發表的新亞種 [40]。</li> <li>5. <i>Lactococcus lactis</i> 目前區分成 4 個亞種：<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>、<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>hordniae</i>、<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 和 <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>tractae</i>。</li> <li>6. <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 是 <i>Lactococcus lactis</i> 的標準亞種 (Type subspecies)。</li> </ol>

菌種學名 (Name)	正確學名 (Correct name)	學名變更說明 (Note of Name Change)
<i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Streptococcus thermophilus</i> 是 1919 年 Orla-Jensen 發表，1980 年在 Approved Lists of Bacterial Names 公告為正式學名<sup>[41]</sup>。</li> <li>2. 1984 年 Farrow 和 Collins 根據 DNA-DNA 雜交試驗，將 <i>Streptococcus thermophilus</i> 重新分類到 <i>Streptococcus salivarius</i> 的亞種層次，命名為 <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>salivarius</i> 和 <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i><sup>[41]</sup>，1984 年核准公告為有效學名<sup>[42]</sup>。</li> <li>3. 1991 年 Schleifer 等人再次進行 DNA-DNA 雜交試驗，結果顯示 <i>S. salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> 與 <i>S. salivarius</i> subsp. <i>salivarius</i> 明顯區分成二個不同種，提議將 <i>S. salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> 更名為 <i>Streptococcus thermophilus</i><sup>[43]</sup>，1995 年核准公告為有效學名<sup>[44]</sup>。</li> </ol>
<i>Streptococcus faecalis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Streptococcus faecalis</i> 是 1906 年 Andrewes 和 Horder 發表，1980 年在 Approved Lists of Bacterial Names 公告為正式學名<sup>[41]</sup>。</li> <li>2. 1984 年 Schleifer 和 Kilpper-Bälz 利用 DNA-DNA 雜交試驗與 16S rDNA 序列分析，成立腸球菌屬 (<i>Enterococcus</i>)，並將 <i>Streptococcus faecalis</i> 和 <i>Streptococcus faecium</i> 更名為 <i>Enterococcus faecalis</i> 和 <i>Enterococcus faecium</i><sup>[45]</sup>。</li> </ol>
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Leuconostoc mesenteroides</i> 是 1878 年 Tsenkovskii 紀錄為 "<i>Ascococcus mesenteroides</i>"，同年 van Tieghem 更名發表，1980 年在 Approved Lists of Bacterial Names 公告為正式學名 [4]。</li> <li>2. 1983 年 Garvie 根據 DNA-DNA 雜交試驗、乳酸脫氫酶和葡萄糖-6-磷酸脫氫酶等特性分析，將 <i>Leuconostoc mesenteroides</i>、<i>Leuconostoc cremoris</i> 和 <i>Leuconostoc dextranicum</i> 重新分類成 3 個亞種，命名為 <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides</i>、<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> 和 <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>dextranicum</i><sup>[46]</sup>。</li> <li>3. <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>jonggajibkimchii</i> 是 2017 年發表的新亞種<sup>[47]</sup>。</li> <li>4. <i>Leuconostoc mesenteroides</i> 目前區分成 4 個亞種：<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>、<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>dextranicum</i>、<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>jonggajibkimchii</i> 和 <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides</i>。</li> <li>5. <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides</i> 是 <i>Leuconostoc mesenteroides</i> 的標準亞種 (Type subspecies)。</li> </ol>

表二、參考文獻彙整表

序號	參考文獻
1	FAO/WHO. 2002. Joint FAO/ WHO Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. London, Ontario, Canada, April 30 and May 1.
2	Buchanan RE, Gibbons NE. 1974. <i>Bergey's Manual of Determinative Bacteriology</i> . 8th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; pp. 529–550.
3	Nakamura LK <i>et al.</i> 1999. <i>Int J Syst Bacteriol</i> 49:1211–1215.
4	Skerman VBD <i>et al.</i> 1980. <i>In J Syst Bacteriol</i> 30:225–420.
5	Rooney AP <i>et al.</i> 2009. <i>Int J Syst Evol Microbiol</i> 59:2429–2436.
6	Adelskov J <i>et al.</i> 2017. <i>3 Biotech</i> 7:142.
7	Mattarelli P <i>et al.</i> 2008. <i>Int J Syst Evol Microbiol</i> 58:767–772.
8	Meile L <i>et al.</i> 1997. <i>Syst Appl Microbiol</i> 20:57–64.
9	Validation List No. 62. 1997. <i>Int J Syst Bacteriol</i> 47: 915–916.
10	Cai Y. <i>et al.</i> 2000. <i>Microbiol Immunol</i> 44:815–820.
11	Klein G. 2001. <i>Int J Syst Evol Microbiol</i> 51: 259–261.
12	Scardovi V <i>et al.</i> 1974. <i>Int J Syst Bacteriol</i> 24:21–28.
13	Masco L <i>et al.</i> 2004. <i>Int J Syst Evol Microbiol</i> 54:1137–1143.
14	Sakata S <i>et al.</i> 2002. <i>Int J Syst Evol Microbiol</i> 52:1945–1951.
15	Klein G. 2006. <i>Int J Syst Evol Microbiol</i> 56:2501–2503.
16	Yanokura E <i>et al.</i> 2015. <i>Syst Appl Microbiol</i> 38:305–314.
17	Validation List No. 166. 2015. <i>Int J Syst Evol Microbiol</i> 65 :3763–3767.

序號	參考文獻
18	Weiss JE <i>et al.</i> 1934. <i>J Bact</i> 28:501–521.
19	Mitsuoka T. 1984. <i>Bifidobacteria Microflora</i> 3:11–28.
20	Rogosa M <i>et al.</i> 1971. <i>Int J Syst Bacteriol</i> 21:177–186.
21	Weiss N <i>et al.</i> 1983. <i>Syst Appl Microbiol</i> 4:552–557.
22	Validation List No. 14. 1984. <i>Int J Syst Bacteriol</i> 34:270–271.
23	Hansen PA <i>et al.</i> 1971. <i>Int J Syst Bacteriol</i> 1971;21: 69–71.
24	Collins MD <i>et al.</i> 1989. <i>Int J Syst Bacteriol</i> 39:105–108.
25	Garvie EI <i>et al.</i> 1982. <i>Int J Syst Bacteriol</i> 32:453–455.
26	Schleifer KH <i>et al.</i> 1985. <i>Syst. Appl Microbiol</i> 6:183–195.
27	Validation List No. 20. 1986. <i>Int J Syst Bacteriol</i> 36: 354–356.
28	Howey RT <i>et al.</i> 1990. <i>Int J Syst Bacteriol</i> 40:317–319.
29	Dellaglio F <i>et al.</i> 2005. <i>Int J Syst Evol Microbiol</i> 55:401–404.
30	Kudo Y <i>et al.</i> 2012. <i>Int J Syst Evol Microbiol</i> 62:2643–2649.
31	Adimpong DB <i>et al.</i> 2013. <i>Int J Syst Evol Microbiol</i> 63:3720–3726.
32	Validation List No. 11.1983. <i>Int J Syst Bacterio</i> 33:619–620.
33	Trüper HG <i>et al.</i> 1997. <i>Int J Syst Bacteriol</i> 47:908–909.
34	Bringel F <i>et al.</i> 2005. <i>Int J Syst Evol Microbiol</i> 55:1629–1634.
35	Hammer BW. 1915. <i>Iowa AgricExp Stn Res Bull</i> 19:119–132.
36	Breed RS <i>et al.</i> 1975. <i>Bergey's Manual of Determinative Bacteriology</i> . 7th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; pp. 541–551 and pp. 613–634.
37	Drago L <i>et al.</i> 2009. <i>J Chemother</i> 21:371–377.
38	Moore WEC <i>et al.</i> 1970 <i>Propionibacterium, Arachnia, Actinomyces, Lactobacillus and Bifidobacterium</i> . In: Cato EP <i>et al.</i> <i>Outline of Clinical Methods in Anaerobic Bacteriology</i> . 2nd revision. Virginia Polytechnic Institute, Anaerobe Laboratory, Blacksburg, Virginia; pp. 15–21.
39	Euzéby <i>et al.</i> 2001. <i>Int J Syst Evol Microbiol</i> 51:1933–1938.
40	Pérez T <i>et al.</i> 2011. <i>Int J Syst Evol Microbiol</i> 61:1894–1898.
41	Farrow JAE <i>et al.</i> 1984. <i>J Gen Microbiol</i> 130:357–362.
42	Validation list No. 15. 1984. <i>Int J Syst Bacteriol</i> 34:355–357.
43	Schleifer KH <i>et al.</i> 1991. <i>Syst Appl Microbiol</i> 14:386–388.
44	Validation list No. 54. 1995. <i>Int J Syst Bacteriol</i> 45:619–620.
45	Schleifer KH <i>et al.</i> 1984. <i>Int J Syst. Bacteriol</i> 34:31–34.
46	Garvie EI. 1983. <i>Int J Syst Bacteriol</i> 33:118–119.
47	Jeon HH <i>et al.</i> 2017. <i>Int J Syst Evol Microbiol</i> 67:2225–2230.

## 生物資源保存及研究簡訊 第117期

發行者：財團法人 食品工業發展研究所

發行人：廖啟成所長

主編：陳倩琪

編輯：王俐婷、吳柏宏、許璦文、黃學聰

本著作權依補助契約歸屬財團法人 食品工業發展研究所

地址：新竹市食品路 331 號

電話：(03)5223191-6

傳真：(03)5224171-2

承印：國大打字行

電話：(03)5264220

ISSN：1021-7932

GPN：2009001214

中華郵政新竹誌字第0030號

交寄登記證登記為雜誌交寄

