

黴菌命名法的變革與管理

【國家衛生研究院 感染症與疫苗研究所台灣黴菌實驗中心
陳盈之 / 林巧梅 / 謝禮雲 / 陳玉蓮 / 羅秀容 摘評】

黴菌物種正經歷重大的命名改革，主要是因放棄源自於2013年的有性型 (teleomorph)/ 無性型 (anamorph) 雙物種命名法 (dual nomenclature) 改用一黴菌一學名 (one fungus one name) 之命名方法，加上分子技術在分類學的推波助瀾，終於得以更新長期以來分類的混淆。命名變革影響了醫學上許多重要物種的名稱變化，然而基於臨床醫師對舊名的熟悉度與直覺性考量，因此截至目前為止微生物學實驗室尚未統一發佈更名指南，此篇參考文獻概述臨床上主要黴菌名稱變更的基本原理，此篇文章是針對酵母菌型黴菌的更名清單做統整。

命名變革的發生歸功於分子技術應用在分類學、診斷學和流行病學，改善黴菌物種的定義和鑑定方式。分子技術鑑定法可釐清菌種間 (interspecies) 和種內 (intraspecies) 的系統發育演化關係，並更新依照型態分類和過去鑑定方法所產生的分類引起的混淆。例如多個菌種因具有相同的型態或表型特徵而歸類

在同一類群，藉由分子技術鑑定法可提供數據並明確判斷該分類群 (taxonomic group) 是否確實共享相同祖先之單系群 (monophyletic) 或者該分類群是否具有混合祖先的多系群 (polyphyletic)。若經分生鑑定發現該分類群為多系群，則有必要將不具共同祖先的菌種轉移並命名到更合適的屬中。

過去十年間，黴菌物種名稱的變化速度快又頻繁，為了保有原來名字的特性，通常名稱更改屬名而保留種名 (例如，*Scedosporium prolificans* 變為 *Lomentospora prolificans*)，但，有些狀況，仍有屬名與種名同時更動的情況發生，例如，*Candida krusci* 變為 *Pichia kudriavzevii*。黴菌命名的更動必須嚴格遵循藻類、黴菌和植物的植物命名規約 (International Code of Nomenclature) 來執行，由雙命名法造成的重複命名則依照屬名建立的優先順序決定。此篇文章回顧過去20年來臨床重要黴菌的命名變化，將命名變化納入實驗室報告並對臨床醫療提出建議 (表一)。

念珠菌屬 (*Candida*): 念珠菌屬是世界各地公認造成侵襲性和淺表感染最常見的人類致病菌屬，近年來更是經歷最多重新分類並引起臨床醫師和實驗室人員的關注。念珠菌命名上的問題在於最初根據相似的型態和缺乏明確的有性型態而被分組在一起，因此並不符合「屬」的 3 個普遍接受

標準：(1) 單系性 (monophyly)，即該屬內的所有物種都從共同的祖先進化而來；(2) 屬內包含的物種數量合理緊湊；(3) 該屬的成員皆具有進化而來的特徵。以念珠菌屬系統發育的研究而得到的進化枝 (clade) 具有較充分的佐證支持，更符合「屬」的定義。圖一概述了念珠菌群內進化枝之

表一 酵母菌型黴菌更名清單 [1]

| Previous Name(s) | Current Name | Commonly Associated Infections |
|--|-------------------------------------|---|
| <i>Acremonium kiliense</i> | <i>Sarocladium kiliense</i> | Fungemia, subcutaneous infections |
| <i>Acremonium roseogriseum</i> | <i>Gliomastix roseogrisea</i> | Not associated with infection |
| <i>Acremonium strictum</i> | <i>Sarocladium strictum</i> | Cutaneous, invasive infections |
| <i>Arthroderma benhamiae</i> | <i>Trichophyton benhamiae</i> | Cutaneous infections |
| <i>Cerinosterus cyanescens</i> , <i>Sporothrix cyanescens</i> | <i>Quambalaria cyanescens</i> | Peritonitis, pneumonia, postsurgical complications |
| <i>Fusarium dimerum</i> | <i>Bisifusarium dimerum</i> | Keratitis, invasive infections |
| <i>Fusarium falciforme</i> , <i>Acremonium falciforme</i> | <i>Neocosmospora falciformis</i> | Keratitis, invasive infections |
| <i>Fusarium keratoplasticum</i> | <i>Neocosmospora keratoplastica</i> | Keratitis, invasive infections |
| <i>Fusarium lichenicola</i> | <i>Neocosmospora lichenicola</i> | Keratitis, invasive infections |
| <i>Fusarium petrophilum</i> | <i>Neocosmospora petrophila</i> | Keratitis, invasive infections |
| <i>Fusarium solani</i> | <i>Neocosmospora solani</i> | Keratitis, invasive infections |
| <i>Geosmithia argillacea</i> , <i>Penicillium argillaceum</i> | <i>Rasamsonia argillacea</i> | Respiratory infections, especially in cystic fibrosis |
| <i>Gibberella fujikuroi</i> | <i>Fusarium fujikuroi</i> | Keratitis, invasive infections |
| <i>Lecytophora hoffmannii</i> , <i>Phialophora hoffmannii</i> | <i>Coniochaeta hoffmannii</i> | Subcutaneous infections |
| <i>Microsporium cookei</i> | <i>Paraphyton cookei</i> | Cutaneous infections |
| <i>Microsporium fulvum</i> | <i>Nannizzia fulva</i> | Cutaneous infections |
| <i>Microsporium gallinae</i> | <i>Lophophyton gallinae</i> | Cutaneous infections |
| <i>Microsporium gypseum</i> | <i>Nannizzia gypsea</i> | Cutaneous infections |
| <i>Microsporium nanum</i> | <i>Nannizzia nana</i> | Cutaneous infections |
| <i>Microsporium persicolor</i> | <i>Nannizzia persicolor</i> | Cutaneous infections |
| <i>Neosartorya fischeri</i> , <i>Neosartorya pseudofischeri</i> , <i>Aspergillus thermomutatus</i> | <i>Aspergillus fischeri</i> | Respiratory, invasive infections, allergic conditions |
| <i>Neosartorya udagawae</i> | <i>Aspergillus udagawae</i> | Respiratory, invasive infections, allergic conditions |
| <i>Paecilomyces lilacinus</i> | <i>Purpureocillium lilacinum</i> | Keratitis, cutaneous infections |
| <i>Paecilomyces marquandii</i> | <i>Marquandomyces marquandii</i> | Cutaneous infections (rare) |
| <i>Penicillium marneffeii</i> | <i>Talaromyces marneffeii</i> | Systemic infections |
| <i>Penicillium purpureogenum</i> | <i>Talaromyces purpureogenus</i> | Pulmonary infections (rare) |
| <i>Trichophyton terrestre</i> | <i>Arthroderma terrestre</i> | Doubtful pathogenicity |
| <i>Trichophyton ajelloi</i> | <i>Arthroderma uncinatum</i> | Cutaneous infections |
| <i>Trichophyton mentagrophytes</i> var <i>interdigitale</i> | <i>Trichophyton interdigitale</i> | Cutaneous infections |
| var <i>mentagrophytes</i> | <i>Trichophyton mentagrophytes</i> | Cutaneous infections |
| genotype VIII | <i>Trichophyton indotineae</i> | Cutaneous infections |

間的關係。

三種常見的念珠菌病原體是 *Candida albicans*、*Candida parapsilosis* 和 *Candida tropicalis*，它們屬於 *Lodderomyces* 分枝，作為最大且具有單系性的進化枝之一，該進化枝保留了念珠菌這個名稱。然而，*Candida glabrata* 與密切相關的 *Candida bracarensis* 和 *Candida nivariensis* 一起構成了 *Nakaseomyces* 分支的一部分，因此被轉移到一個新的屬—*Nakaseomyces*，更新後的名字分別為 *Nakaseomyces glabrata*、*Nakaseomyces bracarensis* 和 *Nakaseomyces nivariensis*，儘管對該屬的正式描述仍有待確定。

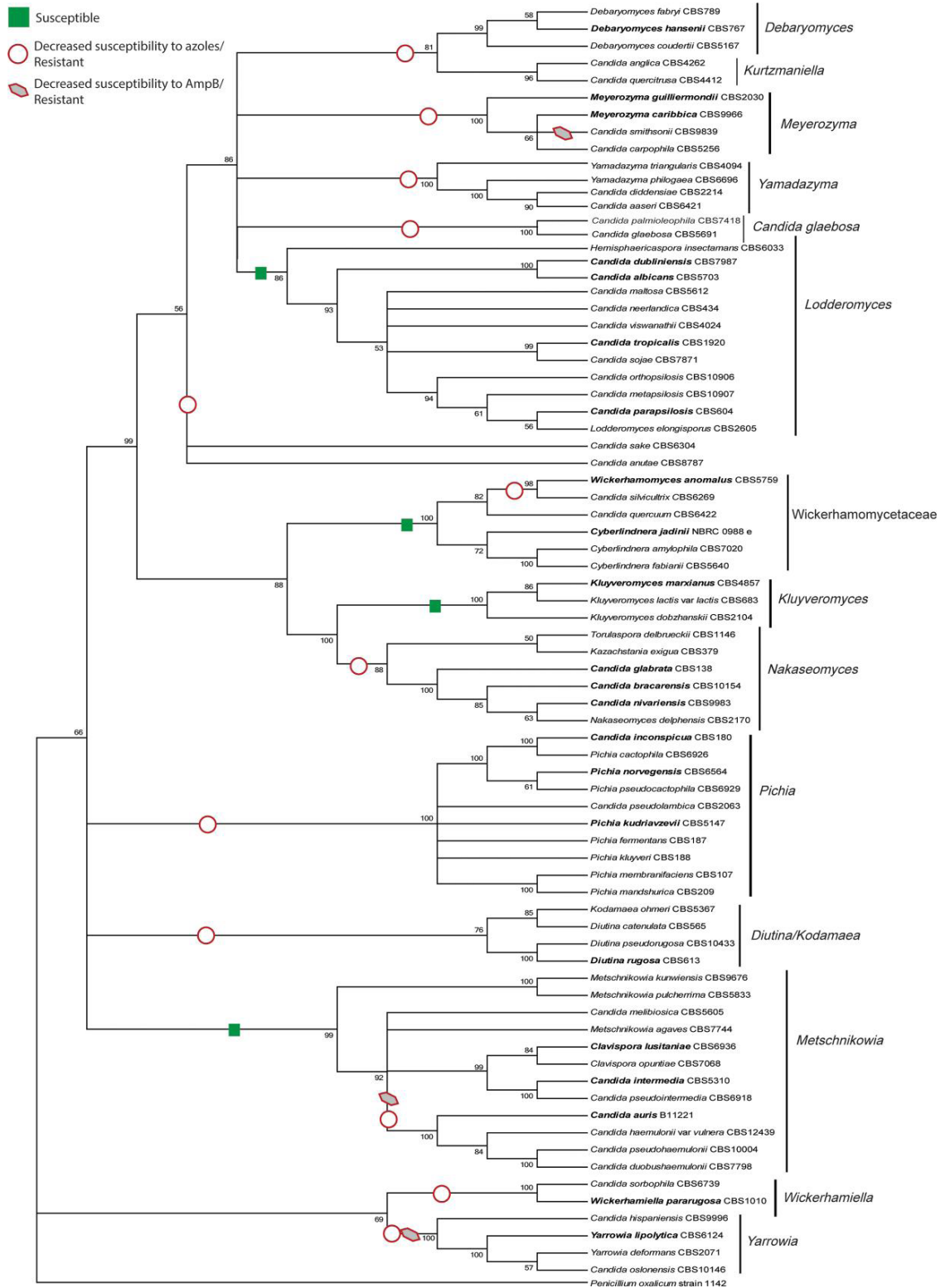
Candida krusei 一度也被稱為 *Issatchenckia orientalis*、*Candida gearinogenes* 和 *Pichia kudriavzevii*，屬於 *Pichia* 分支，由於該屬名在命名時間上優先於其他名稱，因此被正式命名為 *Pichia kudriavzevii*。*Candida norvegensis* 也同為構成 *Pichia* 分支的一部分，並已轉移到 *Pichia norvegensis*。*Nakaseomyces* 和 *Pichia* 分支均包含對唑類抗黴菌藥物敏感性低或具內生性耐藥性 (intrinsic resistance) 的物種，因此這些重新分類的屬擁有特定的進化特徵，符合屬的第三個分類標準 (圖一)。

藉由分析核糖體 18S 和內轉錄間隔核糖體 DNA (internal transcribed spacer ribosomal DNA, rDNA) 序列可完整區分 *Candida rugosa* 複合菌

群中的菌種，包括 *Candida rugosa*、*Candida pararugosa*、*Candida neorugosa* 和 *Candida pseudorugosa*；這些菌種與 *Candida catenulata* 和 *Candida scorzettiae* 共同合併到一個新屬—*Diutina*。另外尚有其他含有前念珠菌屬的新屬包括 *Debaryomyces*、*Clavispora*、*Kluyveromyces*、*Meyerozyma*、*Wickerhamomyces* 和 *Yarrowia*。表一總結了迄今為止臨床重要酵母的命名變化。

近 10 年來在全球大規模流行的耳念珠菌 (*Candida auris*) 目前與 *Candida duobhaemulonii* 以及 *Candida vulturna* 共同歸納為 *Candida haemulonii* 複合體 (*Candida haemulonii* complex)，然而事實上這些物種都屬於 *Clavispora* 分支，代表這些菌種後續可能需要進行更名。另外在 1968 才被提出的新興菌種—*Candida blankii*，根據最近的研究顯示其為多重抗藥性人類病原體，經鑑定後顯示目前並不屬於任何念珠菌分支。

隱球菌屬 (*Cryptococcus*)：基於大規模系統發育證據，擔子菌酵母 (basidiomycetous yeasts) 也經歷了實質性的分類學變化。包括將 *Cryptococcus neoformans* 和 *Cryptococcus gattii* 兩者的複合體提升為種。其中包含 *Cryptococcus neoformans* var *grubii* 更名為 *Cryptococcus neoformans sensu stricto*；*Cryptococcus neoformans* var *neoformans* 更名為 *Cryptococcus deneoformans*。*Cryptococcus gattii* 的



圖一 念珠菌群內進化枝之間的關係

5 個複合體則依照分子類型重新命名為：*Cryptococcus gattii sensu stricto* (基因型 AFLP4/VGI)、*Cryptococcus bacillisporus* (基因型 AFLP5/VGIII)、*Cryptococcus deuterogattii* (AFLP6/VGII)、*Cryptococcus tetragattii* (基因型 AFLP7/VGIV) 和 *Cryptococcus decagattii* (基因型 AFLP10/VGVI)。

流行病學研究顯示不同的隱球菌種 (*Cryptococcus spp.*) 對宿主有特定偏好，且在抗黴菌藥物感受性也有顯著差異。然而在菌種鑑定層面仍存在完整鑑定的困難度，例如基質輔助雷射脫附游離飛行時間質譜技術 (MALDI-TOF MS) 可明確區分 *Cryptococcus neoformans* 複合體與 *Cryptococcus gattii* 複合體內的各菌種，然而沒有此工具的實驗室僅能鑑定出該菌株為 *Cryptococcus neoformans* 複合體或 *Cryptococcus gattii* 複合體。

另外，其他原本歸類在隱球菌屬但目前轉移到其他屬的菌種包括：*Filobasidium magnum* (原名為 *Cryptococcus magnus*)、*Naganishia adeliensis* (原名為 *Cryptococcus adeliensis*)、*Naganishia albida* (原名為 *Cryptococcus albidus*)、*Naganishia diffluens* (原名為 *Cryptococcus diffluens*)、*Naganishia liquefaciens* (原名為 *Cryptococcus liquefaciens*) 和 *Papiliotrema laurentii* (原名為 *Cryptococcus laurentii*)。

假酶 (*Pseudozyma*): *Pseudozyma species* (假酵母菌) 與 *Ustilaginaceae* (黑粉菌科) 的黑穗菌 (smut fungi) 密切相關，逐漸造成人類罹患黴菌血症的原因。雖然報導的病例很少，最常見的感染病原體為 *Pseudozyma aphidis*，此外還有 *Pseudozyma antarctica*、*Pseudozyma parantarctica*、*Pseudozyma alboarmeniaca*、*Pseudozyma churashimaensis*、*Pseudozyma crassa*、*Pseudozyma siamensis* 與 *Pseudozyma thailandica*。

該屬已被證明是多系群，許多物種與黑粉菌科內的其他屬歸類在一起。*Pseudozyma aphidis*、*P. antarctica* 和 *P. parantarctica* 與 *Moesziomyces bullatus* 屬於同個群體，因此共同轉移到 *Moesziomyces*，新命名為 *Moesziomyces aphidis*、*Moesziomyces antarcticus* 和 *Moesziomyces parantarcticus*。*Pseudozyma churashimaensis* 歸類為新屬，現在稱為 *Dirkmeia churashimaensis*。*Pseudozyma crassa* 被轉移到 *Tridiomyces* 更名為 *Tridiomyces crassus*；*P. siamensis* 被轉移到 *Ustilago* (黑粉菌屬)，稱為 *Ustilago siamensis*；然而，其中 *P. alboarmeniaca* 和 *P. thailandica* 的分類地位仍有待解決。

毛孢子菌屬 (*Trichosporon*)：中國劉研究員團隊在 2015 年發表關於 *Trichosporon* 屬的分類學修

訂，其團隊利用 7 個基因進行分類，經修訂後仍分類在 *Trichosporon* 的菌種為：*Trichosporon asahii*、*Trichosporon asteroides*、*Trichosporon coremiiforme*、*Trichosporon dohaense*、*Trichosporon faecale*、*Trichosporon inkin*、*Trichosporon japonicum* 和 *Trichosporon ovoides*。而轉移到其他屬的菌種包含：1. *Trichosporon montevidense* 與 *Trichosporon mycotoxinivorans* 轉移到 *Apiotrichum*，分別命名為 *Apiotrichum montevidense* 和 *Apiotrichum mycotoxinivorans*。2. *Trichosporon cutaneum*、*Trichosporon jirovecii*、*Trichosporon dermatitis*、*Trichosporon mucoides*、*Cryptococcus curvatus* 與 *Cryptococcus cyanovorans* 經分類後納入新的屬 – *Cutaneotrichosporon* 全數保留其物種名稱僅更改屬名。

【譯者評】分子技術鑑定法的蓬勃發展無疑是科學家尋找黴菌真正歸

屬的最大功臣，尤其針對被雙物種命名法重複命名的擔子菌門與子囊菌門下的菌種。自 2013 起實施「一黴菌一命名」至今已歷經 10 年變革時間，然不論在臨床醫療或實驗室仍對於菌種命名修正有諸多困惑，尤其常見人類致病菌的更名可能造成臨床病例收集遺漏以及醫療診斷上的不敏銳。在臨床醫護人員熟悉了新種名之前，目前建議記錄新種名並括弧舊種名方式，如 *Pichia kudriavzevii* (*Candida krusei*)。該如何完整且正確的推廣黴菌更名運動實為一大難題，需要各領域專家一同思考並攜手面對。

參考文獻

1. Kidd SE, Abdolrasouli A, Hagen F: Fungal nomenclature: Managing change is the name of the game. *Open Forum Infect Dis.* 2023;10: ofac559.
2. 陳羿秀，歐玠晴，陳啟予：命名及鑑定植物病原真菌。2022 作物有害生物分類與鑑定技術在植物防檢疫之應用研討會專刊。2022; 236: 222-40。