

## 紅麴與保健食品系列報導(4)

## 紅麴菌基因解碼

在本人研究室，利用全基因體霰彈定序技術，完成 *Monascus purpureus* NTU 568 菌株之部分序列組裝，可進行初步的基因與蛋白質預測，而在分類方面則可粗歸納為幾個族群。此全基因體序列資料除了可針對紅麴菌特有代謝產物生成途徑之探討，也可幫助了解真菌物種間的演化關係。

**紅** 麴菌是真菌的一種，真菌與細菌、放線菌同為構成微生物之最重要種類，而真菌又可大別為黴菌與酵母菌，紅麴菌是屬於黴菌，因其最常培養於米粒上，故紅麴米英文稱為 red mold rice，並非某些文獻所稱的 red yeast rice。

## 紅麴菌的身分證

紅麴的應用在我國已有千年歷史，紅麴菌屬 (*Monascus*) 之研究是在 1884 年由法國學者 van Tieghem 為分離在馬鈴薯培養基上所發現之 2 種真菌所建立。紅麴菌可廣泛存在於穀類、澱粉、新鮮牧草、泥土、魚乾、河川表面沉澱物及松樹根組織中。紅麴又名赤麴，在日本稱為 beni koji 或 anka koji，歐洲也以中國紅米 (red Chinese rice) 稱

呼。

在生物的領域中，分類學的術語依序就是界、門、綱、目、科、屬、種。當法國學者 van Tieghem 在西元 1884 年建立了紅麴菌屬 (*Monascus*) 後，紅麴菌在生物學中就占有了一席之地，所以紅麴菌的身分證上是屬於「真菌界」。

紅麴菌的特徵是菌絲呈無色、褐色或紅色，在顯微鏡下觀察可看見菌絲內具有橫隔的構造，在菌絲末端會產生一個大型的有性厚壁子囊。紅麴菌的分類是基於菌株的來源、培養基的型態、發酵特性及色素產生等特徵作為種名命名的依據。

根據紅麴菌在洋菜固體培養基上之生長速度、菌叢顏色及閉囊果與分生孢子之大小、顏色，將紅麴菌只分成 *M. rube*、*M. purpureus* 和 *M. pilosus* 等 3



圖 1. 培養於試管中之紅麴菌 *Monascus purpureus* NTU 568

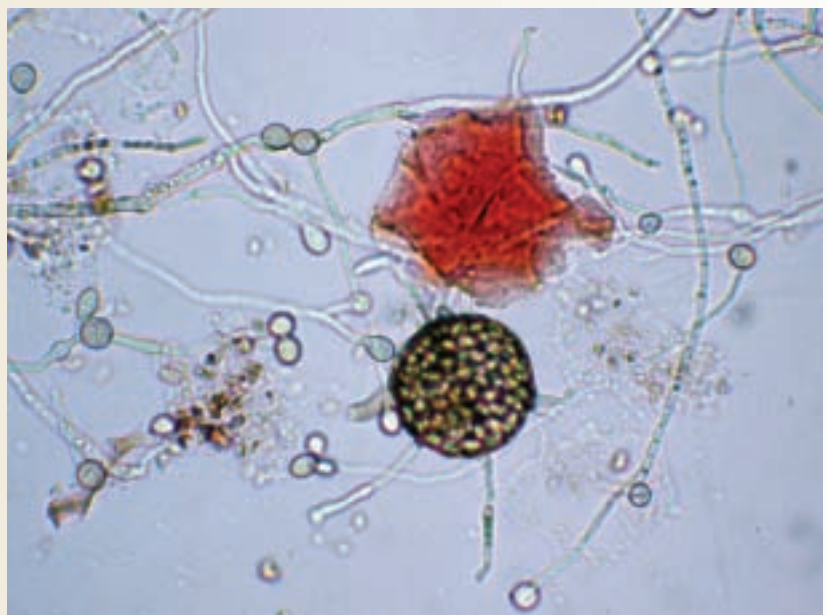


圖 2. 顯微鏡下之紅麴菌 (*Monascus purpureus* NTU 568)

種，我國發酵食品上常見之*M. anka* 係在台灣分離之菌株，其anka乃取「紅麴」台語發音命名，其與*M. purpureus*應屬同種。往後又有*M. floridanus*、*M. palensis*與*M. sanguineus*之發現。

## 孕育的紅麴菌株

筆者積極改良的菌種有好幾株菌株表現優異，皆屬於*Monascus purpureus*品種，其中有一菌株，因為在筆者任職的國立臺灣大學（National Taiwan University, NTU）所孕育出來的，故命名為*Monascus purpureus* NTU 568，其中568為實驗室中之編號。圖1和圖2所示分別為其培養於試管中和在電子顯微鏡下的真面貌。

由於民眾對紅麴菌株之名稱常會有疑問，在演講中最常被問到的是，是否所有的紅麴菌株都會生產相同的功效成分？在此特別加以說明。所有生物在學術上均採用二名法，即屬名加種名。*Monascus purpureus* NTU 568中之*Monascus*即為屬名，而*purpureus*則為種名。

是不是所有*Monascus purpureus*均為相同菌株？其實不是，屬名就如同一個人姓名的姓，而種名則為姓名的名。姓名相同並不見得是同一個人，必須身分證字號相同才能確定是哪一個人。所以紅麴菌株編號完全相同才是同一個菌株。*Monascus purpureus* NTU 568能產生之功效成分，其他*Monascus purpureus*菌株不一定能生成。

紅麴菌之生活史如圖3所示為雌雄同體（homothallic），其營養菌絲呈不規則狀分歧，內有大型液泡、微小體、粒線體與隔膜結構，可藉由分生孢子行無性生殖或產生子囊果行有性生殖。

行有性生殖時，位於菌絲頂端之精子器會延長為一多核管狀細胞，雌性母細胞也同時分裂為受精毛與造囊果，精子器之核藉受精毛移入造囊果而融合。結合後造囊果膨大發育，形成直徑約20~40 μm之子囊果，待成熟後子囊孢子會自子囊果裂口處釋出，再開始其新的生活史。

## 紅麴的歷史意義

1千年前的北宋朝初期文物如陶谷雜採隨，唐五代典故所寫的清異錄上提到「紅麴煮肉」；胡伯的苕溪漁隱叢話記載「江南人家造紅酒，色味兩絕」；李之儀的姑溪居士集曾描敘「紅糟筍」；莊綽的雞肋編曰「江南閩酒中公私醞釀皆紅麴酒」。元朝以後，紅麴的使用更普遍，許多調理食物的書

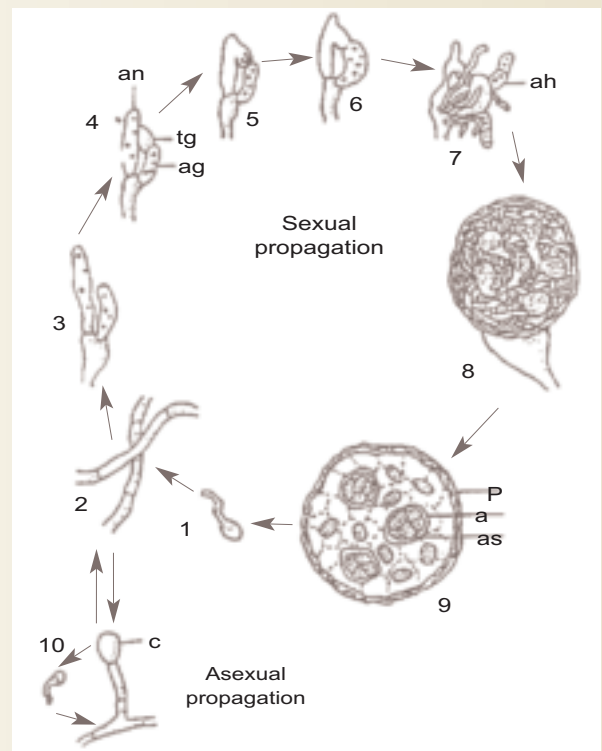


圖3. 紅麴菌之生活史

- 1,2：子囊孢子形成營養菌絲
- 3→7：生殖器官之形成與造囊菌絲之發育
- 8,9：成熟之子囊果
- 10：單一細胞分生孢子之無性生殖

和藥典上均有紅麴的記載。

到了明朝，紅麴的製法改良為用蒸飯做培養材料以縮短培養時間，李時珍所著的本草綱目對於以米飯培育紅麴的製作過程應如何調節品溫及補充水分有很詳盡的說明。本草綱目對紅麴之功效則有如下之記述：「紅麴主治消食活血，健脾燥胃。治赤白痢，下水穀。釀酒破血行藥勢，殺山嵐障氣，治打撲傷損，治女人血氣痛及產後惡血不盡」。

明末宋應星在其所著天工開物「丹麴」一節，除指出製紅麴要選用精白粳米外，其中記載約二次蒸飯及接種後的管理方法，均仍是目前國人製造紅麴之重要管理依據。本草衍義補遺、本草備要及醫林纂要等均有紅麴藥效之記載。

台灣的紅麴相傳是前清時代鄭成功光復台澎後，自福建渡海來台之司阜（製酒匠人）所引進。考諸當時紅麴之製法是派人至大陸購買「麴公」，購得之「麴公」先製「麴公糟」，再以此製成麴種，並進一步製成「麴種糟」，最後將米飯與麴種糟混合，培育成紅麴。

該項「麴公」是充分乾燥之米粒，具大蒜氣味，外表黑紫色，內部為紅白色，所含之微生物

全部是紅麴菌，甚少含有其他雜菌，售價極昂貴，但對於其製造方法無任何記載可查。台灣民間流傳，紅麴用來治小孩和老人夜尿及輕微氣喘的功效極為良好。

## 紅麴菌基因體序列解析

在本人研究室，利用全基因體霰彈定序 (whole-genome shotgun sequencing) 技術，完成 *Monascus purpureus* NTU 568 菌株之部分序列組裝，全基因體片段長約24.7 Mb，可進行初步的基因與蛋白質預測，而在分類方面則可粗歸納為幾個族群。此全基因體序列資料除了可針對紅麴菌特有代謝產物生成途徑之探討，也可幫助了解真菌物種間的演化關係。

針對該菌株有關生成橘黴素 (citrinin, 後詳述) 之基因已完全解碼，後續應可進行該基因之去

除，使完全不生成橘黴素，更能保障人們健康。也已確定 *Monascus purpureus* NTU 568 菌株具有莫那可林 (monacolin, 後詳述) K 之部分基因，詳細基因之解碼亦將完成。

如此工作完成後，將此基因轉殖至其他更容易培養之微生物，將使 monacolin K 之生產變得更容易，將可更廉價的生產大量的 monacolin K。

同時亦可以進一步了解二級代謝產物生合成基因的功能，有助於調控二級代謝產物生合成基因，可開始拓展基因及其蛋白質與衍生產品 (包括紅麴第三代產品—新 polyketide 產物，新保健產品；紅麴第四代產品—新藥開發)，以及新發酵調控製程，基因專利等商業利用的獨特機會。

將來能對基因體序列進行良好解析者，將是生技產業的贏家，並成為生命科學研究的前趨者。圖

### 香蕉食譜

撰文・製作／賴秋月營養師



香蕉優格



美食成串



香蕉酥串



香蕉酥球

## 香蕉優格

材料：

香蕉300g、優格300g、小黃瓜300g、鳳梨300g、紫地瓜300g、檸檬片適量、紅黃彩椒各1個(中型)。

作法：

1. 香蕉先冰冷後去皮，鳳梨去皮，小黃瓜、彩椒洗淨，去皮紫地瓜蒸熟，都切角塊。
2. 用玻璃皿或白色器皿盛上，淋上優格就有七彩繽紛又涼爽的香蕉優格。



示範說明

## 香蕉酥串

材料：

香蕉450g、鳳梨300g、番茄醬適量、中筋麵粉適量、蛋2個、油600cc、麵包屑適量。

調味料：鹽及胡椒粉少許。

作法：

1. 香蕉先用一半的量，去皮切1公分半左右厚，灑上鹽、胡椒粉再沾麵粉。
2. 蛋打散後把1.的香蕉塊沾蛋汁，再沾麵包屑備用。
3. 油鍋溫度160度左右把2.從鍋邊輕放，才不會被燙到。
4. 炸30秒就可撈起瀝乾油，鳳梨切塊，再把香蕉另一半去皮切塊備用。
5. 蔬果及酥球串成一串，排皿就可上桌享用。



新鮮蔬果