

紅麴保健食品

台灣大學微生物與生化學研究所教授兼所長

潘子明

紅麴的菌種特性

紅麴菌的應用在我國已有千年歷史，紅麴菌屬（*Monascus*）的研究是在1884年由法國學者 van Tieghem 為分離在馬鈴薯培養基上所發現的兩種真菌所建立。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。

目前在文獻上被命名的紅麴菌約有20個不同種名，Young 曾認為紅麴屬至少有五個不同品種，而佐藤曾依菌叢顏色及菌絲有無著色粒子，將紅麴菌分成白色及有色兩大類，五個亞類。

紅麴菌中有一菌種 *Monascus anka*，其中種名 *anka* 即為台灣話“紅麴”之音譯而成，係於台灣分離。由此可知紅麴與中國甚至台灣關係密切。

古今有關紅麴功效之研究及記載

紅麴究竟源於何時已甚難稽考，但一千年前的北宋初期文物如陶谷雜錄，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「江南間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，殺山嵐瘴氣，治打撲傷損，治女人血氣痛及產後惡血不盡」。隨後，明末宋應星在其所著天工開物及本草衍義補遺、本草備要及醫林纂要等均有紅麴藥效之記載。

大陸1985年出版的中藥大辭典將紅麴的主要藥效歸納為「活血化瘀，健脾消食，治產後惡露不淨，瘀滯腹痛，食積飽脹，赤白下痢及跌打損傷」。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。臺灣民間流傳，紅麴用來治小孩和老人夜尿及輕微氣喘的功效極為良好。

紅麴的製作技術

紅麴是紅麴菌生長於蒸煮過之米粒上而形成

之發酵食品。古代紅麴稱丹麴，是中國典型的熟料米麴，其傳統生產方法於元之居家必用事類全集、明之本草綱目、天工開物已有著述。雖然各家製作方法特點各有不同，但整體流程如下所示：

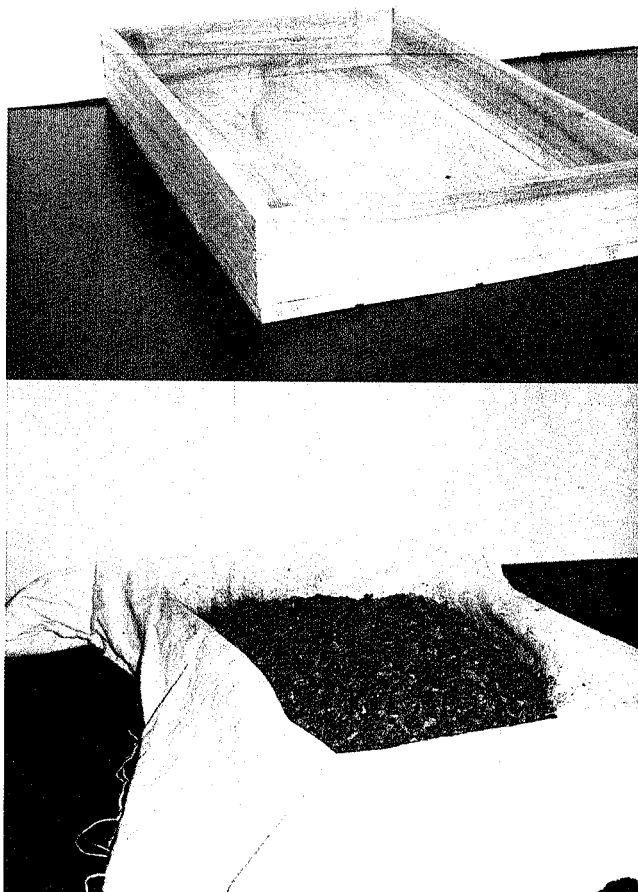
在來白米→洗浸→瀝乾→蒸米→接種→入池保溫→翻麴→補水→烘乾→成品。

紅麴生產原料是以無黏性的粳米或秈米為主，原因是其澱粉含量達 70% 以上，營養供應充足，且可吸收較合適水分，供應紅麴菌在繁殖過程中所需要之大量水分。此外由於發酵時會產生熱量，若原料米黏性太大，則因散熱不易，發酵過程中會引起菌株死亡，所產製之紅麴米則會發酵不完全而有部分米粒仍為白色。

紅麴菌較適合的生長溫度，一般在 30℃ 左右，為了避免繁殖時品溫過高抑制生長，亦為使內外層紅麴菌生長一致，保證紅麴品質，因此古人創造翻堆和分堆的方法，來調節合適之品溫（通常 30 ~ 40℃）。

紅麴菌在繁殖生長期間，需要適時補充水分。隨著紅麴菌生長階段的不同，會有不同水量的需求，特別是繁殖旺盛時期更需及時補充水分。因此，分段、分批給水是紅麴生產獨有的技術，保持恰當水分，可保證紅麴菌良好的生長。

傳統培養紅麴方法為固態培養，將米粒蒸煮後直接接菌培養，其優點是成本低，易管理且產出廢物少，對於大多存在於菌體的代謝物較易回收，但大規模生產時，培養環境因素卻不易控制。相反的，液態培養雖然生產設備投資



圖一、筆者研究室培養紅麴使用之麴盤（上圖）及培養完成之紅麴（下圖）

高，不過對環境因子較易掌控，同時較易使產品純度高且品質均一。筆者研究室中係以麴盤進行小量培養（圖一）。

紅麴在傳統食品上的應用

紅麴在我國除了被作為釀酒原料、食品著色

表一 紅麴菌所產生之高經濟價值產物

- 一、菌體外水解酵素
- 二、一級代謝產物（不飽和脂肪酸、醇及酯類化合物）
- 三、二級代謝產物
 - 1.色素（紅色、橘色和黃色等）
 - 2.改善骨質物質（glucosamine）
 - 3.膽固醇合成抑制劑（monacolin K）
 - 4.降血壓物質（ γ -aminobutyric）
 - 5.天然抗氧化物（flavonoids）
 - 6.降血糖物質及其他尚待鑑定之生理活性物質

劑及肉品防腐劑外，也被民間當作藥材用以治療某些疾病。近年來，根據多項研究顯示，紅麴的確可產生多種經濟產物（如表一所示），因而提高了可利用的價值，除了可產生許多醇、酸、酯等一級代謝產物外，二級代謝產物更是未來生物科技研究的重點。

紅麴在傳統食品上的應用如下：

一、菌體外水解酵素

紅麴菌可產生澱粉分解酵素、酸性蛋白質分解酵素、澱粉葡萄糖化酵素、麥芽糖分解酵素、果膠分解酵素、半乳糖分解酵素及核糖核酸分解酵素等。

二、一級代謝產物（醇、酸及酯化合物）

台大蘇遠志教授以 *Monascus anka* 培養於以葡萄糖為碳源培養基中，經七天培養後可產生琥珀酸、檸檬酸、葡萄糖酸、草酸及乙醇。

三、色素（紅、橘和黃色等）

在紅麴色素的生產上，台大蘇遠志教授於開創紅麴液體培養的工作有很大的貢獻。紅麴色

素之研究很廣，目前已知有八種色素之化學結構被確定出來，可分為紅色素、橘色素及黃色素三類。

長久以來，紅麴已被國人做為食品著色劑使用，且多數中外學者之研究報告也指出紅麴色素之安全性極高，所以可認為紅麴色素是很安全的食品添加物。蘇教授亦曾經以紅麴色素採用口腔胃管強迫給予及腹腔注射兩種方法，進行動物安全性（急性及亞急性毒性）試驗，前者所得 LD50 大於每公斤 33.3g，超出安全標準一倍以上；而後者所得 LD50 每公斤體重 8.7g，飼養十二週經檢查內臟均無病變現象。結果確認紅麴色素食用安全性。因此將紅麴色素應用於食品染色是目前紅麴菌應用的主要方向。

根據 Warner-Jenkison 公司於 1997 年對全球天然色素市場的統計，總產值為 9.4 億美元，其中紅麴色素市場產值為 1500 萬美元，佔天然色素市場之 1.6%。日本市場在紅麴色素應用於蛋白質染色，如水產品等，蟹肉與魚糕的利用需求大幅成長，需求量為 650 公噸／年。在歐洲市場方面，紅麴色素主要應用在食品加工，尤其是在肉製品上。歐洲市場普遍認為紅麴為非常安全之添加物，在食品中可以不需標示，使得紅麴色素可在歐洲市場快速發展。

紅麴菌生產的高價值二級代謝產物

近約二十年來，紅麴的研究已由酵素、色素轉向具保健功效成分的研發。由紅麴生產的高價值二級代謝產物有：膽固醇合成抑制劑 monacolin K、降血壓物質 γ -胺基丁酸（簡寫

為 GABA) 等。茲簡述如下：

一、膽固醇合成抑制劑

因為血膽固醇過高而引起的心臟血管病變（包括中風、冠狀動脈硬化性心臟病及高血壓）佔歐美國家總死亡率 51% 以上，在我國目前也佔有很大的比率（39%），遠超過癌症及後天免疫不全症候群，且有越來越嚴重的趨勢。

近年來我國由於已步入工業化社會，多數人過著緊張繁忙的生活，因此心臟血管病變的死亡率有上昇的趨勢，其中尤以腦中風的死亡率最高，根據台大醫院統計，每 10 萬人高達 119 人，高居全世界第一，為歐美國家的兩倍。

遠藤在日本三共藥廠資助下，率先從分離自泰國發酵食品之粉紅紅麴菌 *M. ruber* 培養液中找到 monacolin K。Merck 美國藥廠也從黴菌 *Aspergillus terreus* 的培養液中發現同一化合物，以 mevinolin 的商品名上市，1991 年全美銷售額超過美金十億元。

Monacolin K (mevinolin) 為紅麴菌及 *Aspergillus* 等絲狀真菌所產生能降低膽固醇的化合物，因其結構與體內合成膽固醇中間產物 HMG-CoA 結構相似，能專一性地抑制膽固醇合成速率，決定步驟酵素 (HMG-CoA reductase) 活性，而使 mevalonic acid 無法生成，以致間接無法合成膽固醇，進而達到降低膽固醇的效果（圖二），特別是對導致動脈硬化最嚴重的低密度脂膽固醇有優先降低的效果。

二、降血壓物質

γ -胺基丁酸 (γ -amino butyric acid, GABA) 及 glucosamine (或紅麴菌的其他細胞壁成分

)，飼料添加 0.2-0.3% 紅麴培養物可使患有先天高血壓症老鼠之血壓由超過 200 mm Hg 降至 180 mmHg 以下。

三、防癌成份

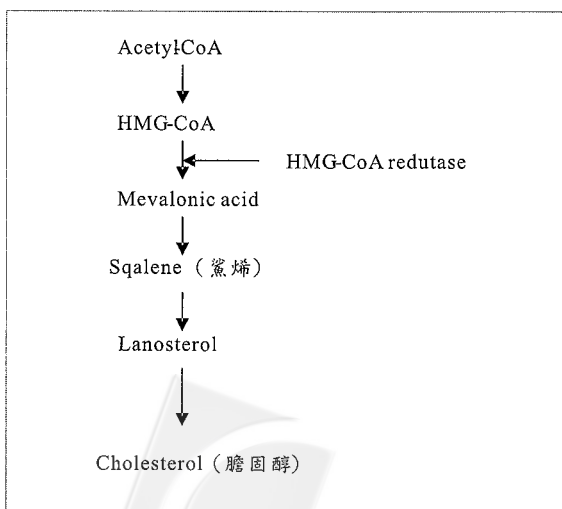
紅麴橘色素 monascorubrin 及 rubropunctatin 具有活潑的羰基很容易與胺基作用，因此不但可治療胺血症且很可能是優良的防癌物質。此外，1994 年 Yasukawa 等人於老鼠的動物實驗中證實，誘導發炎後利用 monascorubrin 可加以抑制腫瘤發生。

四、降血糖物質

1988 年玉田英明發現：兔子在進食添加 0.2-0.3% 紅麴培養物之飼料後半小時內血糖降低 23-33%，而在一小時之後之血糖量仍比對照組下降了 19-29%，不過其有效成分尚待進一步分析鑑定。

五、麥角固醇

麥角固醇 (ergosterol) 是維生素 D2 的前驅物



圖二、膽固醇的合成路徑與紅麴降膽固醇之機制

，目前國內外麥角固醇生產侷限於酵母菌，而據大陸學者陳松生等人發現紅麴菌屬中的許多菌株都能有不同程度的麥角固醇生成能力，但生成量與色素含量不成正比。

六、抗氧化物質

1999年Aniya等人提出，紅麴抽出物具清除自由基及抗油脂過氧化性質的能力。更進一步純化紅麴抽出物得知其抗氧化能力成分為dimerumic acid。2002年Taira等人曾提出dimerumic acid的抗氧化機制，當含量在20-200 μ M時可抑制老鼠肝臟微粒體之脂質過氧化。另外2000年吳等在其研究中指出，所篩得之紅麴菌株所產生抗氧化物質屬於酚類化合物。

七、抗疲勞功效

1999年大陸學者以紅麴發酵液飼養小白鼠，以探討小白鼠的游泳耐力與常壓耐缺氧能力，結果發現明顯改善小白鼠之有氧運動能力，減緩運動過程中血糖下降，並提高運動耐力；在耐缺氧能力試驗上也有提高的效果，在紅麴菌絲體及發酵液中發現含有多量的天門冬胺酸與鎂鹽可加速脂肪氧化以供給能量，節約醣原的消耗，延緩小白鼠疲勞之產生。

筆者以自製的紅麴餵食老鼠，證實可以延長老鼠游泳時間，降低運動後乳酸與尿態氮之生成，減緩運動過程中血糖下降。

以上證據均顯示紅麴確實具有抗疲勞功效。在衛生署公告九種保健食品功效評估辦法至今，仍無抗疲勞產品通過認證，紅麴具有此功效，應極具開發潛力。

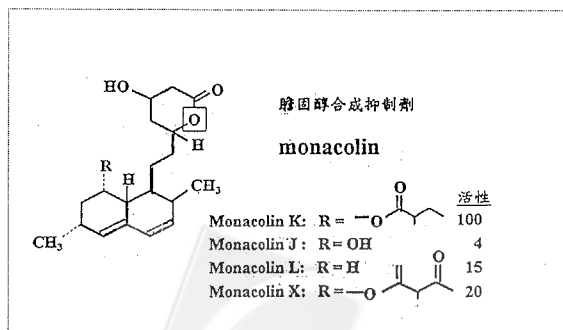
八、護肝功能

日本學者曾篩選包含紅麴菌 *Monascus* 與黴菌 *Aspergillus* 等40株菌，其中有16株具有較佳之抗氧化能力，再將這些菌株進行護肝功能之探討，發現其中紅麴菌 *Monascus anka* 可降低化學藥劑引起的肝損傷，具有保護肝臟效果，亦有研究指出以0.2 ~ 0.8g之紅麴餵食經誘導而引起高膽固醇血症的兔子，結果顯示，除了可降低動脈粥狀硬化之形成外，亦可改善肝臟硬化與肝腫大程度。

Monacolin K之研究

以固態培養發酵生產紅麴可生成較高量的monacolin K，而液態培養之monacolin K生成量較少。除了monacolin K外，紅麴菌尚可分離出一群和monacolin K具有相同基本結構的降膽固醇物質monacolin L、X、J，但這些物質的降膽固醇能力則較monacolin K差（圖三）。

由於紅麴所生成的monacolin K結構式與HMG-CoA類似，因此會與HMG-CoA reductase競爭而抑制此酵素，使mevalonic acid無法生成，而間接無法合成膽固醇，進而達到降低



圖三、紅麴菌生產的膽固醇合成抑制劑－各類monacolin及其降膽固醇活性

膽固醇的效果，使細胞內膽固醇含量下降，提高 LDL 代謝，進而也達到造成動脈硬化最嚴重之 LDL 有降低效果（圖四）。

目前 monacolin K 之發酵生產研究，不外乎使用液態或固態之發酵法；使用不同發酵基質或培養條件將影響 monacolin K 產量。表二為近年來國內外學者以紅麴菌株發酵生產 monacolin K 之相關研究，證實紅麴確實可產生一定量的

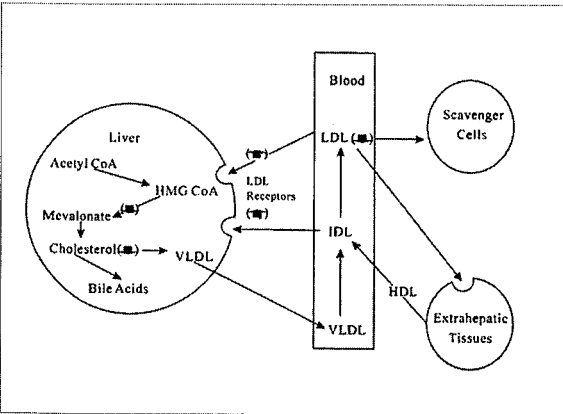
monacolin K。

最近筆者研究室分離出一株紅麴變異株，其 monacolin K 產量高達 9,500 mg/kg，為文獻中產量最高者，目前正整理投稿中。

GABA之研究

1985 年日本的研究證實紅麴之代謝產物 γ -氨基丁酸及乙醯膽鹼 (acetylcholin) 具降血壓作用。乙醯膽鹼由於易被體內的乙醯膽鹼酵素 (cholinesterase) 所分解而破壞，降血壓效果無法持久。GABA 是一種神經傳導物，除具有降血壓功效外，還有抗痙攣及抗憂鬱功效，同時因其熱耐性佳，因此在食品加工過程中不易被破壞。

GABA 在大部分生物體內所扮演的角色尚未完全瞭解，目前所知 GABA 為脊椎動物神經系統中抑制神經傳導物質，視區域的不同，在中樞神經約有 20 ~ 50% 的突觸是以 GABA 為傳



圖四、Monacolin K 於體內之作用機制

表二 紅麴次級代謝物 monacolin K 之研究發展

年代	作者	使用菌株	Monacolin K
1979	Endo	<i>M. ruber</i>	17.4 mg/L
1998	王蘊蘭等	<i>M. pilosus</i>	208 mg/L
1999	Matilde 等	<i>M. paxii</i> AM12M	127mg/kg
2001	Schneweis 等	<i>M. ruber</i>	3.827 mg/kg
2002	Chang 等	<i>M. ruber</i> BCRC 31535	131 mg/L
2003	潘子明及蘇遠志等	<i>M. purpureus</i> BCRC 31615	530 mg/kg

遞物質。廣泛且大量的存在於哺乳動物腦中之基底核、海馬迴、小腦及下視丘。GABA 與神經的可興奮性、癲癇的發生、焦慮的形成、誘導睡眠產生之機制以及記憶的形成過程均有重要關聯。

GABA 是中樞神

經系統主要抑制性之神經傳導物質，此外具有降血壓及利尿功能。1999 年日本學者田邊伸和將紅麴以水萃取製成飲料，經臨床研究指出可有效控制高血壓（相當於每天食用含 GABA 800 ppm 的紅麴 27 克）。日本國立健康營養研究所則在進行飼料添加紅麴培養物之動物試驗中，發現添加 0.2 ~ 0.3% 紅麴培養物之飼料，可使患有先天高血壓症老鼠血壓由超過 200mmHg 降至 180 mmHg 以下。

日本 Gunze 公司以 *Monascus* IFO 4520 進行紅麴固態發酵生產「生米紅麴」與「米紅麴粉末」。兩產品 GABA 含量在 0.025-0.1% 之間，售價在每公斤 2500-4000 日圓。

Kohama 等人以米為發酵基質，經 *M. pilosus* IFO4520 發酵生產可得 30 mg/kg 的 GABA，同時確認紅麴米具有降血壓作用。另外，Kono 等人以 tomo koji 為發酵基質，但仍然以 *M. pilosus* IFO4520 為發酵菌株，結果發酵培養五天後可得到 2.61 μ mole/g 之 GABA。

目前國內有關 monacolin K 與 GABA 研究成果

筆者研究室由收集之十六株 *Monascus* 菌株中，篩選出可同時產生高 GABA 及 monacolin K 之菌株，並探討其最佳培養條件，期能同時兼顧高血壓與高膽固醇之降低抑制效果，而能進一步做為預防心臟血管疾病方面之多功能保健食品。

由收集之菌株中，以固態培養的方式篩選出一菌株，其 monacolin K 產量較高；且同時具有一定之 GABA 產量。故針對此菌株進行培養條

件之探討。此菌株於固態培養時添加 NaNO_3 ，對 GABA 及 monacolin K 的生產都有助益，可使 monacolin K 濃度達 378 mg/kg，同時 GABA 濃度達 1,267 mg/kg。GABA 生產以添加 K_2HPO_4 效果最好，產量更可達 1,493 mg/kg。此部分成果於 2003 年發表於工業微生物與生物技術雜誌 (*J. of Industrial Microbiology & Biotechnology*)。

紅麴機能性食品之開發

中國長久以來即將紅麴菌應用於食品加工，近年來紅麴製品在我國逐漸式微，而日本卻有多家食品公司投入大量人力物力進行紅麴保健食品的開發，目前已在日本成功上市的紅麴保健食品如下：

一、紅麴清酒

在日本有以含膽固醇合成抑制劑之紅麴取代



圖五、日本市售添加紅麴之米醋

部分米麴，釀製含有膽固醇合成抑制劑之紅麴清酒，品名為「續青春」，酒精度為15.5%。而台灣則有公賣局所生產「紅露酒」。

二、米醋

將日本傳統米醋製造所用米麴之半量改以紅麴取代外，另添加大豆粉以提高胺基酸含量，並加入海帶以提高甘味及增強海帶降血壓之功效。成品中胺基酸含量高達1.3 g/mL，代表作為日本食品化學的「紅壽」(圖五)。

三、高鹽分食品

由於紅麴具降血壓功效，又帶有甘味及抑制雜菌的作用，因此可用來製造含鹽或低鹽分發酵食品，提供健康之美味給高血壓患者。其產品有醬油、味噌、紅糟豆腐乳、肉製品、麵食及紅麴麵包等。

在濃口醬油之製造過程中，以部分紅麴取代一般醬油麥麴，其加工後熟需一年以上，風味

比一般濃口醬油更濃厚，色澤優美自然且著色力極佳。代表作為日本內海醬油公司之「鶴龜」(圖六)。將味噌製造配方中約五分之一米麴，改以紅麴取代，所製產品在色香味上均優於一般味噌。同時由於紅麴具有抑制雜菌的作用，可以將食鹽用量由一般常用之12.5%降至10%而不會腐敗，製出低鹽分的保健味噌。但由於退色問題使味噌色調會變差。

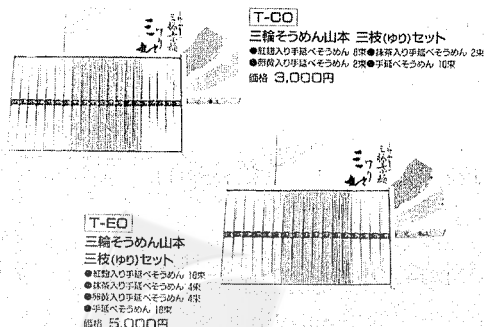
中國的紅糟豆腐乳曾被琉球王室權貴視為是病患及產婦的最佳補品，傳統是將紅麴菌及黃麴菌以1:3比例混合進行發酵熟成，由於此發酵方法使得酵素具多樣化，其成品較單一麴種發酵者佳，且具特殊甘味。

日本將含膽固醇抑制劑的紅麴加入香腸、日式火腿等肉製品中，可提供特殊甘甜風味及保健功效，很受消費者歡迎。近來研究指出紅麴色素取代香腸中添加之亞硝酸鹽類有良好成效。

在麵食或烘培食品的配方中添加少量紅麴粉



圖六、日本市售添加紅麴之醬油



圖七、日本市售添加紅麴之麵條

可提供紅麴的色香味，並有保健功效。例如在麵條的原料配方中添加 2.5 ~ 3 % 紅麴粉，可改善外觀、香味並大幅提高麵食的附加價值（圖七）。日本已開發出具有防止血管老化、降低血壓及膽固醇功效的麵包。其製作方法是在麵包原料中加入 3 % 之紅麴米，待發酵後再將麵胚靜置、成型，最後烘培即成。

以紅麴與米飯混合後發酵所製出的紅糟是我國江南人士製成紅糟肉、紅糟海鰻、叉燒肉、蘇武醬鴨、紅糟蛋及紅糟泡菜等美味食品的重要加工原料，可惜由於傳統紅麴製法耗時費工，美味的紅糟食品已逐漸失傳，目前於市面上常見的傳統紅麴產品如圖八所示。以具有保健功效的紅麴來製造美味的紅糟食品，應是國人無以推卸的責任和極應大力開發與推展之重要工作。

茲將日本紅麴菌相關產品及其特性整理（如表三）。

紅麴中的黴菌毒素——



圖八、國內市售常見之傳統紅麴食品

表三 日本紅麴菌相關產品及其特性

產品名稱	特性	容量	售價（日圓）
紅麴清酒	酒精濃度 15.5%	720 mL/瓶	2,250
米醋	-	-	-
醬油	風味濃、色澤優美、著色佳	300 mL/瓶	700
味噌	減少食鹽用量，且產品不易腐壞	-	-
紅豆腐乳		230 g/瓶	1,000-1,5
肉製品	如香腸、火腿	200 g	500-600
麵粉製品	添加 2.5% 紅麴粉之麵包或麵食	-	-
紅麴菌口服液		50 mL/瓶	150
健康食品	添加紅麴抽出物	180 粒/瓶	9,700

Citrinin

明朝宋應星於天工開物，即隱喻了紅麴菌具有抑菌的功效。1977年 Wong 與 Bau 學者發現粗萃取的紅麴色素具有抗菌的活性。而後發現此抗菌物質 monascidin A 和 *Penicillium citrinum* 所產生的 citrinin 在吸收光譜、NMR、MS 等分析具有相同的特性，證實了兩者是同種物質。

Citrinin 是一種典型的黴菌毒素，最早是由 *Penicillium citrinum* 菌中發現。之後於黴菌 *Aspergillum* 及紅麴菌 *Monascus* 中陸續發現。Citrinin 是一種檸檬黃的結晶物，可溶於醇及稀鹼，對小鼠及大鼠 LD50 值為 35、67mg/kg。Citrinin 除了是一種黴菌毒素外，亦具有其他生理活性，例如 antimicrobial、phytotoxic、cytotoxic、hypcholesterolemic 及酵素抑制效應。

Citrinin 對 gram-positive 細菌如 *Bacillus*、*Streptococcus* 及 *Pseudomonas* 等食品腐敗菌具有抑制作用。此外；citrinin 也是一種肝腎毒素。目前亦有研究指出 citrinin 具有致畸形毒性，當 citrinin 注射量越高則致畸形的比率就越高，Ciegler 等人曾指出注射 citrinin 於雞胚胎中會造成雞胚胎畸形，如腦畸形、腳變形、眼球凸出、形成交叉喙及頭頸扭曲方向不正常等。

紅麴是我國傳統產品，藥用或作為食品添加劑或用於釀酒等在我國及日本等國家都已有規範。但在西方國家使用卻有些爭議，其中以紅麴中所含有的 citrinin 意見最多。Blanc 等人指出，*M. purpureus* 和 *M. ruber* 無論固態培養或液態培養物中均可能發現 citrinin，其含量約為 100-400mg/L。筆者曾對國內紅麴相關產品中所含 citrinin 做過檢測，含量約在 4-19 ppm 之間（表四）。

表四 台灣市售紅麴中米中 monacolin K、GABA 及 citrinin 含量之比較

Sample No.	Monacolin K (mg/kg)	GABA (mg/kg)	Citrinin (ppm)
B-1	645.58	1079.46	18.83
B-2	330.41	916.43	4.22
B-3	775.42	913.93	7.22
B-4	1011.40	1053.15	9.76
B-5	150.43	1273.94	5.53
B-6	506.18	1159.91	10.47
B-7	433.78	904.10	9.85
B-8	695.94	893.05	4.57

1999年荷蘭學者 Monica 等人從市售的紅麴產品中分析 citrinin 的含量約在 0.2-17.1ppm，並進行 Ames *Salmonella*-microsome assay 及 *Salmonella*-hepatocyte assay 之微生物誘變試驗，結果並未發現紅麴產品有致變異性。作者同時指出紅麴發酵產物應用於食品已經好幾個世紀，但也從未有危害事件發生，這可歸於食品加工技術或發酵方法已減低 citrinin 濃度，但

對於紅麴中 citrinin 之污染仍應盡量避免。

國內對 citrinin 含量仍未定出最低含量標準，國外目前可查到者，一般以 1 ppm（百萬分之一）為允許存在最低標準。

目前國內降低 citrinin 生成之相關研究成果

筆者為使具保健功效之 monacolin K 及 GABA 生成量增加，同時使具毒性之 citrinin 生成量降低，乃將培養條件以反應曲面法（response surface methodology, RSM）探討最適培養條件組合。以三變數、三階層探討最適培養條件，三變數分別為培養溫度、添加 ethanol 濃度、完水階段時之加水量。不同培養條件下紅麴次級代謝物 monacolin K、citrinin 與 GABA 之生成量之實驗數據以 SAS 電腦套裝軟體中 RSREG（Response Surface Regression）程式進行反應曲面分析，再以反應曲面法所得之條件進行紅麴發酵培養以驗證結果，以反應曲面法所得之結果與控制組比較可得知 citrinin 會由 810 ppb 降至 460 ppb，monacolin K 之生成量會由 136 mg/kg 提高至 530 mg/kg，GABA 含量則由 1060 mg/kg 提高至 5000 mg/kg。此部分成果於 2003 年發表於工業微生物與生物技術雜誌。

紅麴為中國幾千年來使用歷史悠久之傳統食品，其保健功效不斷被發現，相關研究應是方興未艾，前途看好。筆者以為紅麴既然是中國傳統食用之保健食品，其保健功效應繼續研究，有害成分亦應研發新產品使其符合安全標準。如此具有多功效、且安全的紅麴保健食品之上市，將指日可待。

四寶彈性襪

〈健康襪〉
Elastic Stockings & Pantyhose

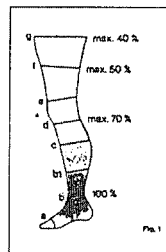
治療/根治/預防

長襪、褲襪、尺寸齊全

靜脈瘤

促進血液循環，永保腿部曲線美，防止腿部因工作、運動、長期站立，而引起的酸痛、腫脹、疲勞、有效預防及治療靜脈曲張。

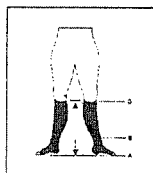
臺灣總代理
德國 medi 意大利 ibici



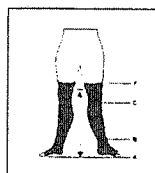
燙傷

- 恢復：治療用之彈性帶〈Anti-Burnscar Supports〉。
- 功用：防止傷跡肥大、收縮、形成疤痕。
- 效果：使表皮平坦，生長新皮膚。

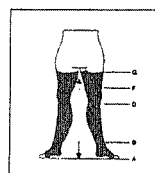
手腕帶·托腹帶·疝氣帶·座骨神經帶·腹帶



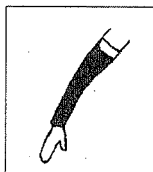
半統襪



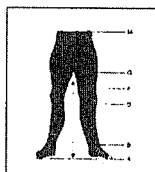
長統襪



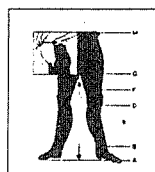
長統襪



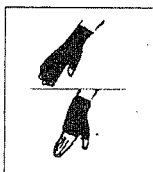
手臂帶



褲襪



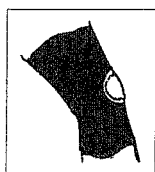
孕婦褲襪



手腕帶



足踝帶〈扭傷〉



膝蓋帶〈關節炎〉

四寶企業有限公司 郵撥帳戶：15706414
大同區103台北市庫倫街4號〈大龍峒孔子廟正對面〉
電話：〈02〉25915542、25928960 傳真：〈02〉25979994