

猴頭菌發酵米漿之研發

林玉婷¹ 陳淑德^{1*} 鄭永祥² 高建元³

1. 國立宜蘭大學 食品科學系
2. 國立宜蘭大學 動物科技學系
3. 國立宜蘭大學 園藝學系

摘要

猴頭菇在中國是傳統且珍貴菇蕈類，猴頭菌多醣可增強免疫力，對消化系統的癌變、潰瘍均有顯著療效。故本研究之目的是探討猴頭菌發酵米液之抗氧化性質及開發猴頭菌發酵保健飲品。首先在 25°C 下、轉速 150 rpm，以 7%米穀粉進行猴頭菌搖瓶發酵 5 天，分析猴頭菌發酵米液發酵前、後之抗氧化性質，再將 7%猴頭菌發酵米液原料添加於市售米漿和糙米漿中，進行七分制嗜好性官能品評調查。結果顯示，猴頭菌發酵米液中的粗多醣濃度為 51 mg/mL，而發酵後猴頭菌米液的 20 mg/mL 熱水萃取物，其清除 DPPH 能力和螯合亞鐵離子皆比發酵前米液還高。猴頭菌發酵米漿原料水分含量為 92.53%、蛋白質含量為 5.32 mg/mL，pH 約為 6.0、黏度為 1607 cP，且多醣含量較市售米漿明顯增高許多。官能品評結果顯示，含 7%猴頭菌發酵米漿的色澤、香味、甜度、黏稠感及整體表現和原本市售米漿並無顯著差異，此可成功研發猴頭菌米漿。

【關鍵字】猴頭菌、發酵、抗氧化、米漿

Development of *Hericium erinaces* Fermented Rice Milk

Yu-Ting Lin¹ Su-Der Chen^{1*} Yeong-Hsiang Cheng² Chien-Yuan Kao³

1. Department of Food Science, National Ilan University
2. Department of Animal Science, National Ilan University
3. Department of Horticulture, National Ilan University

Abstract

Hericium erinaceus is well known as a traditional and valuable mushroom in China. The polysaccharide obtained from *Hericium erinaceus* can enhance immunity and has remarkable ability at curing gastric cancer and gastric ulcer. The objectives of this study were to analyze the antioxidant properties of *Hericium erinaceus* fermented rice milk and to develop *Hericium erinaceus* fermented rice milk. At first, 5-day *Hericium erinaceus* shaking flask fermentation was used 7% rice as medium at 25°C, 150 rpm. The antioxidant properties of un-fermented and fermented rice milk were analyzed, and then the fermented rice milk was added in commercial rice milk and brown rice milk for further sensory evaluation. The crude polysaccharide in fermented *Hericium*

erinaceus rice milk was 51 mg/mL. The scavenging DPPH ability and chelating ability of ferrous ion of 20 mg/mL hot water extracts from the freeze-dried *Hericium* fermented rice milk were higher than those from unfermented rice milk. Water content, protein content, pH, and viscosity of the *Hericium erinaceus* fermented rice milk were 92.53%, 5.32 mg/mL, 6.0, and 1607 cP, respectively. The *Hericium erinaceus* fermented rice milk had significantly higher polysaccharide content than the commercial rice milks. The sensory evaluation scores of color, flavor, sweetness, viscosity and overall between commercial rice milks and commercial rice milks containing 7% *Hericium erinaceus* fermented rice milk were no significantly different; therefore, *Hericium erinaceus* fermented rice milk was successfully developed.

Keywords: *Hericium*, fermentation, antioxidant, rice milk

*Corresponding author, E-mail: sdchen@niu.edu.tw

前 言

猴頭菇子實體或菌絲體萃取物其生理活性物質有:多醣類(Wang *et al.*, 2001; Yang *et al.*, 2003)、猴頭素(Erinacines) (Kawagishi *et al.*, 1996; Kenmoku *et al.*, 2000; Shimbo *et al.*, 2005; Kawagishi *et al.*, 2006)、猴頭酮(Hericenones) (Arnoner *et al.*, 1994; Lee *et al.*, 2000)、雙亞麻油酸磷酯乙 烯 胺 (dilinoleoyl-phosphatidylethanolamine ; DLPE) (Kawagishi *et al.*, 2006)、胺基酸、蛋白質及微量元素。而猴頭菌多醣經研究指出能夠降血糖、抗衰老、抗腫瘤及提高人體免疫力, 及預防胃潰瘍及胃炎等功能。以液態發酵來培養猴頭菌, 並給予充足之氧氣與營養進行發酵, 使菌絲生長、繁殖並產生活性物質(如:多醣), 一般需要 4-5 天(樂等, 1999)。

人體內自由基之來源包括 (陳, 2003): (1)生物合成, 如: 一氧化氮 (Nitric Oxide, NO); (2)新陳代謝的產物, 如: 超氧陰離子 (superoxide anion, O_2^-); (3)發炎反應的產物; (4)外來物質所引發, 如: 空氣或水質污染, 藥物、農藥或防腐劑等在體內的代謝過程中極易形成自由基; (5)生活習慣, 如: 抽煙或情緒緊張。且有研究指出動脈粥狀硬化 (Witzum, 1994)、呼吸道疾病 (Cross *et al.*, 1994)、神經性退化疾病 (Jenner *et al.*, 1994)、發炎 (Grisham, 1994)、老化 (Beckman and Ames, 1997a)、癌症 (Beckman and Ames, 1997b)、等疾病的發生都與自由基的形成有關。近年來食、藥用菇類被當作抗氧化劑之來源 (Okamura, 1994; Jacobson *et al.*, 1995), 由於其熱水萃取物或甲醇萃取物具有清除自由基的能力(Liu *et al.*, 1997), 因此食、藥用菇類之抗氧化性質更值得探討(Mau *et al.*, 2002)。至於抗氧化劑的作用在於終止氧化的發生, 依功能抗氧化劑可分為: 自由基終止劑、還原劑、金屬螯合劑等幾種。

米漿的製法是將米磨成米漿後, 加入經高溫焙炒的花生及芝麻加熱調製, 即成營養豐富的米奶,

若可以加入一些保健成份物質(如猴頭菌多醣), 即可提升米奶之營養價值及食米之附加價值。故近年來開發保健飲品研究甚多, 藍(1995)將猴頭菌以蔗糖及玉米澱粉等培養液進行發酵培養 5-7 天後, 進行殺菌、過濾、調配, 最後封罐滅菌, 製成可在常溫下存放 6 個月之猴頭菌功能性飲料。吳(1982)發表以米奶同時添加葡萄糖、蛋白胨及檸檬酸鈉併用 *Lactobacillus casei* 發酵, 品評之後可得口感最好之成品; Shin(1989)更利用米製造出類似固態優格的製品; 而汪(2006)則利用紫米為發酵基質並與益生菌 (Probiotics)共同培養發酵, 研發出保健功能之發酵飲料。若以糙米奶為基質, 經添加葡萄糖 2% (w/v)、乳清 3% (w/v)及檸檬酸鈉 0.5% (w/v)後, 利用六種常用乳酸菌株及八種 *Lactobacillus brevis* 分離株為實驗菌種, 進行富含 γ -胺基丁酸 (γ -aminobutyric acid, GABA)乳酸發酵糙米奶研製(吳, 2003)。

本研究之目的為分析猴頭菌液態發酵米液的抗氧化性質及開發具有保健功效之猴頭菌米漿飲品, 並分析米漿之一般成分分析, 最後作嗜好性官能品評試驗。

材料與方法

一、材料

猴頭菌 *Hericium erinaceus* (BCRC 36470)購自生物資源保存及研究中心。培養基成份有: 馬鈴薯葡萄糖洋菜培養基(potato dextrose agar, PDA)、酵母抽出物(yeast extract)購自 Difco Co. (Sparks, MD, USA), 磷酸氫二鉀(K_2HPO_4)、硫酸鎂($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)、葡萄糖購自日本和光純藥工業株式會社(大阪, 日本)。磷鉬鉍醌試劑(Folin-Ciocalteu's phenol reagent)、沒食子酸 (Gallic acid)、槲黃素 (Quercetin)、1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH)、抗壞血酸 (Ascorbic acid)、Butylated hydroxyanisole(BHA)、氯化亞鐵($FeCl_2 \cdot 4H_2O$)、Ferrozine、檸檬酸(Citric acid)、Ethylenediaminetetraacetate (EDTA)、赤血鹽

(Potassium ferricyanide)、三氯醋酸(Trichloroacetic acid, TCA)、氯化鐵(Ferric chloride)、牛血清蛋白(Bovine serum albumin, BSA)購自 Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO, USA)公司、蛋白質定量套組(Protein binding dye, Bio Rad, USA)。蓬萊米(宜蘭員山鄉農會提供)、四種米漿產品分別為光泉米漿、永和米漿、員山農會米漿和義美糙米漿購自超市。

二、設備

25°C 恆溫震盪培養箱(LM-600R, 裕德, 台北, 台灣)、直立式殺菌釜(Tomy, SS-325)、烘箱(Channel)、pH meter (Microcomputer pH/Meter 6171)、色差儀(Hunter Lab, Color Flex, USA)、連續式黏度計(Brookfield Had-11)、手持式糖度計(Atago 0-32%, 日本)、分光光度計(Model U-2001, Hitachi Co.)。

三、猴頭菌搖瓶發酵

首先將猴頭菌預活化, 以 10 mL 無菌水洗下 PDA 平板的猴頭菌菌絲, 取 6% 菌液接入已滅菌之 5% 葡萄糖培養液(含 0.1% 酵母萃取物、0.1% 磷酸氫二鉀及 0.05% 硫酸鎂)中, 以 1 N 鹽酸調整 5% 葡萄糖培養液於 pH 為 6 後, 在 25°C、轉速為 150 rpm 下進行搖瓶培養 5 天。

添加 3% 猴頭菌預活化菌液加入已經 121°C 殺菌 20 分鐘, 冷卻的 150 mL 培養液, 內含 7% 米穀粉、1% 葡萄糖、0.1% 酵母萃取物、0.1% 磷酸氫二鉀及 0.05% 硫酸鎂, 在 25°C, 150 rpm 下搖瓶發酵 5 天。

四、猴頭菌發酵液的熱水萃取物之製備

猴頭菌發酵液經 121°C 殺菌 20 分鐘, 冷卻後, 16,000 xg 離心分離取上清液即為熱水萃取物。在多醣含量的分析時, 加入四倍體積的 95% 乙醇於熱水萃取液中, 所得沉澱即為粗多醣; 另外再將此熱水萃取物進行冷凍乾燥, 並製備 20 mg/mL 的凍乾發酵液之熱水萃取物, 以進行抗氧化性質分析。

五、猴頭菌發酵液的熱水萃取物之抗氧化性質分析

(一)清除 1,1-Diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH) 之能力測定 (Shimada *et al.*, 1992)

取 2 mL 的 20 mg/mL 凍乾發酵上清米液, 加入 2 mL 的 0.2 mM DPPH-MeOH 溶液混合均勻後, 在室溫下遮光靜置 30 分鐘, 波長為 517 nm 下測定吸光值, 代入公式以求出 DPPH 清除率 (Scavenging effect), 並以 20 mg/mL 的抗壞血酸、BHA 作為對照組。

Scavenging effect (%) = $[(ABS_{control} - ABS_{sample}) / (ABS_{control})] \times 100\%$

(二)螯合亞鐵離子能力之測定 (Dinis *et al.*, 1994)

取 2 mL 的 20 mg/mL 凍乾發酵上清米液, 加入 0.1 mL 的 1 mM $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ 溶液混合均勻後, 再加入 0.2 mL 的 2.5 mM ferrozine 溶液振盪均勻, 在室溫下遮光靜置 10 分鐘, 波長為 562 nm 下測定吸光值, 代入下列公式以求出螯合亞鐵離子的能力 (Chelating effect), 並以 20 mg/mL 的檸檬酸、EDTA 作為對照組。

Chelating effect (%) = $[(ABS_{control} - ABS_{sample}) / (ABS_{control})] \times 100\%$

(三)還原力之測定 (Oyaizu, 1986)

取 2.5 mL 的 20 mg/mL 凍乾發酵上清米液, 加入 2.5 mL 的 0.2 M 磷酸緩衝溶液(pH 6.6)及 2.5 mL 的 1% 赤血鹽混合均勻後, 50°C 水浴 20 分鐘後以冰浴使其快速冷卻, 再加入 10% trichloroacetic acid (TCA) 2.5 mL, 振盪均勻後, 離心 10 分鐘, 取 5 mL 上清液, 依序加入 5 mL 蒸餾水、0.1% ferric chloride 1 mL 混合均勻後, 室溫下遮光靜置 10 分鐘, 在波長 700 nm 下測定吸光值, 並以 20 mg/mL 的抗壞血酸、BHA 作為對照組, 測得吸光值越高則表示還原能力越佳。

六、猴頭菌發酵米漿與市售米漿之一般性質分析

(一)水分含量 (AOAC, 1984)

將米漿樣品搖均勻後稱取 5 g, 放置 105°C 烘箱中烘乾至恆重, 進行三重複測定, 其中損失重量之百分率為水分含量, 結果取平均值以 % 表示。

(二)pH 值 (AOAC, 1984)

將米漿樣品搖均勻取適量倒於樣品杯後, 以 pH meter 進行三重複測定, 結果取平均值表示。

(三)顏色測定 (王等, 2002)

將米漿樣品以色差儀測定樣品之 Hunter L、a、b 值。標準白板 $L^* = 92.93$ 、 $a^* = -1.26$ 、 $b^* = 1.17$ 。L* 代表亮度由黑(0)-白(100), a* 代表紅(+)-綠(-)、b* 代表黃(+)-藍(-), 每組樣品三重複, 取平均值。

(四)黏度測定

將猴頭菌發酵米漿樣品搖晃均勻後, 利用連續式黏度計分別測定每個樣品, 重複三重複, 黏度結果取平均值以 cP 表示。

(五)蛋白質測定

以 BSA 10 mg/mL 做為標準液, 進行序列稀釋, 各取 10 μ L 於 96 孔盤中, 加入 2 μ L 的 BSA 標準品和 188 μ L Protein binding dye, 作 BSA 標準曲線。另將 2 μ L 的市售米漿及猴頭菌發酵米漿樣品加入 10 μ L 去離子水及 188 μ L Protein binding dye (蛋白質定量套組), 於 595 nm 測吸光, 將上述結果代入 BSA 標準曲線, 換算濃度。

(六)可溶性固形物測定

樣品搖均勻後以滴管吸取適量，以手持式糖度計進行三重複測定，結果取平均值以 $^{\circ}\text{Brix}$ 表示。

(七)多醣的酚硫法分析 (Dubosi *et al.*, 1956)

將培養液離心去除菌體後，取 0.3 mL 上層液加入四倍體積的 95%酒精使多醣體由培養液沉澱出來，收集沉澱物用 1.2 mL 95%酒精洗滌兩次，再加 1 mL 1N 氫氧化鈉以溶解多醣。利用酚硫法分析，取 1 mL 樣品，加入 1 mL 5%酚溶液和 5 mL 濃硫酸，冰浴冷卻 2 分鐘，於波長 488 nm 下測定吸光值，並先以 0~50 $\mu\text{g/mL}$ 葡萄糖溶液製作標準曲線。

七、開發猴頭菌發酵米漿

將已進行猴頭菌液態發酵的米漿以 7%的比例分別混合市售米漿和市售糙米漿中。此四種市售米漿樣品以代號來表示 A: 員山農會養生米漿、B: 員山農會養生米漿含 7%猴頭菌米漿、C: 義美糙米漿及 D: 義美糙米漿含 7%猴頭菌米漿。

八、官能品評

由宜蘭大學食品科學系 70 位大一至研究所的學生擔任品評員，針對猴頭菌發酵米漿之色澤、香味、甜度、黏稠感及整體表現進行喜好性評分試驗 (Hedonic scale test)，採七分制嗜好性品評法 (Seven-point hedonic scale)，1 分表示非常不喜歡，4 分表示沒意見，7 分表示非常喜歡。

九、統計分析

試驗結果三重複，並以平均值 \pm 標準偏差表示，所得之數據使用 Statistical Package for Social Science (SPSS, SPSS INC. 宏德國際軟體諮詢顧問股份有限公司) 14.0 版統計套裝軟體進行統計分析，以多元全距檢定分析 (Duncan's Multiple Range Test)，以顯著水準為 $\alpha = 0.05$ ，比較其差異之顯著性。

結果與討論

一、猴頭菌發酵米液的抗氧化性質

猴頭菌發酵 5 天後，配製 20 mg/mL 冷凍乾燥發酵上清米液之清除 DPPH 能力達 89.63%，與對照組維他命 C 及 BHA 有相近的效果(表 1)。吳(2001)分析不同猴頭菌種經搖瓶發酵 24 天之乙醇萃取液的清除 DPPH 能力介於 40-73%，另外亦發現猴頭菌絲乙醇萃取液的清除 DPPH 能力仍以發酵槽培養(87%) > 搖瓶培養(73%) > 子實體(37%)。

猴頭菌發酵 5 天後，20 mg/mL 猴頭菌發酵米液的凍乾熱水萃取物之螯合亞鐵能力達 41.25% (表 1)。比較在稀有菇蕈類的甲醇萃取物中，在濃度 24 mg/mL 時只有舞菇較高，可達 91.9%的螯合亞鐵離

子能力，而猴頭菇、竹筴和金福菇的螯合亞鐵離子能力分別為 46.4%、49.9%和 52.0% (Mau *et al.*, 2002)。

猴頭菌發酵 5 天後，表 1 顯示 20 mg/mL 猴頭菌發酵米液的凍乾熱水萃取物之還原力吸光值為 0.59。比較甲醇萃取猴頭菇子實體之還原力在濃度 9 mg/mL 時吸光值為 1.01，在濃度 24 mg/mL 時為 1.78 (Mau *et al.*, 2002)。

表 1 猴頭菌發酵米液之抗氧化活性

Table 1 Antioxidant activity of rice medium by *H. erinaceus* submerged fermentation

Antioxidant activity	Initial	5-day fermentation
Savenging DPPH ability (%)	52.01 \pm 0.07	89.63 \pm 0.14 [*]
Chelating Fe ²⁺ ability (%)	25.01 \pm 0.44	41.25 \pm 0.66 [*]
Reducing power	0.56 \pm 0.01	0.59 \pm 0.01

Data are expressed as mean \pm S.D. (n = 3).

Means with different superscript letters in the same row are significantly different (p < 0.05).

二、猴頭菌發酵米漿

欲利用猴頭菌發酵產物製成猴頭菌保健米漿，首先分析市售(光泉、永和、義美及宜蘭員山鄉農會的員山養生米奶)米漿的一般成分性質，作為後續開發猴頭菌發酵米漿的參考指標。由表 2 的結果得知，在一般成分分析中，市售米漿的水分含量介於 84-89%之間，其中以永和米漿水分含量達 89%最高，其次依序為宜蘭員山農會米漿、光泉米漿及義美糙米漿，而 7%猴頭菌發酵米漿水分含量高達 93%，比市售米漿還高。在蛋白質含量以永和米漿為最高為 12.64 mg/mL，其次為光泉米漿 9.21 mg/mL，義美糙米漿及宜蘭員山農會米漿為 4.22 mg/mL 及 2.47 mg/mL 含量最少，蛋白質含量各產品差異甚大；猴頭菌發酵米漿蛋白質含量偏低，僅只有 5.32 mg/mL，因本產品以米穀粉為主原料，故其蛋白質含量較低，而市售米漿產品還會在添加花生或芝麻等配料使米漿味道更香濃。另外所測得市售米漿與猴頭菌發酵米漿其產品之 pH 均介於 5-6 之間，相差不大；在可溶性固形物方面，市售米漿產品之可溶性固形物大約介在 9-12 $^{\circ}\text{Brix}$ 左右，其中以永和米漿可溶性固形物的 9.67 $^{\circ}\text{Brix}$ 最低，義美糙米漿可溶性固形物最高為 12.67 $^{\circ}\text{Brix}$ ，而猴頭菌發酵米漿可溶性固形物為 7.00 $^{\circ}\text{Brix}$ 。在多醣部分，市售米漿多醣含量為 11-32 mg/mL，而猴頭菌米漿多醣含量由原本的 42.53 mg/mL 經發酵後提升至 51.07 mg/mL，明顯

高於市售米漿，故經由發酵技術所進行微生物轉換可強化其生理保健功效(Han, 2003)。

表 3 為市售米漿之色澤，在明亮度 (L)方面以宜蘭員山農會米漿及永和米漿亮度最深，而光泉米漿亮度最淺；a* 以宜蘭員山農會米漿顏色較深、偏深紅褐色，其次為義美糙米漿、光泉及永和米漿；b* 以宜蘭員山農會米漿的顏色為最深。綜合以上結果，在色澤部份以宜蘭員山農會米漿顏色最深，呈現深褐色、亮度最低，至於其他產品在色澤部分差異並不大。而在猴頭菌發酵米漿之色澤變化部分，在明亮度 (L)方面猴頭菌發酵米漿亮度為 53，而猴頭菌發酵米漿分析出來的 a*、b*顏色皆比市售米漿顏色較淺。

表 2 市售米漿和猴頭菌發酵米漿之成份分析

Table 2 The chemical analysis of commercial rice milks and *H. erinaceus* fermented rice milks

Rice milk	Water content (%)	Protein (mg/mL)	pH	Sloube solid (*Brix)	Polysaccharide (mg/mL)
光泉米漿	85.46 ± 0.004 ^b	9.21 ± 0.61 ^b	6.53 ± 0.03 ^b	10.93 ± 0.12 ^b	11.24 ± 0.34 ^d
永和米漿	88.95 ± 0.004 ^d	12.64 ± 0.39 ^a	6.94 ± 0.03 ^a	9.67 ± 0.12 ^d	21.72 ± 0.32 ^c
義美糙米漿	83.90 ± 0.01 ^a	4.22 ± 0.24 ^d	6.22 ± 0.03 ^c	12.67 ± 0.12 ^a	27.35 ± 1.14 ^{abc}
員山農會米漿	87.54 ± 0.02 ^c	2.47 ± 0.29 ^c	5.75 ± 0.06 ^d	10.67 ± 0.12 ^c	32.29 ± 2.33 ^b
猴頭菌發酵米漿	92.53 ± 0.04 ^a	5.32 ± 0.32 ^c	6.39 ± 0.02 ^b	7.07 ± 0.12 ^e	51.07 ± 0.76 ^a

Data are expressed as mean ± S.D. (n = 3).

^{a-c} Values in the same column for each sample with different superscripts are significantly different (p < 0.05).

表 3 市售米漿與猴頭菌發酵米漿之色澤分析

Table 3 The color of commercial rice milks and *H. erinaceus* fermented rice milks

Rice milk	L*	a*	b*
光泉米漿	62.77 ± 0.05 ^a	5.08 ± 0.04 ^d	20.74 ± 0.01 ^c
永和米漿	37.59 ± 0.05 ^c	6.23 ± 0.04 ^c	17.52 ± 0.08 ^c
義美米漿	53.69 ± 0.10 ^b	8.67 ± 0.07 ^b	23.91 ± 0.03 ^b
員山農會米漿	35.30 ± 0.01 ^d	11.81 ± 0.07 ^a	26.88 ± 0.10 ^a
猴頭菌發酵米漿	53.15 ± 0.54 ^b	3.98 ± 0.04 ^e	18.27 ± 0.26 ^d

Data are expressed as mean ± S.D. (n = 3).

^{a-c} Values in the same column for each sample with different superscripts are significantly different (p < 0.05).

剪切速率(γ)與黏度(μ)所得知黏度隨著剪切速率不同而變動。米漿皆為剪切速率 γ 越慢而黏度越大的趨勢，此流體與非牛頓流體相吻合，故以公式 $\mu_{app} = \kappa \cdot \gamma^{(n-1)}$ 取自然對數 \ln 得 $\ln \mu_{app} = \ln \kappa + (n-1) \ln \gamma$ ，作線性迴歸後可由 y 軸截距及斜率求得各

樣品之 κ (稠度指數)及 n (流變指數)。由表 4 得知光泉米漿的稠度指數最大為 3225.04 cP，其次依序為員山農會米漿>永和米漿>義美糙米漿；而 7%猴頭菌發酵米液作為基質的發酵米漿其黏度可達 1607.81cP。

最後進行官能品評，品評員來自宜蘭大學食品科學系的 70 位學生，針對四種樣品(A-D)進行色澤、香味、甜度、黏稠感及整體表現的喜好性品評。品評員男生佔 57%及 43%女生，研究生佔 20%，大一~大四生各約 14-17%之間(表 5)。這 70 位品評員有 90% 早餐會搭配飲品，可見大部份的人吃早餐都會搭配飲品，且大家都喝過米漿，有 53%喜歡喝米漿、41% 普通，故米漿是個很普遍、且接受度高的飲品。早餐飲品有 51%的人會選擇米漿，故除了米漿外還有其他飲品選擇，例如：豆漿、奶茶、紅茶...等(表 5)。最後再針對保健食品作調查，有 50%以上的人都有吃保健食品(維他命或是食品)，而且有 59%知道市面上有販售保健米漿的飲品，如：光泉珍穀米漿、光泉雙芽米漿、光泉薏仁糙米漿等，若本校福利社有販售保健米漿的話，有 61%品評員願意購買，因本次品評對象為學生，故 80%的學生能接受保健米漿的價格為最便宜的 20 元(表 5)。

表 4 市售米漿和猴頭菌發酵米漿之稠度指數(κ)、流變指數(n)值

Table 4 The κ 、 n of commercial rice milks and *H. erinaceus* fermented rice milks

Rice milk	Linear regression	R ²	κ	n
光泉	y=-0.6374x+8.0787	0.999	3225.04 ± 13.21	0.363
永和	y=-0.3695x+6.5376	0.988	690.63 ± 10.06	0.631
義美	y=-0.3779x+6.4242	0.964	616.59 ± 4.53	0.622
員山農會	y=-0.4827x+7.4089	0.976	1650.61 ± 12.29	0.517
猴頭菌發酵米漿	y=-0.6168x+7.381	0.999	1607.81 ± 113.27	0.562

最後經由這70位品評員，針對這四種米漿進行色澤、香味、甜度、黏稠感及整體表現的喜好性品評結果顯示(表6)，A產品與B產品進行比較，發現在色澤、香味、甜度、黏稠感及整體表現並無顯著差異(p > 0.05)，都在有些喜歡(官能品評分數5分)及沒意見(官能品評分數4分)之間，表示B產品在色澤、香味、甜度、黏稠感及整體表現皆與A產品一樣，而在D產品的部份，品評後的結果也與C產品一樣，顯示出添加7%含猴頭菌發酵米漿於市售米漿和糙米漿中並不會造成口感上的差異，都是大眾可以接受的口味。另外在製程上採用液態發酵猴頭菌米漿，直接殺菌即可添加至各米漿產品中，可以省去以固態發酵在後段加工的程序，如：乾燥磨粉、過篩等繁複的

製程，可以節省更多的人力、時間及成本。如進行調味(添加花生或芝麻等)或直接添加於市售米漿產品中，可以補足香味的濃郁，讓口感更佳。目前僅止於實驗室型的搖瓶發酵，後續期待能以更大規模的發酵槽進行猴頭菌米漿之發酵，開發一支新興保健飲品-猴頭菌米漿。

表 5 官能品評人員的個人資料和問卷調查

Table 5 The information and investigation of sensory evaluation panel

項目	分項	百分比(%)
性別	男	57
	女	43
年級	大一	17
	大二	16
	大三	15
	大四	14
	研究生	20
早餐是否搭配飲品	是	90
	否	10
是否吃過米漿	是	100
	否	0
喜歡米漿程度	喜歡	53
	普通	41
	不喜歡	6
早餐飲品是否選用米漿	是	51
	否	47
是否吃保健食品	是，維他命	39
	是，食品	20
	否	36
是否知道市售保健米漿	是	59
	否	41
是否會購買保健米漿	是	61
	否	37
可接受保健米漿的價格	20 元	80
	25 元	19
	30 元	0

表 6 米漿官能品評

Table 6 The seven point hedonic sensory evaluation of rice milks

Rice milk	A	B	C	D
Color	4.93 ± 1.39	4.94 ± 1.34	4.28 ± 1.29	4.21 ± 1.37
Flavor	4.36 ± 1.35	4.36 ± 1.29	4.26 ± 1.14	4.74 ± 1.28
Sweet	4.54 ± 1.33	4.51 ± 1.46	4.43 ± 1.36	4.44 ± 1.32
Viscosity	4.53 ± 0.99	4.60 ± 1.12	4.47 ± 1.27	4.10 ± 1.24
Overall	4.67 ± 1.20	4.61 ± 1.27	4.54 ± 1.29	4.56 ± 1.27

A:市售米漿, B:市售米漿含 7%猴頭菌發酵米漿, C:市售糙米漿, D:市售糙米漿含 7%猴頭菌發酵米漿, N = 70 (採七分制品評)

結論

米穀粉作為培養液，在 25°C、150 rpm 下經猴頭菌搖瓶發酵 5 天後，使多醣含量顯著增加，且清除 DPPH 和螯合亞鐵離子也都明顯提升，故可提供較佳的抗氧化效果。且添加 7%猴頭菌發酵米漿於市售米漿和糙米漿中，其官能品評分數為 5，並未造成口感上的顯著差異，故能應用於目前米漿產品中，順利開發出具有保健功效之猴頭菌米漿。

謝誌

本研究內容承蒙行政院農業委員會農糧署 98 年度「開發保健食品」細部計畫 98 農科-3.1.3-糧 1(6)「猴頭菌子實體和發酵產物萃取液化學組成和生理功能之探討(二)」計畫支助，特此誌謝。

參考文獻

- 王進崑、柯文慶、洪端良、陳重文、盧榮錦及賴滋漢。2002。食品、營養儀器分析。富林出版社。台中，台灣。
- 汪宛霖。2006。乳酸菌在紫米奶中的生長情形及紫米發酵乳之研發。國立中興大學食品暨應用生物科技學系碩士論文。台中，台灣。
- 吳丁山。1982。米奶前處理與乳酸發酵。國立臺灣大學食品科技研究所碩士論文。台北，台灣。
- 吳姿宜。2001。探討不同培養方式對猴頭菇抗氧化與抗腫瘤性質的影響。國立中央大學化學工程所碩士論文。新竹，台灣。
- 吳奕韻。2003。富含 γ -胺基丁酸乳酸發酵糙米奶之研製。國立嘉義大學食品科學系碩士論文。嘉義，台灣。
- 陳怡穎。2003。台灣土肉桂葉精油組成與抗氧化性。國立台灣大學食品科技研究所碩士論文。台北，台灣。
- 樂超銀、邵佛、劉慶剛、郭慶華。1999。猴頭菌液體發酵條件的研究。中國食用菌 18(3): 32-34。
- 藍雄。1995。猴頭菌培養液生產功能性飲料技術。中外技術情報。11:45。
- A.O.A.C. 1984. "Official Method of Analysis" 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. USA.
- Arnoner A., R. Cardillo, G. Nasini and O. Vajna-de-pava. 1994. Secondary mold metabolites: part 46. hericenones A-C and erinapyrone C, new metabolites produced by the fungus *Hericium erinaceus*. J. Nat. Prod. 57(5): 602-606.

- Beckman, K. B. and B. N. Ames. 1997a. The free radical theory of aging. *Physiol. Rev.* 26: 178-185.
- Beckman, K. B. and B. N. Ames. 1997b. Oxidative decay of DNA. *J. Biol. Chem.* 272: 19633-19636.
- Christel, Q. D., G. Bernard, V. Jacques, D. Thierry, B. Claude, L. Michel, C. Micheline, C. Jean-Cluade, B. Francois and T. Francis. 2000. Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *J. Ethnopharmacol.* 72: 35-42.
- Cross, C. E., A. van der Vliet, C. A. O'Neill and J. P. Eiserich. 1994. Eiserich: Reactive oxygen species and the lung. *Lancet* 344: 930-932.
- Dinis, T. C. P., V. M. C. Madeira and L. M. Almeida. 1994. Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate, and 5-amino salicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxy radical scavengers. *Biochem. Biophys* 315: 161-169.
- Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28(3): 350-356.
- Grisham, M. B. 1994. Oxidants and free radicals in inflammatory bowel disease. *Lancet.* 344: 859-861.
- Han, J. 2003. Solid-state fermentation of cornmeal with the basidiomycete *Hericium erinaceum* for degrading starch and upgrading nutritional value. *Int. J. Food Microbiol.* 80: 61-66.
- Jacobson, E. S., E. Hove and H. S. Emery. 1995. Antioxidant function of melanin in black fungi. *Infect. Immun.* 63: 4944-4945.
- Jenner, P. 1994. Oxidative damage in neurodegenerative disease. *Lancet.* 344: 796-798.
- Kawagishi, H., A. Shimada, S. Hosokawa, H. Mori, H. Sakamoto, Y. Ishiguro, S. Sakemi, J. Bordner, N. Kojima and S. Furukawa. 1996. Erinacines E, F, and G, stimulators of nerve growth factor (NGF) synthesis, from the mycelia of *Hericium erinaceum*. *Tetrahedron Lett* 37 (41): 7399-7402.
- Kawagishi, H., A. Masui, S. Tokuyama and T. Nakamura. 2006. Erinacines J and K from the mycelia of *Hericium erinaceum*. *Tetrahedron* 62: 8463-8466.
- Kenmoku, H., T. Sassa and N. Kato. 2000. Isolation of erinacine P, a new parental metabolite of cyathane-xylosides, from *Hericium erinaceum* and its biomimetic conversion into erinacines A and B. *Tetrahedron Lett.* 41: 4389-4393.
- Lee, E. W., K. Shizuki, S. Hosokawa, M. Suzuki, H. Suganuma, T. Inakuma, J. Li, M. Ohnishi-Kameyama, T. Nagata, S. Furukawa and H. Kawagishi. 2000. Two novel diterpenoids, erinacines H and I from the mycelia of *Hericium erinaceum*. *Biosci. Biotech. Bioch.* 64(11): 2402-2405.
- Liu, F., V. E. C. Ooi and S. T. Chang. 1997. Free radical scavenging activities of mushroom polysaccharide extracts. *Life Sci.* 60: 763-771.
- Mau, J. L., H. C. Lin and S. F. Song. 2002. Antioxidant properties of several specialty mushrooms. *Food Res. Int.* 35: 519-526.
- Okamura, M. 1994. Distribution of ascorbic acid analogs and associated glycosides in mushrooms. *J. Nutr. Sci.* 40: 81-94.
- Oyaizu, M. 1986. Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese J. Nutr.* 44: 307-315.
- Shimada, K., K. Fujikawa and T. Nakamura. 1992. Anti-oxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *J. Agric. Food Chem.* 40: 945-948.
- Shimbo, M., H. Kawagishi and H. Yokogoshi. 2005. Erinacine A increases catecholamine and nerve growth factor content in the central nervous system of rats. *Nutr. Res.* 25: 617-623.
- Shin, D. H. 1989. A yogurt-like product development from rice by lactic acid bacteria. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21(5): 686-690.
- Wang, J. C., S. H. Hu, C. H. Su, and T. M. Lee. 2001. Antitumor and immunoenhancing activities of polysaccharide from culture broth of *Hericium spp.* *Kaohsiung J. Med. Sci.* 17: 461-467.
- Witzum, J. L. 1994. The oxidative hypothesis of atherosclerosis. *Lancet.* 344: 793-795.
- Yang, B. K., J. B. Park and C. H. Song. 2003. Hypolipidemic effect of exo-biopolymer produced from a submerged mycelial culture of *Hericium erinaceus*. *Biosci. Biotech. Bioch.* 67(6): 1292-1298.

98年08月04日投稿

98年12月05日接受