

花蓮地區有機稻米產銷價格調查及其抗氧化能力之 分析與比較¹

陳吉村²、陳怡蓉³

摘 要

本研究調查花蓮地區有機及慣行栽培之稻米的銷售價格及檢測分析其抗氧化能力與抗氧化物質之差異。結果顯示，花蓮地區有機白米及糙米之市佔率約為 3 成，比慣行栽培者低，因此應該還有成長的空間。其售價則是以有機栽培之稻米價格較高。品種方面，有機栽培稻米之種類以台梗 9 號、台中秈 10 號、高雄 139 號及高雄 145 號為主，種類明顯少於慣行栽培者。而其抗氧化能力及抗氧化成分的分析結果，大致上可看出有機栽培之白米在清除 DPPH 自由基能力及還原力等優於慣行栽培者。糙米的部分，則以清除 DPPH 自由基能力及鐵離子螯合能力較慣行栽培者為佳。品種方面則台中秈 10 號有優於高雄 139 號的表現。另外，有機及慣行栽培之白米及糙米在總抗氧化能力、鐵離子螯合能力、還原力、總酚類化合物含量及總類黃酮含量等項目上，糙米均優於白米，並達顯著差異。

(關鍵詞：抗氧化能力、抗氧化物質、白米、糙米、有機栽培、慣行栽培)

1.行政院農業委員會花蓮區農業改良場研究報告第 232 號。

2.行政院農業委員會花蓮區農業改良場蘭陽分場研究員兼分場長。

3.行政院農業委員會花蓮區農業改良場蘭陽分場專案研究助理。

前 言

人體的代謝過程會產生許多自由基，不好的飲食及生活習慣也會增加自由基的產生，因此造成許多疾病的發生，透過飲食攝取天然的抗氧化物質(Antioxidant materials)以協助消除自由基，是現代養生保健最熱門的課題(陳 2008)。過去有許多報告指出以有機方式栽培之蕃茄、蔬菜及蘋果等農產品有較佳的抗氧化能力(Antioxidant capacity)(Mitchell et al., 2007；蘇等 2008；有機農業全球資訊網)，因此為了增進身體健康，有機農產品在近幾年的需求迅速增加。

糙米為去殼後保留糠層及胚之米粒，因為糠層中含有豐富的油脂及維生素 B 和 E，可預防腳氣病、癌症並具有排毒、抗氧化及增強抵抗力等功能(王等 2006)。另有研究指出米糠因含有 oryzanols、tocotrienols 及維生素 E 等抗氧化物質，因此具有抗氧化能力(Godber and Juliano, 2004; Godber and Wells, 1994; Orthoefer and Eastman, 2004)。雖然稻米的抗氧化成分(如維生素 E 及多酚類等)含量不高，但稻米是國民的主食，鼓勵多吃稻米也一直是政府重要的政策，如果有機栽培的稻米有較高的抗氧化能力，則透過有機米飯的飲食而增加抗氧化物質的供應量，相信對國人的健康一定有很大的幫助。

花蓮縣及宜蘭縣一直是有機米最大的產地，根據行政院農業委員會農糧署於民國 100 年 9 月底的統計資料顯示，台灣有機作物栽培的面積為 4,477.15 ha，其中以有機水稻 1,525.90 ha 為最大宗，其次為有機蔬菜 1,524.08 ha。以地區而論，以花蓮縣 836.44 ha 最多，再加上宜蘭縣 334.06 ha，兩縣合計 1,170.50 ha，佔全台有機栽培總面積的 26.14%，其中兩縣有機水稻共 751.22 ha，佔全國有機水稻栽培的 49.08%，因此花蓮縣及宜蘭縣是台灣最大有機稻米的栽培及供應地區(行政院農業委員會農糧署)。為此本研究對有機稻米的抗氧化特性進行研究，希望能建立有機稻米抗氧化能力的基本資料，幫助有機農業的推廣。

材料與方法

一、市場調查及分析

從花蓮縣及宜蘭縣的一般銷售管道調查東部生產之市售有機及慣行栽培稻米的種類及價格，並選取相同品種之樣品進行後續抗氧化能力及抗氧化成分分析。

二、抗氧化能力及抗氧化成分分析

將選出之樣品粉碎後以甲醇進行萃取，萃取後將濾液進行總抗氧化能力(Oxygen radical absorbance capacity, ORAC)分析，其它樣品則以乙醇進行萃取後分析清除 DPPH (α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl)自由基能力、鐵離子螯合能力(Chelating ability ferrous ions)及還原力(Reducing power)等三種抗氧化能力及總酚類化合物(Total polyphenol)含量、總類黃酮(Total flavonoid)含量兩種抗氧化成分之分析。

(一) 樣品製備

1. 樣品前處理：將樣品以研磨機磨碎成粉末，置於茶色瓶中，並存放於-20℃冰箱備用。
2. 稻米萃取液製備：取 20 g 樣品粉末置於血清瓶中，加入 100 ml 70%甲醇或乙醇溶劑，於室溫下以超音波震盪萃取 15 min 後，以 Whatman No. 1 濾紙過濾得到濾液，過濾後之殘渣再依上述步驟進行第二次萃取。收集二次之稻米萃取濾液，存放於-4℃冰箱中備用。

(二) 抗氧化力分析

1. 總抗氧化能力分析

參考 Davalos 等人(2004)、Prior 等人(2003)與 Huang 等人(2002)的方法，系統反應總體積為 200 μ l，反應液中分別含有稻米萃取液 25 μ l、75 mM 磷酸緩衝溶液 75 μ l、38.4 nM Fluorescein 75 μ l 及 64 mM AAPH 25 μ l，螢光檢測的激發光波長為 485 nm，放射光波長為 528 nm，每 90 秒

檢測一次，共檢測 100 min。將樣品在各時間點的相對螢光強度對時間作圖，所得之曲線面積(AUC)扣除空白組之曲線面積(AUC)得到淨螢光衰退面積(net AUC)。以 Trolox 之淨螢光衰退面積對其濃度作標準曲線，將各樣品之淨螢光衰退面積代入即可得到相對之 Trolox 濃度。計算公式如下：

$$AUC = (0.5 + f_1/f_0 + f_2/f_0 + \dots + f_i/f_0) \times CT$$

AUC : area under the curve

f_0 : initial fluorescence reading at cycle

f_i : fluorescence reading at cycle i

CT : cycle time in minutes

net AUC : AUC sample – AUC blank

2. 清除 DPPH 自由基能力

參考 Shimada 等人(1992)的方法，取 4 ml 之稻米萃取液，加入 1 ml 0.5 mM DPPH 甲醇溶液，均勻混合後，靜置反應 30 min，於 517 nm 測定其吸光值，並依下列公式計算 DPPH 清除能力(Scavenging effects)：

$$\text{DPPH 清除能力(\%)} = \left[1 - \left(\frac{\text{樣品 } A_{517 \text{ nm}}}{\text{控制組 } A_{517 \text{ nm}}} \right) \right] \times 100$$

3. 鐵離子螯合能力

參考 Dinis 等人(1994)的方法，取 4 ml 之稻米萃取液，依序加入 0.2 ml 2 mM FeCl_2 溶液、0.4 ml 5 mM Ferrozine 溶液，均勻混合後，反應 10 min，於 562 nm 測定其吸光值，並依下列公式計算鐵離子螯合能力：

$$\text{鐵離子螯合能力(\%)} = \left[1 - \left(\frac{\text{樣品 } A_{562 \text{ nm}}}{\text{控制組 } A_{562 \text{ nm}}} \right) \right] \times 100$$

4. 還原力

參考 Oyaizu(1986)的方法，取 2.5 ml 之稻米萃取液，依序加入 2.5 ml pH 6.6 磷酸緩衝溶液、2.5 ml 1% 赤血鹽，均勻混合後於 50 °C 水浴反應 20 min，於 -20°C 的冰箱中急速冷卻，再加入 2.5 ml 10% 三氯醋酸(TCA)溶液，於 5000 rpm 離心 10 min，取上清液 5 ml，再加入 5 ml 蒸餾水、1 ml 0.1% FeCl_2 溶液，混合均勻，反應 10 min，於 700 nm 測定其吸光值。

(三) 抗氧化成分分析

1. 總酚類化合物含量

參考 Singleton 和 Rossi (1965)之方法，取 0.5 ml 之稻米萃取液，依序加入 0.5 ml Folin-Ciocalteu (FC)試劑、2 ml 2% Na_2CO_3 、2.5 ml 蒸餾水，混合均勻後，靜置反應 50 min，於 760 nm 測定其吸光值，並與沒食子酸(Gallic acid)之標準曲線對照，計算出樣品中總酚類化合物的含量。

2. 總類黃酮含量

參考 Jia (1999)之方法並經修飾後進行試驗，取適當濃度之稻米萃取液 0.5 ml，加入 1.5 ml 無水酒精、0.1 ml 10% 硝酸鋁(Aluminum nitrate)、0.1 ml 1M 醋酸鉀(Potassium acetate)及 2.8 ml 之去離子水，混合均勻後靜置反應 50 min，以分光光度計於 415 nm 下測其吸光值，並以 Quercetin 之標準曲線對照，計算出樣品之總類黃酮的含量。

三、統計分析

所有樣品皆進行三重覆分析，所得之結果先進行變方分析(Analysis of variance)，再以最小顯著差異性測驗(LSD, Least significance difference test)，並在 5%的顯著水準下進行各處理間平均值差異之比較(呂等 2006)。

結果與討論

一、市場調查及分析

為了解花蓮地區慣行栽培與有機栽培所生產之稻米(白米及糙米)的銷售狀況，因此在民國 99 年間選擇在花蓮縣及宜蘭縣之一般農產品銷售管道，如各大農會農產品展示中心、農會超市、量販店及有機專賣店等進行調查，並對產品之種類、品牌、商品名、產地、品種及售價等進行紀錄及分析。總共調查之樣品件數有 109 件(表一)，其中有機白米 19 件、有機糙米 13 件、慣行白米 66 件及慣行糙米 11 件，分別各佔調查總數的 17.4%、11.9%、60.6%及 10.1%，其中有機白米及糙米約佔全部調查件數的 29.3%，顯示有機稻米在傳統銷售市場所佔的比例仍較慣行栽培者低。

而從本次調查之結果分析其種類，則發現在有機稻米中，白米及糙米之販售比率約 1.5：1，而慣行白米則為慣行糙米的 6 倍，顯示在較注重健康觀念的消費族群比較能接受糙米的口感，而一般消費大眾則仍偏愛口感及外觀較佳之白米，而較不關心其營養價值之高低。

另外分析所調查之不同栽培方法及品種稻米(粳稻，Japonica rice；秈稻，Indica rice)的售價發現，有機白米(粳稻)每公斤售價約 54.2-140 元，平均單位價格有機白米(粳稻) 107.3 元/公斤；有機糙米(粳稻及秈稻)每公斤售價約 74.5-140 元，平均單位價格粳稻有機糙米 115.1 元/公斤，秈稻有機糙米 103.1 元/公斤；而慣行栽培(粳稻及秈稻)之白米及糙米之單位價格則分別為 40-200 元/公斤及 41.5-120 元/公斤，平均單位價格粳稻慣行白米 79.9 元/公斤，秈稻慣行白米 52.7 元/公斤，粳稻慣行糙米 64.3 元/公斤，秈稻慣行糙米 109.9 元/公斤，若排除五結農會的越光米系列，則粳稻慣行栽培白米之價格則為 65.8 元/公斤，有機栽培之稻米價格不管品種或白米與糙米均高於慣行栽培者。

此次調查花蓮及宜蘭地區栽培之市售稻米主要的品種為台梗 2 號、台梗 4 號、台梗 8 號、台梗 9 號、台梗 16 號、台農 71 號、台中秈 10 號、高雄 139 號、高雄 145 號、吉野 1 號及越光等品種，而除了高雄秈 2 號只有有機白米而無慣行米外，有機米之種類大多集中於台梗 9 號、台中秈 10 號、高雄 139 號及高雄 145 號等品種，由此可見有機栽培因為管理上的需求，部分較易罹患病蟲害、需高肥力或較易倒伏的品種並不適合有機栽培，因此其品種的選擇不若慣行栽培廣泛，侷限於少數品種。

表一、花蓮地區市售有機及慣行稻米之價格調查表

Table 1. The price of rice by organically and conventional cultivation of Hualien district.

Varieties	Sample no.	Average price (NT dollars/kg)	Price range (NT dollars/kg)
Organic product			
Japonica(Milled rice)	19	107.3	54.2~140.0
Indica(Milled rice)	0	- ^z	- ^z
Japonica(Brown rice)	9	115.1	74.5~140.0
Indica(Brown rice)	4	103.1	92.3~120.0
Conventional product			
Japonica(Milled rice)	57 (47) ^y	79.9 (65.8) ^y	40.0~200.0 (40.0~115.0) ^y
Indica(Milled rice)	9	52.7	69.5~90.0
Japonica(Brown rice)	8	64.3	41.5~90.0
Indica(Brown rice)	3	109.9	92.3~120.0

^z No sample.

^y Remove sample of Koshihikari(コシヒカリ，越光).

二、抗氧化能力及抗氧化成分分析結果比較

(一) 有機與慣行栽培白米之比較

從市售有機與慣行栽培之白米挑選樣品數較多的米種台中秈 10 號及高雄 139 號，一個為秈稻品種，另一個為梗稻品種，共 10 個樣品進行總抗氧化能力、清除 DPPH 自由基能力、鐵離子螯合能力及還原力等四種抗氧化能力分析，及總酚類化合物含量、總類黃酮含量兩種抗氧化成分分析。從表二之抗氧化能力及抗氧化成分分析結果可以發現，除了慣行栽培之台中秈 10 號 (Taichung-Sen 10) 白米的總抗氧化能力特別高於其它樣品外，其它樣品間之差異則不顯著，但似乎可以發現有機白米之總抗氧化能力高於慣行栽培者及台中秈 10 號高於高雄 139 號 (Kaohsiung 139) 的趨勢。對清除 DPPH 自由基能力而言，有機栽培無論台中秈 10 號或高雄 139 號均顯著高於慣行栽培者；品種間之比較，有機栽培之台中秈 10 號雖略高於高雄 139 號，但差異不大；慣行栽培者則反而有高雄 139 號略高於台中秈 10 號的趨勢，但同樣差異不大。鐵離子螯合能力之比較，除有機栽培之台中秈 10 號有一個樣品特別高外，以慣行栽培之高雄 139 號較高；品種間之比較，慣行栽培者高雄 139 號顯著高於台中秈 10 號，但有機栽培者則無明顯趨勢。對還原力而言，資料顯示有機栽培者兩個品種大部分均顯著高於慣行栽培者，有機栽培者台中秈 10 號亦較高雄 139 號高，慣行栽培者兩個品種之差異則不明顯。對於抗氧化成分之比較，總酚類化合物含量除部分高雄 139 號因含量太低無法分析外，慣行栽培之台中秈 10 號顯著高於其它樣品；有機栽培者之品種間差異則不顯著。總類黃酮含量則因為含量太低，在有機白米及慣行白米大部分樣品均無法測出，顯示白米在碾製過程可能將許多類黃酮物質除去，甚為可惜。

表二、市售有機與慣行栽培白米之抗氧化能力與抗氧化物質分析結果

Table 2. The antioxidant capacity and antioxidant materials analysis of market sell milled rice of organic and conventional cultivation.

Varieties	Samples	ORAC ^z (μ M)	DPPH SE ^y (%)	Chelating ability ferrous ions (%)	Reducing power (%)	Total polyphenol (mg/100g)	Total flavonoid (mg/100g)
Organic cultivation							
Taichung-Sen 10	1	72.4 b ^x	91.3 bc	28.1 d	0.32 bc	14.9 c	N.D. ^w
	2	89.4 b	92.4 b	2.5 g	0.40 a	15.6 c	N.D.
	3	81.0 b	94.4 a	58.6 a	0.40 a	6.6 d	N.D.
Kaohsiung 139	4	77.1 b	91.4 bc	17.5 e	0.35 b	15.5 c	N.D.
	5	77.5 b	90.2 c	29.6 d	0.31 bc	14.2 c	0.00 c
Conventional cultivation							
Taichung-Sen 10	6	476.0 a	78.9 g	10.1 f	0.20 e	21.4 b	0.28 b
	7	521.5 a	86.1 e	16.6 e	0.35 b	28.9 a	3.17 a
	8	67.3 b	84.1 f	35.4 c	0.20 e	N.D.	N.D.
Kaohsiung 139	9	63.4 b	86.1 e	40.8 b	0.26 d	N.D.	0.00 c
	10	67.5 b	88.4 d	34.7 c	0.30 c	1.4 e	N.D.

^z ORAC: Oxygen radical absorbance capacity.

^y DPPH SE: DPPH (α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl) scavenging effects.

^x The same letters are not significantly different 5% by LSD.

^w N.D.: Not detected.

(二) 有機與慣行栽培糙米之比較

表三為市售有機與慣行栽培之糙米的總抗氧化能力、清除 DPPH 自由基能力、鐵離子螯合能力及還原力等四種抗氧化能力分析，及總酚類化合物含量、總類黃酮含量兩種抗氧化成分分析的分析結果。因糙米之樣品數較少，因此另外增加花蓮區農業改良場自行栽培之台中秈 10 號及高雄 139 號之有機及慣行糙米樣品 4 個，以增加樣品之代表性。所分析之樣品有有機及慣行栽培之台中秈 10 號各 5 及 3 個樣品與高雄 139 號有機及慣行栽培各 4 及 2 個樣品，總共有 14 個樣品。

從表三之分析結果來看，除樣品編號 5、9、10、11、12 及 13 的分析數值較高外，慣行栽培之糙米的總抗氧化能力顯著高於有機栽培者，兩種栽培方法品種間之總抗氧化能力則差異不顯著。對清除 DPPH 自由基能力而言，則有機栽培無論台中秈 10 號或高雄 139 號大部分樣品均明顯高於慣行栽培者，且達顯著差異；品種間之比較，兩種栽培方式，台中秈 10 號則略高於高雄 139 號，部分達到顯著差異水準。鐵離子螯合能力部分，與清除 DPPH 自由基能力之趨勢相似，有機栽培無論台中秈 10 號或高雄 139 號均顯著高於慣行栽培者之台中秈 10 號或高雄 139 號，尤其有機栽培之台中秈 10 號最高，與其它樣品相較均達顯著差異水準；品種間之差異，有機栽培部分呈現台中秈 10 號高於高雄 139 號，但慣行栽培者間差異則不明顯或呈現台中秈 10 號略低於高雄 139 號之現象。對還原力而言，表三之結果顯示有機及慣行栽培間之差異趨勢不明確，種品間之差異亦無明顯的趨勢。

抗氧化成分總酚類化合物及總類黃酮含量部分，統計資料顯示，慣行栽培者有高於有機栽培者之趨勢。品種方面，有機栽培之高雄 139 號的總酚類化合物含量高於台中秈 10 號；慣行栽培之台中秈 10 號則略高於高雄 139 號。在總類黃酮含量部分，除部分樣品因含量太低，無法測出外，與總酚類化合物含量相似，亦有慣行栽培者高於有機栽培者之趨勢，而種品間之差異則不明顯。因為稻米之總酚類化合物及總類黃酮含量本來就不高，加以本研究之樣品來源為市售樣品隨機採樣，其栽培方法、土壤條件及碾製過程等均難以掌握，此外總酚類化合物含量之分析亦容易受到氨基酸及蛋白質之干擾，因此結果無法明確顯現不同栽培方法之間的差異，這部分有待更嚴格的試驗來驗證。

表三、市售有機與慣行栽培糙米之抗氧化能力與抗氧化物質分析結果

Table 3. The antioxidant capacity and antioxidant materials analysis of market sell brown rice of organic and conventional cultivation.

Varieties	Samples	ORAC ^z (μM)	DPPH SE ^y (%)	Chelating ability ferrous ions (%)	Reducing power (%)	Total polyphenol (mg/100g)	Total flavonoid (mg/100g)
Organic cultivation							
Taichung-Sen 10	1	111.2 e ^x	93.3 bcde	76.1 c	1.02 efg	42.6 g	3.78 i
	2	102.9 e	95.1 a	68.9 e	0.93 fg	37.9 h	7.38 h
	3	112.1 e	94.1 abc	88.8 a	1.21 bc	47.0 f	14.39 f
	4	106.7 e	93.5 abcde	82.1 b	1.01 efg	41.4 g	N.D. ^w
	5	1812.6 ab	92.7 cde	46.3 j	1.53 a	65.6 b	38.37 b
Kaohsiung 139	6	105.8 e	94.7 ab	73.2 d	1.13 cde	42.9 g	N.D.
	7	104.1 e	92.4 de	87.2 a	1.08 de	50.5 e	N.D.
	8	106.5 e	94.6 ab	65.9 f	1.05 ef	59.0 c	20.68 d
	9	1556.3 c	92.2 de	60.2 h	1.06 e	64.3 b	26.73 c
Conventional cultivation							
Taichung-Sen 10	10	938.8 d	91.8 e	56.9 i	1.04 ef	54.7 d	10.33 g
	11	1618.3 bc	93.1 bcde	55.0 i	1.19 cd	76.4 a	57.54 a
	12	1156.3 c	91.9 e	67.6 ef	1.31 b	55.6 d	18.94 de
Kaohsiung 139	13	1908.6 a	91.8 e	63.4 g	1.53 a	64.9 b	39.60 b
	14	110.4 e	93.8 abcd	68.7 e	0.91 g	48.3 f	17.49 e

^z ORAC: Oxygen radical absorbance capacity.

^y DPPH SE: DPPH (α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl) scavenging effects.

^x The same letters are not significantly different 5% by LSD.

^w N.D.: Not detected.

(三) 白米與糙米之比較

將上述市售有機與慣行栽培之抗氧化能力及抗氧化成分分析結果以有機白米台中秈 10 號、有機白米高雄 139 號、慣行白米台中秈 10 號、慣行白米高雄 139 號、有機糙米台中秈 10 號、有機糙米高雄 139 號、慣行糙米台中秈 10 號、慣行糙米高雄 139 號分類並重新整理，分別得到 3、2、3、3、5、4、3 及 2 個樣品進行統計分析，其結果詳如表四。

從表四之結果顯示，除清除 DPPH 自由基能力之資料未達顯著差異水準外，其它總抗氧化能力、鐵離子螯合能力及還原力等三種抗氧化能力與總酚類化合物含量之分析結果均顯示糙米高於白米，並且都達到 5% 的顯著差異水準，雖然因為白米及糙米的維生素 E 含量極低，可能並不是造成本研究總酚類化合物含量較高的主要原因，但過去的研究指出米糠含有 oryzanols、tocotrienols 及維生素 E 等抗氧化物質，可增強抗氧化能力(Godber and Juliano, 2004; Orthoefer and Eastman, 2004; Godber and Wells, 1994)，所以維生素 E 等物質應該也是可能造成總酚類化合物含量分析結果較高的因素之一。另外，雖然總類黃酮含量部分因樣品含量太低無法分析，但從表四的資料仍可明確看出糙米之總類黃酮含量明顯高於白米。

表四、市售白米與糙米之抗氧化能力與抗氧化物質分析結果

Table 4. The antioxidant capacity and antioxidant materials analysis of milled and brown rice on market sell.

Samples	ORAC ^z (μ M)	DPPH SE ^y (%)	Chelating ability ferrous ions (%)	Reducing power (%)	Total polyphenol (mg/100g)	Total flavonoid (mg/100g)
Milled rice						
OC-Taichung-Sen 10 ^x	80.9 b ^w	92.7 a	29.7 bc	0.37 b	12.4 b	- ^v
OC-Kaohsiung 139	77.3 b	90.8 a	23.6 c	0.33 b	14.9 b	-
CC-Taichung-Sen 10	498.8 ab	82.5 a	13.4 c	0.27 b	25.2 ab	1.8 a
CC-Kaohsiung 139	66.1 a	86.2 a	36.7 abc	0.25 b	-	-
Brown rice						
OC-Taichung-Sen 10	449.1 ab	93.8 a	72.4 a	1.14 a	46.9 ab	15.8 a
OC-Kaohsiung 139	468.2 ab	93.5 a	71.6 a	1.08 a	54.2 a	23.7 a
CC-Taichung-Sen 10	1237.8 a	92.4 a	59.8 ab	1.18 a	62.2 a	28.9 a
CC-Kaohsiung 139	1009.5 ab	92.8 a	66.1 a	1.22 a	56.6 a	28.5 a

^z ORAC: Oxygen radical absorbance capacity.

^y DPPH SE: DPPH (α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl) scavenging effects.

^x OC: Organic cultivation; CC: Conventional cultivation.

^w The same letters are not significantly different 5% by LSD.

^v -: Data inadequate.

結 論

從花蓮地區之一般農產品銷售管道調查的結果顯示，有機白米及糙米市佔率約為 3 成，表示有機稻米在傳統銷售市場所佔的比例仍較慣行栽培者低，因此應該還有成長的空間。從售價來看，有機栽培之稻米價格不管品種或白米與糙米均高於慣行栽培者。品種方面，為符合有機栽培抗病強、需肥低等管理上的需求，花蓮及宜蘭地區有機米之種類以台梗 9 號、台中秈 10 號、高雄 139 號及高雄 145 號為主，其品種明顯少於慣行栽培者。

在抗氧化能力及抗氧化成分分析之結果方面，因樣品之來源為市售稻米，因此其栽培環境與管理技術有很大的差異，甚至白米及糙米的碾製程度也有差異，因此雖然有機栽培之白米在清除 DPPH 自由基能力及還原力等有優於慣行栽培者之趨勢，但卻無顯著之證明。糙米的部分，則以清除 DPPH 自由基能力及鐵離子螯合能力較慣行栽培者為佳。品種方面則台中秈 10 號有優於高雄 139 號的表現。最

後在白米及糙米之抗氧化能力及抗氧化成分分析比較結果，除在清除 DPPH 自由基能力之表現差異不顯著外，其它不管是有機栽培或慣行栽培在總抗氧化能力、鐵離子螯合能力、還原力、總酚類化合物含量及總類黃酮含量等項目上，糙米均優於白米，並達顯著差異之水準。

誌 謝

本試驗研究承蒙行政院農業委員會提供經費(98 農科-4.2.3-花-V1(4)，99 農科-4.2.3-花-V1(3))，使本文得以完成，謹此致謝。

參考文獻

- 1.王文美、盧訓、許煥琪 2006 不同光源照射發芽糙米之理化特性及抗氧化活性之比較 中華農學會報 7(3):296-310。
- 2.有機農業全球資訊網(<http://info.organic.org.tw/supergood/>)翻譯自 Organic Federation of Australia 及 Organic Consumers Association 之資料。
- 3.行政院農業委員會農糧署 有機農場整合資訊系統之統計資料 <http://organic.niu.edu.tw/farm/>。
- 4.呂秀英、魏夢麗、呂椿棠 2006 用 Excel 解決農業研究資料統計分析的方法(五)－變方分析及 LSD 農業試驗所技術服務 68:31-34。
- 5.陳吉村 2008 抗氧化分析技術在農業上之應用 花蓮區農業專訊 64:13-15。
- 6.蘇士閔、張綉忠、林靜雯、李佳蕙、余詩涵、戴順發 2008 長期有機農法生產之蔬菜抗氧化力優勢研究 高雄區農業改良場研究彙報 Vol. 19(1) 57-67。
- 7.Davalos, A., C. Gomez-Cordoves, and B. Bartolome. 2004. Extending applicability of the oxygen radical absorbance capacity (ORAC-Fluorescein) assay. J. Agric. Food Chem. 52(1):48-54.
- 8.Dinis, T.C., V.M. Madeira, and L.M. Almeida. 1994. Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate, and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxyl radical scavengers. Arch. Biochem. Biophys. 315(1):161-169.
- 9.Godber, J.S. and B.O. Juliano. 2004. Rice lipids. In E. T. Champagne (Ed.), Rice: Chemistry and technology. (3rd ed., pp.163-190). Minnesota: American Association of Cereal Chemists Inc.
- 10.Godber, J.S. and J.H. Wells. 1994. Rice bran: As a viable source of high value chemicals. Louisiana Agriculture 37(2):13-17.
- 11.Huang, D., B. Ou, M. Hampsch-Woodill, J.A. Flanagan, and R.L. Prior. 2002. High throughput assay of oxygen radical absorbance capacity (ORAC) using a multichannel liquid handling system coupled with a microplate fluorescence reader in 96 well format. J. Agric. Food Chem. 50(16):4437-4444.
- 12.Jia, Z., T. Mengcheng, and W. Jianming. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxider radicals. Food Chemistry 64(4):555- 559.
- 13.Mitchell, A.E., Y.J. Hong, E. Koh, D.M. Barrett, D.E. Bryant, R.F. Denison, and S. Kaffka. 2007. Ten-year comparison of the influence of organic and conventional crop management practices on the content of flavonoids in tomatoes. J. Agric. Food Chem. 55(15):6154-6159.
- 14.Orthofer, F.T. and J. Eastman. 2004. Rice bran and oil. In E. T. Champagne (Ed.), Rice: Chemistry and technology (3rd ed., pp.569-593). Minnesota: American Association of Cereal Chemists Inc.
- 15.Oyaizu, M. 1986. Studies on products of browning reaction. Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucoseamine. Jpn. J. Nutr. 44(6):307-315.
- 16.Prior, R.L., H. Hoang, L. Gu, X. Wu, M. Bacchiocca, L. Howard, M. Hampsch-Woodill, D. Huang, B. Ou, and R. Jacob. 2003. Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORAC_{FL})) of plasma and other biological and food samples. J. Agric. Food Chem. 51(11):3273-3279.
- 17.Shimada, K., K. Fujikawa, K. Yahara, and T. Nakamura. 1992. Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. J. Agric. Food Chem. 40(6):945-948.
- 18.Singleton, V.L. and J.J.A. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic. 16(3):144-158.