

活動注射分析儀測定稻米直鏈性澱粉最佳模式之研究¹

林泰佑²、楊攸捷³、徐定宏⁴、潘昶儒²、宣大平⁵

摘 要

爲了改善活動注射分析儀測定稻米直鏈澱粉含量測定結果之準確度及提高穩定性，針對樣品液配製之脫脂與不同反應溫度進行樣品配製條件設計，並以不同之進樣量、注射時間及充滿時間進行分析模式調整，由結果顯示，不同品種間無論脫脂與否或不同反應溫度均影響直鏈澱粉含量之測定，並針對不同直鏈澱粉等級之水稻建立最佳模式：不論糯稻、粳稻及秈稻樣品測定液皆須經脫脂與低溫反應可獲得較精確測定值而避免偏低。分析模式調整中之直鏈澱粉測定值變異係數及回歸曲線之結果可發現，以進樣量 40 μl 、注射時間 15 s 及充滿時間 45 s 之參數設定可獲得較高的精確度與穩定性。

(關鍵詞：水稻、直鏈澱粉、活動注射分析儀、碘顯色法)

1.花蓮區農業改良場研究報告第 231 號。

2.花蓮區農業改良場作物改良課助理研究員。

3.花蓮區農業改良場作物改良課專案研究助理。

4.花蓮區農業改良場作物改良課約僱助理。

5.花蓮區農業改良場作物改良課副研究員兼課長。

前 言

澱粉可以依照化學結構區分為直鏈澱粉(amylose)和支鏈澱粉(amylopectin)，一般精製白米中的直鏈澱粉含量(amylose content, 簡稱 AC)差異甚大，其範圍從直鏈澱粉含量趨近於零的糯米、AC 含量 10 - 25% 之粳米以及 AC>25%之秈米，而直鏈澱粉與支鏈澱粉的比例直接影響米飯的食味口感和硬度、黏度及彈性等等物理性質，因此控制稻米品質與經濟價值的關鍵就在於澱粉含量以及組成比例(洪，2000)；目前測定直鏈澱粉含量方法眾多，主要以碘顯色法及酵素法為主，各種直鏈澱粉含量測定法雖各有其優缺點，但仍無法改善大樣品量及耗時等問題。

由丹麥 FOSS 公司所開發的 FIAstar-5000 及 SOFIA 操作軟體系統，以碘顯色法為基礎，結合注入式自動抽取樣品及分析系統，改善了消耗大量樣品之問題及提升穩定性、準確度及精密度等特性，但以活動注射分析儀進行直鏈澱粉含量測定結果，和傳統碘顯色法及光學成分分析儀之測定結果進行比較後，發現活動注射分析儀之測定結果穩定性及再現性佳，卻存在含量偏低的情形，為了改善測定之精確度及降低人為或試驗步驟中所造成的誤差，本研究針對 FIAstar-5000 及 SOFIA 操作軟體系統，以台灣廣泛種植之三種不同直鏈澱粉含量等級之水稻品種，包含糯稻：台南糯 12 號、粳稻：台粳 2 號及秈稻：台中在來 1 號作為參試材料，進行樣品配製設計與分析模式調整，探討不同品種間樣品液配製處理中不同處理過程對直鏈澱粉測定之影響及造成測定值偏低之原因，以及針對注射時間、充滿時間及進樣量大小進行試驗及調整，分析不同參數是否影響直鏈澱粉測量之精確性與穩定性，並以試驗結果歸納不同品種間最佳之直鏈澱粉分析模式作為未來分析水稻直鏈澱粉含量之參考。

材料與方法

一、試驗材料

以糯稻品種台南糯 12 號、粳稻品種台粳 2 號及秈稻品種台中在來 1 號作為本試驗參試材料，種植於花蓮區農業改良場之試驗田，收穫後以恆溫 45℃ 之烘箱烘乾至水分含量為 14±0.5%，並經碾製與精製獲得白米後，以磨粉機(UDY Corporation, Cyclone sample mill)搭配 0.3 mm 及 150-180 μm 規格之濾片進行磨碎和兩次過篩，獲得質地較細之精製白米穀粉後進行直鏈澱粉含量分析。

二、澱粉分析液配置標準步驟(Juliano, 1971)

準備標準馬鈴薯直鏈澱粉與參試樣品米穀粉各 100±0.5 mg，置於同一藥品櫃兩天以上，使標準品與參試米穀粉溼度達到平衡一致。參試樣品液配製方法與標準品母液相同，標準品母液配製方法為將 100±0.5 mg 之標準馬鈴薯直鏈澱粉置入 100 ml 定量瓶，以 1 ml 之 ethanol 漂洗附著於管壁之澱粉，並加入 1 M、9 ml 之 NaOH 溶液後充分混合後，另置入燒杯中沸騰水浴 10 min 使澱粉和 NaOH 完全作用，待其冷卻至室溫並靜置隔夜，再以蒸餾水定量至 100 ml 作為標準液母液，而不同濃度之標準液之稀釋倍率如表一。

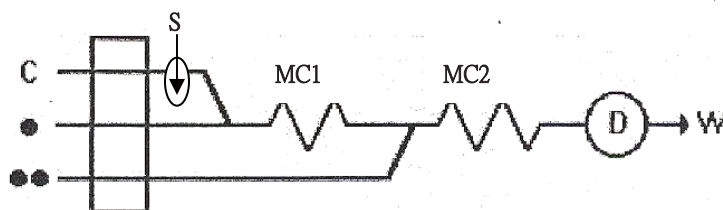
表一、直鏈澱粉標準液之稀釋倍率

Table 1. The dilution ratio of the amylose standard calibration solutions.

concentrate of amylose in milled rice(%)	Amylose standard (ml)	ddH ₂ O (ml)	0.09 M NaOH (ml)
0	0	18	2
10	2	16	2
20	4	14	2
25	5	13	2
30	6	12	2

三、樣品吸光度測定(參照 ISO6647)

使用注入式自動化學分析儀 FOSS FIAstar-5000 以及 FOSS 5027 樣品抽取器，開始測定之前儀器須預熱 20 s 及歸零檢測並防止氣泡進入，每樣品進樣量抽取 40 μ l，注入時間 20 s 注入混合管路(mixing coils)與 I₂/KI 指示溶液(I₂ 2 g, KI 20 g/l)充分混合 40 s，以形成碘與澱粉之藍色複合物，並於參比波長 880 nm 及測試波長 720 nm 處偵測其吸光值(Fig. 1)。以不同濃度梯度之標準液進行分析與吸光值測定，獲得結果進行標準回歸曲線計算，並將參試樣品之吸光值分析結果代入標準回歸函數以計算參試樣品之直鏈澱粉含量。



Note:

C. 0.09 mol/l NaOH

● (R1). 1 mol/l Acetic acid

●● (R2). I₂/KI solution

S. sample solution

MC1 and MC2. mixing coils 1 and 2

D. detector(M = 720 nm, R = 880 nm)

圖一、FOSS FIAstar 5000 自動化學分析儀分析流程(參照 FOSS FIAstar 5000 操作手冊)。

Fig. 1. Analysis process of FOSS FIAstar 5000 automatic continuous flow analysis (FIAstar 5000 Analyzer User manual).

四、樣品配製設計與分析模式調整

本研究針對兩大類流程進行探討，第一類針對樣品配製時不同處理探討分析結果的關聯性，第二類則探討自動分析儀中各項參數的調整和測試數值的準確度及精密度，另外利用光學稻米成份分析儀（型號 AN-800，ver 3.1，Kett 公司，日本），以近紅外線透光分析法測定每樣品之直鏈澱粉含量，每樣品分析 2 次，每次由 350 g 樣品取 60 g 進行分析作為對照。

（一）樣品配製條件設計

澱粉分析液配製標準之澱粉反應步驟中，分為不同澱粉反應溫度及脫脂處理，以 FOSS FIAstar 5000 操作手冊之試驗方法作為對照組，各處理模式如下：

1. 澱粉反應溫度處理：

- （1）處理組：澱粉緩慢加入至定量瓶中與鹼液混合，輕搖瓶身後，以常溫反應液 2 h 以上或靜置隔夜。
- （2）對照組：澱粉緩慢加入至定量瓶中與鹼液混合，立即置於沸水浴 10 min 後冷卻至室溫。

2. 脫脂處理：

樣品磨粉精製後進行脫脂與未脫脂處理，其餘分析步驟皆參照 FOSS FIAstar 5000 操作手冊

(FOSS FECA TOR AB, 2000)進行。

- (1) 處理組：精製篩選後之米穀粉先以索氏萃取裝置萃取移除脂質，以乙醚作為萃取試劑，每小時 4 至 6 循環 (cycles / h) 萃取 16 至 24 h，並與標準品置於同一藥品櫃兩天以上，使標準品與參試米穀粉溼度達到平衡一致後，進行直鏈澱粉含量分析。
- (2) 對照組：精製篩選後之米穀粉不經索氏脫脂處理，直接與標準品置於同一藥品櫃兩天以上，進行直鏈澱粉含量分析。

(二) 直鏈澱粉分析模式調整

直鏈澱粉分析模式調整中，分為注入時間與充滿時間調整，及進樣量調整兩部分，以 FOSS FIAstar 5000 操作手冊之設定參數作為對照組，各調整模式如下：

1. 注射時間與充滿時間調整：

分析模式參照 FOSS FIAstar 5000 操作手冊進行直鏈澱粉含量分析，其中針對注入時間及充滿時間進行調整。

- (1) 處理組：注入時間設定為 15 s，充滿時間設定為 45 s。
- (2) 對照組：注入時間設定為 20 s，充滿時間設定為 40 s。

2. 進樣量調整：

- (1) 處理組：進樣量體積設定為 100 μ l。
- (2) 對照組：進樣量體積設定為 40 μ l。

由以上配製方法及參數設定進行直鏈澱粉含量測定，所得結果與對照組進行比較及平均值及變異係數等統計分析。

結 果

一、樣品配製條件設計

根據不同的澱粉反應溫度與脫脂步驟設計下進行樣品反應液之前處理，再以自動化學分析儀FOSS FIAstar 5000進行直鏈澱粉含量測定結果如表二，由分析結果可知，直鏈澱粉含量以台中在來1號含量21.93%-25.22%，平均23.58%為最高，台梗2號含量13.7%-17.93%，平均15.82%為次之，台南糯12號含量1.82%-3.04%，平均2.43%為最低，符合秈稻直鏈澱粉含量高、梗稻次之及糯稻含量最低的品種性狀(表二)，而根據AN-800型光學稻米成份分析儀分析結果發現，台南糯12號之直鏈澱粉含量測定值為16.6%、台梗2號為19.35%、台中在來1號為18.35%，分析結果中可看出，梗稻測定結果符合一般梗稻19.35%之直鏈澱粉含量 (莊等 1989)，糯稻及秈稻測定值：16.60%、18.35%不符合一般梗稻及秈稻0.20%、28.60%之直鏈澱粉含量 (林，2007及洪，2000)，此現象應為光學稻米成分分析儀中，糯稻與秈稻之直鏈澱粉含量超出儀器容許分析範圍所致。

(一) 冷熱反應溫度處理

以不同冷熱溫度和其對應反應時間之處理結果如表二，長時間低溫的澱粉反應處理其直鏈澱粉含量測定值較短時間熱處理為高，糯稻品種台南糯 12 號經冷反應處理後之直鏈澱粉含量為 2.47%及 2.95%，熱反應處理則為 1.86%及 2.93%；梗稻品種台梗 2 號經冷反應處理後之直鏈澱粉含量為 14.18%及 17.93%，熱反應處理則為 13.97%及 16.59%；秈稻品種台中在來 1 號經冷反應處理後之直鏈澱粉含量為 22.36%及 24.83%，熱反應處理則為 22.10%及 23.58%。

(二) 脫脂與未脫脂處理

以脫脂及未脫脂之處理結果與不同冷熱反應溫度處理皆造成不同的直鏈澱粉測定結果，三個不同直鏈澱粉含量品種經脫脂處理之直鏈澱粉含量測定值較未脫脂之樣品高，由測定結果可知，糯稻品種台南糯 12 號經脫脂處理後之直鏈澱粉含量為 2.93%及 2.95%，未脫脂則為 1.86%及

2.47%；粳稻品種台梗 2 號經脫脂處理後之直鏈澱粉含量為 16.59%及 17.93%，未脫脂則為 13.97%及 14.18%；秈稻品種台中在來 1 號經脫脂處理後之直鏈澱粉含量為 23.58%及 24.83%，未脫脂則為 22.10%及 22.36%。

表二、不同樣品配製分析條件設計下之直鏈澱粉含量(%)

Table 2. The amylose content(%) in different sample preparation designs.

Table 2: The amylose content (%) in different sample preparation designs.													
varieties		Tainan Glutinous 12				Taikeng 2				Taichung Native 1			
		defat		nondefat		defat		nondefat		defat		nondefat	
Temp.		hot	cold	hot	cold	hot	cold	hot	cold	hot	cold	hot	cold
repeat	I	2.88	3.04	1.82	2.48	16.56	17.93	14.23	14.21	23.81	24.45	22.27	21.93
	II	2.98	2.87	1.89	2.47	16.62	17.93	13.70	14.15	23.35	25.22	21.93	22.78
average		2.93	2.95	1.86	2.47	16.59	17.93	13.97	14.18	23.58	24.83	22.10	22.36

二、直鏈澱粉分析模式調整

(一) 注入時間與充滿時間調整

自動化學分析儀 FOSS FIAstar 5000 中單一樣品檢測時間為 60 s，本試驗共分為兩組檢測模式，第一組為 FOSS 公司建議參數：充滿時間 40 s、注射時間 20 s；第二組為充滿時間 45 s、注射時間 15 s。實驗結果顯示如表三，第一組之標準曲線回歸程式為 $y=22.431+36.249x$ ，回歸係數為 0.9977，參試品種台南糯 12 號之澱粉含量測定值範圍為 2.87-3.04%、平均值為 2.95%、變異係數為 2.91%，台梗 2 號之澱粉含量測定值範圍為 17.93-17.93%、平均值為 17.93%、變異係數為 0.01%，台中在來 1 號之澱粉含量測定值範圍為 24.45-25.22%、平均值為 24.83%、變異係數為 1.55%，第一組試驗結果平均變異係數為 1.49%。第二組之標準曲線回歸程式為 $y=18.688+36.640x$ ，回歸係數為 0.9980，參試品種台南糯 12 號之澱粉含量測定值範圍為 3.14-3.16%、平均值為 3.15%、變異係數為 0.27%，台梗 2 號之澱粉含量測定值範圍為 16.38-16.54%、平均值為 16.46%、變異係數為 0.48%，台中在來 1 號之澱粉含量測定值範圍為 24.99-25.64%、平均值為 25.31%、變異係數為 1.28%，第二組試驗結果平均變異係數為 0.68%。兩組試驗結果中，第二組之平均變異係數較第一組降低 54.4%。

表三、不同充滿時間與注射時間處理下直鏈澱粉含量結果分析

Table 3. Analysis of the amylose content from different full-time and injection-time.

Full-time (s)	Injection-time (s)	Standard curve	varieties	amylose content (%)	average (%)	CV (%)	average of CV (%)
40	20	$y=22.43+36.249x$ $r=0.9977$	Tainan Glutinous 12	2.87- 3.04	2.95	2.91	1.49
			Taikeng 2	17.93-17.93	17.93	0.01	
			Taichung Native 1	24.45-25.22	24.83	1.55	
45	15	$y=18.688+36.640x$ $r=0.9980$	Tainan Glutinous 12	3.14- 3.16	3.15	0.27	0.68
			Taikeng 2	16.38-16.54	16.46	0.48	
			Taichung Native 1	24.99-25.64	25.31	1.28	

(二) 進樣量模式調整

參試樣品液體積模式調整中，共分為兩組檢測模式，第一組為 FOSS 公司建議之體積參數：進樣量為 40 μl ；第二組進樣量為 100 μl ，實驗結果如表四表示，第一組之標準曲線回歸程式為 $y=18.688+36.640x$ ，回歸係數為 0.9980，參試品種台南糯 12 號之澱粉含量測定值範圍為 3.14%-3.16%、平均值為 3.15%、變異係數為 0.27%，台梗 2 號之澱粉含量測定值範圍為 16.38%-16.54%、平均值為 16.46%、變異係數為 0.48%，台中在來 1 號之澱粉含量測定值範圍為 23.95%-24.10%、平均值為 23.98%、變異係數為 0.12%，第一組試驗結果平均變異係數為 0.29%。第二組之標準曲線回歸程式為 $y=3.369+39.391x$ ，回歸係數為 0.9977，參試品種台南糯 12 號之澱

粉含量測定值範圍為 2.87%-3.04%、平均值為 2.95%、變異係數為 2.91%，台梗 2 號之澱粉含量測定值範圍為 15.79%-15.97%、平均值為 15.88%、變異係數為 0.55%，台中在來 1 號之澱粉含量測定值範圍為 22.16%-23.08%、平均值為 22.62%、變異係數為 2.03%，第二組試驗結果平均變異係數為 1.83%。兩組試驗結果中，第二組之平均變異係數較第一組增加 53.1%。

表四、不同進樣量處理下直鏈澱粉含量結果分析

Table 4. Analysis of the amylose content from different injection volumn.

Injection volumn (μ l)	Standard curve	varieties	Amylose content (%)	average (%)	CV (%)	Average of CV(%)
40	$y=18.688+36.640x$ $r=0.9980$	Tainan Glutinous 12	3.14- 3.16	3.15	0.27	0.29
		Taikeng 2	16.38-16.54	16.64	0.48	
		Taichung Native 1	23.95-24.10	23.98	0.12	
100	$y=3.369+39.391x$ $r=0.9977$	Tainan Glutinous 12	2.87- 3.04	2.95	2.91	1.83
		Taikeng 2	15.79-15.97	15.88	0.55	
		Taichung Native 1	22.16-23.08	22.62	2.03	

討 論

直鏈澱粉含量的測定方法眾多，最早由 BeMiller, 1964 所開發的安培滴定法、Juliano (1971)所開發的碘顯色法、目前普及使用之以碘顯色法為基礎結合分光光度計(spectrophotometer)之分析模式，以及電流滴定法、電壓低定法、凝膠過濾法及酵素法等等(張等 2002)，這些方法所需樣品量較大，配置樣品之前處理過程複雜且耗時，而由 Kumar *et al.*, (1987)、羅等(1988)及陳等(2005)所開發研究之單粒水稻直鏈澱粉分析方法，雖解決大量樣品之問題，但分析結果再現性不佳且有測定數值偏低狀況，而肖等(2004)應用流動注射法分析直鏈澱粉含量，以不同濾光片進行分析測試最佳吸收波長；楊等(2007)對注入式自動化學分析儀進行不同參數設定之分析，針對最佳注射時間、充滿時間及進樣量大小的參數進行調整及研究，結果顯示不同的參數調整影響測量之精密度與準確度，劉等(2009)針對注入式自動化學分析儀與傳統碘顯色法進行比較，由結果顯示自動化學分析法具有較佳的穩定性與再現性；本研究針對前人研究利用流動注射分析儀進行直鏈澱粉含量的測定，並進行樣品配置條件設計及分析模式調整之分析，並比較不同模式下直鏈澱粉含量測定值之差異、精密度及穩定性，歸納出最佳直鏈澱粉測定模式。

一、樣品配置條件設計

本試驗分析待測樣品液前處理中，不同的澱粉反應溫度及脫脂步驟對不同水稻品種直鏈澱粉含量之影響，經統計分析後結果顯示，以樣品前處理中脫脂與否而言，不論低、中及高直鏈澱粉含量品種中，脫脂與否會影響直鏈澱粉含量測定，直鏈澱粉測定值以脫脂後之樣品高於未脫脂樣品，由此結果推測可能原因為直鏈澱粉含量較低之品種，其直鏈澱粉易和脂質形成複合物而間接影響直鏈澱粉分析結果(McGrance *et al.*, 1998)，Nurul *et al.*, (1980)亦指出水稻穀粒胚乳中，有 0.12%-0.55%之脂質是以直鏈澱粉結合之複合物型態存在，因此，水稻胚乳中脂質的存在確實影響直鏈澱粉含量的測定。

就樣品前處理中反應溫度與時間而言，不論高、中及低直鏈澱粉品種測定結果，經統計分析後顯示不同的反應溫度時間會造成測定值之差異，其中以長時間冷反應之測定值高於短時間熱反應之測定值，推測可能原因為短時間沸水浴 10 min 之熱處理中氫氧化鈉與澱粉反應不完全，而長時間靜置 2 h 以上冷反應則可充分反應，Juliano *et al.*, (1981)曾提出將已熱處理擴散糊化之澱粉液於常溫靜置數小時後測定其直鏈澱粉含量，測定結果相較未靜置為高，推測除了試驗誤差以外，可能原因為靜置過程使尚未反應完

全之澱粉充分反應，因此推斷熱反應處理中澱粉的分散及反應可能並不完全。Williams *et al.*, (1970)研究快速測定直鏈澱粉含量之方法，在澱粉擴散糊化過程中，以靜置於 4℃ 冰箱一至兩天取代沸水浴 10 min 會獲得較精確之測定值。而焦等 (2009)進行稻米直鏈澱粉含量之簡易測定方法研究中指出，熱反應處理中水浴溫度及沸騰程度難以精準掌握，易造成樣品間糊化反應不一致，且移動定量瓶至水浴槽過程中易發生容量瓶之震動，進而造成樣品附著於瓶壁上而影響擴散及反應效果。因此本研究中不同處理溫度與時間之試驗結果與前人研究中，冷反應處理獲得較高且較準確之直鏈澱粉含量測定值相符。

綜合以上兩種樣品配製方法分析結果顯示稈稻與秈稻脫脂與冷反應處理之結果有助於直鏈澱粉含量回升，但經比較後仍不及參考文獻稈稻之測定值 19.35%及秈稻之測定值 28.6%(莊等 1989 及洪 2000)中直鏈澱粉含量測定值(表二)，推測可能原因為傳統索氏萃取脫脂效果並不完全，雖可部分回復測定值，但仍無法完全回復；而糯稻直鏈澱粉測定值相較參考文獻值 0.2% (林，2007)有偏高狀況(表二)，推測可能原因為澱粉糊化擴散過程中，小部分支鏈澱粉和碘作用而產生背景值，進而使直鏈澱粉測定值提高，另一方面，直鏈澱粉標準液中以去離子水作為溶劑而未將支鏈澱粉作等比例配製，可能使測定時不受小部分支鏈澱粉背景值干擾而有較大的測定值(羅等 1990)。

二、直鏈澱粉分析模式調整

本試驗分析活動注射分析儀中，設定不同注射時間、充滿時間及進樣量之參數進行直鏈澱粉含量測定，測定結果和 FOSS 公司之建議參數測定值進行比較及統計分析。以調整檢測時間中注射時間與充滿時間而言，提高充滿時間至 45 s 之直鏈澱粉測試值其回歸係數相對增加且變異係數降低，推測可能原因為延長充滿時間使樣品注入檢測槽較緩慢，避免氣泡或澱粉顆粒懸浮引起造成吸光度測定之誤差，注射時間縮短則不影響測定結果。楊等 (2007)針對流動注射法中不同的取樣參數進行水稻直鏈澱粉含量測定，結果顯示增加充滿時間可提升直鏈澱粉含量測定的精確度，且有更佳的再現性。劉等 (2009)則針對連續流動分析儀中不同分析速度進行試驗和比較，由結果可知樣品取樣時間(注射時間)縮短不影響直鏈澱粉含量測定之精確性，但注射時間過短則容易造成樣品取樣間清洗時間過短，且管道間容易附著殘留物或澱粉顆粒進而降低測試穩定性，由以上結果可知，60 s 之檢測時間中充滿時間 45 s 及注射時間 15 s 為最佳之直鏈澱粉含量測定之時間參數。

以進樣量模式調整而言，進樣量由 40 μl 增加至 100 μl 後進行分析，由結果可知增加進樣量使標準曲線相關係數略為降低，而變異係數則升高，推測可能原因為同樣充滿時間之下，進樣量的增加使樣品液進入檢測槽速率增加，造成與充滿時間降低相同之影響，進而引起氣泡或澱粉顆粒懸浮影響吸光讀值，使直鏈澱粉測定之穩定性降低。在楊等 (2007) 測定直鏈澱粉含量的研究中，設定 40 μl 、100 μl 及 200 μl 三種進樣量進行分析，結果顯示以進樣量 40 μl 之直鏈澱粉含量測定值具有最高之標準曲線相關係數及最低變異係數，而進樣量 200 μl 之測定結果中變異係數為進樣量 40 μl 之 3.08 倍。由以上結果可知，40 μl 之進樣量為最佳之直鏈澱粉含量測定之時間參數。

三、直鏈澱粉含量測定之最佳模式建立

本研究中利用活動注射分析儀測定結果與非破壞性之 AN-800 光學稻米成分分析儀之測定結果進行比較，由結果可知以光學成分分析糯稻之直鏈澱粉含量明顯偏高，而秈稻測定結果則有偏低現象，由 AN-800 操作手冊中指出，該儀器之直鏈澱粉測定範圍介於 16%至 25%，而直鏈澱粉 5%以下之糯稻與含量 25%以上秈稻因超出光學稻米成分分析儀之測定範圍而有測定誤差較大之情形，故直鏈澱粉低之糯稻及高之秈稻不宜利用光學成分分析儀進行測定，其他誤差原因亦有可能和糙米精製成白米時之精製程度有關，以及白米中其他不良性狀，例如未熟粒或被害粒等影響分析結果。直鏈澱粉含量測定中有許多因素影響直鏈澱粉含量的測定，例如白米磨粉時顆粒大小與過篩孔徑、白米穀粉與標準澱粉之溼度平衡、樣品液配置時米穀粉是否殘留於管壁、澱粉於氫氧化鈉溶液中擴散與糊化程度、活動注射分析儀中管線

是否暢通及濾光片選擇等等因素(Juliano *et al.*, 1981, 焦等 2009)，這些因素皆有可能造成直鏈澱粉測定上之誤差而應予排除。

結 論

本研究針對各因素中非人為造成誤差因素部份進行研究，以澱粉液之配置與活動注射分析儀之參數調整作為處理，根據樣品配置條件中脫脂與不同溫度處理以及分析模式中不同注射、充滿時間及進樣量調整之直鏈澱粉含量分析，可歸納出台灣常見栽培之梗稻、秈稻及糯稻之直鏈澱粉含量測定最佳模式：不論糯稻、梗稻及秈稻樣品，在測定液的配置過程中皆須經脫脂與低溫反應澱粉處理，可獲得較精確測定值而避免測定值偏低之情形；分析模式中不論秈稻、梗稻及糯稻，最佳注射時間為 15 s、充滿時間為 45 s，進樣量為 40 μ l，由以上模式進行直鏈澱粉含量分析可獲得較精準及穩定之測定結果。

致 謝

試驗期間感謝 FOSS 代理商今日儀器鄧世勇工程師，本場莊雅馨小姐及鄭秋連小姐協助試驗，謹此致謝。

參考文獻

1. 肖昕、陳奕、謝新華 2004 利用流動注射儀測定稻米直鏈澱粉含量的研究 分析測試技術與儀器 10(1):46-49。
2. 林國清 2007 水稻新品種台南糯 12 號之育成 台南區農業改良場研究彙報 54:1-13。
3. 洪梅珠 2000 米飯食味品質及澱粉特性間相關之研究 臺中區農業改良場研究彙報 69:1-11。
4. 陳楚、張云芳、王守梅 2005 粒稻米直鏈澱粉含量測定法的改進 安徽農業科學 33(2):196-197。
5. 莊商路、林國清、吳文政 1989 梗稻新品種台梗 2 號 台南區農業改良場技術專刊 54:1-4。
6. 張小明、石春海、鮑根良 2002 稻米直鏈澱粉含量測定方法研討 植物遺傳資源科學 3(1):31-35。
7. 焦桂愛、胡培松、唐紹清、羅炬、紹高能 2009 稻米直鏈澱粉含量的簡易測定方法 中國稻米 3:23-25。
8. 楊洁、余紹金、汪蓮愛、馬云峰 2007 應用流動注射法測定稻米的直鏈澱粉含量 湖北農業科學 46(5):828-830。
9. 劉衛國、余泓洁、姚江華、李正強、楊文鈺 2009 連續流動分析儀測定稻米直鏈澱粉含量的方法研究 安徽農業科學 37:15669-15671。
10. 羅玉坤、申岳正、閔紹楷 1988 單粒稻米直鏈澱粉含量測定方法的研究 中國水稻科學 2(3):136-140。
11. 羅玉坤、閔捷、吳戌君、林榕輝 1990 測定直鏈澱粉含量的三種校準曲線法的比較 浙江農業大學學報 16(1):77-82。
12. Bemiller, J.N., R.L. Whistler, R.J. Simth, J.N. Bemiller, and M.L. Wolfrom. 1964. Methods in carbohydrate chemistry. Academic Press, New York 165-168.
13. FOSS FECA. TOR. AB. 2000. FIAstar 5000 Analyzer User Manual.
14. Juliano, B.O. 1971. A simplified assay for milled amylose. Cereal Sci. Today 16(10):334-336.
15. Juliano, B.O., C.M. Perez, A.S. Blakeney, D. Castillot, N. Kongseree, B. Laingnelet, E.T. Lapis, V.S. Murty, C.M. Paule, and B.D. Webb. 1981. International cooperative testing on the amylose content of milled rice. Starch / Staerke 33:157.
16. Kumar, I. and G.S. Khush. 1987 Genetic analysis of different amylose levels in rice. Crop Sci. 27:1167-1172.
17. McGrance, S.J., H.J. Cornell, and C.J. Rix. 1998. A simple and rapid colorimetric method for the determination of amylose in starch products. Starch 50:158-163.
18. Nurul, H.C. and O.J. Bienvenido. 1980. Effect of amylose content on the lipids of mature rice grain. Phytochemistry 19:1385-1389.
19. Williams, P.C., F.D. Kuzina, and I. Hlynka. 1970. A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. Cereal Chem. 47:411-421.