

甘藷抗性澱粉之研究

黃哲倫、賴永昌、利幸貞

行政院農業委員會農業試驗所嘉義分所

摘要

抗性澱粉是評估膳食纖維含量的指標成分之一，抗性澱粉是評估膳食纖維含量的指標成分之一，本試驗之目的擬藉由探討不同熱壓及冷藏處理對甘藷抗性澱粉含量的影響，期望藉由物理方式提升甘藷澱粉中抗性澱粉的含量。本試驗結果發現熱壓處理及處理後冷藏都能有效提升抗性澱粉的含量，台農 57 號澱粉熱壓處理後之抗性澱粉含量較台農 66 號高。澱粉溶液濃度 30 及 45% 的處理，增加抗性澱粉的效果有限，以 15% 濃度有較佳的利用效率。台農 57 號澱粉最適當的熱壓處理為熱壓溫度 105°C，熱壓時間 30 分，處理後 4°C 冷藏 12 小時，可得到約 4.52% 的抗性澱粉含量，為較佳的抗性澱粉產出效率。台農 66 號澱粉最適當的處理為熱壓溫度 105°C，熱壓時間 60 分，處理後 4°C 冷藏 48 小時，可得到約 2.07% 的抗性澱粉含量。

關鍵詞：甘藷、抗性澱粉、熱壓處理。

前言

抗性澱粉是近年來國際上新興的食品科技研究重點 (Birt et al. 2013; Englyst et al. 1996)，這類澱粉因無法被人體消化酵素水解，通過腸道後被大腸中微生物或益生菌發酵，產生有益於生理代謝之短鏈脂肪酸(short chain fatty acid: SCFA)，這些脂肪酸經由腸道吸收並經血液循環而抑制肝臟中糖解作用 (glycolysis) 及肝糖分解作用 (glycogenolysis) 的進行，身體能量需求則藉由脂肪組織分解來提供，因此，能減少體脂肪堆積與促進腸道蠕動，被視為膳食纖維的一種。隨著飲食及生活型態的改變，抗性澱粉因具有減緩糖的吸收速率及延遲餐後血糖的快速上升，有利於慢性疾病如糖尿病的改善 (吳, 2011)。

抗性澱粉可分為四大類：(1)RS1：無法被腸道中消化酵素所分解之澱粉類物質，存在於種子、豆莢類及未加工之全穀類。(2)RS2：生的、未經烹煮的澱粉類食物，如

生馬鈴薯、青香蕉。(3)RS3：澱粉類食物經烹煮後，冷卻貯存後產生的老化澱粉 (retrograded starch)。如烤麵包、放涼後的馬鈴薯、米飯或麵製食品。(4)RS4：非存在於自然界，經實驗室利用化學或物理方法由直鏈澱粉純化出來。最新的研究報告指出，直鏈澱粉-脂質複合物能限制澱粉顆粒的膨脹與酵素水解且煮熟後具熱穩定性，被歸類於第五類抗性澱粉 (RS5)。抗性澱粉與腸道微生物關係複雜，植物中所含抗性澱粉之功用與人體健康之關係仍須進行更多研究 (Birt et al. 2013; Biliaderis 1991)。作物成熟度會影響抗性澱粉含量，不同成熟度採收的香蕉其含量有差異 (Moongngarm et al., 2014)。含澱粉高之糧食作物如馬鈴薯與稻米，其直鏈澱粉、水分含量及加熱過程之澱粉黏糊性在品種 (系) 間其對抗性澱粉含量有差異 (Sagum et al., 2000; Leeman et al., 2006)；貯藏時間長短、貯藏溫度及樣品乾燥處理方法與加工時之加熱溫度與加熱時間長短均會影響抗性澱粉產生量，在馬鈴薯、小麥、綠熟期香蕉 (first

stage of ripening)及已烘焙完成之烤麵包產品有相關之研究 (Niba 2003; Kim et al.2006;Gonzalez-Soto et al.2007; Ezekiel et al. 2007; Tribess et al. 2009)。

此外抗性澱粉在速食產品 (ready-to-eat: RTE) 上也扮演很重要的健康角色，而原料的貯藏時期長短會影響加工產品之抗性澱粉含量，如穀類及蔬菜等 (Namratha et al.2002; Kumari et al. 2007)。此外，抗性澱粉的應用也會影響烘焙產品之感官風味 (Baixauli et al. 2008)。抗性澱粉是無法被人體內小腸消化吸收之澱粉或降解澱粉，甘藷所含之抗性澱粉被定義為第三型膳食纖維 (RS3)。本研究目的為：1.瞭解不同甘藷品種(系)抗性澱粉與直鏈澱粉含量高低以提供育種參考。 2.探討直鏈澱粉與抗性澱粉含量之相關性。 3.瞭解不同植期對甘藷品種 (系) 之抗性澱粉含量高低之影響。

材料與方法

1. 以甘藷台農 57 號及台農 66 號品種為試驗材料。
2. 採收時間及處理：秋作及春作種植五個月後採收，採收後每品種(系)取 5 個約 200 至 250 公克之甘藷塊根經冷凍乾燥製成凍粉(flour)，2 植期共取樣 900 個樣品進行分析。
3. 樣品進行物理處理：利用壓熱法 (Autoclaving-cooling method)流程：甘藷材料磨粉→配置澱粉液→調 PH 值 6.0→壓熱處理→冷卻→冷藏 →乾燥→磨粉→成品分析
 - (1)配置澱粉液處理：澱粉液濃度 15%、30%、45%
 - (2)壓熱處理：105°C、126°C
 - (3)壓熱時間處理：30min、60min、90min

(4)冷藏時間處理：4°C條件下放 12hr、24hr、48hr

(5)乾燥溫度處理：70°C

4. 甘藷抗性澱粉以 Megazyme 之 Resistant starch assay kit 方法進行分析。其中應用到的分解酵素包括 Amyloglucosidase、Pancreatic α -amylase、GOPOD reagent buffer、D-glucose standard solution。所需的 buffer 與 solution 包括 Sodium maleated buffer (100 mM, pH6.0)、Sodium acetate buffer (1.2M, PH3.8)、Sodium acetate buffer (100mM, pH4.5)、Potassium hydroxide solution (2M) 及 Aqueous ethanol (50% v/v)。分析步驟主要為 (1)：Hydrolysis and solubilisation of non - resistant starch 與 (2)：Measurement of resistant starch。4、甘藷直鏈澱粉以 AACC Method 61-03 方法進行分析。

結果與討論

本試驗材料為甘藷台農 57 號及台農 66 號，收穫塊根後，製備甘藷澱粉，甘藷澱粉分別配置成 3 種濃度的澱粉溶液，以兩種熱壓溫度及 3 種時間進行熱壓處理，處理後以不同時間之 4°C 冷藏，分析各處理樣品的抗性澱粉含量。台農 57 號不同濃度的澱粉以 105°C 不同時間處理的結果如表 1，在濃度 15% 的處理中，以熱壓處理時間 30 分鐘冷藏 12、24、48 小時的抗性澱粉含量介於 4.47-4.52% 間，三處理間含量無差異存在，但較無冷藏的處理為高；濃度 30% 的處理中，熱壓處理時間 60 分鐘及 90 分鐘後冷藏 48 小時的處理抗性澱粉含量為 4.15 及 4.26% 較高；濃度 45% 的處理中，熱壓處理時間 60 分鐘冷藏 12 小時及熱壓 90 分鐘後冷藏 24 小時的處理抗性澱粉含量為 4.84 及 4.87 為最

高。台農 57 號不同濃度的澱粉以 126°C 不同時間處理的結果如表 2，在濃度 15% 的處理中，以熱壓處理時間 30 分鐘冷藏 12 及 48 小時的抗性澱粉含量較高，為 3.42 和 3.47%；濃度 30% 的處理中，熱壓處理時間 60 分鐘後冷藏 24 小時的處理抗性澱粉含量為 4.14 較高；濃度 45% 的處理中，熱壓處理時間 60 分鐘冷藏 12 小時的處理抗性澱粉含量為 5.06 為最高。

台農 66 號不同濃度的澱粉以 105°C 不同時間處理的結果如表 3，在濃度 15% 的處理

中，以熱壓處理時間 60 分鐘及 90 分鐘冷藏 48 小時的抗性澱粉含量 2.07 及 1.95% 較高；濃度 30% 的處理中，熱壓處理時間 60 分鐘及 90 分鐘後冷藏 48 小時的處理抗性澱粉含量為 1.92 及 2.09% 較高；濃度 45% 的處理中，熱壓處理時間 60 分鐘冷藏 24 及 48 小時的處理抗性澱粉含量為 2.91 及 2.82 為最高。台農 66 號不同濃度的澱粉以 126°C 不同時間處理的結果如表 4，在濃度 15% 的處理中，以熱壓處理時間 30 分鐘冷藏 48 小時的抗性澱粉含量 1.57% 較高；濃度 30% 的處理中，熱壓

表 1. 不同濃度之台農 57 號澱粉在 105°C 三種時間的熱壓處理後，在 4 種不同儲藏時間的 4°C 冷藏下各處理之抗性澱粉含量分析

濃度(%)	蒸煮時間 (min)	貯藏時間(hr)			
		0	12	24	48
15	30	3.49±0.29*	4.47±0.02	4.52±0.22	4.50±0.16
	60	2.98±0.21	3.42±0.75	3.45±0.12	3.20±0.49
	90	2.27±0.09	2.67±0.35	2.83±0.06	4.16±0.23
30	30	3.74±0.06	2.82±0.12	3.62±0.03	3.68±0
	60	3.19±0.08	3.95±0.05	3.52±0.17	4.15±0.17
	90	3.07±0.13	2.83±0.10	3.18±0.14	4.26±0.11
45	30	3.24±0.04	3.25±0.05	4.18±0.02	3.55±0.16
	60	3.55±0.16	4.84±0.04	3.53±0.27	4.45±0.18
	90	4.56±0.07	4.49±0.02	4.87±0.09	4.58±0.08

*Mean ± SD.

表 2. 不同濃度之台農 57 號澱粉在 126°C 三種時間的熱壓處理後，在 4 種不同儲藏時間的 4°C 冷藏下各處理之抗性澱粉含量分析

濃度(%)	蒸煮時間 (min)	貯藏時間(hr)			
		0	12	24	48
15	30	2.93±0.35*	3.42±0.22	2.92±0.18	3.47±0.20
	60	2.52±0.27	3.06±0.01	2.51±0.40	2.55±0.13
	90	2.11±0.24	2.97±0.74	2.77±0.54	2.70±0.19
30	30	3.55±0.07	3.90±0.21	3.35±0.15	3.79±0.79
	60	4.00±0.18	3.56±0.13	4.14±0.22	3.54±0.09
	90	3.60±0.43	3.72±0.64	3.90±0.33	2.87±0.13
45	30	4.10±0.10	4.11±0.11	4.32±0.31	4.37±0.19
	60	4.62±0.13	5.06±0.47	4.90±0.53	4.51±0.24
	90	4.16±0.27	4.35±0.13	4.37±0.08	4.20±0.22

*Mean ± SD.

表 3. 不同濃度之台農 66 號澱粉在 105°C 三種時間的熱壓處理後，在 4 種不同儲藏時間的 4°C 冷藏下各處理之抗性澱粉含量分析

濃度(%)	蒸煮時間 (min)	貯藏時間(hr)			
		0	12	24	48
15	30	1.37±0.09*	1.64±0.29	1.39±0.15	1.55±0.11
	60	0.89±0.11	0.67±0.09	1.16±0.08	2.07±0.33
	90	0.90±0.12	0.78±0.07	0.85±0.12	1.95±0.04
30	30	1.14±0.15	1.33±0.07	1.40±0.08	1.76±0.36
	60	1.52±0.03	1.60±0.14	1.06±0.08	1.92±0.14
	90	1.82±0.25	1.34±0.08	1.19±0.29	2.09±0.31
45	30	1.89±0.10	1.71±0.16	1.78±0.28	2.28±0.38
	60	2.01±0.26	1.55±0.22	2.91±0.45	2.82±0.44
	90	1.88±0.01	2.24±0.10	1.55±0.17	2.43±0.28

*Mean ± SD.

表 4. 不同濃度之台農 66 號澱粉在 126°C 三種時間的熱壓處理後，在 4 種不同儲藏時間的 4°C 冷藏下各處理之抗性澱粉含量分析

濃度(%)	蒸煮時間 (min)	貯藏時間(hr)			
		0	12	24	48
15	30	1.11±0.07*	1.52±0.08	1.41±0.02	1.57±0.03
	60	1.05±0.18	1.11±0.20	1.54±0.03	1.46±0.07
	90	1.13±0.13	1.18±0.19	1.31±0.20	1.17±0.21
30	30	1.70±0.05	1.95±0.04	1.63±0.04	1.61±0.03
	60	1.86±0.16	2.16±0.24	2.02±0.30	2.11±0.45
	90	1.40±0.38	1.57±0.06	1.18±0.10	1.57±0.04
45	30	2.21±0.45	2.43±0.20	2.38±0.55	2.62±0.05
	60	2.75±0.37	2.99±0.07	2.54±0.03	2.70±0.43
	90	2.72±0.00	2.58±0.11	2.50±0.56	2.30±0.11

*Mean ± SD.

處理時間 60 分鐘後冷藏 12、24、48 小時的處理抗性澱粉含量為 2.16、2.02、2.11 較高；濃度 45% 的處理間抗性澱粉含量差異不大，介於 2.21–2.99% 間，以 60 分鐘冷藏 12 小時的 2.99 為最高。126°C 的處理間差異不大，熱壓溫度、時間及冷藏時間的影響小結果得知台農 57 號的抗性澱粉含量，以 15% 的澱粉溶液濃度進行處理有較佳的效率，30% 及 45% 的澱粉溶液在處理後沒有得到相對倍數的抗性澱粉含量回饋，試驗結果效率較佳的條件為，利用 15% 台農 57 號澱粉溶液熱壓處理為熱壓溫度 105°C，處理時間 30 分，處理

後 4°C 冷藏 12 小時即可得到較佳的抗性澱粉產出效率。

台農 66 號澱粉溶液經熱處理，所得知抗性澱粉含量顯著較台農 57 號低，以 15% 的澱粉溶液濃度進行處理有較佳的效率，如同台農 57 號，30% 及 45% 的澱粉溶液，對照 15% 的澱粉溶液，同樣沒有得到相對倍數的抗性澱粉含量回饋，15% 的澱粉溶液在兩種熱壓溫度下，以 105°C 的含量較高，試驗得台農 66 號澱粉利用 15% 的澱粉溶液在 105°C 熱壓處理 60 分鐘後，4°C 冷藏時間 48 小時所得之抗性澱粉效率最佳。

引用文獻

- 吳景陽。2011。綜談抗解澱粉之生成與應用。食品工業。43:1-2。
- 余世鋒、於淼、孫天穎、張瑩、葛印、張永春、焦岩、鄭喜群。2013。大米 RS3 型抗性澱粉的物化性質研究。食品科技 4:154-159。
- 李新華、孫歡龍、王雪。2009。壓熱法製備燕麥抗性澱粉的工藝研究。食品工業科技 30:229-231。
- 徐紅華、徐丹鴻。2008。玉米抗性澱粉的製備及其物理特性的研究。食品科技 3:79-82。
- 趙力超、于榮、劉欣、周愛梅、曹庸。2013。大米抗性澱粉製備工藝優化及特性分析。農業工程學報。29(12):277-285。
- Baixaui, R., A. Salvador, S. Mart'inez-Cervera and S. M. Fiszman. 2008. Distinctive sensory features introduced by resistant starch in baked products. *LWT-Food Science and Technology* 41:1927-1933.
- Biliaderis, C. G. 1991. Action of α -amylases on amylase-lipid complex superstructures. *J. Cereal Sci.* 13:129-143.
- Birt, D. F., T. Boylston, S. Hendrich, J. Jane, J. Hollis, L. Li, J. McClelland, S. Moore, J. J. Phillips, M. Rowling, K. Schalinske, M. P. Scott, and E. M. Whitley. 2013. Resistant starch : promise for improving human health. *Adv. Nutr.* 4:587-601.
- Dundar, A. N. and D. Gocmen. 2013. Effects of autoclaving temperature and storing time on resistant starch formation and its functional and physicochemical properties. *Carbohydrate polymers* 97:764-771.
- Englyst, H. N. and G. J. Hudson. 1996. The classification and measurement of dietary carbohydrates. *Food Chemistry* 57:15-21.
- Ezekiel, R., G. Rana, N. Singh and S. Singh. 2007. Physicochemical, thermal and pasting properties of starch separated from γ -irradiated and stored potatoes. *Food Chemistry* 105:1420-1429.
- Gonz'alez-Soto, R. A., R. Mora-Escobedo, H. Hern'andez-S'anchez, M. S'anchez-Rivera and L. A. Bello-P'erez. 2007. The influence of time and storage temperature on resistant starch formation from autoclaved debranched banana starch. *Food Research International* 40:304-310.
- Haralampu, S. G. 2000. Resistant starch - A review of the physical properties and biological impact of RS3. *Carbohydrate polymers* 41: 285-292.
- Kim, J. K., E. J. Tanhehco and P. K. W. Ng. 2006. Effect of extrusion conditions on resistant starch formation from pastry wheat flour. *Food Chemistry* 99:718-723.
- Kumari, M., A. Urooj and N. N. Prasad. 2007. Effect of storage on resistant starch and amylose content of cereal-pulse based ready-to-eat commercial products. *Food Chemistry* 102:1425-1430.
- Leeman, A. M., M. E. Karlsson, E. Ann-Charlotte and I. M. E. Bjorck. 2006. Resistant starch formation in temperature treated potato starches varying in amylose/amylopectin ratio. *Carbohydrate Polymers* 65:306-313.
- Moongnarm, A., W. Tiboonbun, M. Sanpong, P. Sriwong, L. Phiewtong, R. Prakitrum and N. Huychan. 2014. Resistant starch and bioactive contents of unripe banana flour as influenced by harvesting periods and its application. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 9(3):457-465.
- Namratha, J., A. Urooj and N. N. Prasad. 2002. Effect of storage on resistant starch content of processed ready-to-eat foods. *Food Chemistry* 79:395-400.
- Niba, L. L. 2003. Effect of storage period and temperature on resistant starch and β -glucan content in cornbread. *Food Chemistry* 83:493-498.
- Sagum, R. and J. Arcot. 2000. Effect of domestic processing methods on the starch, non-starch polysaccharides and in vitro starch and protein digestibility of three varieties of rice with varying levels of amylose. *Food Chemistry* 70:107-111.
- Tribess, T. B., J. P. Hern'andez-Urbe, M. G. C. M'endez-Montealvo, E. W. Menezes, L. A. Bello-Perez and C. C. Tadini. 2009. Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions. *LWT-Food Science and Technology* 42:1022-1025.

The study on Resistant Starch of Sweet Potato

Lai, Y. C., H. C. Lee and C. L. Huang

Chiayi AES, ARI, COA, Executive Yuan

Abstract

Resistant starch is the index component to assess the content of dietary fiber for sweet potato. According to the analysis of the resistant starch with different heat and cooling treatment on sweet potato starch, the study expected to find the proper physicochemical method of raising resistant starch content. The results showed that heat and cooling treatment could raise resistant starch content significantly, and the content of TNG57 was higher than TNG66. Different concentration of sweetpotato starch solution was analyzed, and 15% was the proper concentration compared to the limited increase of resistant starch with 30% and 45%. The proper physicochemical treatment of TNG57 starch produced 4.52% resistant starch by heating with 105°C and 30 min, and storage with 12 hours of cooling treatment. The proper physicochemical treatment of TNG66 starch produced 2.07% resistant starch by heating with 105°C and 60 min, and then storage with 48 hours of cooling treatment.

Key words: Sweet Potato, Resistant Starch, Autoclaving-cooling Method.