甘藷育種所需食用及加工用品質評估技術之研究

利幸貞 陳一心

行政院農委會農業試驗所嘉義分所

摘 要

甘藷品種間特性有很大的差別，基於其食用品質優良及適合加工用品種已成為目前甘藷育種的主要目標，本研究希望藉由瞭解不同質地特性之甘藷品種之加工適性，使甘藷有更多樣化的商品開發並期能建立甘藷品質評估之技術進而提高育種選育時效。甘藷加工調理後之甜度與質地的改變無法由其生藷狀態下所含的之澱粉及可溶性糖的含量判斷，試驗結果若藉由甘藷所含澱粉糖化酵素(β-amylase)之作用特性對選育品系進行生藷狀態下之澱粉糖化酵素(β-amylase)活性高低檢測將有助於提高甘藷育種效率，達到省時省力和應用性高之評定方法。甘藷加工產品中烤藷被認為較具有開發價值；生藷大小顯著影響烤藷重量及烤藷中蔗糖含量。麥芽糖、蔗糖及果糖影響烤藷甜度，品種間差異顯著。

一、前 言

甘藷又稱蕃薯、地瓜，屬於澱粉質根莖類，營養成分相當豐富，以澱粉、醣類為主，並含有蛋白質、脂質、礦物質及維生素 A1、B1、B2、C 和近年來被重視的膳食纖維。甘藷目前亦被視為一種生理鹼性食品，其熱量不高，可中和一些生理酸性的食物，調整人體代謝機能，堪稱現代保健食品。隨著國人膳食結構迭變，食用或食品加工用甘藷漸受消費者青睞，再加上為因應加入世界貿易組織，減少對農業生產的衝擊，政策上積極推動具有地域特色的少量多樣化農特產發展，期以運用市場區隔及產品差異性滿足消費者需求，也提昇農特產品的競爭力。在台灣所栽培的甘藷品種很多，由於收穫後應用的目的不同，品種選育指標亦不同，各品種間品質特性也有很大的差別[1、2]。為了使甘藷加工製品品質規格化，探討甘藷加工過程中澱粉理化特性改變及糖解能力，利用不同的甘藷品種具有的品質特性，應用於甘藷加工使產品口感風味提昇更具商品價值。

關鍵字:甘藷、澱粉、澱粉糖化酵素、甜度。

二、材料與方法

(一)澱粉糖化酵素活性簡易測定（Kumagai & Umemura. 1989）：

以甘藷台農 57 號、台農 66 號、台農 68 號品種及對照品種 Satsumahikari 為試驗材料，分別於採收當日、採收後貯藏 7 天及採收後貯藏 14 天進行分析。測定方法：取生藷汁液上層澄清液 0.05ml，分別加入（A）0.5ml 2% 可溶性澱粉（B）0.5ml 純水之兩試管中，置於 37℃水浴下 10 分鐘，加入還原糖定量用試劑 Resuter（柴田科學器械工業株式會社 日本）反應完畢，A、B 兩試管進行色差（Resuter 色見本）比較，色差越大，顯示澱粉糖化酵素（β-amylase）活性越大。

(二)烤藷成分分析：

本試驗以 92 年秋作種植於嘉義分所試驗田，93 年 3 月採收共甘藷 16 個品種系為材料。進行烤藷甜度組成分之分析。

麥芽糖、果糖、葡萄糖與蔗糖之含量測定：取烤藷攪拌均勻之藷泥 1g 置於 20ml 之玻璃試管中，加入 4ml 之 80% 酒精於 80℃、100 轉的震盪水浴鍋中 15 分鐘，重複萃取三次，所得液體過濾後於離心管內以 4000rpm 離心 15 分鐘，上清液置入濃縮試管中進行減壓濃縮，以 LiChrolut RP-18(40~63μm)column.抽氣過濾，濾液以 HPLC 測定。HPLC 分析系統包括：Shimadzu LC-9A pump、RID-9A detector、CTO-10AS oven。以 TSKgel Amide-80 column(4.6 mm IDx25cm)檢測，移動相為 80% 氰甲烷（CH_3CN）：20% H_2O，流速為 1.2ml／min，TSKgel Amide-80 column 溫度設定 40℃。

澱粉含量測定：上述經過酒精萃取後的殘渣於烘箱以 70℃烘乾，乾燥樣品加入 5ml 去離子水，於 100℃、100 轉的震盪水浴鍋中加熱 30 分鐘，待冷卻，加入 2ml 之 9.2N 過氯酸（$HClO_4$）放置 15 分鐘，期間不時攪拌，定積至 10ml，以 5000rpm 離心 10 分鐘，取上清液 0.1ml 加入 1.9ml 去離子水、0.1ml 石碳酸（liquid phenol）及 6ml 濃硫酸，振盪均勻後靜置 30 分鐘，以光電比色計波長 490nm 測定吸光值。

烤藷水分含量測定：取 5g 藷泥置於烘箱，70℃烘乾 24 小時，稱重計算。

粗纖維含量測定：取烤藷攪拌均勻之藷泥 1.0g 置入濾袋（F57 Filter Bags ANKOM Technology），空濾袋須先稱重，將裝有樣品之濾袋放入粗纖維含量測定儀器之坩鍋內（Filter-Crucible FOSS），加入 85℃之 H_2SO_4，煮 30 分鐘後排掉 H_2SO_4，以沸水清洗一次，再以 80℃KOH 煮 30 分鐘，排掉後再以沸水清洗一次。將裝有殘渣之濾袋於烘箱中以 120℃烘乾 2 小時，取出置於乾燥箱內，待冷卻後稱重；其後再以 600℃灰化 3 小時，再稱重計算。

(三)生藷塊根大小對烤藷品質的影響：

採收後之甘藷塊根依生藷重量 120-150 g 、200-250g 及 400-600g 分為 3 個等級，各挑選 10 個，分別記錄各塊根重量，以清水洗淨表皮，置入烤箱待烘烤完成，取出置於室溫下冷卻。先記錄烤藷重量後再切取各烤藷中段部位 3 公分(距塊根中心點左右各 1.5 公分處橫切）範圍，剝去表皮，攪拌成均勻之藷泥後作為化學成份分析之樣品。

三、結果與討論

(一)澱粉糖化酵素活性簡易測定：

甘藷中含多量澱粉，包括直鏈澱粉(amylose)及支鏈澱粉（amylopectin），都是由D－葡萄糖組成的；直鏈澱粉分子相當小，以α-D-(1→4) 鍵結數百個葡萄糖單位而成，而支鏈澱粉的分子量非常大，有數千個葡萄糖單位，以α-D-(1→4)和α-D-(1→6)的方式鍵結，支鏈澱粉的分叉點幾乎都位於α-D-(1→6)的鍵結處。澱粉分解酵素α-amylase與β-amylase 能切斷澱粉分子，其中α-amylase 可以很快而且隨機切斷在澱粉分子中α-D-(1→4)的鍵結，澱粉會慢慢變成還原糖，而β-amylase 是由外鏈非還原端以逐步的方式移除麥芽糖單位並且以β的構形釋放出來而得名，但因無法水解α-D-(1→6)鍵，因此產生的糊精仍含有所有的α-D-(1→6)鍵和很大的分子量；澱粉分解酵素活性大小不但是影響澱粉轉化成還原糖多寡、甜味高低的主要因子，也會影響食品感官且和烤藷質地有關。Balls(1948) 首先分離出β-amylase，並證明此酵素能將澱粉分解成麥芽糖，由於酵素作用，使甘藷中還原糖迅速增加而粘度(viscosity)則慢慢下降。研究指出甘藷糖分主要是由加熱時，塊根內的澱粉糖化酵素(β-amylase)作用，將澱粉轉化為麥芽糖(maltose)的結果[6、7]。利用β-amylase 活性測定台農品種 57 及 66 號在採收當日、採收後一週及採收後二週β-amylase 活性表現均成+的反應，而台農 68 號於採收當日及採收後一週β-amylase 活性為-，在貯藏後兩週後β-amylase 活性才呈+反應，顯示台農 68 號採收後貯藏一段時間可增加其食用甜度，薩摩光其β-amylase 活性測定結果不論採收當日、採收後一週及採收後二週均為-的表現，因其活性低，澱粉難轉化成糖，在品評時不具甜味（表 1）。

(二)甘藷品種特性對烤藷品質之影響：

甘藷中碳水化合物（Carbohydrates）佔鮮重約 18～35% ，主要成分是澱粉，在烘烤過程中，經由澱粉水解酵素作用，約有 70～80% 被轉化成麥芽糖，10～30% 轉化成蔗糖，僅 5% 轉化成果糖與葡萄糖，因此，麥芽糖被作為甘藷加工後甜度（Sweetness characteristic）的指標(Picha1985)。試驗結果各甘藷品種烤藷之麥芽糖、果糖、葡萄糖、蔗糖、澱粉含量成分範圍，麥芽糖為 3.881～22.98% ，果糖為 0～2.498% ，葡萄糖為 0～2.218% ，蔗糖為 1.01～12.985% ，澱粉為 4.365～25.48% ，烤藷甜度與麥芽糖、蔗糖、果糖含量呈顯著正相關，品種間差異顯著。

(三)生藷塊根大小對烤藷品質的影響：

影響甘藷烤藷食味品質之理化特性因子之相關性分析結果（表 2）原料生藷大小直接影響烤藷重量呈顯著正相關，但在烘烤過程中塊根重量的減少量（烤藷失重率）則與原料生藷大小呈極顯著負相關，即生藷塊根越小，烘烤後之烤藷重量減少程度越多。影響烤藷感官食味（taste）最重要的項目是甜度（sweetness），試驗分析結果，烤藷甜味高低與麥芽糖、蔗糖相關性密切呈正相關，而葡萄糖與果糖則因含量極少，對甜度的貢獻極微。本試驗結果亦顯示原料生藷大小影響會影響烤藷中蔗糖的含量高低，且呈顯著正相關，即塊根較大，生藷中蔗糖含量亦會較多，有利於烤藷甜味的提高。此外，葡萄糖、果糖則與原料生藷大小無顯著相關性。

表 1. 貯藏期間不同甘藷品種澱粉糖化酵素(β-amylase)活性[z]

	Days after storage								
	0			7			14		
Cultivar	β-amylase activity	Reducing sugar Value (%) A	Reducing sugar Value (%) B[y]	β-amylase activity	Reducing sugar Value (%) A	Reducing sugar Value (%) B[y]	β-amylase activity	Reducing sugar Value (%) A	Reducing sugar Value (%) B[y]
Tainung 57	+	0.4	0.03	+	0.6	0.05	+	0.6	0.05
	+	0.6	0.05	+	0.6	0.05	+	0.6	0.08
Tainung 66	+	0.4	0.05	+	0.6	0.08	+	0.6	0.05
	+	0.4	0.05	+	0.6	0.08	+	0.6	0.08
Tainung 68	−	0.2	0.08	−	0.6	0.40	+	0.6	0.05
	−	0.6	0.40	−	0.2	0.08	+	0.6	0.05
Satsumahikari	−	0.6	0.40	−	0.2	0.20	−	0.2	0.20
	−	0.2	0.20	−	0.2	0.20	−	0.2	0.20

[z] Storage temperature was 15℃.

[y] A: The color index of '0.05 ml raw root juice + 0.5 ml 2% soluble starch + reducing sugar quantitative test'.

B: The color index of '0.05 ml raw root juice + 0.5 ml H_2O + reducing sugar quantitative test'.

表 2. 影響烤藷食味品質之理化特性因子相關分析

	Raw root wt.	Baked root wt.	Weight lost	Water content	Dry weight	Fru.	Glu.	Suc.	Mal.	Starch	Sweet -ness	Crude fiber
Raw root wt.		0.999 ***	-0.804 ***	0.761 ***	-0.758 ***	-0.235 ns	0.219 ns	0.514 **	0.235 ns	-0.577 **	0.259 ns	-0.542 **
Baked root wt			-0.814 ***	0.756 ***	-0.753 ***	-0.237 ns	0.214 ns	0.516 **	0.232 ns	-0.572 **	0.257 ns	-0.542 **
Weight lost				-0.572 **	0.571 **	0.155 ns	-0.237 ns	-0.608 **	-0.389 *	0.422 *	-0.424 *	0.498 **
Water Content					-0.999 ***	-0.358 *	0.006 ns	0.351 ns	0.071 ns	-0.735 ***	0.064 ns	-0.466 **
Dry Weight						-0.359 *	-0.007 ns	-0.350 ns	-0.072 ns	0.736 ***	-0.065 ns	0.466 **
Fructose							0.390 *	0.182 ns	0.266 ns	0.202 ns	0.342 ns	0.122 ns
Glu.								0.288 ns	0.211 ns	-0.008 ns	0.315 ns	-0.089 ns
Mal.										-0.321 ns	0.968 ***	-0.259 ns
Starch											-0.326 ns	0.574 **

四、參考文獻

1. 李 良、廖嘉信、賴昭蓉。1991。甘藷食用品質特性與理化性質間之關係。中華農學會報 156:83-94。
2. 李 良、廖嘉信。1994。台灣甘藷品種改良之成就與展望。根莖作物生產改良及加工利用研討會專刊。11-28 頁。
3. Balls, A. K., M. K. Walden and R. R. Thompson. 1948. A crystalline β-amylase from sweetpotatoes. J. Biol. Chem.173:9-19.
4. Kumagai, T. and Y. Umemura. 1989. Rapid Tests for β-amylase activity in sweet potato roots. Kyushu Agric. Res. 51：35.
5. Picha, D. H. 1985. HPLC determination of sugars on raw and baked sweet potatoes. J. Food Sci. 50:1189-1190.
6. Sistrunk, W. A., J. C. Miller and L. G. Jones. 1954. Carbohydrate changes during storage and cooking of sweet potatoes. Food Technol.8:223-226.
7. Takahata Y., T. Noda and T. Nagata. 1994. Effect of β-amylase stability and starch gelatinization during heating on varietal differences in maltose content in sweet potatoes. J. Agric. Food Chem. 42(11):2564-2569.
8. Takahata Y., T. Noda and T. Nagata. 1992. Varietal diversity of free sugar composition in storage root of sweet potato. Japan J. Breed 42(3):515-521.
9. Walter Jr. W. M., A. E. Purcell and A. M. Melson. 1975. Effect of amyloltic enzymes on 'moistness' and carbohydrate changes of baked sweet potato cultivars. J. Food Sci. 40:793.

Studies on the Qualities and Characteristics of Process and Edible Sweet Potatoes

H. C. Lee and Y. S. Chen
Chiayi AES, ARI, COA, Executive Yuan

Summary

The objective of the program is to study β-amylase activity in raw root status, and changes of starch and soluble sugar content and texture after processing in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). The results indicated that the soluble sugar content and texture transferred from starch after baking wasn't influenced by the amount of starch but by β-amylase activity in raw root status. It is necessary to use the β-amylase activity rapid test method to be good for increasing selection efficiency and saving labor. The contents of maltose, sucrose and fructose influence the sweet of baking tuber. The size of fresh tuber mainly influence sucrose amount of baking tuber. It is positive relationship between the size of fresh tuber and sucrose amount in baking tuber.

Key words: Sweet potato, Starch, β-amylase, Sweetness