

不同甘藷品種於釀酒特性之研究¹

利幸貞² 蔡淑珍³ 劉慧瑛³ 陳一心^{2,4}

摘 要

利幸貞、蔡淑珍、劉慧瑛、陳一心。2006。不同甘藷品種於釀酒特性之研究。台灣農業研究 55:181~189。

不同甘藷品種之產酒率有顯著性差異。以甘藷台農 57 號品種為原料在發酵日數第 14 天有最高的產酒率。甘藷酒中含量最高的成份是乙醇，蒸餾溫度高低顯著影響甘藷酒中乙醇與甲醇濃度高低。比較各品種中僅台農 57 號在二個蒸餾溫度處理下均檢測不出甲醇含量。在高蒸餾溫度處理下甘藷酒中醋酸濃度較高，各品種有相同表現。甘藷酒醪中澱粉含量隨著醱酵的日數延長而遞減，台農 57 號、台農 66 號及薩摩光三個品種均有相同的變化。塊根蒸煮後薯泥中之葡萄糖含量與發酵過程中葡萄糖的產生量均以台農 57 號最高，其次為台農 66 號，薩摩光最低。藉由分析甘藷酒醪在發酵過程中澱粉被水解與比對葡萄糖含量的變化，可作為判斷不同甘藷品種之最高產酒率的發酵天數之評估。

關鍵詞：甘藷酒、釀造、發酵、產酒率、白殼。

前 言

甘藷是台灣重要什糧作物，栽培面積約 9,000 公頃，年產量約 200,000 噸 (Lai 2005)。甘藷生產主要供市場販售及製粉加工外，有些則製成甘藷簽貯藏或其它加工產品，包括甘藷脆片、薯條、雪片及甘藷餡等。甘藷塊根水分含量高，台灣天氣高溫多濕，如無良好貯藏設施鮮薯久貯極為困難。因此，開發新的加工產品，提高其多元化利用性越顯重要。以甘藷釀製甘藷酒是一可行且具潛力值的開發的產品 (Yang 1993)。本試驗期評估不同甘藷品種應用於釀造之適用性及品種差異與釀酒特性的影響，進而探討甘藷中所含澱粉在釀造復醱酵過程中轉化成葡萄糖的變化於品種特性之比較。

材料與方法

醱酵日數與白殼添加量對甘藷產酒率的影響

以台農 57 號為材料，塊根經過清洗、削皮製成長條形薯簽，稱鮮重 4 kg 以 100°C 蒸煮 30 min，經冷卻後拌入白殼 (peka，購於雲林縣)。白殼添加量之處理分別為每 4 kg 甘藷鮮重添加一個 (約 15-16 g) 及每 4 kg 甘藷鮮重加二個 (約 30-32 g)，攪拌均勻呈薯泥狀後置入醱酵桶進行復醱酵，分別於醱酵日數第 10 天、12 天、14 天、16 天、18 天將酒醪離心去除殘渣後進行蒸餾，蒸餾溫度 90-92

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2265 號。接受日期：95 年 8 月 05 日。

2. 本所嘉義分所農藝系助理研究員與研究員兼系主任。臺灣 嘉義市。

3. 本所農化組助理研究員與研究員。臺灣 台中縣 霧峰鄉。

4. 通訊作者，電子郵件：Chenyisn@dns.caes.gov.tw；傳真機：(05) 2774009。

°C，共三重複，調查不同醱酵日數及白殼添加量對甘藷酒產量的影響。產酒率的計算公式： $\text{EtOH Yield (\%)} = (\text{Liquor volume} \times \text{EtOH conc.}) \div \text{Sweet potato weight} \times 100\%$ (Yang 1993)。

不同甘藷品種產酒率之比較

以台農 57 號、台農 64 號、台農 65 號、台農 66 號、台農 67 號、台農 68 號、台農 69 號、台農 70 號及白皮紫心品系和日本品種薩摩光 (Satsumahikari)，共 10 個品種（系）為供試品種。塊根經清洗、削皮製成長條形藪簽稱鮮重 2 kg，以 100°C 蒸煮 30 min，經冷卻後拌入白殼一個，攪拌均勻呈藪泥狀，置入醱酵桶進行醱酵，於醱酵日數第 14 天時，將酒醪離心去除殘渣後進行蒸餾，製成甘藷酒，共三重複，調查各品種系之產酒率。

蒸餾溫度對甘藷酒重要成分含量之影響

以台農 57 號、台農 64 號、台農 66 號、台農 67 號、台農 68 號、台農 70 號及薩摩光共 7 個品種為供試材料，塊根經清洗、削皮製成長條形藪簽稱鮮重 2 kg，以 100°C 蒸煮 30 min，經冷卻後拌入白殼一個，攪拌均勻呈藪泥狀，置入醱酵桶進行醱酵，於醱酵日數第 14 天時，進行蒸餾，製成甘藷酒。甘藷酒的樣品蒐集溫度分為二階段，第一階段蒸餾溫度為 84-86°C，待此溫度下的酒液完全收集完後，蒸餾溫度提高至 92-94°C，為第二階段酒液收集，分析不同蒸餾溫度成分與產酒率之比較。

甘藷品種質地特性表現於醱酵過程中澱粉與葡萄糖含量之變化

以蒸煮後質地特性分別呈泥質的台農 66 號、偏粉質的台農 57 號及粉質特性之薩摩光品種為材料，塊根經清洗、削皮製成長條形藪簽稱鮮重 2 kg，以 100°C 蒸煮 30 min，經冷卻至室溫後拌入白殼一個，攪拌均勻呈藪泥狀，置入醱酵桶進行醱酵，試驗期間分別於醱酵天數 0、2、4、6、8、10、12、14、16、18 天定期每隔 2 日由醱酵桶中取酒醪 5 g 為樣品，測定澱粉及葡萄糖含量變化。

葡萄糖之含量測定 (唐 2002)：取攪拌均勻之酒醪 5 g (鮮重) 置於 20 mL 之玻璃試管中，加入 4 mL 之 80% 酒精於 80°C、100 轉的震盪水浴鍋中 15 min，重複萃取三次，所得液體過濾後於離心管內以 1600 g 離心 15 min，上清液置入濃縮試管中進行減壓濃縮，以 Lichrolut RP-18 (40~63um) 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 TSK gel Amide-80 column (4.6 mmID × 25) 檢測，移動相為 80% 氘甲流 (CH₃CN) 20% H₂O，流速為 1.2 mL/min，TSK gel Amide-80 column 溫度設定 40°C。

澱粉含量測定 (唐 2002)：上述經過酒精萃取後的殘渣於烘箱以 70°C 烘乾，乾燥樣品加入 5 mL 去離子水，於 100°C、100 轉的震盪水浴鍋中加熱 30 min，待冷卻，加入 2 mL 之 9.2N 過氯酸 (HClO₄) 放置 15 min，期間不時攪拌，定積至 10 ml，以 2500 g 離心 10 min，取上清液 0.1 mL 加入 1.9 mL 去離子水、0.1 mL 石炭酸 (Phenol) 及 6 ml 濃硫酸，振盪均勻後靜置 30 min，以光電比色計波長 490 nm 測定吸光值。

結 果

白殼添加量處理對甘藷台農 57 號於不同醱酵日數之產酒率比較

以甘藷台農 57 號品種為原料，不同白殼添加量兩處理結果均都在第 14 天有最高的產酒率，且每 4 kg 甘藷鮮重添加二個白殼的處理其產酒率在每個取樣日數中均明顯較只添加一個白殼處理的產酒率高 (圖 1)。

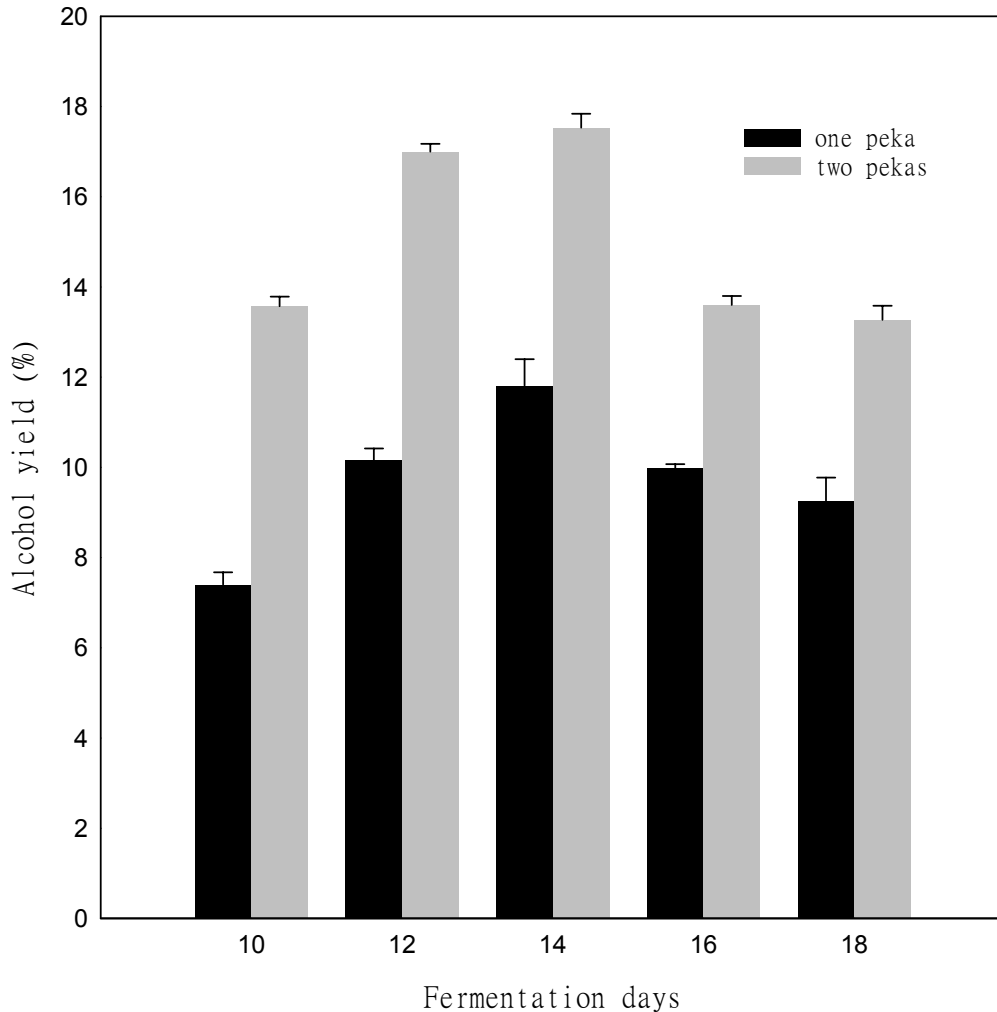


圖 1、不同白殼添加量對甘藷台農 57 號於不同發酵日數產酒率之比較。

Fig. 1. Effect of different amounts of peka on alcohol yield in sweet potato Tainung No. 57 during fermentation.

不同甘藷品種間產酒率之比較

調查 10 個不同甘藷品種系之產酒率結果顯示品種間有顯著差異，在醱酵第 14 日時進行蒸餾，結果以台農 57 號最高，為 19.7%，而台農 65 號與薩摩光較低，分別為 9.6%與 9.4%，其中白皮紫心品系產酒率最低僅 3.9%，其他供試品種產酒率則介於 11.2%至 14%之間，分別是台農 64 號之 14.1%、台農 66 號之 13.7%、台農 67 號之 13.4%、台農 68 號之 11.5%、台農 69 號之 13.12%、台農 70 號之 11.17% (圖 2)。

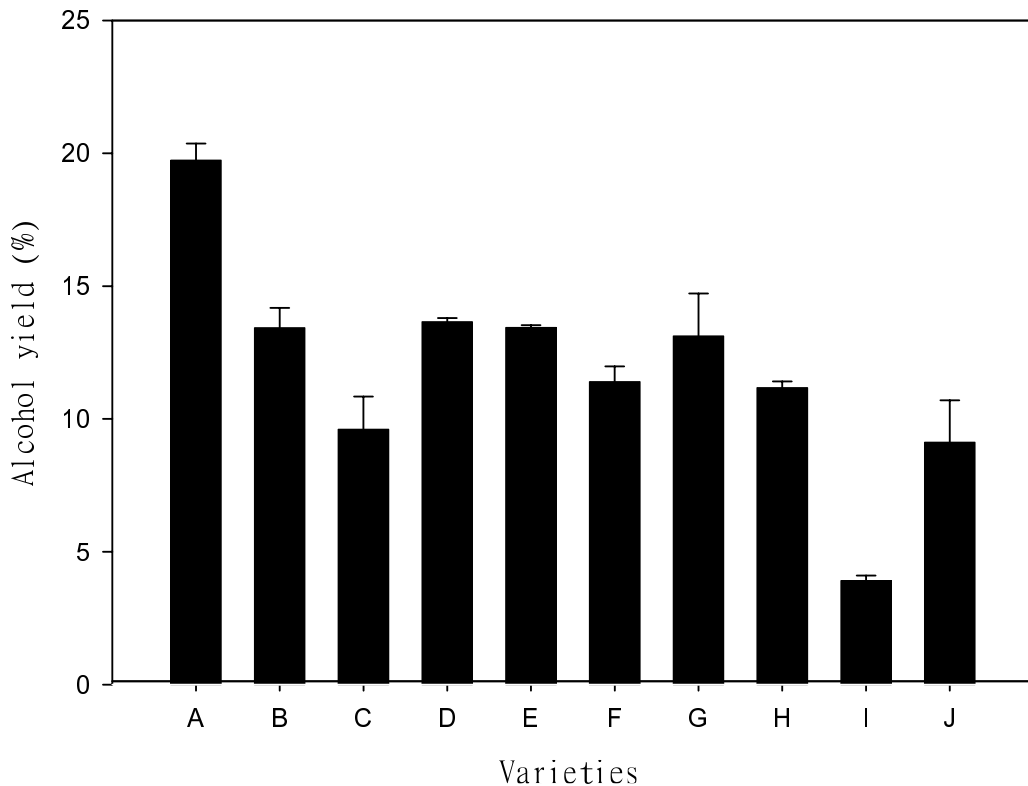


圖 2、不同甘藷品種產酒率之比較。(A：台農 57 號；B 台農 64 號；C：台農 65 號；D：台農 66 號；E：台農 67 號；F：台農 68 號、G：台農 69 號；H：台農 70 號；I：紫心品系；J：薩摩光)

Fig. 2. Comparisons of alcohol yield in different sweet potato varieties. (A:Tainung No. 57; B:Tainung No. 64; C :Tainung No.65; D:Tainung No.66; E:Tainung No.67; F:Tainung No.68 ; G:Tainung No.69 ; H:Tainung No.70 ; I:Purple line; J:Satsumahikari).

蒸餾溫度對甘藷酒重要成分含量之影響

分析甘藷酒中含量最高的成份是乙醇，蒸餾溫度高低顯著影響甘藷酒中乙醇濃度。在 84-86°C 蒸餾溫度處理下，甘藷酒中乙醇的濃度在 63.32 至 73.76% 之間，顯著較 92-94°C 蒸餾溫度處理高，以 92-94°C 蒸餾溫度處理下乙醇的濃度在 44.02 至 49.33% 之間。此外，甲醇濃度高低亦受蒸餾溫度影響，有相同的結果。而其中台農 57 號在二個蒸餾溫度下均檢測不出甲醇含量，台農 70 號與薩摩光則在高蒸餾溫度處理下檢測不出甲醇含量。而醋酸濃度則在 92-94°C 蒸餾溫度處理下較高，7 個品種均有相同的結果，其中台農 57 號在 84-86°C 蒸餾溫度處理下檢測不出醋酸含量（表 1）。

不同質地特性之甘藷品種於醱酵過程中酒醪內澱粉與葡萄糖含量之變化

比較三個甘藷品種蒸煮後其質地表現分別為極粉質之薩摩光、偏粉質之台農 57 號與質地呈泥質之台農 66 號為材料，觀察甘藷質地特性對釀酒之影響。分析未發酵前薯泥所含的澱粉含量薩摩光為 11.44%，其次為台農 57 號為 10.27%，台農 66 號最低為 6.79%，拌入白殼進行發酵後，甘藷

表 1. 蒸餾溫度對不同甘藷品種之蒸餾酒重要成分含量的影響

Table 1. Effect of various distillation temperatures on important ingredient contents in sweet potato spirits of different varieties.

Variety	Distil. temperature (°C)	Methanol (%)	Ethanol (%)	Acetic acid (%)
Tainung No.57	84~86	---	69.50	---
	92~94	---	49.33	0.022
Tainung No.64	84~86	0.130	70.16	0.012
	92~94	0.086	45.40	0.029
Tainung No.66	84~86	0.153	67.83	0.019
	92~94	0.107	46.41	0.021
Tainung No.67	84~86	0.167	69.61	0.020
	92~94	0.069	45.94	0.043
Tainung No.68	84~86	0.109	63.32	0.009
	92~94	0.065	46.31	0.022
Tainung No.70	84~86	0.106	70.17	0.018
	92~94	---	44.02	0.031
Satsumahikari	84~86	0.182	73.76	0.015
	92~94	---	44.59	0.043

酒醪中澱粉含量隨著醱酵的日數延長而遞減，三個品種均有相同的變化（圖 3）。分析三個不同品種之甘藷原料蒸煮後未發酵前薯泥中之葡萄糖含量以台農 57 號最高，為 2.61%，薩摩光與台農 66 號較低分別為 1.31% 與 1.08%。而在發酵過程於酒醪中測得之葡萄糖含量明顯以台農 57 號最高，尤其在發酵第 12 日有一顯著高峰含量。台農 66 號葡萄糖生成量低，在發酵第 14 日明顯下降。而薩摩光品種其酒醪中葡萄糖生成量最低，且在發酵第 18 日明顯下降（圖 4）。

討 論

本試驗之甘藷酒釀造是將塊根削皮蒸煮後添加酒麴經發酵後加以蒸餾而成之蒸餾酒。試驗用酒麴為白殼 (peka)，經實驗室培養觀察其菌種主要為真菌 *muras* 屬。根據林 (1996) 報告，酒麴的作用主要是讓菌類生長在澱粉質原料上，使其積蓄大量澱粉分解酵素及其他酵素之物質，因此基本上酒麴應是一種液化、糖化劑。薛 (1997) 報告指出麴的用量越高，單位時間內還原糖產量越高。即麴的用量對原料糖化結果之還原糖產量有顯著影響。本試驗結果以台農 57 號為原料進行試驗，結果明顯以添加兩個白殼處理的產酒率較只添加一個處理者高；且在發酵第 14 日有最高產酒率。

同一甘藷品種於不同釀造日數下所蒸餾而得的甘藷酒產酒率高低有顯著差異。若以台農 57 號為原料在發酵日數第 14 天可得到最高的產酒率來加以討論；則根據林 (1996) 報告指出，釀酒主要過程是酒精發酵，首先利用酒麴中之澱粉分解酵素 (amylase) 將原料澱粉分解成酵母可代謝之碳源與氮源，之後酵母菌再將攝入體內的葡萄糖經糖解作用 (glycolysis) 之路徑代謝至丙酮酸 (pyruvic acid)，再經 pyruvate decarboxylase 及 alcohol dehydrogenase 之作用生成酒精。對照於台農 57 號甘藷酒醪在發酵過程中澱粉被水解與葡萄糖生成量的變化，結果顯示甘藷塊根經蒸煮後仍殘

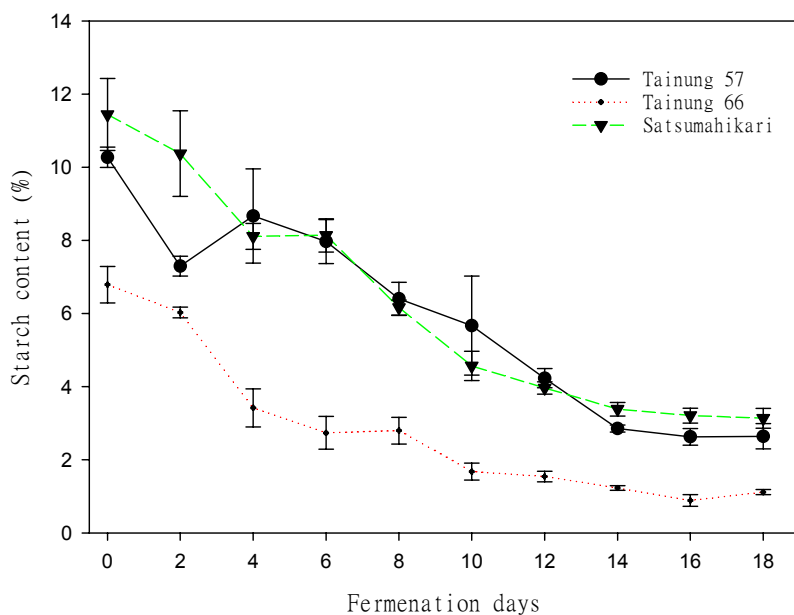


圖 3、不同甘藷品種於發酵過程中酒內澱粉含量之變化。

Fig. 3. Changes of starch contents in liquors of different sweet potato varieties during fermentation.

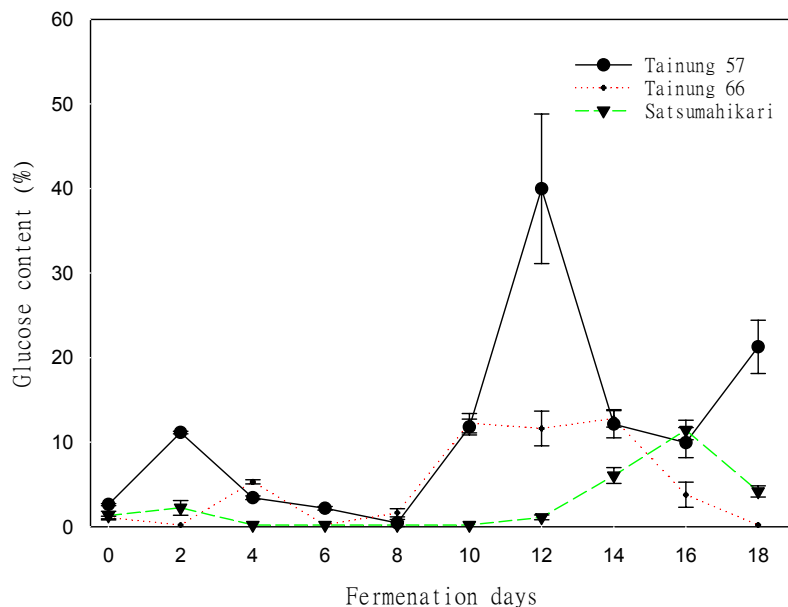


圖 4、不同甘藷品種於發酵過程中酒內葡萄糖含量之變化。

Fig. 4. Changes of glucose contents in liquors of different sweet potato varieties during fermentation.

留於薯泥中之澱粉(醱酵日數 0 天)含量為 10.27%，在發酵過程中隨著日數延長酒醪中澱粉持續被酵素水解，至醱酵第 12 日，酒醪中的澱粉含量已降低至 4.23%，即蒸煮後的薯泥在發酵日數達 12 天時，澱粉含量相對於醱酵日數 0 天時減少比例約 60.0%，至醱酵第 14 日則減少比例達 72.5%，僅餘 2.86%，而自醱酵第 14 日至 18 日之間酒醪中澱粉含量不再有明顯的變化。分析蒸煮後台農 57 號薯泥中葡萄糖含量(醱酵日數 0 天)為 2.61%，而在醱酵第 10 日酒醪中的葡萄糖明顯提高至 11.78%；在醱酵第 12 日達到最高，為 45.63%；醱酵第 14 日降為 12.11%，此變化應是酵母菌作用將葡萄糖快速轉化成酒精的緣故。

以偏粉質的台農 57 號品種而言，酒醪內葡萄糖生成最高峰是在發酵後第 12 日，且在發酵日數第 14 日時葡萄糖含量顯著下降，又對照酒醪中的澱粉含量亦在發酵日數第 14 天後即不再有明顯變化，藉由其酒醪內澱粉與葡萄糖的變化趨勢，台農 57 號甘藷品種在發酵日數第 14 天可得到最高的產量應是可被預估的。而且根據酒精產率的計算，酵母菌若完全將發酵液中的醣類完全轉換成酒精，理論上酒精的收率約為糖量的 51.1%，但糖的一部份被消耗於製造菌體生長所需物質，因此實際上酒精的收率約為理論收率的 95%，即約為糖量的 48%。試驗結果亦顯示台農 57 號品種酒醪在發酵日數第 14 日蒸餾則可得到最高產酒率，且酒精收率亦接近糖量的理論收率。由此推斷根據甘藷品種酒醪在發酵過程中澱粉被水解與葡萄糖含量的變化，不同甘藷品種之最高產酒率的發酵天數似乎有脈絡可循。

比較台農 57 號、台農 66 號與薩摩光三個甘藷品種之酒醪中葡萄糖生成量最高峰的時期並不相同，台農 57 號品種酒醪內葡萄糖生成最高峰是在發酵後第 12 日，之後急遽下降而在發酵日數第 14 日得到最高產酒率，而台農 66 號品種酒醪內葡萄糖生成最高峰是在發酵後第 14 日，薩摩光品種酒醪內葡萄糖生成最高峰則是在發酵後第 16 日，因此發酵日數 14 日可能並非台農 66 號與薩摩光此二個品種最適當的發酵日數。分析台農 66 號甘藷品種酒醪在發酵過程中澱粉被水解與葡萄糖生成量的變化，結果顯示甘藷塊根經蒸煮後仍殘留於薯泥中之澱粉(醱酵日數 0 天)含量為 6.79%，隨著發酵日數延長，酒醪中澱粉持續被酵素水解，至醱酵第 8 日，酒醪中的澱粉含量已降低至 2.8%，與醱酵日數 0 天時相比減少約 60.0%，至醱酵第 10 日累積減少量達 75.3%，僅餘 1.68%，自醱酵第 10 日至 18 日之間酒醪中澱粉含量不再有明顯的變化。比較其葡萄糖含量則在醱酵第 10 日酒醪中的葡萄糖由醱酵日數 0 天時之 1.08%提高至 12.23%，醱酵第 12 日為 11.61%，至醱酵第 14 日測得含量為 12.8%，在發酵第 16 日則顯著下降，至第 18 日僅餘 0.2%。因此，酒精快速生成的時期應是發酵日數第 16 天時，此時期台農 66 號應可得到最高產酒率。而薩摩光品種之酒醪，在醱酵第 10 日，原料中澱粉已由醱酵日數 0 天時之 11.44%降低至 4.5%，期間有 60.1%的澱粉被水解轉化，至醱酵第 12 日酒醪中澱粉含量降低至 3.96%，其被水解轉化的量累積達 65.4%，而自醱酵第 12 日至第 18 日無明顯變化。在醱酵第 14 日時酒醪中測得葡萄糖含量為 6.04%，醱酵第 16 日達到最高為 11.43%至醱酵第 18 日葡萄酒醪中葡萄糖含量下降到 0.2%。對薩摩光品種而言，所需發酵日數應較其他兩個供試品種長。本試驗結果顯示甘藷產酒率與最經濟的發酵日數，會因品種不同有顯著影響。

甘藷蒸煮後甘藷泥之葡萄糖含量會顯著受甘藷品種影響 (McArdle 1986)，本試驗中調查 10 個不同甘藷品種系之產酒率結果，在醱酵第 14 日進行蒸餾時，品種間有顯著差異。由於葡萄糖是酵母菌進行酒精發酵之主要基質，而且在發酵時若初發之糖濃度較高，發酵速度較快 (Wei 1983)。因此，以甘藷為釀酒原料時，雖然與品種質地特性無明顯關聯，但可推斷應以蒸煮後還原糖含量高的品種較有利，且其最高產酒率的發酵日數會因甘藷品種不同而影響酒醪中葡萄糖的含量與被酵母菌作用的速率。因此瞭解不同甘藷品種最適當的發酵天數也會是影響產酒率的重要因素。若針對以

品種特性來區隔甘藷蒸餾酒的釀造製作，以台農 57 號品種產酒率高、甲醇含量低安全性高、且醋酸含量低風味佳，是甘藷酒釀造的極佳品種選擇。

引用文獻 (Literature cited)

- Lai, Y. C. 2005. Sweet Potato. Crop Edition-1:57- 68. Taiwan Agriculture Encyclopedia. Council of Agriculture, Executive Yuan. Taipei. 582 pp. (in Chinese)
- Lin, J. J. 1996. Enzymes related with wine making. Win. Mak. Sci. Technol. 18:158-168. (in Chinese) (林俊杰。1996。釀酒有關之酵素。製酒科技專論彙編 18:158-168。)
- McArdle, R. N. and J. C. Bouwkamp. 1986. Use of heat treatments for saccharification of sweet potato mashes. J. Food Sci. 51: 364-366.
- Siue, T. F. 1997. Discussion on fermentation at high concentration for making rice wine. Win. Mak. Sci. Technol. 19: 72-84. (in Chinese)(薛添福。1997。米糧釀造酒高濃度發酵釀酒的討論。製酒科技專論彙編 19:72-84。)
- Tang, C. H. 2002. The relationship between Maturity, time of dehydration and chemical treatment in physiological change and postharvest quality of cut gerbera. Department of Horticulture. National chung Hsing University. Master Thesis. Taichung. 130 pp. (in Chinese with English abstract)
- Wei, D. L. and S. C. Jong.1983. Chinese rice pudding fermentation: fungal flora of starter cultures and biochemical changes during fermentation. J. Ferment. Technol. 61:573-579.
- Yang, S. S., Chen, B. F., Lee, C.B., Lee, T. C. and J. W. Lee. 1993. Brewing of sweet potato spirits. Food Sci. 20:96-102. (in Chinese with English abstract)

Study on the Properties of Brewing Spirits from Sweet Potato Varieties¹

Hsin-Chen Lee², Shwu-Jene Tsai³, Huey-Ing Liu³ and Yi-Shin Chen^{2,4}

Abstract

Lee H. C, S. J. Tsai., H. I. Liu, and Y. S. Chen. 2006. Study on the properties of brewing spirits from sweet potato varieties. *J. Taiwan Agric. Res.* 55: 181-189.

The alcohol yields from different sweet potato varieties were different. The highest producing rate was Tainung No.57 at the 14th day after fermentation. Ethyl alcohol was the major ingredient in sweet potato spirits. The methyl and ethyl alcohol concentrations were effected by steaming temperature. Tainung No.57 didn't show the methyl alcohol content when comparing with other varieties. The higher acetic acid concentration was found in all varieties at higher steaming temperature. By analyzing the change of the starch and glucose concentrations during fermentation, it can adjudge and evaluate the highest production of sweet potato spirits from different varieties.

Key words: Sweet potato spirits, Brew, Fermentation, Alcohol yield, Peka.

1. Contribution No.2265 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: August 5, 2006.

2. Respectively, Assistant Agronomist, Senior Agronomist and Head of Department of Agriculture, Chiayi Agricultural Experiment Station, ARI, Chiayi, Taiwan, ROC.

3. Respectively, Assistant Agricultural Chemistry and Senior Agricultural Chemistry of Agricultural Chemistry Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

4. Corresponding author, e-mail: Chenyisn@dns.caes.gov.tw ; Fax: (05)2774009.