

高粱製酒量與千粒重、澱粉含量 及其結構之關係¹

王瑞章 曾清田²

摘 要

王瑞章、曾清田·1996·高粱製酒量與千粒重、澱粉含量及其結構之關係。台南區農業改良場研究彙報 33：57~66。

選用高粱 (*Sorghum bicolor* (L) Moench) 30 個 R 品系 (雄稔性恢復品系) 為材料, 探討高粱製酒量與千粒重、澱粉含量及其結構之關係, 結果顯示高粱製酒量與千粒重呈負相關, 而與澱粉含量呈顯著正相關, 其 r 值分別為 -0.1275 及 $+0.4404$ 。千粒重與種皮含量呈顯著正相關, 而與澱粉含量呈負相關, 其 r 值分別為 $+0.499$ 及 -0.351 。顯示籽實內澱粉含量愈多, 則製酒量愈多, 而千粒重愈重, 則種皮含量愈多澱粉含量相對減少。同時製酒量與粉質 (直鏈) 澱粉含量呈負相關 ($r = -0.0116$), 而與臘質 (支鏈) 澱粉含量則呈正相關 ($r = +0.3134$)。因此製酒量與千粒重、粉質 (直鏈) 澱粉含量均呈負相關。而與澱粉含量及其臘質 (支鏈) 澱粉含量均呈正相關。換言之, 選育澱粉與臘質澱粉含量愈多之品系比千粒重大及粉質澱粉含量多者, 較有利於釀製高粱酒。

關鍵詞：高粱、製酒量、粉質 (直鏈) 澱粉、臘質 (支鏈) 澱粉。

接受日期：1996年10月5日。

前 言

高粱 (*Sorghum bicolor* (L) Moench) 為本省重要雜糧作物之一, 主要作為飼料及釀酒用原料。其產區分佈雲嘉南三縣, 自政府于 73 年起為平衡稻米產銷而推行稻田轉作政策後, 由於高粱為重點輔導作物之一, 此後其年栽培面積遽增, 至 84 年達 22,965 公頃, 年產量 97,577 公噸⁽¹⁾。然而隨著政府即將加入世貿組織 (WTO), 國內市場自由化及國際化後, 由於高粱生產成本偏高, 將遭受重大衝擊, 為提高其競爭力及確保農民權益, 高粱育種將以選育特殊用途或釀酒用品種為目標。

Hsieh 與 Pi⁽¹⁰⁾ 指出, 高粱優質澱粉可提高其加工品之品質, 如增進釀酒之芳香及飼料之營養值。據魏⁽⁶⁾指出, 高粱製酒量與籽實澱粉含量及其結構有關, 而臘質 (waxy) 種製酒量較粉

1. 台灣省台南區農業改良場研究報告第 226 號。

2. 本場助理、研究員兼朴子分場主任。嘉義縣朴子市德興里 120 號。

質種多 10% 以上，其酒質亦較佳。臘質種的澱粉幾全為臘質澱粉^(3,9)。同型接合臘質胚乳澱粉消化率最高，異型接合臘質胚乳澱粉次之，粉質型胚乳澱粉最低⁽⁹⁾。釀製高粱酒以初蒸餾的頭酒，酒精含量 70% 以上者，品質最佳。一般籽實內澱粉含量約佔 83%，為胚乳內最主要成份，其中粉質澱粉 (amylose) (直鏈性) 的含量約佔 23~28%，其餘 72~77% 皆為臘質澱粉 (amylopectin) (支鏈性) 此類品種稱為粉質種或非臘質種⁽⁵⁾。由於高粱品種間澱粉含量及其結構差異性甚大。因此，本試驗旨在探討不同高粱品系間之製酒量與千粒重、澱粉含量及其結構之關係，藉作為爾後選育釀酒用高粱品種之參考。

材料與方法

一、供試品系：

30R 品系 (雄稔性恢復品系)：自逢機交配族群分離後代，依譜系法純化之 F₆ 世代。30R 品系籽實均為白色及半散穗型。開花期 54~82 天，株高 93~125 公分，穗長 23~35 公分。

二、千粒重及種皮、澱粉、粉質澱粉與臘質澱粉含量測定：

(一) 千粒重：每品系逢機取樣 1,000 粒籽實秤重。

(二) 種皮含量：

1. 每品系逢機取樣 100 粒籽實秤重。
2. 以乾磨法破裂籽實後，收集種皮秤重。

$$3. \text{種皮含量}(\%) = \frac{\text{種皮重}}{\text{籽實重}} \times 100$$

(三) 澱粉含量：以鹽酸水解法⁽⁷⁾測定之，其步驟如下：

1. 秤取樣品 1 g → 置入 500 cc 燒瓶中，加入 200 ml 蒸餾水 → 加入 25% HCl 20 ml (比重 1.125) → 附冷凝管置入沸水浴中加熱 3 小時後冷卻之。
2. 滴入酚酞指示劑 2~3 滴，並以 20% NaOH 中和至微酸性 → 移入 500 ml 量瓶中，並加蒸餾水至量瓶刻度，均勻混合後過濾之。
3. 吸取過濾液 20 ml 依 Bertrand 氏法⁽⁷⁾測還原糖含量，所得之值即 20 ml 過濾液中葡萄糖 (Glucose) 之 mg 值。
4. 澱粉價計算：

$$\text{澱粉}(\%) = \frac{G \times F \times 500 / 100 \times 0.9}{W \times 1,000} \times 100$$

式中 G—從附錄查得的 100 mL 水解液中含葡萄糖重量，mg；

F—費林溶液校正係數；

W—試樣重量，g；

0.9—葡萄糖換算為澱粉的係數。

(四) 粉質澱粉含量：以自動分析儀 (Auto Analyzer) AAIIR^R Technicon (日製) 測定之，其

步驟⁽¹²⁾如下：

1. 秤取樣品 0.1 g 置入 100 ml 量瓶中。
2. 加 95% Ethyl alcohol 1 ml, 隔 10 分鐘後再加 1 N NaOH 9 ml。
3. 先於鋁鍋中加水煮沸後, 再放入量瓶續煮 10 分鐘後取出冷卻。
4. 量瓶冷卻後加蒸餾水定量至 100 ml 封瓶。
5. 量瓶靜置隔夜後, 將樣品依序放入採樣器中, 再移至自動分析儀分析。
6. 分析儀測得數值即為 100 g 澱粉中, 粉質澱粉含量比率 (%)。
7. 粉質澱粉含量比率 × 實測澱粉含量 = 實測粉質澱粉含量。

(五) 臘質澱粉含量 = 實測澱粉含量 - 實測粉質澱粉含量。

三、製酒量測定：

(一) 醱酵前處理：

每品系各取樣 2 kg 種子以 25°C 水浸漬 36 小時後, 放入 120°C 高壓鍋蒸煮 3 次：

(第一次)	(第二次)	(第三次)
120°C 加壓蒸煮	120°C 加壓蒸煮	120°C 加壓蒸煮
瞬間水冷	瞬間水冷	冷卻
→ (20~25°C) ;	→ (20~25°C) ;	
40min.	50min.	20min.
1.5min.	1.5min.	

→ 蜀黍飯 (30~40°C 含水量 53~56%)。

(二) 接種醱酵：

取冷卻後蜀黍飯 900 g, 與麴粉以 3.5% 比率均勻拌合後, 裝入 1,000 ml 三角瓶內, 再置放 30°C 之保溫箱醱酵 8 天後, 取出蒸餾。

(三) 酒精量測定：

取醱酵後酒膠 200 g 裝入 1,000 ml 三角瓶內加入適量水蒸餾, 用 500 ml 量瓶接收蒸餾液, 再用酒精計測其酒精度, 按 Gay Lussac⁽⁷⁾ 酒精換算表換算酒精含量, 換算數值是指在 15°C 下, 100 g 酒膠所含 100% 純酒精之 ml 數。

結果與討論

千粒重、種皮量、澱粉含量、粉質 (直鏈) 澱粉含量、臘質 (支鏈) 澱粉含量及製酒量等測試結果列於表 1。由表中得知供試品系中千粒重以 83-R116 之 20.7 克最輕, 而以 83-R36 之 47.3 克最重, 彼此重量相差一倍多。顯示品系間千粒重差異甚大。種皮含量以 83-R119 之 5.1% 最少, 而以 83-R27 之 8.4% 最多, 彼此相差 3.3%。澱粉是高粱籽實最重要成分, 供試品系中澱粉含量最少者為 83-R57 之 60.9%, 最多者為 83-R132 之 71.8%, 彼此相差 10.9%。而粉質 (直鏈) 澱粉含量最低者為 83-R138 之 10.8%, 最高者為 83-R93 之 27.8%, 彼此相差一倍半。臘質 (支鏈) 澱粉含量最少者為 83-R88 之 42.3%, 最多者為 83-R138 之 56.7%, 彼此相差 14.4%。製酒量測定結果, 供試 30 個品系中, 100 g 酒膠製酒量以 83-R119 之 7.8 ml 最高, 最低者為 83-R1 之 2.6 ml, 彼此相差達 3 倍多。可知高粱品系間, 製酒量差異甚大。

表 1. 供試高粱 30R 品系之千粒重、種皮、澱粉、粉質澱粉與臘質澱粉及製酒量

Table 1. 1,000-seed-weight, contents of seed coat, starch, amylose and amylopectin along with alcohol volume of 30 sorghum R lines.

品系 Line	千粒重 1,000-seed-weight (g)	種皮 Seed coat (%)	澱粉 Starch (%)	粉質澱粉 Amylose (%)	臘質澱粉 Amylopectin (%)	製酒量 Alcohol volume (ml)
83-R1	22.6	7.6	63.7	14.6	49.0	2.6
83-R2	25.1	6.0	69.8	17.4	52.3	4.9
83-R3	35.1	6.1	69.5	17.4	52.1	3.6
83-R4	30.5	6.2	68.9	16.3	52.7	4.6
83-R6	25.2	6.1	70.6	19.6	51.0	7.0
83-R9	37.7	8.1	64.6	11.0	53.6	4.8
83-R14	32.2	7.1	63.9	15.0	48.9	6.7
83-R15	28.9	6.7	68.4	16.1	52.3	4.5
83-R18	25.6	7.2	66.4	16.6	49.8	4.8
83-R27	39.2	8.4	62.1	18.6	43.5	5.0
83-R36	47.3	6.5	69.6	18.1	51.5	6.6
83-R56	34.9	7.2	64.6	15.5	49.1	4.8
83-R57	35.3	8.0	60.9	15.8	45.0	4.1
83-R63	32.4	7.0	66.5	16.7	49.8	6.5
83-R87	36.4	7.2	67.4	24.9	42.5	5.6
83-R88	36.8	7.6	67.7	25.4	42.3	4.3
83-R93	31.5	6.3	70.9	27.3	43.6	4.9
83-R96	29.7	5.5	71.0	18.5	52.5	7.2
83-R108	30.9	5.6	67.8	16.3	51.6	6.8
83-R114	23.1	5.9	71.3	17.1	54.2	6.4
83-R116	20.7	6.2	67.7	22.8	45.0	6.2
83-R119	24.7	5.1	70.9	17.4	53.5	7.8
83-R126	42.8	8.2	65.2	12.9	52.3	4.4
83-R127	41.8	7.4	66.2	12.7	53.5	4.9
83-R128	31.9	7.2	65.3	14.4	51.0	6.2
83-R129	25.9	6.0	71.3	15.8	55.5	6.4
83-R132	27.9	6.6	71.8	15.2	56.6	5.4
83-R138	33.7	6.9	67.5	10.8	56.7	5.9
83-R139	29.9	6.6	67.6	11.9	55.7	6.6
83-R143	37.5	6.0	69.0	14.1	54.8	7.2

表 2. 供試高粱 30R 品系之製酒量與千粒重、澱粉、粉質澱粉及臘質澱粉含量之相關顯著性測驗
 Table 2. Significant test on the relationship between alcohol volume and 1,000-seed-weight, as well as contents of starch, amylose, amylopectin of 30 sorghum R lines.

項 目 (Item)	製酒量 (Alcohol volume)
千 粒 重 (1,000-seed-wt.)	-0.1275 NS
澱 粉 (starch)	+0.4404 *
粉質澱粉 (amylose)	-0.0116 NS
臘質澱粉 (amylopectin)	+0.3134 NS

NS: 不顯著 (Nonsignificant).

*: 5% 顯著水準 (Significant at 5% level).

表 3. 供試高粱 30R 品系之千粒重與種皮及澱粉含量之相關顯著性測驗
 Table 3. Significant test on the relationship between 1,000-seed-weight and seed coat along with starch content of 30 sorghum lines.

項 目 (Item)	千粒重 (1,000-seed-wt.)
種 皮 (seed coat)	+0.499 **
澱 粉 (starch)	-0.351 NS

NS: 不顯著 (Nonsignificant).

** : 1% 顯著水準 (Significant at 1% level).

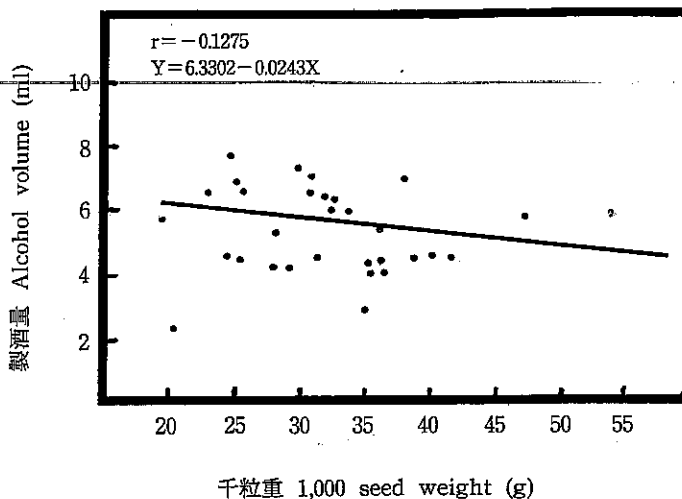


圖 1. 高粱製酒量與千粒重之相關性

Fig 1. The relationship between alcohol volume and 1,000-seed-weight of sorghum.

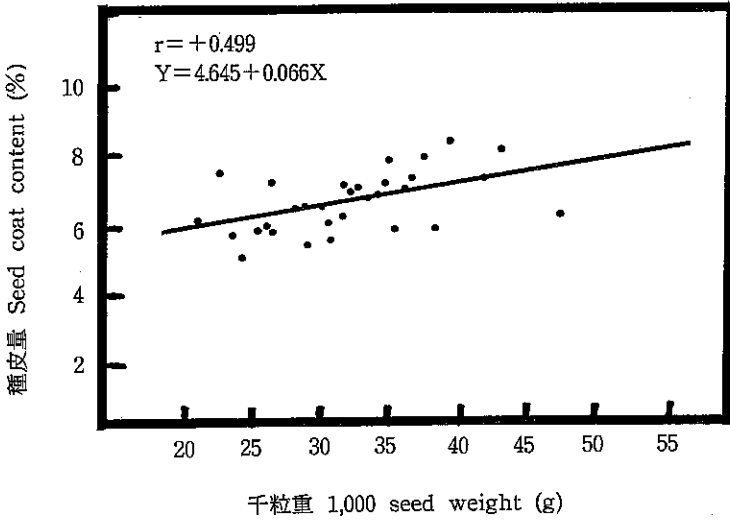


圖 2. 高粱種皮量與千粒重之相關性

Fig 2. The relationship between seed coat content and 1,000-seed-weight of sorghum.

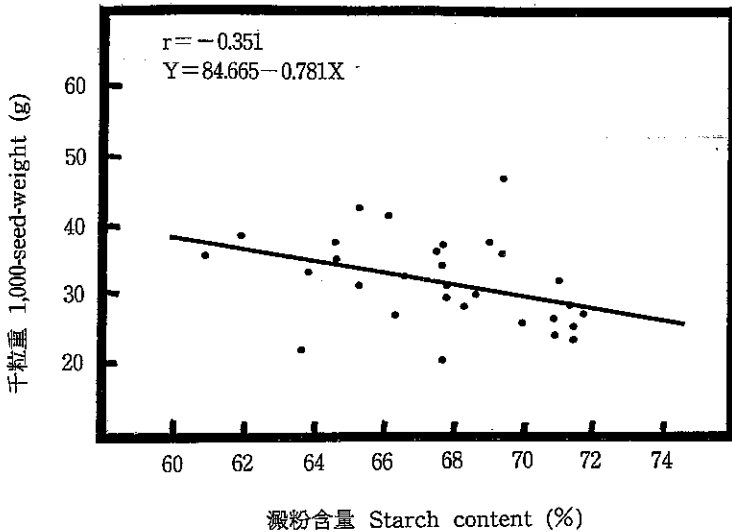


圖 3. 高粱千粒重與澱粉含量之相關性

Fig 3. The relationship between 1,000-seed-weight and starch content of sorghum.

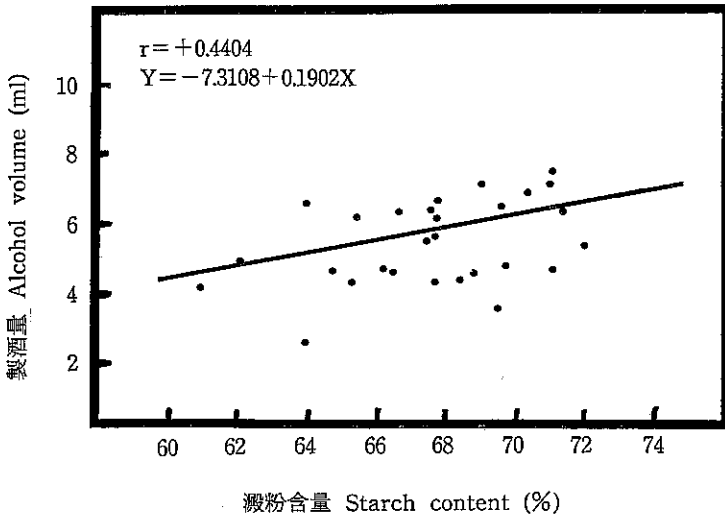


圖 4. 高粱製酒量與澱粉含量之相關性

Fig 4. The relationship between alcohol volume and starch content of sorghum.

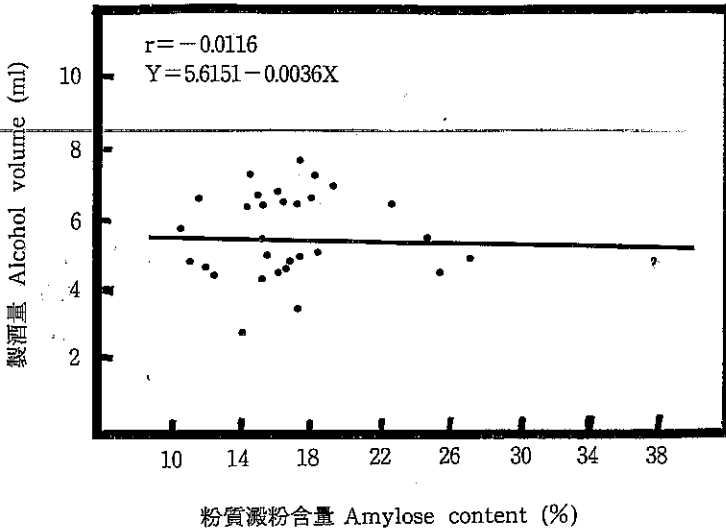


圖 5. 高粱製酒量與粉質澱粉含量之相關性

Fig 5. The relationship between alcohol volume and amylose content of sorghum.

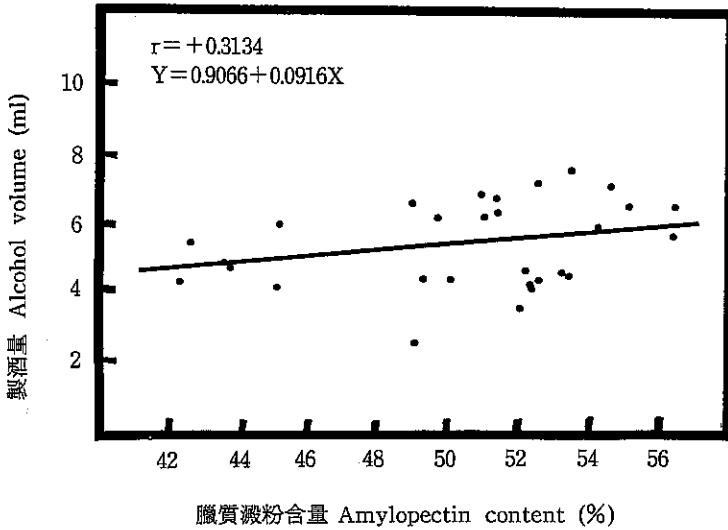


圖 6. 高粱製酒量與臘質澱粉含量之相關性

Fig 6. The relationship between alcohol volume and amylopectin content of sorghum.

製酒量與千粒重之相關性分析結果彼此呈負相關 ($r = -0.1275$) (表 2) (圖 1)，顯示籽粒重之品種其製酒量未必多，此與詹氏⁽⁴⁾試驗結果相符。而與 Hseih 等⁽¹⁰⁾指稱釀酒用高粱品種應選育粒大而重者之結果不一致。由千粒重與種皮及澱粉含量之相關性分析結果，顯示千粒重與種皮含量呈顯著正相關 ($r = +0.499$) (表 3) (圖 2)，而與澱粉含量為負相關 ($r = -0.351$) (表 3) (圖 3)，得知籽實愈重之品種，其種皮含量愈多澱粉含量相對減少，因此選育千粒重而大之品種，未必有利於釀製高粱酒。

本試驗分析結果另顯示製酒量與澱粉含量呈顯著正相關 ($r = +0.4404$) (表 3) (圖 4)，即種實內澱粉含量愈高，出酒量愈多。此與 Hseih 等⁽¹⁰⁾指稱澱粉含量與製酒量呈顯著正相關相符。製酒量與粉質澱粉含量之相關性分析結果呈負相關 ($r = -0.0116$) (表 2) (圖 5)，可知籽實中粉質 (直鏈) 澱粉含量愈多，未必有利於釀製高粱酒。製酒量與臘質澱粉含量呈正相關 ($r = +0.3134$) (表 2) (圖 6)，顯示臘質 (支鏈) 澱粉含量愈多製酒量愈多。此與 Douglas *et al*⁽⁸⁾ 及 Sullins & Rooney⁽¹¹⁾ 指稱高粱臘質澱粉易水解及起酵素作用，製酒量較粉質澱粉者高相符。高粱籽實內化學成分與釀酒最密切者為澱粉，一般胚乳同為臘質基因幾無粉質澱粉的存在^(2,9)。且臘質基因 (*wx*) 所控制之胚乳內臘質澱粉之多少與製酒量間具有重要關係⁽¹⁰⁾。

綜合上述試驗結果，得知選育釀酒用高粱品種，建議選拔從千粒重大、種皮含量少、澱粉含量高及臘質胚乳之品系較為有利。

誌 謝

本試驗承行政院農委會〔84 農建-21-糧(2-1)〕經費補助及嘉義酒廠試驗室林主任柏核協助釀酒及澱粉分析，台中區農業改良場許副研究員安娜協助 amylose 自動分析儀操作及黃秋樓小姐協助文稿整理，謹此誌謝。

引用文獻

1. 台灣省政府農林廳·1996·台灣農業年報(1996 年版)。
2. 林柏孫·1963·高粱澱粉含量之遺傳研究。台灣大學農藝研究碩士論文。
3. 畢中本、黃懿秦·1976·蜀黍種實之品質與營養及其改進。科學農業 24(3,4): 110~119。
4. 詹碧連·1988·不同品系之蜀黍對釀酒產量之探討。台南區農業改良場研究彙報 第 22 號 1~5。
5. 謝兆樞·1985·文獻摘要導文 世界之蜀黍文獻摘要第一輯。科學農業編印 pp. v~xx。
6. 魏岳壽·1972·高粱酒。台灣商務印書館人人文庫 pp. 46~53。
7. 台灣省菸酒公賣局·1994·蒸餾酒分析法。
8. Douglas, T. G. H. Liang and B. A. Cunningham, 1977. Effect of the waxy gene on hydrolysis of sorghum starch. *Crop Sci* 17: 683~686.
9. Ellis, E. B., 1975. The effects of endosperm characteristics on seed and grain quality of *Sorghum bicolor* (L) Moench. Ph. D. Thesis, Texas A & M Univ. (Libr. Congr. Card No. Mio 75-25094) 100p. Univ Microfilms Ann Arbor, Mich.
10. Hsieh, J. S. and C. P. Pi., 1979. Effect of the waxy gene on grain quality and wine production in *Sorghum*. *J. Agric. Assoc. China New Series* 106: 30~51.
11. Sullins, R. D. and L. W. Rooney, 1974. Microscopic evaluation of the digestibility of sorghum lines that differ in endosperm characteristics. *Cereal Chem.* 51: 134~142.
12. Vuliano, B. O., 1971. A simplified assay for milled rice amylose. *Cereal Sci. Today* 16: 334~338、340~360.

The Relations of 1,000-seed-weight, Starch Content and its Structures to Alcohol Volume of Sorghum Grain¹

Wang, R. C., and C. T. Tseng²

Summary

This study were undertaken to evaluate the relations of Sorghum [*Sorghum bicolor* (L) Moench] 1,000-seed-weight, starch content and its structures to alcohol volume. The informations were provided to help in breeding the brewing wine sorghum hybrids. Thirty R lines were used in this study. These lines were selected with pedigree breeding method from a C₃ population. The experimental results indicated that the correlation of alcohol volume to 1,000-seed-weight was negative and to starch content was significant positive, the r values were -0.1275 and +0.4404, respectively. However, the correlation between 1,000-seed-weight and seed coat content was significant positive ($r=0.499$), the correlation between 1,000-seed-weight and starch content was negative ($r=-0.351$). Therefore, it was clearly that the seed weight was mostly from seed coat than from that of starch. The correlations of alcohol volume to the contents of starch and amylopectin were positive, their r values were 0.4404 and 0.3134, respectively, but the correlation between alcohol volume and amylose content was negative ($r=-0.0116$) and the correlation between alcohol volume and amylopectin was positive ($r=+0.3134$). In other words, higher the contents of starch and amylopectin was more the alcohol volume. Thus, inbred lines with higher contents of starch and amylopectin were more useful than those higher in 1,000-seed-weight and amylose content for breeding of wine brewing sorghum hybrids.

Key words: sorghum, alcohol volume, amylose, amylopectin.

Accepted date for publication: October 5, 1996.

-
1. Contribution No. 233 from Tainan District Agricultural Improvement Station.
 2. Assistant Agronomist and Senior & Entomologist respectively, Potzu Branch Station, Tainan DAIS. No. 120 Teh-Hsin Li. Potzu, Chiayi, Taiwan, ROC.