

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高職組 農業及生物科技科

最佳創意獎

091408

首創酎之液態酵素工法-Whisky 誕生

學校名稱：國立龍潭高級農工職業學校

作者：	指導老師：
職二 陳貞羽	張志陽
職二 詹安安	黃緯豪
職二 曾敏華	
職二 吳語蓁	

關鍵詞：酎、液態酵素發酵、Whisky

## 摘要

酎是多重加工釀成的醇酒，中國稱燒酒，日名為燒酎。現行高中職釀造米酒標準課程係以固態發酵，該做法：發酵時間長、發酵操作不慎時易有黃麴毒素產生等缺點。本研究為全國高中職院校首創「液態酵素發酵法」，不用酒麴避免黃麴毒素之產生，且經本校酒醋研發中心師生團隊經二年多努力，以高粱、小麥、大米、甘薯進行發酵、蒸餾、熟成，成功研發出燒酎，僅需 14 天即可完成，大大地縮短了製酎時間 4-6 倍之多，其商業量產有其潛力。本研究亦進行官能品評，探討不同比例之燒酎調合，以尋求最佳風味之酒質，最後，嘗試以發展學校及地區特色的作法，將所製得之酎置於法國橡木桶中熟成，使酎產品除本身之風味外，還融入了橡木桶之香氣及琥珀顏色之高等級、高價位 Whisky 產品，而後再將其加以突破，而有別於一般市售 Whisky 玻璃瓶裝之創意陶瓷包裝，整體而言提昇了酎的附加價值。

## 壹、研究動機

高中職釀造米酒實習課程及一般民間自製或工廠釀製的「蒸餾酒」(如台灣高粱酒、馬祖八八坑道、二鍋頭、燒刀子、白乾或白酒等)，係以穀物類(如米、高粱、小麥等)為原料，以酒麴發酵法，將穀物類原料蒸熟後拌入麴菌進行固態發酵，產生酒精後再經蒸餾而成。該方法有下列缺點：(1)在發酵過程中，發酵溫度控制不易，易產生黃麴毒素，酒類衛生標準中並未明列黃麴毒素之最低檢出量，如不慎長期飲用，將危害身體健康；(2)發酵時間長，經三次發酵，三次蒸餾；(3)另製酒工廠培麴時需小麥粉碎機、壓麴機、麴粉粉碎機等大規模設備。由於以上種種因素，高中職院校在製酒的實習教學上，往往容易發酵失敗，行之困難。

基於此，本研究(1)以醱類發酵酒精的理論架構為基礎，改良阿米諾法，採用密閉式液態發酵，不用酒麴，用液化、糖化酵素將穀物類中的澱粉水解成可發酵糖後，再以酵母菌發酵製成酒精，經蒸餾而成高濃度的蒸餾酒(酎)，不同於傳統高溫高濕環境之酒麴固態發酵法，能杜絕黃麴毒素的產生，達到飲用安全性；(2)縮短發酵時間 4-6 倍之多，僅 14 天即可蒸餾；(3)不需大規模設備等；能符合高中職實習教學之所需。

因為製酎的時間短，可見其商業量產有其潛力，且酎系列成品若經調合、勾對，可成富多樣性風味之酎的系列產品，再將酎產品置於橡木桶中熟成，另使酎產品除本身之風味外，還融入了橡木桶之香氣及琥珀顏色之高等級、高價位 Whisky 產品，如產業界有興趣，其技術可轉移。

好的產品需要有特色的包裝，為了突破有別於市售玻璃瓶裝之 Whisky 產品，表現產品的特色及提昇產品的附加價值，本研究亦發揮創意，將製成的燒酎加以結合陶瓷酒瓶及瓶座、客家花布、麻繩等物件包裝產品，除提昇了酎的附加價值及發展學校特色外，更希能與民間產業合作，進而帶動地方繁榮。

## 貳、研究目的

- 一、首創以「液態酵素發酵法」研發穀物類燒酎(高粱酎、小麥酎、米酎、甘薯酎)
- 二、高粱酎、小麥酎、米酎、甘薯酎進行成品成分分析(包含：酒精度、比重、pH、可溶性固形物、總酸、總酯、甲醇及黃麴毒素之測定)
- 三、再以各種不同比例經調合後與市售產品做官能品評，找出最佳調合比例風味之酒質
- 四、將酎產品置於法國橡木桶中熟成，另使酎產品除本身之風味外，還融入了橡木桶之香氣及琥珀顏色之高等級、高價位 Whisky 產品
- 五、突破 Whisky 產品既有的玻璃瓶裝，並加以創意特色陶瓷包裝，提昇產品附加價值

## 參、研究設備及器材

### 一、材料

(一)米：龍泉米，台梗 9 號

(二)小麥：美國紅小麥

(三)高粱：金門紅高粱

(四)甘薯：紅心甘薯

(五)澱粉液化酵素：來自美國 *Gennencor* 之 *Spezyme<sup>®</sup> AA Alpha-amylase*

(六)澱粉糖化酵素：來自美國 *Genencor* 之 *Optimax<sup>®</sup> HP7525* 糖化酵素

(七)活性酵母粉：商業酵母菌 *Saccharomyces cerevisiae*，使用美國 *Red Star<sup>®</sup> Distiller Active Dry Yeast(DADY)* 菌株

(八)市售酎(穀類蒸餾酒)對照品：金門高粱、馬祖八八坑道、紅標米酒、金五八、*Absolut<sup>®</sup>* vodka 伏特加

(九)法國橡木桶

(十)陶瓷酒瓶及瓶座

(十一)客家花布

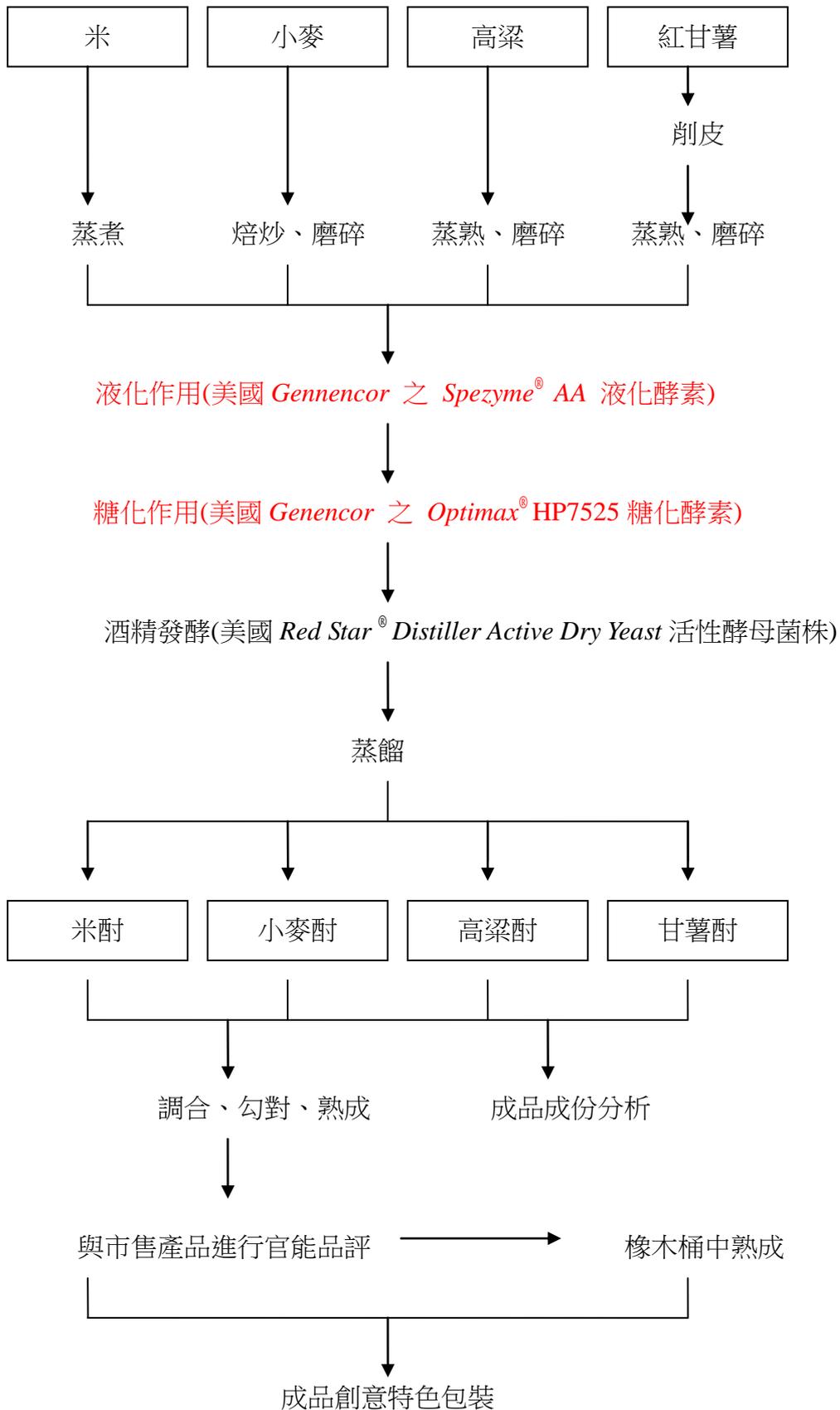
(十二)麻繩

### 二、設備

56 公升塑膠桶(發酵用)、45 公升不鏽鋼鍋、瓦斯爐、水封、攪拌器、汲取器、蒸餾機、酒精度計、溫度計、電子天平、pH 計、糖度計、25 罐玻璃儲存桶、三刻度比重計

## 肆、研究過程及方法

### 一、實驗架構



## 二、酎之誕生關鍵製造技術分析圖

### (一)原料嚴選

<p>米：龍泉米，台梗9號，20Kg (仿效日本清酒、台灣燒酒、米酒原料)</p>	
<p>高粱：金門紅高粱，20Kg (仿效金門高粱酒、馬祖八八坑道原料)</p>	
<p>小麥：美國紅小麥，20Kg (仿效瑞典 Absolut® vodka 品牌原料)</p>	
<p>甘薯：紅甘薯，20Kg (仿效日本燒酎原料)</p>	

## (二)原料前處理技術

<p>米</p> <p>關鍵技術：不要洗</p> <p>目的：可溶性澱粉較多、產生酒精量多</p>	
<p>高粱</p> <p>關鍵技術：先蒸熟，再用果汁機磨碎</p> <p>目的：將高粱硬外殼破裂、 液化作用較容易進行</p>	
<p>小麥</p> <p>關鍵技術：先焙炒，再磨碎</p> <p>目的：小麥耐產生香氣、梅納反應</p>	
<p>甘薯</p> <p>關鍵技術：先蒸煮，再磨碎</p> <p>目的：容易液化作用、糖化作用</p>	

## (三)液化作用

<ol style="list-style-type: none"><li>1.美國 Gennencor 之 Spezyme® AA <i>Alpha-amylase</i></li><li>2.分離自 <i>Bacillus licheniformis</i></li><li>3.耐熱型 <math>\alpha</math>-澱粉酶</li><li>4.最佳作用溫度：90-105°C</li><li>5.最佳作用 pH：6.0-7.5</li></ol>	
---	--

#### (四)糖化作用

<ol style="list-style-type: none"><li>1.美國 Genencor 之 Optimax® HP7525 糖化酵素。</li><li>2.分離自 <i>Aspergillus niger</i></li><li>3.外切型葡萄糖苷酶。</li><li>4.可水解 <math>\alpha</math>-1,4 及 <math>\alpha</math>-1,6 糖苷鍵</li><li>5.最佳作用溫度：65°C</li><li>6.最佳作用 pH：4.0-4.4</li></ol>	
--	--

#### (五)酒精發酵

<ol style="list-style-type: none"><li>1.商業酵母菌 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ， 使用美國 Red Star® 活性酵母菌株，含酵母營養劑</li><li>2.酵母菌利用葡萄糖產生酒精和 CO<sub>2</sub></li></ol>	
---	---

#### (六)發酵完成判別技術

<ol style="list-style-type: none"><li>1.發酵完成時，酒醪表面呈澄清狀態</li><li>2.利用三刻度比重計觀察是否已發酵完全，未發酵前比重通常為 1.08~1.09，降至 0.995 左右大概就發酵完成</li></ol>	
--	---

## (七)蒸餾技術

<p>1.採用大型蒸餾機，錶壓控制 <math>0.5\text{kg}/\text{cm}^2</math>，錶溫控制 <math>95\text{-}98^\circ\text{C}</math>，蒸餾過程中記錄時間、出酒量、測酒精濃度、測酒液溫度和觀察外觀之變化</p> <p>2. 不收集酒頭：去除甲醇、醛類</p> <p>3. 擷取酒心：65-40%酒精度</p> <p>4. 不收集酒尾：去除雜醇油、揮發酸</p>	
---	--

## 三、成品成份分析

### (一)酒精度之測定

#### 1.原理

酒精之相對密度係指  $20^\circ\text{C}$ 時酒精質量與同體積純水質量之比值。

#### 2.測定方法

吸取 100ml 酒液，於 500ml 蒸餾燒瓶中加 100ml 水和數粒玻璃珠，裝上冷凝器進行蒸餾，以三角瓶接收餾出液(三角瓶浸在冰水浴中)，收集 95ml 餾出液後停止蒸餾，用蒸餾水加至 100ml 刻度，搖均勻後以酒精度計測量酒精濃度。

### (二)比重之測定

#### 1.原理

同酒精度之測定原理。

#### 2.測定方法

取 100ml 酒液，於 100ml 量筒中以比重計測量。

### (三)、可溶性固形物(Total soluble solid)

#### 1.原理

利用光學折射(refraction index)原理設計而估算含糖之濃度。

#### 2.測定方法

先以 20°C 蒸餾水校正，再滴一滴酒液以糖度計測量(以°Brix 為單位)。

### (四)pH 之測定

#### 1.原理

利用 pH 計之玻璃電極薄膜只允許氫離子通過，產生電位差。

#### 2.測定方法

以 pH 計測定其 pH 值。

### (五)總酸(Total acidity) 之測定

#### 1.原理

白酒中的有機酸，以酚酞為指示劑，用 0.1N NaOH 溶液中中和滴定，以乙酸計算總酸量。

#### 2.測定方法

精稱 5g 酒於 250ml 三角瓶中，加入 100ml 蒸餾水，2 滴酚酞，以 0.1N NaOH 溶液滴定至為紅色，紀錄滴定量。

#### 3.計算

總酸度(%，以乙酸計)= $a \times b \times F \times 100 / S$

a：0.1N NaOH 滴定體積(ml)

b：0.0060=0.1N NaOH 1ml 相當於乙酸 0.0060 克

F：0.1N NaOH 力價

S：酒液樣品重(g)

## (六)總酯之測定

### 1.原理

先用鹼中和白酒中游離酸，再加一定量(過量)鹼使酯皂化，過量的鹼再用酸反滴定，以乙酸乙酯計算總酯量。

### 2.測定方法

精稱 25g 酒液於帶塞三角瓶中，加酚酞 2 滴，以 0.1N NaOH 溶液滴定至微紅色(切勿過量)，其用量為 a ml(可作為總酸計算)。再加入 0.1N NaOH 定量至 25 ml，並靜置暗處反應 24 小時，以 0.1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 滴定至無色，用量為 b ml

### 3.計算

總酯(%，以乙酸乙酯計) =  $(C \times 25 - c1 \times b) \times 0.088 \times 100 / S$

C：NaOH 濃度

25：皂化時加入 0.1N NaOH 的體積 25 ml

c1：H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 濃度

b：滴定消耗 0.1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 體積( ml )

S：酒液樣品重(g)

## (七)甲醇之測定

### 1.原理

以 N<sub>2</sub> 為移動相進行氣相層析(GC)，根據層析圖之波峰(peak)面積，定量甲醇含量。

### 2.測定條件

管柱：QUXLADREX Corporation 007-CW Column

遞載氣體：N<sub>2</sub> 1ml/min

注入器：溫度 280°C

偵測器：溫度 250°C

注入量：1μL

烘箱：溫度起始溫度 45°C 升至 65°C

## (八)黃麴毒素之測定

### 1.原理

以水和甲醇 55 : 45(v/v)為移動相進行高效能液相層析(HPLC)

### 2.測定條件

層析管柱：Cosmosil 5C18-AR，5 um，內徑 4.6 mm × 25cm

螢光檢出器：激發波長 360 nm，發射波長 440 nm

移動相溶液：水和甲醇 55 : 45(v/v)

移動相流速：1.0 mL/min

## 四、官能品評

依照食品官能品評手冊之品評試驗，由本校 25 位教職員擔任品評員。針對

### 1.酎之誕生產品

(1)高粱酎、(2)小麥酎、(3)米酎、(4)甘薯酎

(5)高粱酎：小麥酎：米酎=4：4：2

(6)高粱酎：小麥酎：米酎=2：4：4

(7)小麥酎：米酎=8：2

(8)高粱酎：小麥酎=1：1(仿金門高粱、馬祖八八坑道)

(9)高粱酎：米酎=1：1(仿金五八)

(10)米酎：甘薯酎= 1：1(仿日本燒酎)

### 2.市售產品

(11)金門高粱、(12)馬祖八八坑道、(13)金五八、(14)紅標米酒、(15)伏特加等樣品之香氣(flavor)、嗜味(taste)及整體喜好性(overall preference)給予評分。共分為九分制：非常喜歡評 9 分、很喜歡評 8 分、喜歡評 7 分、有點喜歡評 6 分、不喜歡也不討厭評 5 分、有點不喜歡評 4 分、不喜歡評 3 分、很不喜歡評 2 分、非常不喜歡評 1 分。

### 3.統計分析

實驗數據以 SAS/PC program 經變異數分析 ( Analysis of variance ANOVA, one-way ) 測試各實驗組是否有差異，若有差異再以鄧肯氏 ( Duncan, 1955 ) 多變域測驗 ( Duncan's new multiple range test ) 作進一步分析。

## 伍、研究結果

本研究採用大型蒸餾機，錶壓控制  $0.5\text{kg}/\text{cm}^2$ ，錶溫控制  $95-98^\circ\text{C}$ ，蒸餾過程中記錄時間、出酒量、酒精濃度、酒液溫度和觀察外觀之變化，希望有助於實習教學及供業界參考，並建立一套安全系統，如表一所示。小麥耐在蒸餾時去酒頭 500 ml，去酒心 40% 以下，只取精華酒心 65-40% 部分。根據文獻記載，酒頭中含有甲醇和醛類。甲醇具有毒性，飲用時容易造成眼睛失明。白酒中醛類包括甲醛、乙醛、丙醛、丁醛、戊醛和糠醛等，它們是發酵過程中醇類的氧化產物，醛類毒性較大。總醛中乙醛含量最大，其沸點比酒精低，蒸餾時集中在酒頭，並使新酒產生辛辣味。但適量醛類存在，醛和醇的縮合物如乙縮醛等是酒中重要香味成分。

酒尾部分含有雜醇油和揮發酸，雜醇油飲用時，會引起頭痛且具有麻醉性。雜醇油係指甲醇、酒精以外的高級醇類。包括正丙醇、異丙醇、正丁醇、異丁醇等。本研究以 20 公斤小麥原料為例，經前處理、液化、糖化、酒精發酵、蒸餾只取酒心 65-40% 部分，所得的小麥耐有 12 公斤，產率為 60%。

表一：蒸餾紀錄

小麥耐蒸餾過程紀錄表					
時間	出酒量(ml)	酒精濃度%	溫度°C	外觀	備註
11：45	500ml	66%	20.0°C	清澈	酒頭
11：47	500ml	65%	19.2°C	清澈	酒心
11：48	500ml	65%	19.4°C	清澈	
11：51	500ml	63%	20.5°C	清澈	
11：53	500ml	62%	20.8°C	清澈	
11：54	500ml	62%	21.2°C	清澈	
11：57	500ml	61%	21.5°C	清澈	
11：58	500ml	60%	21.7°C	清澈	
12：00	500ml	61%	21.7°C	清澈	
12：02	500ml	59%	20.9°C	清澈	
12：04	500ml	59%	21.3°C	清澈	
12：07	500ml	58%	21.0°C	清澈	
12：08	500ml	56%	21.2°C	清澈	
12：10	500ml	55%	21.0°C	清澈	
12：12	500ml	54%	20.9°C	清澈	
12：14	500ml	54%	20.9°C	清澈	
12：17	500ml	51%	20.6°C	清澈	
12：18	500ml	50%	20.5°C	清澈	
12：21	500ml	50%	20.5°C	清澈	
12：23	500ml	48%	20.6°C	清澈	
12：25	500ml	47%	20.4°C	清澈	
12：28	500ml	45%	20.3°C	清澈	
12：30	500ml	44%	20.3°C	清澈	
12：32	500ml	42%	20.4°C	微濁	
12：34	500ml	41%	20.3°C	微濁	酒尾

產業界生產蒸餾酒的發酵技術以酒麴固態發酵為主，而本研究之酎系列產品全以酵素液態發酵行之(如表二)。

表二、酎之產品與市售產品製造條件之比較

		原料	酒精度(%)	釀造工法	熟成容器	熟成時間
酎	高粱酎	高粱	45	酵素 液態發酵	玻璃瓶 5°C 低溫熟成	3 個月
	小麥酎	小麥	54			
	米酎	米	56			
	甘薯酎	甘薯	49			
市售 對照 產品	馬祖 八八坑道	高粱 小麥	38	酒麴 固態發酵	八八坑道 酒窖藏	—
	金五八	高粱 米	58	—	不銹鋼儲酒桶 常溫	—
	日本燒酎	米 甘薯	—	—	—	—

—：未知

酎之產品與市售白酒的成份分析結果：

#### (1)總酸

中國白酒中的酸類，大部分是揮發酸，以乙酸為主。西方白蘭地、威士忌、蘭姆酒等是貯存於橡木桶中，可溶出不揮發之酸性成份。根據文獻報告，以玉米為原料的美國波旁威士忌，經橡木桶貯存 8 年，其總酸由 0.059 g/L 上升至 0.819 g/L。本研究之高粱酎、小麥酎、米酎、甘薯酎之總酸經測定比市售白酒低(表三、表四)，推測其原因可能是本研究之酎不收集酒頭及酒尾，已去除絕大部分酸類所致。

#### (2)總酯

酯類是蒸餾酒香氣的指標成份，其中乙酸乙酯是中國白酒的主要酯類，該物質在新酒時含量較少，但在溫濕控制得宜下，會隨貯藏時間愈久而愈多，因此，酒的香氣也愈濃厚。在總酯含量比較(表三)，小麥酎>甘薯酎>米酎>高粱酎，本研究之小麥有先經過焙炒，會產生香氣，蒸餾後的小麥酎鼻聞時有濃厚的香氣感；而高粱酎之高粱未焙炒，總酯含量最低。

#### (3)甲醇

本國酒類衛生標準明訂穀類蒸餾酒之甲醇含量為 1000 ppm 以下。本研究以氣相層析儀(GC)檢測甲醇含量：高粱酎 15.34 ppm、小麥酎 10.81 ppm、米酎 9.63 ppm、甘薯酎 111.8 ppm(表三)(GC 圖譜僅列出甲醇標準品及高粱酎分析圖譜，如圖一及圖二)，皆符合該標準，可安心飲用。

#### (4)黃麴毒素

在黃麴毒素含量 B1、B2、G1、G2 測定上，以高效能液相層析儀(HPLC)檢測本研究所製之耐(高粱耐、小麥耐、米耐、甘薯耐)皆未檢出(表三)(HPLC 圖譜僅列出黃麴毒素標準品及高粱耐分析圖譜，如圖三及圖四)，顯示：以液化、糖化酵素的方法未有黃麴毒素的產生，在酒的製程上是安全無慮的。

表三、耐之產品成分分析

產品	高粱耐	小麥耐	米耐	甘薯耐
酒精度(%)	45.33±0.56*	54.00±0.01	56.00±0.03	49.67±0.25
比重	0.95±0.01	0.93±0.01	0.93±0.01	0.94±0.02
pH	4.57±0.16	4.64±0.09	4.36±0.01	5.26±0.02
糖度(°Brix)	15.67±0.56	17.4±0.28	17.1±0.14	17.1±0.14
總酸(%)	0.01±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00	0.01±0.00
總酯(%)	0.02±0.00	0.26±0.00	0.03±0.00	0.04±0.00
甲醇(ppm)	15.34	10.81	9.63	111.80
黃麴毒素(ppb)	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出

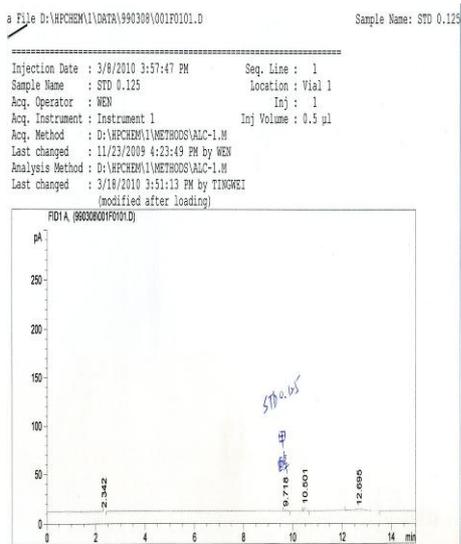
\*: 平均值±標準偏差(Means±Standard deviation)。

表四、市售白酒成分分析

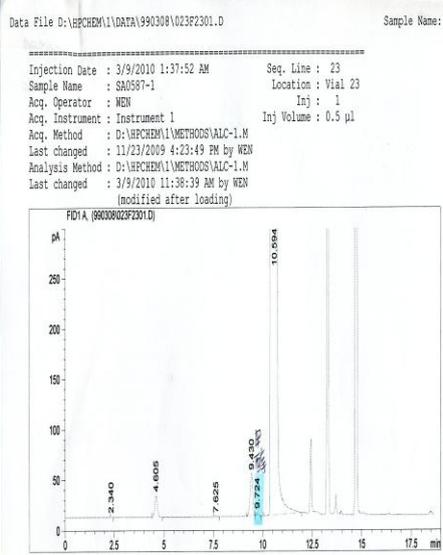
市售白酒	金門高粱	八八坑道	伏特加	金五八	紅標米酒
酒精度(%)	57.67±2.08*	36.93±3.52	43.37±2.12	57.30±1.57	22.10±1.91
比重	0.92±0.00	0.98±0.02	0.94±0.01	0.92±0.00	0.98±0.00
pH	3.95±0.06	3.60±0.01	3.96±0.07	4.48±0.02	6.01±0.14
糖度(°Brix)	17.67±0.56	14.92±0.11	16.47±0.23	17.83±0.15	8.40±0.40
總酸(%)	0.10±0.01	0.06±0.01	0.04±0.00	1.15±1.15	0.01±0.01
總酯(%)	0.27±0.00	0.11±0.00	0.17±0.00	0.09±0.00	0.05±0.00

\*: 平均值±標準偏差(Means±Standard deviation)。

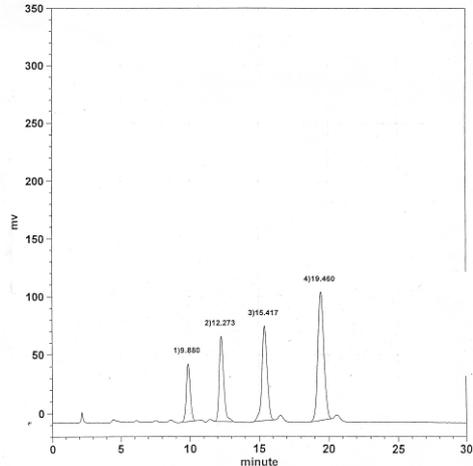
市售白酒之原料為金門高粱：高粱、小麥；八八坑道：高粱、小麥；伏特加：冬麥；金五八：高粱、大米；紅標米酒：米、食用酒精。



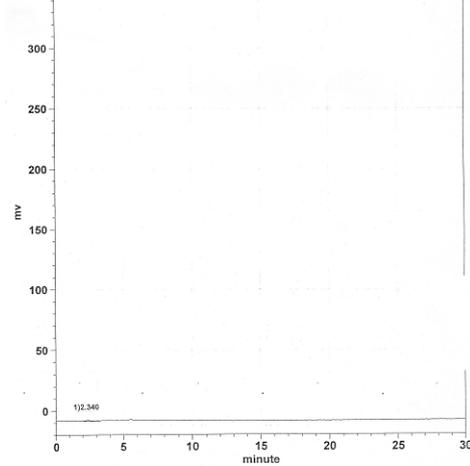
圖一：甲醇標準品之 GC 圖譜



圖二、高粱耐之 GC 圖譜



圖三：黃麴毒素標準品之 HPLC 圖譜



圖四、高粱耐之 HPLC 圖譜

官能品評結果：

由表五可知：本研究之耐系列產品與市售產品之香氣、嗜味與整體味道比較，以自製耐經調合、勾對之高梁耐:小麥耐=1:1、高粱耐:米耐=1:1、米耐:甘藷耐=1:1 及小麥耐:米耐=8:2 的官能品評接受度較佳，反而是化學檢測總酯含量高之小麥耐的官能品評結果最不理想，因此，總酯含量愈高，不一定為一般人所接受。單一耐的特有風味，經適當的調和、勾對，香氣、嗜味相互融合後所呈現出來的，另有一番風味，也較為一般人所能接受。

表五：本研究之酎系列產品與市售產品官能品評結果

組別	香氣	嗜味	整體味道
高粱酎	5.80±1.69 <sup>c*</sup>	5.10±1.72 <sup>b</sup>	5.50±1.77 <sup>b</sup>
小麥酎	3.40±1.53 <sup>g</sup>	3.20±1.51 <sup>e</sup>	3.40±1.51 <sup>e</sup>
米酎	6.40±1.61 <sup>b</sup>	5.50±1.59 <sup>b</sup>	5.50±1.59 <sup>b</sup>
甘藷酎	5.00±1.67 <sup>d</sup>	4.50±1.64 <sup>c</sup>	4.60±1.65 <sup>c</sup>
高粱酎:小麥酎:米酎=4:4:2	5.20±1.71 <sup>c</sup>	4.30±1.68 <sup>c</sup>	4.80±1.68 <sup>c</sup>
高粱酎:小麥酎:米酎=2:4:4	4.50±1.74 <sup>f</sup>	4.30±1.71 <sup>c</sup>	4.40±1.72 <sup>d</sup>
小麥酎:米酎=8:2	5.00±1.76 <sup>d</sup>	5.10±1.74 <sup>b</sup>	5.10±1.74 <sup>b</sup>
高粱酎:小麥酎=1:1	6.60±1.80 <sup>a</sup>	5.20±1.76 <sup>b</sup>	5.30±1.76 <sup>b</sup>
高粱酎:米酎=1:1(仿金五八)	5.80±1.80 <sup>c</sup>	5.00±1.77 <sup>b</sup>	5.20±1.78 <sup>b</sup>
米酎:甘藷酎=1:1(仿日本燒酎)	5.50±1.81 <sup>c</sup>	5.70±1.79 <sup>b</sup>	5.90±1.79 <sup>b</sup>
金門高粱	5.20±1.83 <sup>c</sup>	4.40±1.80 <sup>c</sup>	4.90±1.81 <sup>c</sup>
馬祖八八坑道	6.50±1.84 <sup>b</sup>	6.00±1.81 <sup>a</sup>	6.10±1.82 <sup>a</sup>
金五八	5.80±1.85 <sup>c</sup>	5.40±1.82 <sup>b</sup>	5.80±1.83 <sup>b</sup>
紅標米酒	4.70±1.86 <sup>e</sup>	4.10±1.83 <sup>d</sup>	4.50±1.84 <sup>c</sup>
伏特加	5.00±1.87 <sup>d</sup>	5.30±1.84 <sup>b</sup>	5.10±1.84 <sup>b</sup>

\*: 平均值±標準偏差(Means±Standard deviation)。

a-g: 同欄中具有不同上標者，表顯著差異(P<0.05)。

市售蒸餾酒除白酒外，尚有 Brandy(由水果蒸餾酒浸泡橡木桶而來)及 Whisky(由純麥芽或單一麥芽所製成之蒸餾酒浸泡橡木桶而來)，一般而言，Brandy 或 Whisky 在市場上的價位比白酒來的高，因此，本團隊嘗試以本研究所開發之耐系列產品浸泡橡木桶使之熟成，另使耐產品除本身之風味外，還融入橡木桶之香氣及琥珀顏色，製成 Whisky 產品。

好的產品需要有特色的包裝，為了突破有別於市售玻璃瓶裝之 Whisky 產品，表現產品的特色及提昇產品的附加價值，研究團隊嘗試以陶瓷酒瓶及瓶座、加以象徵本校精神的圖案、客家花布、麻繩、高粱、小麥、米及「Whisky」字等組合包裝如表六所示。

表六：Whisky 之創意包裝

		
<p>1.陶瓷酒瓶</p>	<p>2.研究團隊圖案設計之理念：</p> <p>說明：(1)龍昇象徵本校日日高昇 (2)太陽漸層，由淡轉紅象徵日日高昇，做人處事圓滿 (3)龍躍潭上象徵本校精神</p>	
		
<p>3.燒製</p>	<p>4.研究團隊創意包裝</p> <p>(1)客家花布 說明：本校地處客家莊，客家花布代表客家文化</p>	<p>(2)麻繩和標示 說明：高粱、小麥、米和「Whisky」字組合，以客家傳統麻繩網綁</p>
	<p>研究團隊酒瓶創意設計產品</p>	
<p>5.成品：Whisky 之誕生</p>		

## 陸、討論

- 一、本研究以液態酵素發酵法成功的開發出一系列耐產品，該耐系列產品僅需 14 天即可完成發酵，大大縮短發酵時間 4-6 倍之多，具有量產之潛力。
- 二、耐系列產品經 GC 及 HPLC 分析結果，與當初的想法一致，甲醇含量極低符合本國酒類衛生標準穀類蒸餾酒之甲醇含量 1000 ppm 以下，且未有黃麴毒素之檢出，解決了傳統以酒麴固態發酵可能產生黃麴毒素之可能性。
- 三、在官能品評上，本研究僅以數種市售產品當作對照組，將四種自製耐調合出六種不同比例的耐產品，是否真正調配出風味最佳之產品，仍有待後續努力。
- 四、本研究將耐產品浸泡橡木桶，成功發展出 Whisky 產品。
- 五、好的產品需要有特色的包裝，研究團隊以陶瓷創意包裝產品，突破有別於市售玻璃瓶裝之 Whisky 產品，提昇了產品的附加價值及發展學校特色，未來將進一步將成果與社區民眾及業界分享，期能帶動地方繁榮。

## 柒、結論

- 一、以液態酵素發酵法製得本研究之四種酎，經氣相層析儀(GC)檢測甲醇含量：高粱酎 15.34 ppm、小麥酎 10.81 ppm、米酎 9.63 ppm、甘薯酎 111.8 ppm，皆符合本國酒類衛生標準穀類蒸餾酒之甲醇含量 1000 ppm 以下。
- 二、以高效能液相層析儀(HPLC)，檢測本研究所製之酎(高粱酎、小麥酎、米酎、甘薯酎)黃麴毒素 B1、B2、G1、G2 含量，結果皆未檢出。解決了傳統以酒麴固態發酵釀製方式，可能產生黃麴毒素之問題。
- 三、本研究之酎系列產品與市售產品，經本校 25 位教職員官能品評結果：自製酎之米酎、高粱酎與經調合、勾對之高粱酎:小麥酎=1:1、高粱酎:米酎=1:1、米酎:甘薯酎=1:1 及小麥酎:米酎=8:2 的官能品評接受度較佳。
- 四、在食品加工科教學中，釀造米酒實習課程單元須 1-2 個月、馬祖南竿酒廠八八坑道製高粱酒 2-3 個月才完成發酵，且於發酵過程中容易受污染而產生黃麴毒素。本研究利用生物科技液態發酵法，僅 14 天即可完成，大大地縮減了發酵時間 4-6 倍之多，實習時更容易看見其成品，建立其成就感及研究興趣。
- 五、因為製酎的時間短，可見其商業量產有其潛力，且酎系列成品若經調合、勾對，可成富多樣性風味之酎的系列產品，如產業界有興趣，其技術可轉移。
- 六、研究團隊以酎產品浸泡橡木桶發展出 Whisky 產品，再以創意特色包裝產品，除提昇了產品的附加價值及發展學校特色外，更希能與民間產業合作，進而帶動地方繁榮。

## 捌、參考資料

- 一、Ducan, D. B. 1955. Multiple range multiple F test. *Biometrics*, 11:1-42.
- 二、王麗蓉(民 93)。製麴與酒母製備條件對清酒釀造之影響。國立中興大學食品科學系碩士論文，未出版，台中市。
- 三、李玫琳、林頌生(2008)。食品化學與分析。台南市：復文。
- 四、沈怡方(民 88)。白酒生產技術全書。中國輕工業出版社。
- 五、林頌樺(民 95)。省產紅葡萄酒降酸之研究。大葉大學生物產業科技學系碩士論文，未出版，彰化縣。
- 六、黃忠村(2008)。食品微生物。台南市：復文。
- 七、劉厚蘭、許漢源(2007)。食品加工實習。台南市：復文。
- 八、蕭宇辰(民 95)。金香葡萄香甜酒製程之研究。大葉大學生物產業科技學系碩士論文，未出版，彰化縣。
- 九、蕭怡彥(民 91)。發酵梅酒釀製之研究。國立台灣大學食品科技研究所碩士論文，未出版，彰化縣。

## 【評語】 091408

- 1.研究材料處理、方法具有創意。
- 2.看板解說用圖表過於簡略，最終產品未達成 Whisky 誕生的研究目標。