

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高職組 化工、衛工及環工科

第一名

最佳(鄉土)教材獎

091102

杏仁 可以喝了嗎？

學校名稱：國立新化高級工業職業學校

作者： 職二 趙致琿 職二 趙致涵 職二 吳筱涵 職二 羅怡儂	指導老師： 林世明 趙明良
---	-----------------------------

關鍵詞：杏仁、氰化物、苦杏仁苷 (Amygdalin)

得獎感言



科展，好比迷宮，四位懵懂的女孩踏入迷宮的入口，突破種種關卡，最後到了出口，結果讓我們得到意想不到的……喜悅。

我們的科展作品名稱是「杏仁，可以喝了嗎？」，我們的研究動機是因為幾年前的蠻牛事件，讓我們產生了興趣，之後和老師討論過後，立即進行找資料、討論、做實驗等。

從這次做研究，我們學到團結的精神，俗話說「三個臭皮匠勝過一個諸葛亮」，完成一件事情靠一個人是不夠的，要有許多人的協助和努力才有辦法做到，這就是所謂的團結力量大。

這次的比賽造就了我們好多的第一次，其中記憶最深的是第一次面對教授的問題。該怎麼調整才會使自己表現自然而不緊張呢？對於我們來說，這是一門很大的學問呢！在學校，除了指導老師密集的訓練我們，並將以前學生時代的經驗傳授給我們，一審的前一晚，老師還集合我們再做一次訓練，感謝林老師想盡辦法讓我們心情放鬆以及趙老師在我們各自模擬時給予的點頭肯定。

科展，將是我們人生中的轉捩點。因為參與，使我們體會到團體的力量是如此驚人；因為參與，讓我們了解生活中科學所帶來的樂趣，那是以前從未經歷過的，回想這些難得的經歷和過程，真是受益良多。

作品名稱：杏仁 可以喝了嗎？

摘要

杏仁要飲用的健康，宜破壞苦杏仁酶防止苦杏仁苷大量水解，如此可以保留指標成分苦杏仁苷亦可減少大量的氫氰酸分解產生。因此市售的杏仁飲品如杏仁粉是否經過加熱炮製？如果沒有經過炮製，那在沖泡的過程，是否會產生大量的氫氰酸？又若沒有經過炮製，其有藥效的指標成分是否在沖泡的過程已經分解殆盡，而影響了杏仁的保健功效？沖泡杏仁飲品的水溫對氫氰酸與苦杏仁苷（Amygdalin）的量有無影響？攪拌時間的多寡有無降低氫氰酸產生的安全性？

本次研究目的希望藉由實驗的設計，針對市售的杏仁飲品模擬沖泡過程，並對其中的氫氰酸與苦杏仁苷（Amygdalin）進行分析檢驗，而能提出一個較為安全有效的杏仁飲品沖泡模式。

壹、研究動機

94年5月中旬，台中市的便利商店貨架上，被人放置了注入氰化物的罐裝機能性飲料「蠻牛」⁽¹⁾⁽²⁾，有民眾購買後不慎誤飲，相繼引發氰酸中毒症狀，造成1死4傷的悲劇，引發我們對氰化物毒性的認知與興趣。

在工業中，氰化物常用於製造紡織品與塑膠等，也可以用於電鍍業、金屬清理、染料及製藥工業。氰化物氣體也當成殺蟲劑用於滅鼠或船上穀類的滅蟲用煙燻劑。

氰化物的毒性表現為劇毒性的物質，它可以經由呼吸道、皮膚接觸或吸入使人體中毒。對於健康的危害，主要是氰酸根離子（CN⁻）會與細胞內之細胞色素氧化酶中的二價鐵發生反應，因而抑制細胞內的氧化作用，致使細胞呼吸停止失去功能而死亡，【表1】為氰酸氣有劇毒吸入氰酸氣濃度與人體的關係，在低濃度下即能迅速發生作用，可見氰化物的毒性不可忽視。⁽³⁾⁽⁴⁾

【表1】吸入氰酸氣濃度與人體的關係⁽³⁾

氰酸濃度(ppm)	作用
270	立刻死亡
181	10分鐘致死
135	30分鐘致死
110~135	30分~1小時生命危險致死
45~54	忍受30分~1小時
18~36	數小時內減輕症狀

一些常見的食物與植物如生樹薯、苦杏、苦桃、枇杷、李、蘋果、櫻桃的核仁都含有相當量的氰化物，食用量太大也會導致中毒⁽²⁾⁽⁵⁾。氰化物中毒有呼吸急速、血壓下降、脈搏急速、暈眩、頭痛、胃痛、嘔吐、腹瀉、精神錯亂、神情呆滯、發紺伴有顫搐和間歇性抽搐，繼而陷入長期昏迷之症狀⁽²⁾⁽³⁾。若是誤食鹽類氰化物在數分鐘之內就會出現症狀，因為氰化物具有腐蝕性，因此食用後口腔會有灼熱感。在致死計量方面，文獻記載成人服用氰化氫 50~60 mg

以上即可致死⁽²⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾，亦有報導小孩因食用杏仁做的甜品造成中毒死亡的情事發生。

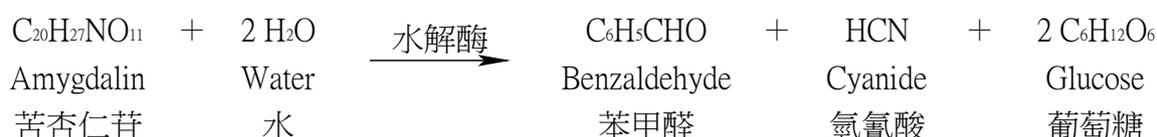
另外氰化物的特殊杏仁味⁽²⁾⁽³⁾為一般民眾簡易判斷氰化物的第一步驟，而在民間之杏仁飲品為相當常見的健康保健食品，但杏仁也會因水解反應產生氫氰酸氣體，這因此引發我們針對市面上販售的杏仁飲品該如何泡製飲用？與生成的氰化物含量產生興趣。基於學以致用的理想，我們將學校課程與本研究相融合，如【表2】所列示。

【表 2】教材相關性

年級	科目名稱	課程內容	與作品相關性
高一	普通化學	酸、鹼、鹽	水解反應
高二	有機化學	醛類與酮類	苯甲醛（苦杏仁油）相關介紹
高二	分析化學實驗	定性分析	氰化氫的簡易檢驗方法
高三	化工技術實習	安全衛生教育	MSDS 氰化物的毒性
高三	儀器分析實驗	HPLC 操作	Amygdalin 定性定量分析

貳、研究目的

杏仁的藥理在應用研究方面可用於治療高血脂、抗腫瘤、止咳平喘、抗發炎、鎮痛等功能⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾。其中抗腫瘤、抗發炎、鎮痛的功能有研究指出⁽⁷⁾⁽⁹⁾，為杏仁中的指標成分苦杏仁苷（Amygdalin）所造成的藥效。在止咳平喘部分有研究指出⁽⁷⁾，為苦杏仁苷和杏仁內的水解酶作用，苦杏仁苷在這些酶的作用下，在一定的溼度下分解生成苯甲醛（杏仁油）、氫氰酸和葡萄糖，反應方程式，如下：⁽⁶⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾



反應所產生的微量氫氰酸，對呼吸中樞呈鎮靜作用⁽⁸⁾，能使呼吸運動趨於安靜而有止咳、平喘的效果。而生成的苯甲醛（苦杏仁油）亦有研究指出，具有降血脂及預防和改善肝臟脂肪累積的作用。⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁹⁾

在中醫藥學上杏仁入藥需經過加熱炮製，臨床的機制有兩個方面。第一功能為保存有效成分苦杏仁苷，杏仁中不但含有苦杏仁苷，而且有分解苦杏仁苷的水解酶，會使苦杏仁苷分解，產生出氫氰酸而揮發，而造成有效成分損失。加熱的狀態下苦杏仁酶可被變性破壞，使其失去活性，苦杏仁苷不被分解而達到保存目的。第二功能為解毒，主要在於苦杏仁苷分解所產生氫氰酸的緣故，因較大量的氫氰酸，會導致中毒。所以若杏仁不經加熱處理或處理不當，在服用後經過苦杏仁酶的作用，會迅速分解產生大量的氫氰酸而導致中毒，如果杏仁經過一定的加熱處理，苦杏仁酶被破壞後，苦杏仁苷在體內只能在胃酸的作用下緩慢分解，產生微量的氫氰酸而有止咳平喘功效，不致中毒。⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾

由於上述資料的收集，讓我們瞭解到杏仁要飲用的健康，宜破壞苦杏仁酶防止苦杏仁苷大量水解，如此可以保留指標成分苦杏仁苷，亦可減少大量的氫氰酸分解產生。因此市售的杏仁飲品如杏仁粉是否經過加熱炮製呢？如果沒有經過炮製的話，那麼在沖泡的過程中，是

否會產生大量的氫氰酸呢？又如果沒有經過炮製，那麼有藥效的指標成分是否在沖泡的過程已經分解殆盡，而影響杏仁的保健功效呢？而沖泡杏仁飲品的水溫對氫氰酸與苦杏仁苷（Amygdalin）的量又有無影響呢？再者，攪拌時間的多寡有無降低氰化物產生的安全性呢？

本次研究目的希望藉由實驗的設計，針對市售的杏仁飲品模擬沖泡過程，並對其中的氫氰酸與苦杏仁苷（Amygdalin）進行分析檢驗，而能提出一個較為安全有效的杏仁飲品沖泡模式。

叁、研究設備及器材

一、研究器材：

濾紙（普通定性用）、錐形瓶（200 mL）、檢氰測試管或玻璃管（長 20 cm，直徑 0.5 cm）、溫度計（100℃）、鑷子、碼錶、手套、橡皮塞、水浴鍋、本生燈、三角架、電子天平、燒杯（250 mL）、離心機、磨豆機。

二、研究設備：

98年度行政院振興經濟新方案、教育部 4 年 5,000 億計畫「充實實習教學設備（施）改善實施計畫～一般實習教學需求設備」補助設備：高效能液相層析儀（HPLC, High Performance Liquid Chromatography）、減壓真空濃縮裝置。



【圖1】品名：高效能液相層析儀（HPLC）
廠商：YOUNG LIN INSTRUMENT
型號：Acme 9000 HPLC



【圖2】品名：減壓真空濃縮裝置
廠商：IKA®
型號：RV 10 basic

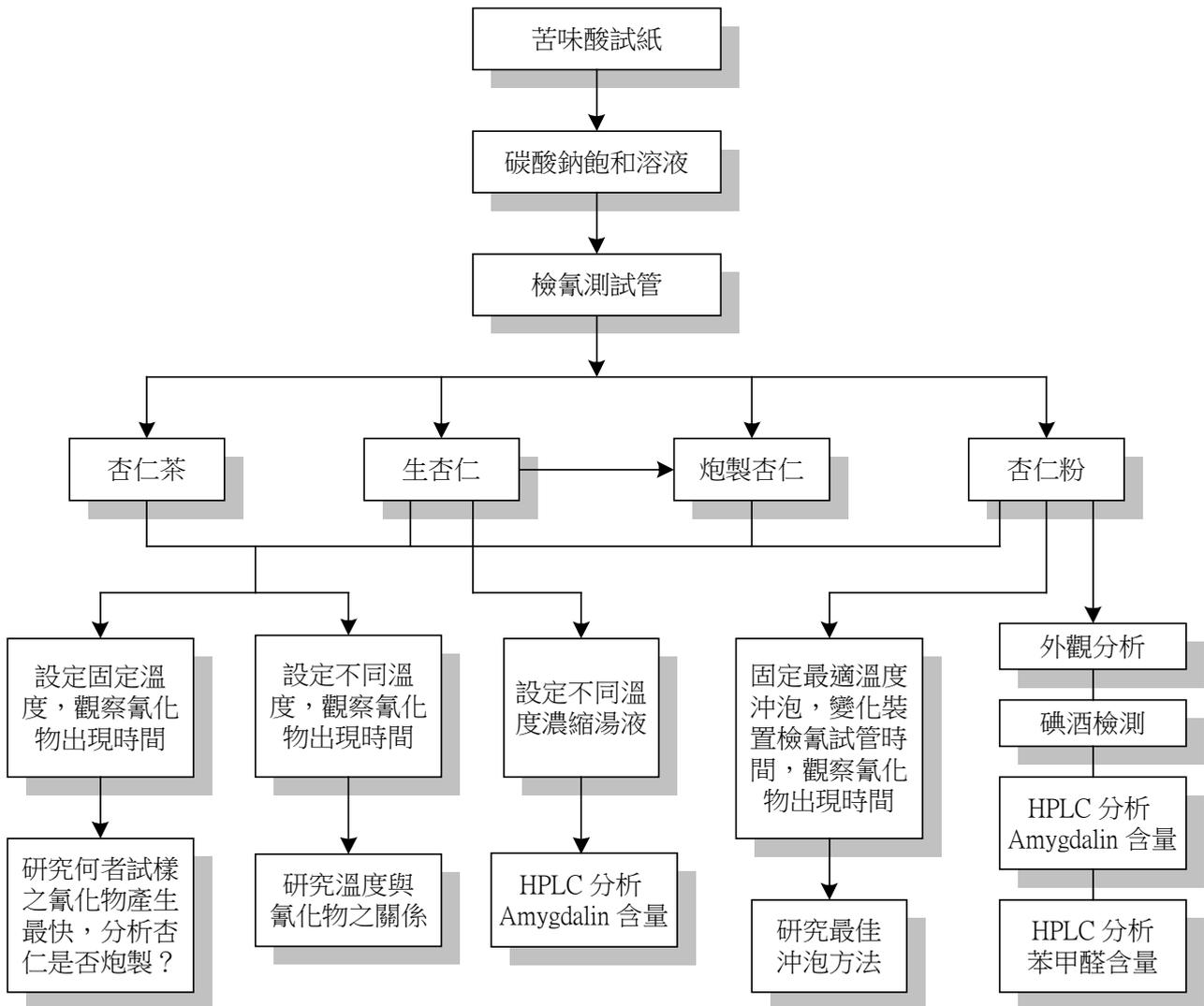
三、研究試樣與化學藥品：

(一) 研究試樣：杏仁粉（三種廠牌）、杏仁茶（三種廠牌）、生杏仁（南杏）、炮製杏仁。

(二) 研究化學藥品：

苦味酸（Picric acid, 2,4,6-Trinitrophenol, 2,4,6-三硝基酚, $C_6H_3N_3O_7$ ）、乙醇（Ethanol, C_2H_5OH ）、碳酸鈉（Disodium carbonate, Na_2CO_3 ）、酒石酸（2,3-dihydroxybutanedioic acid, 2,3-二羥基丁二酸, $C_4H_6O_6$ ）、苦杏仁苷（Amygdalin, $C_{20}H_{27}NO_{11}$, 純度 96%）、苯甲醛（Benzaldehyde, C_6H_5CHO , 純度 96%）、碘酒（碘與碘化鉀的乙醇溶液）、甲醇（Methanol, CH_3OH , HPLC級）。

肆、實驗流程



【圖 3】實驗流程圖

伍、研究過程或方法

一、檢氰測試管之製備：⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹⁵⁾

(一) 適用範圍：本方法適用於食物、水及中毒殘留物中氰化物的快速檢測。

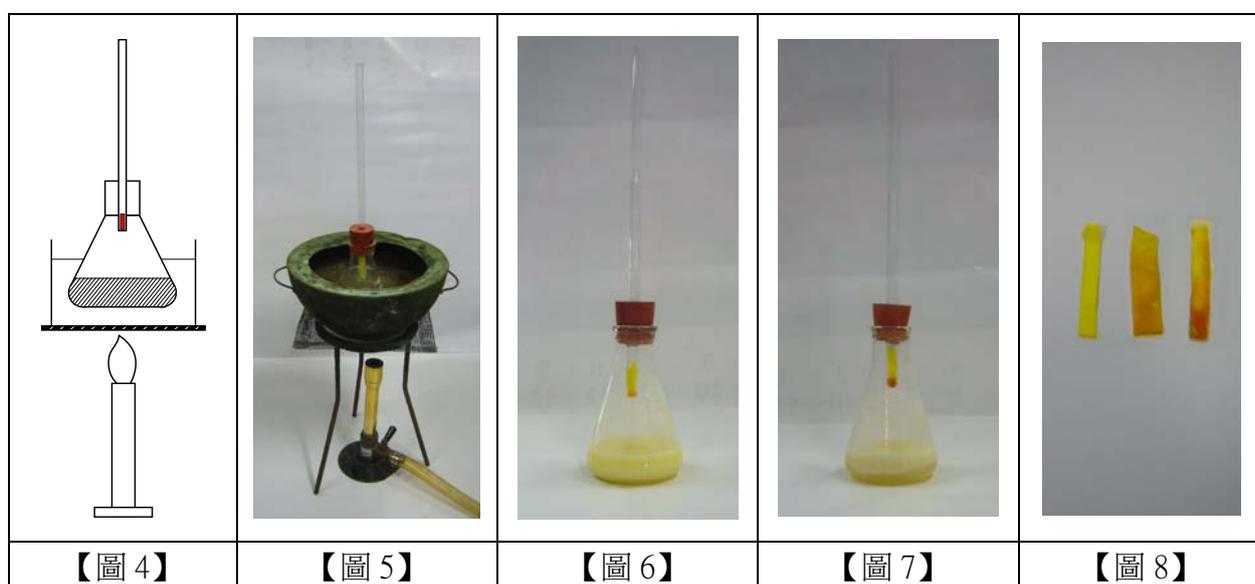
(二) 檢測原理：氰化物遇酸產生氫氰酸，氫氰酸與在試紙上的苦味酸作用生成橘紅色或玫瑰紅色異氰紫酸鈉。

(三) 檢測試材：氰化物檢測裝置（反應錐形瓶、檢氰管和橡皮塞）；苦味酸試紙，酒石酸，碳酸鈉飽和溶液。

(四) 操作步驟：

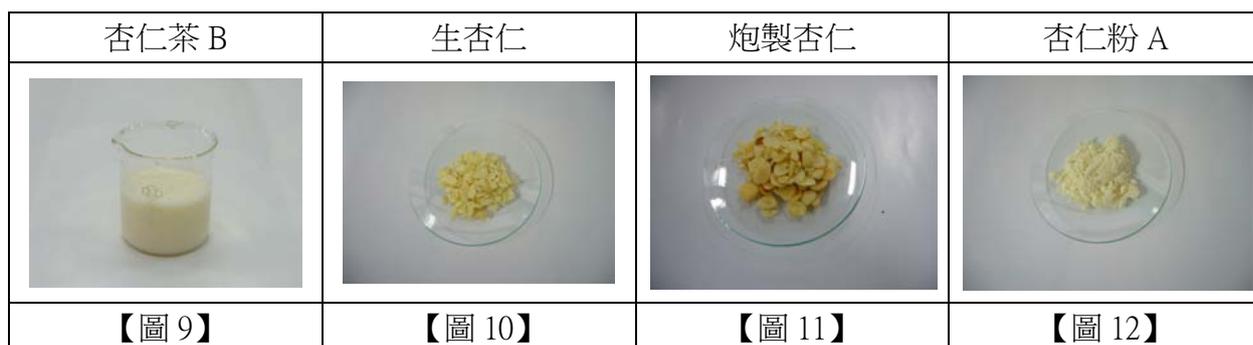
1. 苦味酸試紙條：取普通定性濾紙浸入飽和苦味酸乙醇溶液中，數分鐘後取出，在空氣中陰乾後，剪成條狀（3cm × 0.3cm）備用。
2. 碳酸鈉飽和溶液：臨用時配製；取無水碳酸鈉少許，用少量水溶解成飽和狀態溶液。

3. 苦味酸－碳酸鈉試紙：在苦味酸試紙條上滴加 1 滴碳酸鈉飽和溶液，使試紙條濕潤，即可得之。
4. 取 1 支檢氫測試管或玻璃管，插入一片苦味酸－碳酸鈉試紙，再將玻璃管插入帶孔橡皮塞中，裝置如【圖4】、【圖5】。
5. 稱取切碎的固體樣品 10 g 樣品於 200 mL 錐形瓶中，加入 50 mL 蒸餾水及固體酒石酸約 1 g 充分搖動使之盡量溶解。液體樣品則取 10 mL 加入固體酒石酸約 1 g。
6. 立即塞上裝有檢氫管的帶孔橡皮塞，將錐形瓶放入測試溫度之熱水浴中加熱，並於所測試時間，觀察管內試紙變色情況。
7. 結果判定：如苦味酸－碳酸鈉試紙尖端變為橘紅色，如【圖6】，表示檢出量約為 0.15mg，換算成每公斤樣品氰化物含量約大於 15 mg/kg。含量越高，試紙變色範圍越大，且顏色愈深，可至玫瑰紅色，如【圖7】；而其試紙之顏色變化，如【圖8】。



二、試樣製備：

- (一) 杏仁茶：超市或夜市裡，三種不同廠家或無廠牌者（標示杏仁茶 A、B【圖9】、C）。
- (二) 生杏仁：雜貨店購買取得後，切碎之【圖10】。
- (三) 炮製杏仁：生杏仁（無切碎）於平底鍋內，以小火炒至杏仁表面微黃（炮製20分）後，取出於室溫之下冷卻【圖11】。⁽⁹⁾⁽¹²⁾
- (四) 杏仁粉：超市或夜市裡，三種不同廠家或無廠牌者（標示杏仁粉 A【圖12】、B、C）。



三、檢測並比較杏仁樣品氰化物檢出時間：

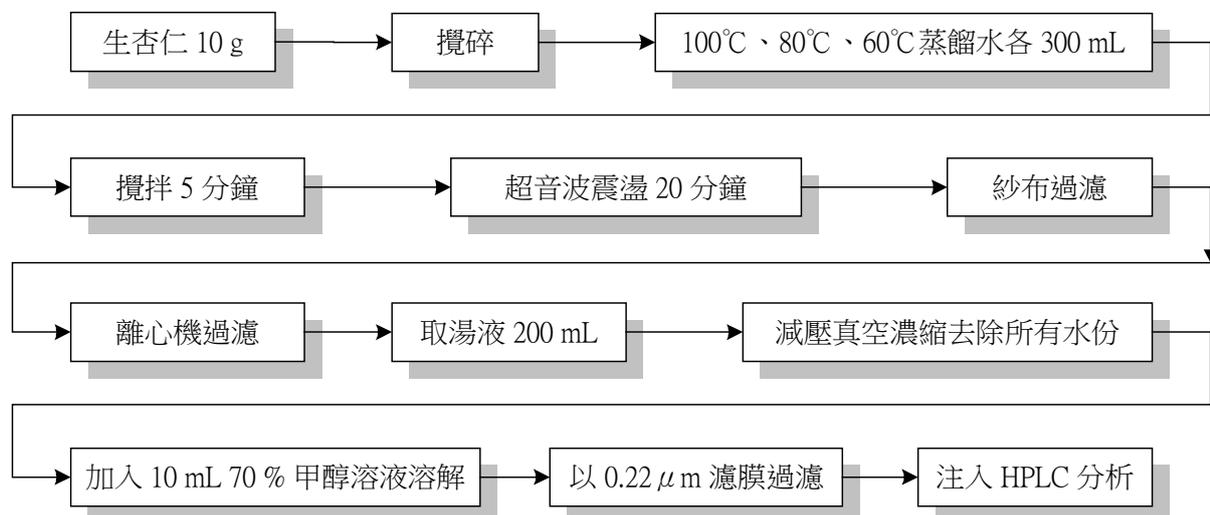
- (一) 熱水浴控制於 100°C。
- (二) 將檢測試樣依檢氰測試方法，置於檢氰測試管裝置內，搖動反應。
- (三) 觀察並記錄苦味酸試紙出現橘紅色或玫瑰紅色之時間。
- (四) 研究何者試樣之氰化物產生最快？與分析杏仁飲品中的杏仁是否經過炮製？

四、檢測並比較試樣在設定不同溫度下之氰化物檢出時間：

- (一) 熱水浴控制於不同溫度。
- (二) 將檢測試樣依檢氰測試方法，置於檢氰測試管裝置內，搖動反應。
- (三) 觀察並記錄苦味酸試紙出現橘紅色或玫瑰紅色之時間。
- (四) 研究溫度與氰化物之關係。

五、HPLC 分析生杏仁中，苦杏仁苷 (Amygdalin) 含量之變化趨勢：

(一) 杏仁樣品取樣流程：



【圖13】杏仁樣品取樣流程

(二) HPLC 分析 Amygdalin 條件：⁽⁶⁾⁽¹⁶⁾

1. 分離管柱：廠牌 (KYA TECH)、型號 (HiQ sil C18HS~6 mm φ×250mm)。
2. 移動相溶劑條件：(甲醇：水=3：7)。
3. 偵檢波長：210 nm。
4. 移動相流率：1.0 mL / min。

六、在最適沖泡溫度下，檢測並比較杏仁飲品最安全的沖泡方式：

- (一) 備妥檢氰測試管。
- (二) 錐形瓶置入杏仁粉試樣，以 100°C 之沸水在開放系統下沖泡經過所設定的不同時間後，再迅速塞上裝有檢氰管的橡皮塞。
- (三) 觀察並記錄苦味酸試紙出現橘紅色或玫瑰紅色之時間。
- (四) 研究最佳、最安全之杏仁粉沖泡方法。

七、杏仁粉 B 之檢測與 HPLC 分析研究：

(一) 杏仁粉外觀分析與碘酒檢測：

1. 分別置放少許杏仁粉 A、B、C 於錶玻璃上，觀察其物性外觀，並紀錄之。
2. 分別滴入 2 滴碘酒，觀察其顏色變化，並紀錄之。

(二) 杏仁粉 B 中，苦杏仁苷 (Amygdalin) 含量之變化趨勢：

1. HPLC 分析 Amygdalin 條件：⁽⁶⁾⁽¹⁶⁾

- (1) 分離管柱：廠牌 (KYA TECH)、型號 (HiQ sil C18HS~6 mm ϕ × 250mm)。
- (2) 移動相溶劑條件：(甲醇：水=3：7)。
- (3) 偵檢波長：210 nm。
- (4) 移動相流率：1.0 mL / min。

2. 比較分析杏仁粉 B 中，苦杏仁苷 (Amygdalin) 含量之變化趨勢。

(三) 生杏仁與杏仁粉 B 沖泡湯液濃縮，完全去除水分後之比較。

(四) 杏仁粉 B 中，苯甲醛之定性分析：

1. HPLC 分析苯甲醛條件：⁽¹⁷⁾

- (1) 分離管柱：廠牌 (KYA TECH)、型號 (HiQ sil C18HS~6 mm ϕ × 250mm)。
- (2) 移動相溶劑條件：(甲醇：水=1：1)。
- (3) 偵檢波長：235 nm。
- (4) 移動相流率：1.0 mL / min。

2. 比較分析杏仁粉 B 中，是否含有苯甲醛？

陸、研究結果

一、檢測並比較杏仁樣品氰化物檢出時間：(水浴恆溫 100°C)

【表3】試樣與反應時間之關係

試樣	杏仁粉			杏仁茶			生杏仁	炮製杏仁
	A	B	C	A	B	C		
時間	1分47秒	×	1分34秒	9分55秒	3分10秒	1分45秒	1分	3分25秒

註：符號“×”表示無檢出氫氰酸。

二、檢測並比較試樣在設定不同溫度下之氰化物檢出時間：

【表4】試樣與不同溫度之反應關係

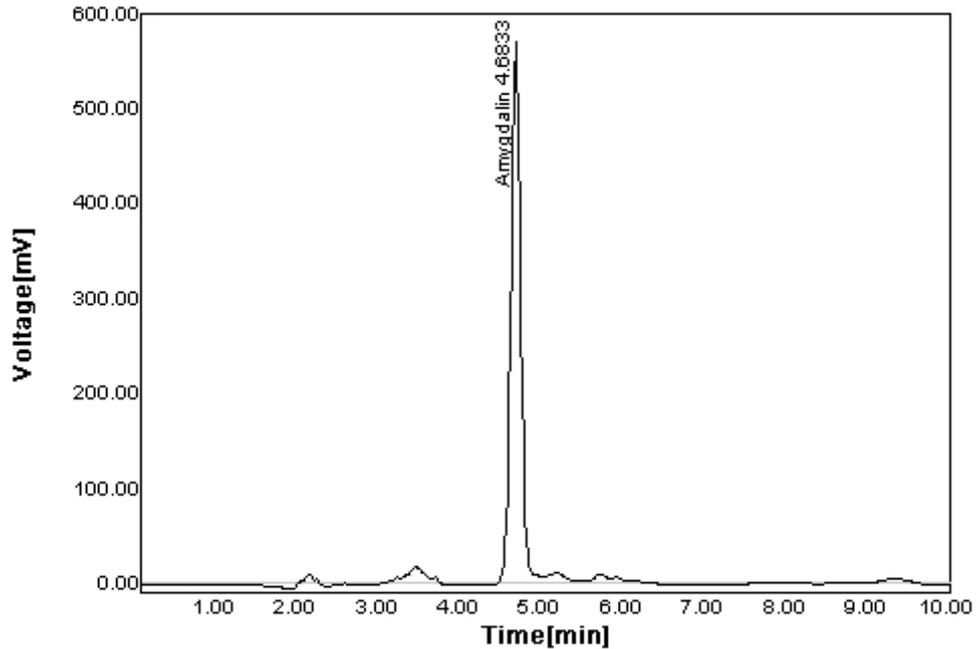
試樣 \ 溫度		100°C	80°C	70°C	60°C	50°C
杏仁粉	A	1分47秒	2分15秒	2分42秒	6分17秒	×
	B	×	×	×	×	×
	C	1分34秒	3分08秒	3分30秒	4分11秒	×
杏仁茶	A	9分55秒	×	×	×	×
	B	3分10秒	3分15秒	×	×	×
	C	1分45秒	4分05秒	×	×	×

生杏仁	1分	1分45秒	2分15秒	4分30秒	×
炮製杏仁	3分25秒	4分21秒	4分40秒	5分	×

註：符號“×”表示無檢出氫氰酸。

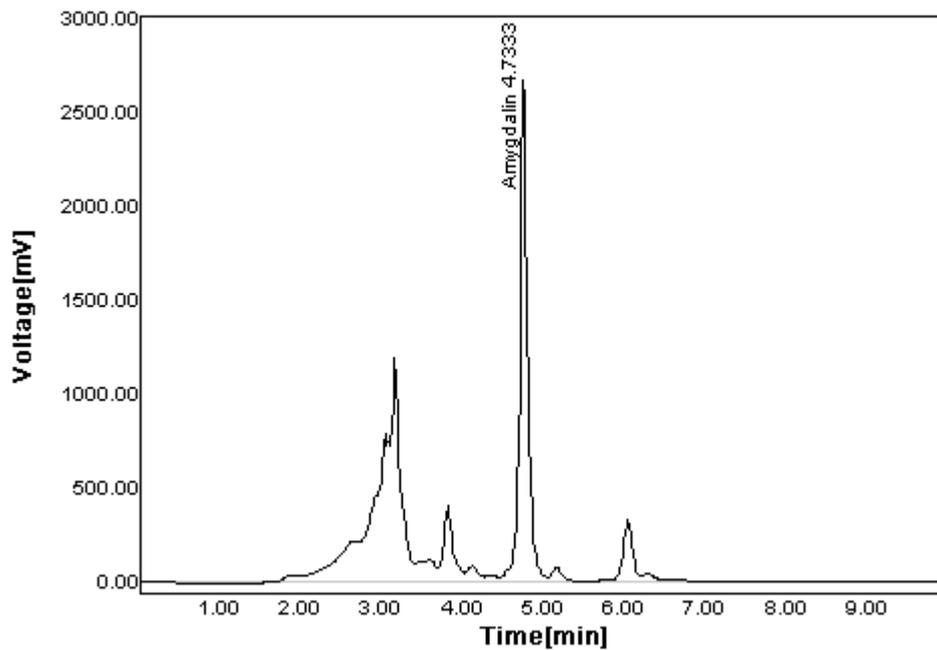
三、HPLC 分析生杏仁中，苦杏仁苷（Amygdalin）含量之變化趨勢：

(一) Amygdalin 藥品含量之變化趨勢：



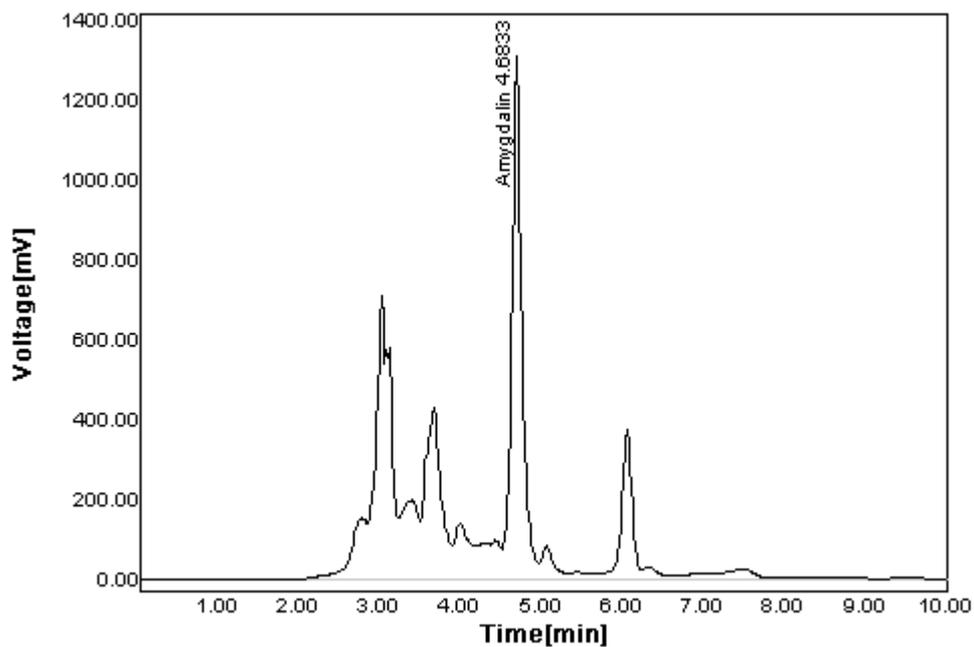
【圖 14】 Amygdalin 藥品（純度 96%）之 HPLC 分析圖

(二) 生杏仁在 100°C 沖泡中，苦杏仁苷（Amygdalin）含量之變化趨勢：



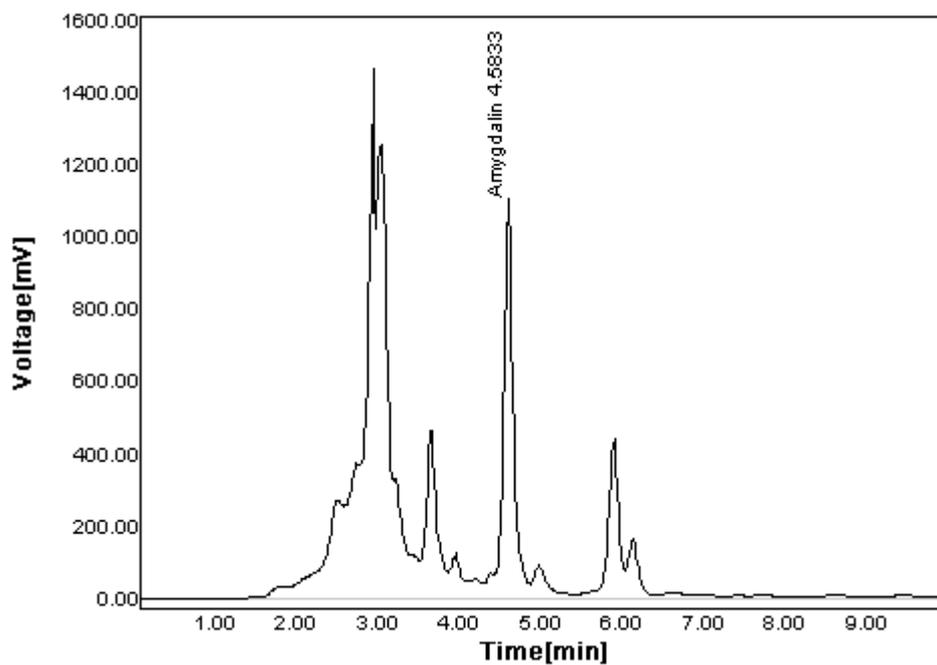
【圖 15】 生杏仁 100°C 沖泡之 HPLC 分析圖

(三)生杏仁在 80°C 沖泡中，苦杏仁苷 (Amygdalin) 含量之變化趨勢：



【圖 16】生杏仁 80°C 沖泡之 HPLC 分析圖

(四)生杏仁在 60°C 沖泡中，苦杏仁苷 (Amygdalin) 含量之變化趨勢：



【圖 17】生杏仁 60°C 沖泡之 HPLC 分析圖

(五) Amygdalin 藥品及生杏仁在不同溫度沖泡之 HPLC 分析：

【表 5】 Amygdalin 藥品及生杏仁不同溫度沖泡之 HPLC 分析值

實驗項目	滯留時間 (min)	mV 值	積分值
Amygdalin 藥品	4.6833	574.1903	
生杏仁 100°C 沖泡 Amygdalin 分析	4.7333	2508.5051	16054.6113
生杏仁 80°C 沖泡 Amygdalin 分析	4.6833	1307.8719	9190.0596
生杏仁 60°C 沖泡 Amygdalin 分析	4.5833	1049.1855	7617.8511

四、在最適沖泡溫度下，檢測並比較杏仁飲品最安全沖泡方式：（直接加入100°C之沸水沖泡）

【表6】 試樣與不同 Open 時間之反應關係

試樣 Open 時間	生杏仁	杏仁粉 A	杏仁粉 B	杏仁粉 C
0 秒	1 分 40 秒	1 分 28 秒	×	1 分 30 秒
30 秒	2 分 29 秒	1 分 47 秒	×	1 分 34 秒
1 分	2 分 30 秒	3 分 23 秒	×	1 分 36 秒
1 分 30 秒	2 分 31 秒	3 分 57 秒	×	2 分 06 秒
2 分	2 分 43 秒	×	×	2 分 29 秒
5 分	3 分 04 秒	×	×	4 分 49 秒
6 分	4 分 32 秒	×	×	×
8 分	×	×	×	×
10 分	×	×	×	×

註：符號“×”表示無檢出氫氰酸。

註：“Open”指加入熱水，及經過所設定之時間後，再裝設檢氫試管。

五、杏仁粉 B 之檢測與 HPLC 分析研究：

(一) 杏仁粉外觀分析與碘酒檢測：

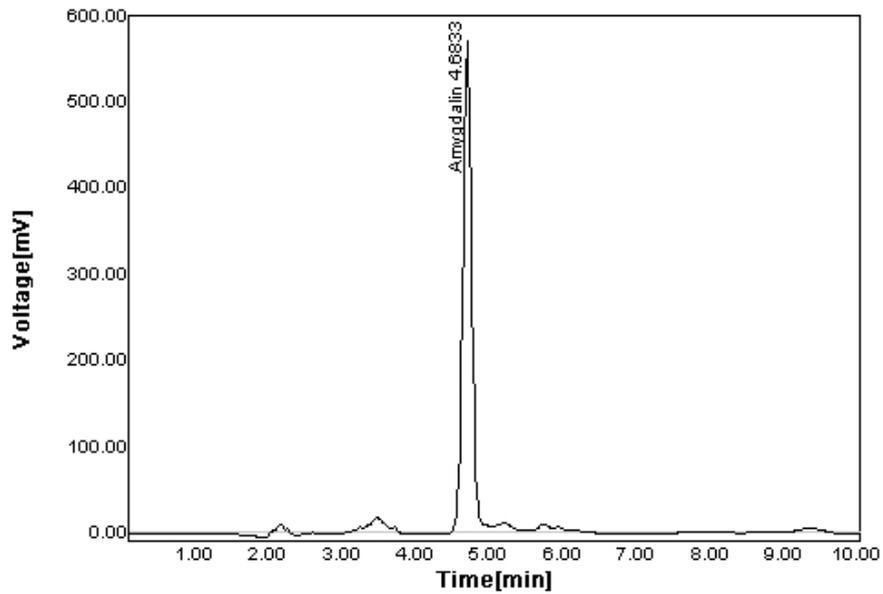
【表 7】 杏仁粉外觀分析與碘酒檢測

名稱	杏仁粉 A	杏仁粉 B	杏仁粉 C
圖示	 【圖 12】	 【圖 18】	 【圖 19】
外觀	粉狀、米黃色、杏仁香味	粉末、潔白色、杏仁刺鼻味	粉狀、米黃色、杏仁香味

加入 碘酒 之圖 示			
外觀	原碘酒之褐色	明顯的藍黑色	原碘酒之褐色

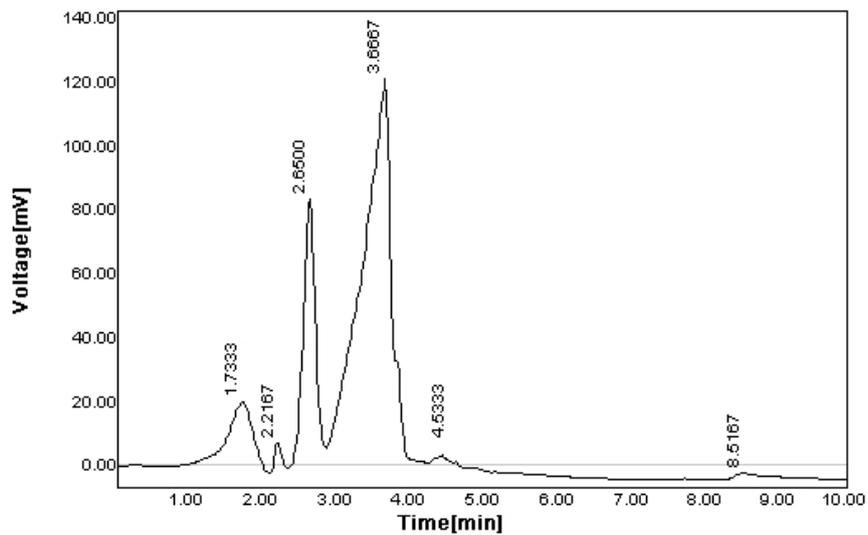
(二) 杏仁粉 B 中，苦杏仁苷 (Amygdalin) 含量之變化趨勢：

1. Amygdalin 藥品含量之變化趨勢：



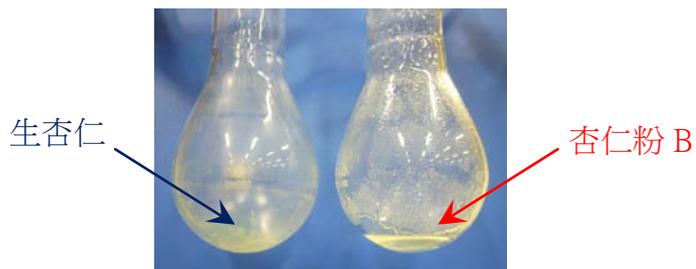
【圖 14】Amygdalin 藥品 (純度 96%) 之 HPLC 分析圖

2. 杏仁粉 B 中，苦杏仁苷 (Amygdalin) 含量之變化趨勢：



【圖 23】杏仁粉 B 中苦杏仁苷之 HPLC 分析圖

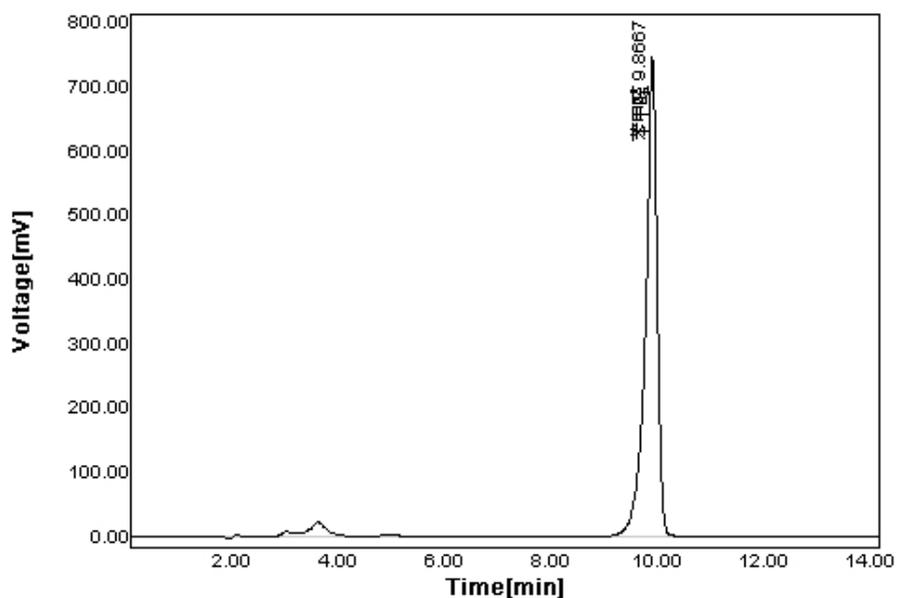
(三) 生杏仁與杏仁粉 B 沖泡湯液濃縮，完全去除水分後之比較：



【圖 24】生杏仁與杏仁粉 B 濃縮後之比較

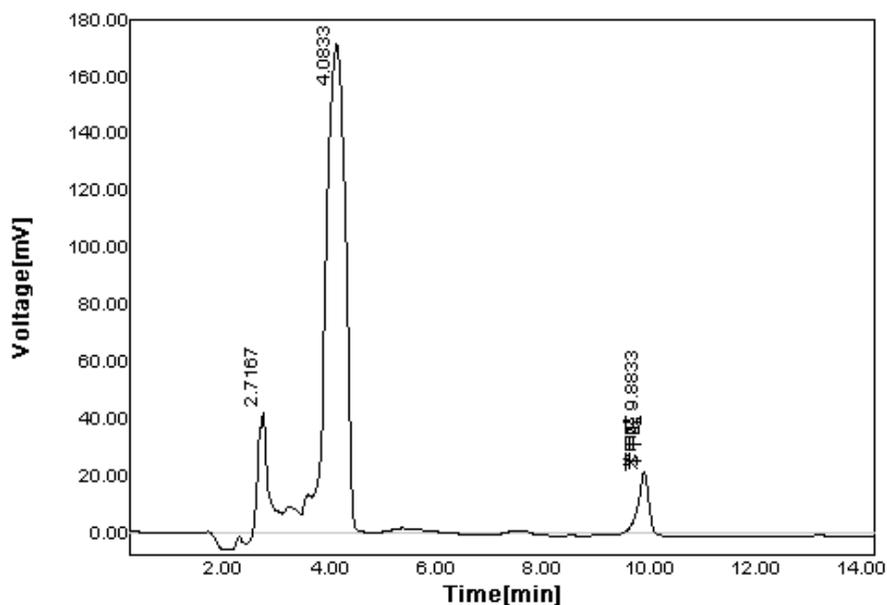
(四) 杏仁粉 B 中，苯甲醛之定性分析：

1. 苯甲醛藥品之定性分析：



【圖 25】苯甲醛藥品之 HPLC 分析圖

2. 杏仁粉 B 之苯甲醛定性分析：



【圖 26】杏仁粉 B 中苯甲醛之 HPLC 分析圖

柒、討論

一、檢測並比較杏仁樣品氰化物檢出時間：（水浴恆溫100°C）

- (一)由反應速率實驗中【表3】，同一批生杏仁中，未炮製杏仁與經過熱炒炮製之杏仁，在檢氰裝置反應中，分別為1分與3分25秒，其結果符合杏仁炮製之原理。而炮製後的杏仁，在破壞其水解酶後，苦杏仁苷水解量減少，故需於較長的反應時間後才能檢測出氰化物。
- (二)市售的三家杏仁粉中，A與C樣品檢出氰化物的反應速率介於1分30秒至2分之間【表3】，與生杏仁之氰化物檢出時間相接近，因此可以推測A與C杏仁粉應屬於未經炮製的生杏仁直接磨粉所販售者，所以氰化物的檢出時間極短。
- (三)由【表4】得知：杏仁粉B無檢出氫氰酸。

二、檢測並比較試樣在設定不同溫度下之氰化物檢出時間：

- (一)由【表4】得知：杏仁粉B在設定不同溫度下仍無檢出氫氰酸。
- (二)在杏仁茶部分，A、B、C三種樣品，反應時間不一致，但都可以檢出氰化物。這是因為杏仁茶在商家製造的過程中，我們無法得知，且加熱處理的方式、加熱時間及沖泡濃度各家都無一定的標準，因此在分析數據上，只能看出三種樣品皆為由杏仁所泡製的杏仁飲品。而反應時間的多寡，則應與沖泡的杏仁濃度，和業者加熱煮沸待售的時間有關。
- (三)由【表4】得知：100°C時生杏仁與炮製杏仁檢出氫氰酸的時間，分別為1分與3分25秒，即可以推論炮製杏仁確實能達到破壞水解酶，造成苦杏仁苷水解量下降，因此產生氫氰酸的時間亦較長。
- (四)理論上，低溫水之水解酶應該被破壞較少，以致沖泡水溫較低時，其水解酶存在量應該會較多，而造成苦杏仁苷的水解量也較多，故其產生氫氰酸亦較多，檢出時間也較快。但本實驗在不同溫度之下沖泡杏仁飲品，從實驗的數據分析發現，氫氰酸的檢出時間會隨沖泡溫度的下降而增加時間。這實驗結果【表4】顯然和理論有所出入。
- (五)針對我們的實驗數據推論，以上的現象應該主要是和溫度與氫氰酸溶解度有關，因此高溫時氫氰酸較易脫離杏仁湯液，而產生蒸氣通過我們的檢氰測試管，導致檢出氫氰酸的時間在高溫時較快。
- (六)為了解答這一疑慮，我們決定針對不同溫度所沖泡的杏仁飲品，在湯液中的苦杏仁苷含量進行分析，而進行下一實驗。

三、HPLC 分析生杏仁中，苦杏仁苷（Amygdalin）含量變化趨勢：

- (一)本實驗係以 HPLC 在相同的分析條件之下，分別針對苦杏仁苷（純度約 96%）、生杏仁 100°C 沖泡湯液、生杏仁 80°C 沖泡湯液、生杏仁 60°C 沖泡湯液中進行苦杏仁苷之含量分析。其中生杏仁的樣品製備亦採用相同的取樣方式，並在相同的濃度之下，所進行 HPLC 的分離操作。
- (二)在 HPLC 的分析結果中，我們在滯留時間約 4.7 分鐘時，分別發現了苦杏仁苷的吸收波峰如【圖14~17】。
- (三)從實驗【表5】得知：生杏仁 100°C 沖泡湯液、生杏仁 80°C 沖泡湯液、生杏仁 60°C 沖

泡湯液中，苦杏仁苷吸收波峰的積分面積，分別為 16054.6113、9190.0596、7617.8511。這當中以沖泡溫度 100°C 時，湯液中的苦杏仁苷含量最高。

- (四) 隨著沖泡溫度下降，苦杏仁苷的含量亦隨之降低，當溫度從 100°C 降至 60°C 時，生杏仁湯液中苦杏仁苷的含量減少達 52%。
- (五) 由 HPLC 的分析結果，可以解釋我們先前的假設。當沖泡溫度較低時，水解酶被破壞的量較少，所以水解苦杏仁苷的量也較多，因此在湯液中苦杏仁苷的含量相對的減少許多。
- (六) 由【表5】得知：生杏仁 80°C 沖泡湯液與生杏仁 60°C 沖泡湯液中苦杏仁苷的含量差異不大，僅減少約 16%，而氫氰酸的檢出時間卻差異相當大，如【表4】於 80°C 時為 1 分 45 秒、60°C 時為 4 分 30 秒。即苦杏仁苷的分解量相差不大，但氫氰酸的檢出時間差距甚大。這可推論溫度較高時，氫氰酸因溶解度的關係較易脫離液面而產生蒸氣，所以檢出時間較快。
- (七) 低溫沖泡時，不僅藥效成份苦杏仁苷的含量減少，並且水解的氫氰酸亦可能因溫度效應的關係，而殘留較多的量在湯液中。因以上的數據分析，我們推論沖泡溫度宜高，如此可保留較多的 Amygdalin，又可以將氫氰酸快速趕出湯液，而居家最合適的水溫即為 100°C。

四、在最適沖泡溫度下，檢測並比較杏仁飲品最安全沖泡方式：（直接加入100°C 沸水沖泡）

- (一) 從本實驗得知，市售杏仁粉多未經過杏仁炮製，即商家直接將其粉碎成粉狀。因此在沖泡成飲品的過程中，杏仁的指標成份苦杏仁苷會水解形成氰化物，這不僅易造成飲用上的安全顧慮，而且苦杏仁苷水解後亦會造成藥效成份降低，使杏仁的保健功能因此而下降。
- (二) 在杏仁藥理上，宜破壞水解酶，而保留苦杏仁苷。因此中藥上杏仁的炮製方法，多以燻法、炒法、燻炒法、蒸法等方式來破壞其水解酶，以達到保留藥效及解毒的功能。⁽¹²⁾
(13) (14)
- (三) 市售杏仁粉多採用南杏且未經炮製，因此我們提出模擬實際沖泡狀況，如果以 100°C 煮沸熱水來沖泡杏仁粉，其高溫水會造成水解酶快速地因蛋白質變性而失去水解功能，這種操作方法與杏仁炮製方法中的燻法⁽¹⁴⁾有相同的操作原理，如此苦杏仁苷應可以被大量保留。另外，高水溫在尚未完全破壞水解酶的同時，亦能造成水解苦杏仁苷（濕熱法炮製杏仁須加熱達 5 分以上才能達到破壞水解酶的功效），而快速形成氰化物，因此沖泡杏仁飲品時產生的氫氰酸是否有安全上的顧慮呢？我們為此設計了一 Open 時間的實驗，就是在沖泡時不立刻插入檢氫測試管，而是讓氫氰酸可以直接逸散，等待設定時間後，再插入檢氫試管，以瞭解沖泡杏仁茶過程中，沖泡攪拌時間要多久，才不會檢出氰化物，亦即杏仁湯液中之氰化物含量已經相當微量。
- (四) 經本實驗數據分析，杏仁粉 B 與前項實驗一、二相同，皆無檢出氰化物，因此我們懷疑其為贗品，這在下一個實驗中可以證實，並於下一個討論主題中加以說明。
- (五) 本實驗之生杏仁為現磨後立刻進行實驗檢測，由【表 6】得知其在 Open 時間達 6 分鐘後尚能檢出氰化物，8 分鐘後即無法再檢出氰化物。
- (六) 杏仁粉 A、C 兩家較符合一般民眾沖泡杏仁飲品的模式。由【表 6】得知杏仁粉 A 在 Open 時間 2 分鐘後即無法再檢出氰化物；杏仁粉 C 在 Open 時間 6 分鐘後亦無法檢出

氰化物。

- (七) 結合生杏仁及杏仁粉 A、C 的實驗數據【表 6】，杏仁粉沖泡飲品時，無法檢出氰化物的時間約在 5~6 分鐘之間。而我們以生杏仁現磨佐證，亦於 Open 7~8 分鐘後無檢出氰化物。因此我們的杏仁粉樣品數雖然不多，但亦可推論各家杏仁粉 Open 一段時間後，湯液中仍然能夠檢出氫氰酸時間約 5~6 分鐘，最多亦不超過 7~8 分鐘。
- (八) 杏仁粉泡製成飲品，其說明書一般建議沖泡量約使用 30g 的杏仁粉加水沖泡（濃度依個人喜好不同）。如以檢出量換算一杯杏仁茶湯液中產生的氫氰酸大於 0.45mg，若檢出試管無法檢出，則湯液中的氫氰酸小於 0.45mg，已然遠低於安全食用範圍之上限值。但是若在食用後有輕微的不適症狀的話，仍要特別小心，尤其嬰幼兒的食用更需要特別的注意。

五、杏仁粉 B 之檢測與 HPLC 分析研究：

(一) 在本次研究的樣品收集中，我們發現杏仁粉 B 有下列值得討論之處：

1. 由【表 7】可明顯看出，杏仁粉 B 在外觀上，不論在顏色、氣味、顆粒質地等都和杏仁粉 A、C 及現磨生杏仁不同。杏仁粉 B 的顏色較杏仁粉 A、C 明顯潔白，且粉粒較細，未沖泡前杏仁味道濃郁，且有刺鼻味，而經沖泡、攪拌後，則漸漸產生濃稠半透明凝膠狀，所產生的湯液顏色亦較淡，與杏仁粉 A、C 樣品及現磨生杏仁一樣有明顯的不同。
2. 杏仁粉 B 濃縮至無水狀態後，濃縮瓶底部，出現一層一定厚度的透明膠狀物，如【圖 24】；與現磨生杏仁濃縮後濃縮瓶底部出現白色粉狀物不同。
3. 以碘酒檢測杏仁粉 B，加入碘酒後立即出現藍黑色，此與杏仁粉 A、C 仍然維持褐色不同，如【表 4】，證明杏仁粉 B 應含有大量的澱粉。因為從杏仁組成成份文獻中可知，杏仁主要含脂肪約 50%、蛋白質約 5%、苦杏仁苷約 4%、一些奎寧酸、及一些醇類與酮類等⁽⁹⁾，而澱粉含量則幾乎沒有。因此，現在杏仁粉 B 試樣卻能檢出大量澱粉，這是完全不合文獻值。
4. 由【表 3、4、6】可知，杏仁粉 B 經檢出測試無法測出氰化物。
5. 由【圖 14】與【圖 23】之 HPLC 分析圖比較可知，以 HPLC 在相同的分析條件之下，杏仁粉 B 在苦杏仁苷的滯留時間約 4.7 分鐘時，完全無吸收波峰訊號，如【圖 23】。此與現磨生杏仁不同，即杏仁粉 B 中無法檢出苦杏仁苷。

(二) 基於以上各點，我們懷疑市售杏仁粉 B 應為贗品，即非以生杏仁粉碎的產品，而是以澱粉及添加杏仁香精所充當的杏仁飲品，也就是市面上俗稱的杏仁霜或假杏仁粉。因為杏仁粉 B 在外觀上與生杏仁完全不同，又無法檢出氰化物與苦杏仁苷，且含有大量的澱粉。而為了證實我們的推論，於是進一步針對市售杏仁香精中的主成分“苯甲醛”進行以下的分析與檢驗。

1. 由【圖 25】與【圖 26】之 HPLC 分析圖比較可知，苯甲醛的吸收波峰為滯留時間約 9.9 分鐘，表示杏仁粉 B 即含有添加之香料~苯甲醛。
 2. 基於以上實驗，我們可以確定杏仁粉 B 應為假杏仁粉無誤。
- 註：杏仁香精成分（配方），如苯甲醛 40.0%，桃醛 0.2%，香蘭素 1.0%，植物油 57.8%，洋茉莉醛 1.0%。⁽¹⁸⁾

捌、結論

- 一、市售的杏仁粉多未經過炮製，因此在沖泡成飲品時，易產生較多量的氫氰酸，雖然仍在安全範圍之內，但仍需要留意氫氰酸的毒性，尤其是嬰幼兒，如討論一。
- 二、從本實驗中可以提出沖泡杏仁粉為飲品時，宜以 100°C 熱水沖泡，如討論二、三。並於通風處攪拌約 5~6 分鐘後再飲用，如此可以保留較多量的苦杏仁苷，而維持杏仁的保健功效，亦能減少氫氰酸在蒸氣與湯液中的危害，如討論四。
- 三、在這次研究的過程，意外的發現市面上所販售的假杏仁粉，如討論五。

玖、參考資料及其他

- 一、廖云婕（無日期）。毒蠻牛事件之探討。（檢索日期：民99年2月22日），取自：
www.shs.edu.tw/works/essay/2005/10/2005103121500035.pdf
- 二、黃欣怡藥師，花蓮慈濟醫院藥劑科（無日期）。氰化物中毒怎麼辦？（檢索日期：民99年3月2日），取自：<http://www.tzuchi.com.tw/file/DivIntro/drug/med49/3.pdf>
- 三、中華民國工業安全衛生協會編印（民98年版）。特定化學物質作業主管訓練教材。（勞工安全衛生教材訓練教材）
- 四、傅文釗（無日期）。水中氰化物的檢測和處理。（檢索日期：民99年3月2日），取自：
www.water800.com/jcff/6/cn/cn051214.ppt
- 五、食品中氰化物的快速檢測（無日期）。中國衛生監督檢測儀器網（檢索日期：民99年2月26日），取自：<http://www.wsjdc.com/2004/2004512221758.htm>
- 六、黃煥彬、許順吉（民81年）。中藥方劑麻黃湯之定量研究。國立台灣師大學化學研究所、國立中國醫藥研究所論文，台北市。
- 七、包曉霞、李凱、李菁、梁懂懂（民97年12月27日）。杏仁的研究發展。中華實用醫藥雜誌（檢索日期：民99年2月22日），取自：
<http://www.39kf.com/cooperate/qk/practicalmedication/0809/2008-12-27-541997.shtml>
- 八、顏焜熒（民75年10月4版發行）。杏仁Armeniacaе（北杏仁，杏核仁，苦杏仁）。載於常用中藥之炮製（第 88 頁）。臺北市，南天書局。
- 九、國家中醫藥管理局《中華本草》編委會。中華本草，第四冊，上海，科學技術出版社，上海，第 93-99 頁，1999年。
- 十、From “Science teacher” : Amygdalin (2008, December 31, Wednesday) Retrieved April 11, 2010, from <http://doyle-scienceteach.blogspot.com/2008/12/amygdalin.html>
- 十一、林暉傑（80 學年度）。杏仁炮製毒性及成分變化之研究[摘要]。中國醫藥學院中國藥學研究所碩士論文，未出版（檢索日期：民99年4月8日）。取自「國家圖書館—全國博碩士論文資訊網」：http://etds.ncl.edu.tw/theabs/site/sh/detail_result.jsp（編號：080CMCH2049005）
- 十二、吳龍源中醫師（無日期）。中藥的炮製。（檢索日期：民99年3月2日），取自：
<http://www.uncma.com.tw/94-11.htm>

- 十三、 中藥炮製理論（無日期）。亞太中醫藥網（檢索日期：民99年2月26日），取自：
<http://www.aptc.com/aptc/medinfo.nsf/ByUNID/A27DB9F0E53B135F48256B6500277433?opendocument>
- 十四、 程黎暉。苦杏仁炮製的歷史沿革探討。海峽藥學，第21卷，第4期，第84-86頁，2009年。
- 十五、 王林，中國疾病預防控制中心營養與食品安全所（無日期）。食品安全快速檢測（檢索日期：民99年3月20日），取自：www.bjzw.com.cn/HuanDeng/XiaZhai.ppt
- 十六、 鄒小娟，謝和兵，錢芳，劉志輝。HPLC法測定苦杏仁中苦杏仁苷含量的方法研究。中國藥事，第23卷，第1期，第33-36頁，2009年。
- 十七、 張玉霞，翟曉青。對經基苯甲醛的液相色譜分析。現代農藥，第6卷，第3期，第23-24頁，2007年。
- 十八、 杏仁香精配方（2008年）。華網在線（檢索日期：民99年3月20日），取自：
<http://www.peoplexz.com/3216/3257/7693/20081021164549.htm>

【評語】 091102

本研究之動機主要觀察國人常飲用之杏仁茶之安全性，對氫氰酸與苦杏仁苷進行分析，進而提出安全之沖泡模式。研究設計完整，並能利用校內現有儀器設備進行檢驗，詳實記錄與分析研究成果，並透過不斷重新驗證與討論，具有科學性及鄉土性。