

臺東區農業改良場技術專刊《特17輯》

釀造醋之製造

發行人 陳文雄



行政院農業委員會臺東區農業改良場 編印

中華民國九十七年六月

目 錄

一、前言	1
二、釀造醋的化學反應	1
三、發酵菌種之製備	4
四、食醋之製造方法	5
五、臺灣米醋DIY的製法	9
六、紅麴醋釀造DIY的製法	12
七、水果醋DIY的製法	15
八、釀造醋品質鑑定法	16
九、結語	19
十、參考文獻	20



釀造醋之製造

作者：陳曉菁

發行人：陳文雄

總編輯：江瑞拱

出版機關：行政院農業委員會臺東區農業改良場

地址：臺東市中華路一段675號

網址：<http://www.ttdares.gov.tw>

電話：089-325110

印刷廠商：法宜斯企業行

出版年月：97年6月

編印本數：1,000本

定價：新台幣120元

展售書局：國家書局臺視總店/臺北市八德路三段10號B1 (02)25781515轉643
五南書局/臺中市中山路2號 (04)22260330

GPN:1009701664

ISBN:978-986-01-4711-7

釀造醋之製造

文/圖 陳曉菁
審稿 臺灣大學 高景輝

一、前言

回顧歷史文獻可知，食醋之起源古老，在西元1450（摩西時代），即有酒醋（wine vinegar）之記載。將含有酒精之物質放置在空氣中，或者酒桶忘了加蓋，在偶然機會裡發現酒酸敗了，這種發酸的酒就是醋的起源。從西元前古埃及、美索不達米亞文明就開始釀酒，後來古埃及生產的釀造醋更讓希臘人喜愛，把醋用水稀釋後當作解酒醒腦的飲料。埃及人則喝醋來對抗瘟疫。埃及豔后克佩脫拉最迷人的傳說是，服用珍珠泡的醋，得到常駐的美麗。義大利則是將醋應用在醫療藥方上，也在豐盛佳餚飽食後提倡飲用釀造醋，可增進消化，同時醋也可以入菜調味，使得釀造醋文化變為更多元化。17世紀英國人就以草本植物的花朵、果實與蜂蜜釀成的醋稀釋水後飲用。而在西元369-404年間，中國的釀造醋傳到日本，日本人將醋發揚光大。

醋的定義：

根據1987年聯合國糧農組織世界衛生組織食品標準（Joint FAO/WHO Food Standards Programme）之規定：醋是

以澱粉、糖，或含糖及澱粉的農產品為原料，經過酒精及醋酸二次發酵過程而產生一特定含量之醋酸，適合人類食用的一種液體（Tesfaye et al., 2002）。美國醋的定義則是含酒精溶液因發酵產生醋酸的一種產物。醋至少要含4%（w/v）醋酸且酒精含量在0.5%以下（Ebner, 1981）。

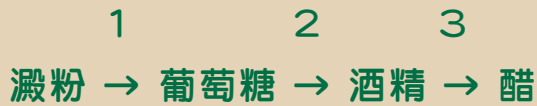
二、釀造醋的化學反應

醋的主要成分，簡單來說就是醋酸，釀造醋當中的酸度可達10%，釀造醋其製造過程中，有兩個重要的媒介，和兩個必要的程序。因此酵母菌參與前階段的酒精發酵，醋酸菌則參與後階段酸化反應。若本身含有糖分的水果為原料時，即可將果實破碎榨汁，加入酵母菌參與發酵工作，可以直接進行酒精發酵。以澱粉為原料，則必須先將澱粉糊化，經糖化酵素作用將糊化之澱粉分解為酵母菌可發酵葡萄糖，由酵母菌在厭氧環境下進行酒精發酵，將葡萄糖發酵產生酒精和二氧化碳，再由醋酸菌在好氧之環境下進行醋酸發酵，將酒精氧化成醋酸。



釀醋不可缺的媒介與發酵

以發酵方法將富含澱粉之穀物釀造成醋的過程，大致上可以分為三階段：



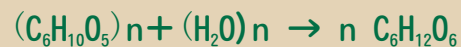
1. 糖化作用：

由於穀物中碳水化合物大多是以「澱粉」之巨大分子型態存在，不能被酵母菌直接使用，若以澱粉為釀造原料時，必須先將澱粉糊化，再經糖化酵素作用，將糊化之澱粉分解為酵母菌可發酵之單分子的葡萄糖，此步驟稱之為「糖化工程」。在生產上即是穀類原料蒸煮，接種麴菌，目的是產生酵素，再進行糖化及液化作用，此外，澱粉質為原料進行糖化時，可添加糖化酵素或液化酵素取代麴菌；糖化能力越強者，越能提供充分胺基酸，以促進發酵作用，由於酒精發酵與醋酸發酵時都需要胺基酸作為輔因子，可使釀造醋維持品質。

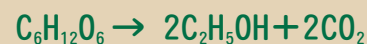
2. 酒精發酵作用：

酒精發酵是釀造醋不可缺的過程。其原料是澱粉與糖時，糖化進行需要靠麴菌、麥芽糖及糖化酵素，進行分解及中和酸，製成糖液。糖液透過酵母菌發酵，是參與原料酒精化的第一階段工程。若本身含有糖分的水果為原料時，可將果實破碎榨汁，加入酵母菌參與發酵，進行酒精化作用。酵母菌的營養細胞是圓形，菌體會從母細胞表面生出芽

生出平滑的球形的子囊孢子(如圖1)。選擇不同種類酵母菌，則會產生不同香氣和風味，因此，酵母菌是釀造醋品質影響重要因素之一。酵母菌在無氧的狀態下可將糖質原料(如：蔗糖、葡萄糖、果糖等單醣和雙醣類，亦可利用澱粉、糊精等多醣類)，轉換成乙醇此作用稱為酒精發酵(alcoholic fermentation)。除醋酸菌外，另一重要製醋的微生物為酵母菌。

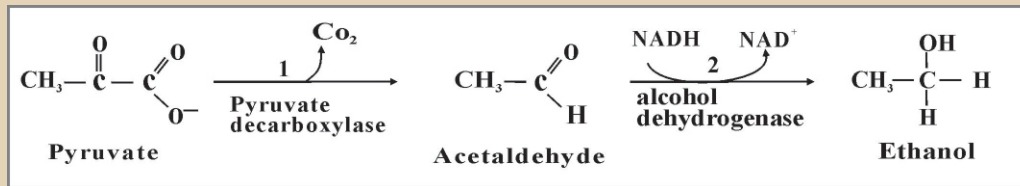


以1公斤澱粉生成1.1公斤糖。當葡萄糖經過酵母菌的酵素反應變成酒精時，1分子葡萄糖，則生成出2分子酒精與2分子二氧化碳。



由此推算，如果以酒精含量12%酒精來發酵，即要有24%含量糖分來參與，即100毫升的糖液會含有24公克糖分。

酵母菌在嫌氣的狀態下，將丙酮酸裂解成乙醛，乙醛再經由酒精去氫酶(alcohol dehydrogenase)將乙醛還原成乙醇，其反應如下所示：



從此反應得知需要氧來協助發酵。理論上，1公升的酒精可製造出1.304公升的醋酸，以酒精除以比重，換算成容量是1.258公升，即1公升酒精可製造出1.3公升的醋酸，但要扣除醋酸菌體與殘留20%的酒精重量，實際所得，1公升得酒精約製成1公升的醋酸；其間會產生2.178-2.376千卡的熱量，這跟身體體內分解蛋白質所獲得能量相同。至於糖液經發酵成酒精，2公斤糖約含1公升酒精，只能製造出1公升醋酸。由於釀造醋是所有醋類營養成分最豐富，對

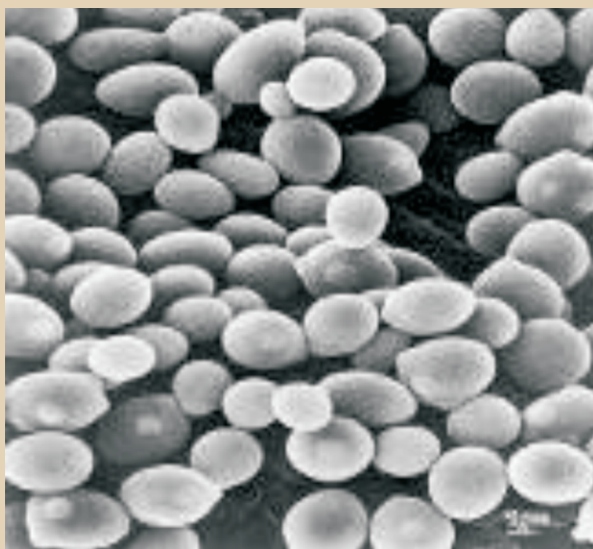


圖1. 酵母菌株 *Saccharomyces spp.*
圖資料來源：臺灣大學食品科學研究所游若菽教授

人體健康最具有實質意義。因此酵母菌是酒醋香氣成分之主要貢獻者，在酒醋的發酵過程中，至少有數百種的香氣成分是由酵母菌所產生。

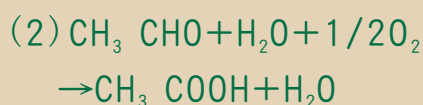
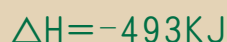
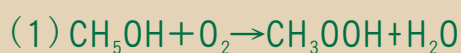
3. 醋酸發酵作用：

釀造醋最重要的成分就是醋酸菌，醋酸菌參與發酵時，需要大量空氣，醋酸菌為好氧氣性菌，酒因醋酸菌發酵成醋酸，醋酸菌主要是 *Acetobacter* 屬，最常用的種為 *Acetobacter aceti*。由於酒精分子量為46，醋酸分子量為60，理論上1.0公克的酒精可以產生1.3公克的醋酸，實際上產率無法達到理論產率的100%，因為酒精與醋酸均為揮發性物質，釀造的過程中很容易揮發，又醋之發酵需要氧氣，釀製時必須不斷供給新鮮之空氣，使揮發情形難以避免。又醋酸菌之另一特性，在酒精耗盡後，會進一步將醋酸分解為二氧化碳和水，故醋之釀造如果管理不當，就會酒、醋盡失。

食醋之釀造方法：由糖類原料至醋的生產需經過兩階段發酵過程，第一階段通常是以 *Saccharomyces* 菌屬的酵母將



糖發酵成酒精，第二階段主要由 *Acetobacter* 菌屬的細菌將酒精發酵成醋酸 (Tesfaye et al., 2002)。醋酸發酵是醋酸菌將低濃度酒精 (50-100g/L) 部分氧化成醋酸和水的生物氧化作用 (絕對好氧及吸熱反應)。其反應物與生成物的化學轉換當量 1:1，而產物中殘餘酒精量少，但伴隨著許多副產物，其化學反應方程式如下：



上述反應是利用醋酸菌之酒精脫氫酶 (alcohol hydrodenase) 來進行。理論上 1 公升酒精可產生 1.304 公升之醋酸，即 1 公升酒精可產生 1.036 公升醋酸及 310 毫升水，1 公斤葡萄糖可產生 666.5 公克醋酸。但實際生產食醋時，1 公升酒精約只產生 1 公升醋酸。

另外，醋酸發酵是屬於氧化放熱反應，每莫耳酒精產生醋酸時，同時也放出 114.6kcal 熱量，一般醋酸菌最高發酵溫度皆不宜超過 40°C，因此食醋釀造時，空氣供給之調整及溫度控制很重要。

三、發酵菌種之製備

材料：醋母 250cc (視購買建議量而定)
酒 (酒精濃度約 4%) 500cc。

作法：

- (一) 將醋母 250cc 加入酒 500cc、水 250cc，置於乾淨廣口容器中，以乾淨的紗布蓋住瓶口，但不能完全密封 (因醋酸菌需要大量空氣)，置於 30-35°C 陰暗處約 2-3 個月左右，即可產生醋酸。
- (二) 可以同樣方法當作醋種，或逐批加入酒液之方式繼續量化。
- (三) 擴大使用說明，將醋母 1,000cc，加入酒 5 公升以淺盤盛裝，於第 7 天上層將長出果凍狀醋母，由於釀醋過程需要大量氧氣，因此必須不斷攪拌。
- (四) 將醋母以上述步驟處理後，再加入水 50 公升和 50 公升酒中拌勻，可當作醋種。可一直擴大培養作為種醋。

四、食醋之製造方法

製醋應用的食材

醋的製作方法不同，決定醋的品質與風味。以天然原料釀造的醋，品質最好，功效也比較強。舉例來說，用純米醋來浸泡所需的蔬果，給米醋一些時間來萃取蔬果的養分，泡製出來的醋，不

僅風味絕佳，對健康也最好。因為米醋能斷裂食物中的分子結構，完整保存原料本身的營養素，特別是維生素在醋中不易被破壞。如果以製醋應用的主原料種類來分，醋可大項分穀物醋、果實醋與草木醋三大類，如表1：

表1、醋可大項分穀物醋、果實醋與草木醋三大類（如圖2）

種類	原料
穀物醋	稻米(糙米、糯米、白米、紫糯米、碎米)、小麥、蕎麥、燕麥、高粱、黑豆、豆類等。
果實醋	青梅、李子、柑橘、柳橙、檸檬、柚子、金棗、鳳梨、葡萄、水蜜桃、蘋果、梨子、楊桃、柿子、龍眼、荔枝、橄欖、蕃茄、桑椹、山櫻桃、覆盆子等各類水果。
草木醋	<ol style="list-style-type: none"> 1. 桂花、菊花、蓮花、玫瑰花、茉莉花、洛神花、明日葉、小麥草、紫蘇、大蒜、辣椒等。 2. 來自西方的香草植物，例如：薄荷、檸檬香茅、羅勒、薰衣草、迷迭香、鼠尾草、百里香等。 3. 中草藥材，例如：四物、牛蒡等。

圖2. 市售玄米黑醋、玄米醋、果實醋、梅子醋、李子醋、肉桂醋、香草醋熟成與成熟(以下六張圖片)



玄米黒醋



果實醋



洛神醋



李子醋



肉桂醋



香草醋



熟成與成熟

在製醋和釀酒過程中，有許多步驟和作用是相同的。成熟，是指由不成熟進入成熟過程。泛指動物與植物的形體所改變的一種變化。熟成，則是發生在食品釀造過程中，完成製品的最後階段，在外觀上變化微乎其微。其熟成效果會展現在食品所產生的五感官上，大多由香味的變化，熟成可視之為蘊藏與醞釀，意味著孕育出成熟的味道。可歸為三種：

- (一) 製造過程中發酵，因為酵素所引起的反應，換言之，進行酵素反應過程，為熟成的一種；此種類型的熟成，以醋、味噌、醬油、起司（乳酪）、味醂（一種甜料酒）為主。
- (二) 微生物與酵素的不相關化學反應，例如藉由胺基酸與糖類的反應，酸化改變顏色與香味，溶於貯存木桶內；不同成分經一段時間後會起變化，如葡萄酒、威士忌、醋等皆對口感及品質，有絕對性影響，也是影響整個製作過程的關鍵因素之一。
- (三) 酵素反應之後，另一種熟成的發酵，例如葡萄酒、啤酒的熟成模式。有些殘留未發酵完整的成分，藉由其他菌的發酵，產生特別的香氣。

食醋之發酵方式

分為靜置法與速釀法（階段式、通氣發酵式、通氣連續發酵式等）。

- (一) 靜置表面發酵法：一般家庭大多採用此法，是最傳統且最易成功之方法，由於發酵時間長，大約3個月以上，若要量化，必須要有大面積的工廠，以及眾多盛裝的桶類，或以甕為容器。由於表面靜置法釀得之醋風味較佳，故講究風味日本人，大多採用此法。優點是澄清度佳、風味優良；缺點是發酵時間長、不適合大量生產。
- (二) 單式通氣發酵法：可使用食醋連續發酵裝置，於不銹鋼或木製之槽中置入種醋，以pump由底部送入空氣，再將醋醪進行急速攪拌，同時，也進行醋酸發酵作用，在發酵結束後，留下一半的量當作種醋。
- (三) 階段式發酵法：將預先沖填有醋酸菌膜的發酵槽排成階梯狀，以散步或滴流式噴灑酒精於充填物上，或由上部通入醋醪（含酒精10-20%、酒粕、種醋等之液），製得食醋之速釀法。優點是發酵速率快、適合工業化量產；缺點是酒精及香氣易散失。
- (四) 通氣連續發酵法：亦稱為全面發酵法，使用食醋連續發酵裝置，以通氣攪拌方式，使醋醪流動，是將酒精、種醋和空氣劇烈混合之發酵

法。醋醪連續流入，發酵終了產品則連續流出。優點是發酵速率快、佔地小、設備易操作；缺點是酒精及香氣易散失、澄清度差。

五、臺灣米醋DIY的製法：（如圖3）

材料：蓬萊米7公斤，酒麴40-60公克、12-15公升冷開水、醋酸菌種。

方法：

- (一) 先將7公斤米洗淨、濾乾、加水量為1.2倍蒸煮後，米飯熟需飽滿鬆Q又不結塊為最適原料。
- (二) 將發酵桶洗淨、曬乾、或消毒，以不殘留水分為主，以免影響發酵品質。
- (三) 煮熟飯降溫至35°C時，即可將酒麴放入發酵桶與飯混勻，觀察米飯之糖化及液化情形。
- (四) 發酵溫度範圍25-30°C。
- (五) 約72小時後，米飯有出水即是糖化現象，此時糖度約達30度左右，在酌量加水，即7公斤米需加12公升的水量，攪動均勻。
- (六) 第4天至第7天用紗布封口，以防止灰塵、外物及昆蟲跑入影響發酵品質，同時每天早晚各攪拌一次。
- (七) 第7天應將封口完全密封，可插入air lock通氣。
- (八) 第14天測酒精濃度，若達13度以上，則是酒醪，若是作酒即可蒸餾。
- (九) 將酒精度達13%酒醪加水稀釋至酒精濃度4-5%，此時加入醋種，進行第二階段醋酸菌發酵作用，若酒精濃度太高時，醋酸菌不能繁殖，因此，酒精濃度4-5%是醋酸菌發酵最佳環境。
- (十) 將醋母種擴大培養後，再依上述步驟製作，建議以廣口容器盛裝，以乾淨、透氣的紗布蓋住瓶口，由於釀醋過程需要大量氧氣，置於30°C下3個月以上，使醋酸含量約4%時，即進行過濾、加熱殺菌、熟成3個月以上，即是米醋。



米醋之製造程序：(靜置法)





釀造醋進行酒精發酵之酒醪情形



米醋釀造進行酒精發酵完成之情形



米醋釀造之情形

圖3. 釀造DIY之情形



六、紅麴醋釀造DIY的製法 (圖4)

材料：糯米1公斤、酒用紅麴100g、米酒(19.5%)100毫升、礦泉水1,000毫升。

作法：

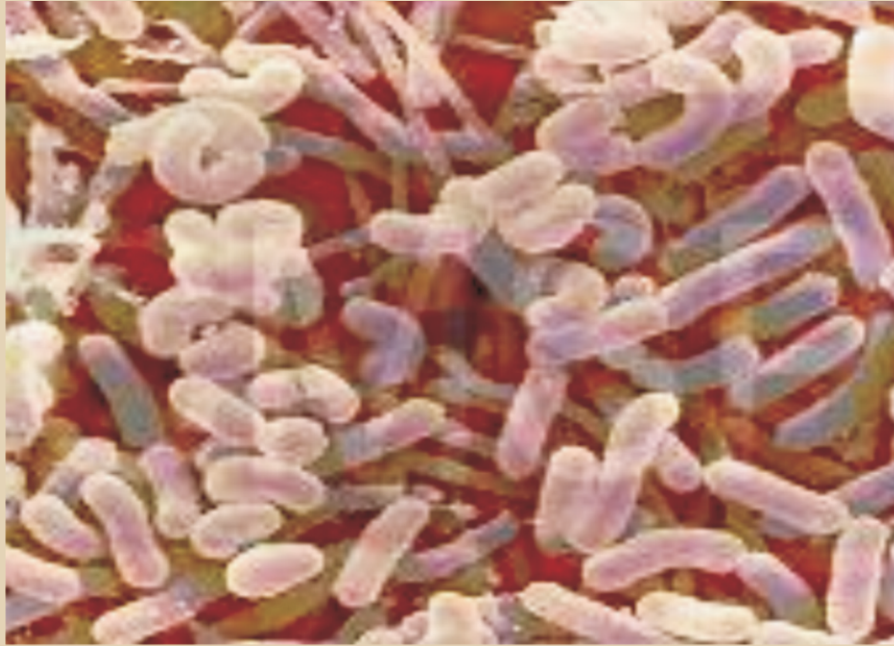
- (一)糯米蒸煮方式與米醋蒸煮方式相同，將糯米蒸熟後，攤涼至40°C左右，放入已活化的酒用紅麴，然後依比例加入發酵所需的加水於發酵桶中，再與飯混勻，最後觀察紅麴發酵情形。另一作法可添加適量米酒，增加紅麴發酵作用。
- (二)用紗布封口，以防止灰塵、外物及昆蟲跑入而影響發酵品質，同時每天早晚各攪拌一次。
- (三)發酵溫度範圍35°C左右。
- (四)約72小時後，觀察紅麴與米飯有出水即開始糖化現象，會產生酒精。
- (五)第7天應將封口完全密封，可插入空氣塞air lock通氣。
- (六)每隔7天測其酒精度，直到酒精濃度達13度以上，則可終止發酵，此時是紅麴酒醪，進行壓榨，可分離出紅麴酒液與紅糟，若是紅麴酒液即可轉桶澄清，熟成3個月以上，即是紅麴酒。
- (七)將酒精度達13%酒醪，加水稀釋進行第二階段醋酸菌發酵作用，待醋酸含量約4%時，與上述米醋作法相同，過濾、澄清、加熱殺菌、熟成，即是紅麴米醋。

紅麴醋之製造程序

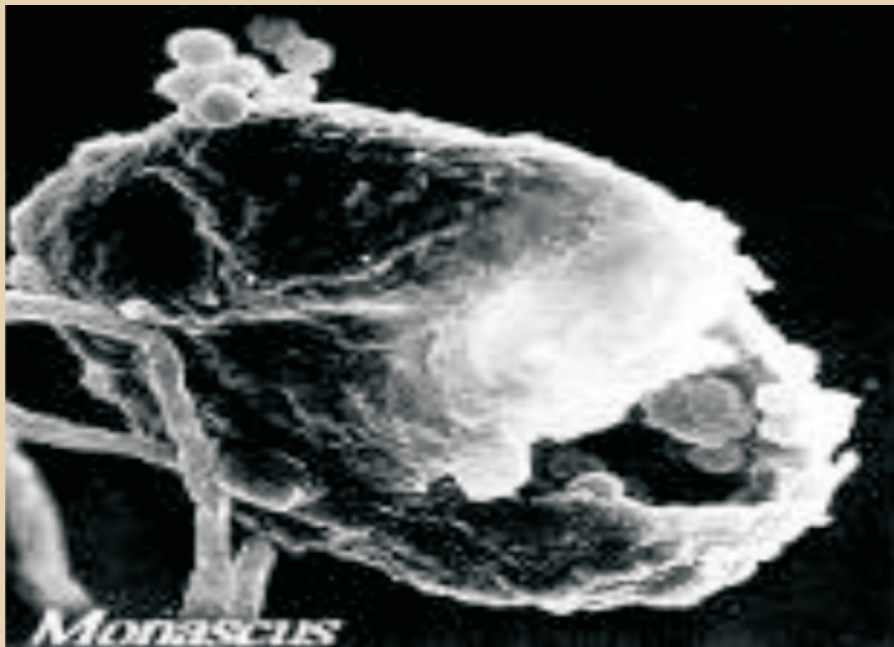
(Processing of Monascus vinaigre)



圖4. 紅麴米醋釀造DIY之情形(以下五張圖片)



紅麴菌株 *Monascus* spp.
圖資料來源：臺灣大學食品科學研究所游若菽教授



紅麴菌株 *Monascus* spp.
圖資料來源：臺灣大學食品科學研究所游若菽教授



紅麴醋釀造之材料



紅麴醋進行釀造之情形



紅麴醋

七、水果醋DIY的製法 (圖5)

材料：葡萄、蘋果、青梅、柑橘、李子、鳳梨、檸檬、柚子、橄欖、蘋果、桑椹、蕃茄、水蜜桃、梨子、柳橙、金棗、楊桃、柿子、龍眼、山櫻桃、野漿果及覆盆子等皆可釀造，可選擇當季盛產之水果。

方法：

- (一)選果：製醋的果實要熟透但不可熟爛，凡是青果或爛果都需挑出，以免影響其品質。
- (二)水果以水清洗後，將種子去除，加少許水以果汁機打碎，將果汁以70°C加熱5分鐘，待冷卻後再處理。
- (三)將已處理完的果汁置入廣口容器內，再加入活化酵母菌，攪拌均勻，混合之。可加入少量亞硫酸，抑制雜菌滋生。
- (四)容器口以紗布封口，置放於陰涼處，發酵溫度範圍35°C左右。
- (五)第7天應將封口完全密封，可插入空氣塞air lock通氣。
- (六)每隔7天測其酒精度，直到酒精濃度達14度以上，則可終止發酵，此時即是果實酒醪，進行壓榨，分離出果實酒液與糟，此時果實酒液轉桶澄清，熟成3個月以上，即是果實酒。
- (七)將果實酒的酒精度達14%酒醪，加水稀釋進行第二階段醋酸菌發酵作用，加入醋酸菌種，溫度維持在30°C，容器表面的醋酸菌膜一旦形成時常加以攪拌，使空氣進入容器內果實酒液體中。這樣反復進行到適當的酸度為止。
- (八)待醋酸含量約4%時，與上述米醋作法相同，過濾、澄清、加熱殺菌、熟成3個月以上，即是果實醋。熟成時，胺基酸、有機酸、無機物質等溶入其中，散出香氣及風味而成富有營養價值的果實醋。



八、釀造醋品質鑑定法：

辨識釀造醋與合成醋方法

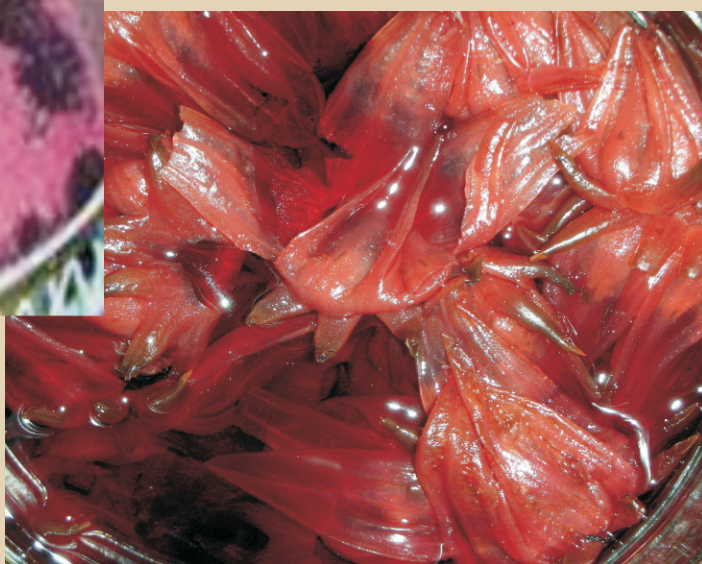
- (一)未開瓶前，瓶內的醋處於緊閉狀態中，握住瓶子迅速上下左右搖晃，使瓶內起泡沫，釀造醋的汽泡較細緻且不易消泡，液體呈現透明淡黃色。假使是合成醋，不但液體呈現透明沒有明顯顏色，且泡沫則瞬間消失，是最直接且方便之辨識方法。或利用目視法，釀造醋若存放時間較長會有沉澱物，合成醋則無。
- (二)開瓶後，在茶杯中放醋二分之一杯左右，以鼻子聞其香味，純釀造醋

有香氣上竄，令人清爽的醒鼻感覺，這是醋中含的中性揮發性物質類，及揮發性有機酸的香味，而合成醋則有嗆鼻的感覺，味道中刺激性較強烈酸味，舌尖感到刺刺的且口感不夠柔和。其次把少許釀造醋含在口中有促發食慾的芬芳香醇味，綜合性的酸、甜、甘令胃口開，但無刺激感，因釀造醋中所含多種有機酸成分及香味物質成分會相乘的合用作用。合成醋則很強烈刺舌，且有水臭味，尤其是粗糙不良者。

圖5. 水果醋釀造及浸漬之情形(以下六張圖片)



桑椹醋釀造進行酒精發酵之情形



洛神醋



梅子浸漬之情形



檸檬浸漬之情形



葡萄柚醋



檸檬醋

(三)浸漬肉類、水產品魚類之滲透力之比較，合成醋滲透力差無法深入內裡，而釀造醋不但深入內部，使之變色且酸味強。

釀造醋與合成醋以目視區別方法，

如表2，消費者在選購醋時，最好是選擇釀造醋，容器上的標示、原料、酸度、製造日期等，或者是有公證單位認證如GMP、CAS等，對消費者較有保障。

表2、釀造醋與合成醋以目視區別方法

醋別鑑定法	釀造醋	合成醋
顏色辨別	有顏色	無顏色
香味判別	香味芳香醇美	有刺激性酸味
泡沫判別	搖動有泡沫，持續久	搖動泡沫少，易消失
蛋白質沈澱	貯存過久偶而會有蛋白質沈澱	不會有蛋白質沈澱

九、結語

醋的主要原料除了稻穀等物質，「食經」也開始記載使用大豆、小豆製醋；元朝「飲食正要」除了米醋、麥醋之外，還載有酒醋、桃子醋、葡萄醋、棗子醋等，都是現代果實醋的先驅。關於養生用的健康醋，傳統醫藥書籍中相關記載，例如唐朝的《新修本草》、《千金寶要》、宋朝《本草衍義》、元

朝《飲食須知》、明朝《本草綱目》等書籍，都記載有關醋的醫療處方與效果，目前流行健康醋、養生醋都是此範疇。本文介紹米醋、紅麴醋及果實醋作法，首先製作醋種，可以用市售的或自行培養，自行培養需要有簡單的菌種繁殖設備，以免雜菌污染，因此建議採用市售醋種當醋母，將有助於相關產品之開發。



十、參考文獻

中國國家標準，釀造食醋。中國國家標準：CNS1070、N5013。經濟部中央標準局印行(72年7月11日修訂)。

中國國家標準，2004，食用醋（CNS 14834, N5239），經濟部，行政院，中華民國。94年12月05日修訂。

李家雄，1999，如何用醋更健康，正中圖書出版社。

尤淑芬，2004，洋蔥醋發酵之菌種篩選暨發酵方法之研究，中興大學食品科學系碩士論文。

游若菽，2002，米酒釀造原理與菌種選擇，花蓮區農村釀酒技術研習講義，花蓮區農業改良場。

賴滋漢、金安兒編著，1988，食品加工學（製品篇），精華出版社。

楊綠茵，2005，天天吃醋，腳丫文化出版事業有限公司。

賴滋漢、金安兒編著，1988，食品加工學（製品篇），精華出版社。

張為憲等編著，2002，食品化學，華香園出版社。

張瑞珠，2006，影響鳳梨醋品質因子之探討，中興大學食品暨應用生物科技學系博士論文。

Ebner, H. 1981. Vinegar. In "Prescott&Dunn's Industrial Microbiology", ch. 18. Gerald Reed(ed), 4th ed. p. 802-834. Avi Publishing Co., CT., USA.

Tesfaye, W., M.L. Morales, M.C. Garcia-Parrilla and A.M. Troncoso. 2002. Wine vinegar: technology, authenticity and quality evaluation. Trends in Food Science & Technology. 13:12-21.