

小迷路-小米露的酒精濃度測量

- ◆ 單元名稱：小迷路——小米露的酒精濃度測量
- ◆ 設計人：張郁涵
- ◆ 學生對象：高中二年級學生
- ◆ 教學時間：三小時（分成三堂課，每堂一小時，皆已標示在下面）
- ◆ 教學前準備：蒸熟的糯米飯、酒精濃度計／數位酒精濃度計、五種以上不同的酒類（如：小米酒、葡萄酒、清酒、梅酒、紅酒……）



（圖片取自：<http://0492850123.tw.tranews.com/>）

一、傳承傳統世界觀（第一堂課）

（一）主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

1. 主要學習概念：
 - （1）小米酒的泰雅語（t'lakis）
 - （2）原住民飲酒文化的內涵
 - （3）小米酒在各原住民族的神話傳說
2. 學習活動目標：
 - （1）以泰雅語說出小米酒這個詞
 - （2）能夠與他人分享有關小米酒的故事

(3) 了解小米酒對原住民的文化意義

3. 分段能力指標：

語 B-2-1-6、語 B-2-2-7、語 C-2-1-1、語 C-2-2-2

(二) 學習活動：

1. 教師將小米酒的泰雅語 (t'lakis) 寫在黑板上，請學生試試看如何發音，再念出正確的發音，並請學生重複念三遍。
2. 發學習單 1 (附錄一) 給學生，裡面填空的解答會先去掉。接著以口述方式講解『起源與傳說』的故事大綱。請學生自行找 6 到 8 人為一組，以『起源與傳說』為劇本，準備一齣 10 分鐘以內的短劇在第三節課時表演。藉此讓學生更能體會小米酒在原住民生活中所扮演的角色。
3. 而『小米酒對原住民的重要性』以及『原住民飲酒文化』，則將重要字詞或概念用挖空方式標出。在課堂上，教師帶領學生逐步閱讀此學習單，並請學生舉手回答挖空的答案。

(三) 學習評量：

1. 在第一堂課下課前，教師詢問學生泰雅語的小米酒念法，加深學生印象。
2. 第三堂課，由學生上台演戲，評量學生對「小米酒在原住民生活中所扮演的角色」了解多少。

二、表達自我世界觀 (第一堂課)

(一) 主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

1. 主要學習概念：
 - (1) 自身對小米酒的看法
 - (2) 他人對小米酒的看法
2. 學習活動目標：
 - (1) 表達自己對小米酒的看法與經驗
 - (2) 對同學提出的看法做回應
 - (3) 說出小米酒對原住民的重要性
3. 分段能力指標：

語 B-1-1-9、語 B-1-2-7、語 C-1-1-2、語 C-1-2-5、語 C-2-1-1

(二) 學習活動：

1. 共同討論對小米酒的看法、聯想

教師引導學生，以小組 (同演戲的組別即可) 為單位，互相討論故事內容，並發表自己對小米酒的看法或經驗、聆聽他人的想法。討論時間約十分鐘。
2. 思考與討論問題
 - (1) 在我們日常生活中有什麼東西，像小米酒在原住民生活中那樣重要？

- (2) 煮飯菜會甚麼常常會加小米酒？煮出來的食物有甚麼特別之處嗎？
 - (3) 小米酒和假小米酒內容物有何差異？
 - (4) 小米酒是如何釀造的？用到了甚麼樣的化學知識？或是生物知識？
- (三) 學習評量：
1. 教師發給各組空白圖畫紙及蠟筆數隻，讓同學能把討論過程中遇到的問題、蹦出來的點子，或是印象深刻的事情，發揮創意畫出來。

三、探索世界觀（第一堂課）

(一) 主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

1. 主要學習概念：
 - (1) 製作小米酒的材料
 - (2) 製作小米酒的方法、步驟
 - (3) 不同族群製作小米酒所使用的材料和方法
2. 學習活動目標：
 - (1) 認識製作小米酒所需準備的材料
 - (2) 認識並能說出製作小米酒的方法、步驟
 - (3) 自己嘗試製作小米酒
 - (4) 比較不同族群製作小米酒的材料和方法
3. 分段能力指標
自 1-1-1-1、自 1-1-5-1、自 1-3-1-1、自 3-1-0-1、自 5-1-1-2

(二) 學習活動：

1. 先發學習單 2（**附錄二**）及紀錄單 1（**附錄三**）。教師拿出釀製小米酒所需的原料與工具，一組一份，讓學生能仔細觀察並小組討論、記錄觀察所得在剛發的紀錄單上。
2. 進行小米酒的釀造

教師邀請幾位泰雅族人，或是播放影片，在課堂示範釀造小米酒的方法。在示範過程中，和學生分享如何選擇材料，以及需要注意之處，也鼓勵學生舉手發問。

由於釀造小米酒耗時很長，因此教師應使用蒸熟的糯米飯釀造小米酒。（也就是從學習單 2 的步驟 4 開始示範）因發酵也需一段時間，因此示範結束後，教師應保存好，等待第三堂課時再開封。

3. 教師在釀造過程中，可以讓學生離開座位，近距離觀察小米酒，並請學生紀錄觀察到的現象以及疑惑。
4. 發學習單 3（**附錄四**）當作補充教材，學生回家可自行閱讀。

(三) 學習評量：

1. 請學生繳交上課時寫的紀錄單，從紀錄內容中評量學生的學習狀況。

2. 課堂上示範釀酒方法之後，讓學生在課堂中小組（戲劇小組）討論以下問題，並鼓勵學生回家後與家人討論。
 - (1) 為什麼要用尖頭糯米，而不使用圓頭糯米？
 - (2) 為什麼要先把糯米蒸熟才能釀酒？
 - (3) 為什麼要加入發酵球？不加會產生甚麼結果？
 - (4) 為什麼釀酒過程一定要確保容器密閉？若是空氣跑進去會怎麼樣？
 - (5) 溫度對釀酒過程會有怎樣的影響？
 - (6) 釀完酒還會有糯米留下來嗎？有的話，可以拿來做甚麼？
 - (7) 不同族群釀造小米酒的不同方法？

四、形成新世界觀（第二堂課）

（一） 主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

1. 主要學習概念：
 - (1) 發酵原理
 - (2) 溶液濃度與酒精濃度
2. 學習活動目標：
 - (1) 認識發酵原理
 - (2) 了解各種溶液濃度的計算，以及酒精濃度的計算
 - (3) 學習如何測量並計算酒精濃度
3. 分段能力指標
自 1-2-2-1、自 1-2-5-1、自 2-1-1-1、自 2-3-1-1、自 2-3-3-1、自 2-3-3-3、
自 2-4-1-1、自 2-4-4-3、自 2-4-8-2

（二） 學習活動：

1. 教師發下學習單 4、5（附錄五、六），4 為上課講義，5 為延伸閱讀。
2. 教師帶領學生逐字逐句閱讀並理解學習單 4 的『發酵原理及現象』（句句精華），並將『發酵原理及現象』的內容，用樹狀圖畫在黑板上，幫助學生吸收。學習單中有一個問題 Q，請同學利用講義上的線索推出答案，舉手回答答案。
3. 教師請學生回憶上一堂課釀酒的過程，並比較講義中的發酵過程。
4. 學習單 4『釀解原理』的內容與高三化學有關連，請同學自願到台上講解化學知識（如化學式、反應過程、吸熱放熱、個人見解）。
5. 教師搭配黑板講解酒精濃度概念。有關酒精濃度的概念如下（資料取材自自己的腦袋）：

溶液的濃度可以分為重量濃度和體積濃度以及百萬分濃度。

重量濃度

$$\text{重量百分濃度 (\%)} = \frac{\text{溶質重量}}{\text{溶液重量}} \times 100\%$$

$$\text{重量莫耳濃度 (m)} = \frac{\text{溶質莫耳數 (mole)}}{\text{溶劑重量 (kg)}}$$

體積濃度

$$\text{體積百分濃度 (\%)} = \frac{\text{溶質體積}}{\text{溶液體積}} \times 100\%$$

$$\text{體積莫耳濃度 (M)} = \frac{\text{溶質莫耳數 (mole)}}{\text{溶液體積 (L)}}$$

百萬分濃度 (ppm)

$$\text{百萬分濃度} = \frac{\text{溶質克數}}{\text{百萬分克數}} = \frac{\text{溶質重}}{\text{溶液重}} \times 10^6 \cong \frac{\text{溶質重 (mg)}}{\text{溶液體積 (L)}}$$

而市面上的酒精濃度都是用「體積百分濃度」來表示的。

6. 實際測量酒精濃度

教師以實物示範酒精濃度計／數位酒精濃度計的操作，再發下酒精濃度計／數位酒精濃度計（一組一隻），以及數種酒類的樣本（一組一份）。發下紀錄單 2（**附錄七**），引導學生多運用視覺、嗅覺觀察酒類樣本，並實際操作酒精濃度計／數位酒精濃度計。

（三）學習評量：

1. 請學生練習把所測到的酒精濃度，轉換成上課教到的其他單位，如：重量百分濃度、重量莫耳濃度……。

五、連結原住民世界觀與科學世界觀（第三堂課）

（一）主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

1. 主要學習概念：

- （1）不同原料與酒精濃度
- （2）不同釀造方法與酒精濃度

2. 學習活動目標：

- （1）根據實驗結果分析不同原料所釀造的小米酒與酒精含量的關係
- （2）根據實驗結果分析不同方法所釀造的小米酒與酒精含量的關係
- （3）對照實驗結果、自身經驗與原住民傳統製作小米酒的經驗進

行比對與解釋

3. 分段能力指標

自 1-2-5-2、自 1-2-4-1、自 1-3-1-2、自 1-3-4-3、自 1-3-5-4、自 1-4-5-3、
藝 1-1-6、藝 1-1-7

(二) 學習活動：

1. 學生分組輪流上台（由教師自訂順序）發表實驗結果並比較之，需針對下列兩個方向：
 - (1) 不同原料（如：米、小麥、葡萄、梅子……）製成的酒與所含的酒精濃度
 - (2) 不同製酒方法（如：蒸餾、釀造、再製……）製成的酒與所含的酒精濃度
2. 將第一堂課時製作的小米酒開封，給學生觀察，同樣測量其酒精濃度，與剛剛測量的樣本做比較。
3. 請學生依照第一堂課分的組別，輪流上台演戲（內容為學習單 1 的『起源與傳說』），使整堂課有個歡樂的結束。

六、附錄

附錄一

小迷路 學習單 1

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____



✚ 小米酒的起源與傳說

在泰雅族中，小米酒究竟是從何起源的呢？相傳在三、四百年前的泰雅族裡，發生了一件神奇的事情。有個叫做”翁”的部族，他們每個人都勤勞的農牧漁耕。此外，世代都永續的傳承祖先留下的傳統文化。他們對於祖靈的啟示與訓誨，都十分的尊崇。因此，每當祖靈有任何的啟示，透過托夢給部落的頭目時，頭目會帶隊執行祖靈的啟示工作。而小米酒的起源，也同樣來自於祖靈在夢中的教導。

泰雅族流傳著這樣的故事，在某一天晚上，馬興頭目夢見祖靈向他託夢，祖靈說：「有一天，我們祖靈會派遣一隻小鳥到你們部落裡，在鳥兒的嘴裡會刁一株要你們食用的種子，當你們看見他時，取下牠口中叨的種子後，請牠喝水，然後將種子灑在你們的田裡，幾個月後就可以取來食用，食

用的方法是先將種子去殼後，放在甕裡煮，煮熟後就可以食用。」

過了不久，頭目家門前果真飛來一隻鳥，他的口中叨著一株種子，而頭目遵照著祖靈的指示作。小鳥喝完水後飛走了，頭目將種子灑於田中，並且交代部落的人們大家輪流細心照顧，避免成群結隊的小鳥吃了他。

小米熟成之後，為了感謝祖靈的庇佑，所以為了感謝祖靈，將小米取名為”你把我們放在心上”，取前面兩個音，就稱為”小米”（泰雅語）。不久之後，祖靈再度托夢，將小米酒的釀製方式教授給馬興頭目，希望爾後泰雅族人以小米酒祭祀，這就是小米酒的由來，後來部族的人們為了感謝祖靈與前人的辛苦，故又衍生出”小米祭”的祭典。

小米酒對原住民的重要性

_____（小米）在傳統原住民來講，就是主要糧食，相當於漢人對於稻米一樣的重要。對於泰雅族而言，所以小米的相關食品也多如繁星，而小米酒更是不可缺的飲品。在過去的傳統時代裡，倘若沒有_____（小米酒），也就沒等於沒有泰雅族的意思。因此，在泰雅族的傳統文化中，有人等於有小米酒，有小米酒就有泰雅人。

而小米酒是台灣原住民最珍貴的祭祀獻禮，象徵他們對祖靈及天地最大的敬畏。在_____（祭祀）、農耕歲收、農耕歲收、受列、築屋、出生、成年、結婚、客人造訪前，原住民婦女才開始釀製小米酒的工作，並非日常生活中常有的。小米酒不僅是重要的祭品，也是一種族人間團結、互通友誼的代言，更是歡樂的酵素，所以小米酒對於泰雅族人有多麼重要，我們就可從而得知了。

原住民的飲酒文化

原住民_____（飲酒）文化內涵實意，與外界之刻板印象相去甚遠，小米在原住民部落中，是象徵財富、以及祭典專用的禮儀用品，而小米酒，乃之珍貴之物，非重要場合決不輕易飲酒，加上酒的釀造，費時費力，且皆來自原住民珍貴主食小米所製成的，若隨便浪費，則受到族人譴責，因此也只有在豐年祭和祭祀祖靈時才會飲用。

「酒在原住民的社會裡是一種唯一能喝的語言，它代表整個原住民社會的驅動、延續，並且豐富了神聖的祭典」，酒在他們的社會裡扮演著文化傳承的角色，原住民喝酒是代表同心歡樂，沒有利益目的，是很單純的人與人之間感情地交流。

早期泰雅族人喝酒前會有一個特殊的舉動，也是大家必須遵守的規矩，

他們在飲酒前會先以手灑酒以示祭神，象徵與祖先靈魂共飲之意，所以飲酒具有_____（祭祀性）。

參考資料：

台灣大百科全書 <http://taiwanpedia.culture.tw/web/content?ID=6207>

<http://tw.myblog.yahoo.com/k545@kimo.com/article?mid=346&sc=1>

《泰雅人的生活型態探源~一個泰雅人的現身說法》（黑帶·巴彥，2002，新竹縣文化局）

附錄二

小迷路 學習單 2

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____



✚ 製造小米酒原料：

1. 尖頭糯米或小米（布農語：maduh）；1 斗米
2. 發酵粉（球）（製酒專用，白色球狀）；1 斗米 2 顆
3. 冷開水（1 斗米 10 公升水要煮開）

✚ 工具：

1. 透空木臼（蒸籠）
2. 絲瓜網（絲瓜成熟後，取其纖網）
3. 蓋子
4. 鍋子
5. 篩子（tukban）
6. 小鐵臼（nusung）〔現代產品〕
7. 竹片
8. 姑婆芋葉
9. 棉被

✚ 步驟：

1. 糯米泡水，至少 4 小時
2. 燒開水放至冷卻

3. 用蒸籠將糯米蒸熱，快熟時會看見蒸氣(不要太熟爛)，一定要用柴火，因火候溫度控制是非常重要的，不過為了方便現代製酒，都用瓦斯來蒸煮
4. 將熟的糯米飯，放入篩子通風冷卻
5. 將冷水慢慢倒入糯米中，攪拌均勻，放至幾秒，使糯米吸入水份，稍乾後再放入少量的水
6. 將發酵球磨碎，均勻撒入糯米飯中攪拌，愈均勻愈好，最後在中間挖個凹洞，把剩下的發酵粉平均撒入
7. 將糯米飯裝入容器，放上竹片蓋上姑婆芋葉，再加蓋棉被，密封不透氣，此過程為「溫酒」。必須注意溫度的控制，不可太熱，否則發酵過度，變質失去其美味
8. 製造約 36 小時，即完成可食用
9. 酒渣更是美味，可加入冷開水和黑糖，加以冷藏也可與蛋混合攪拌，用火煎煮，具相當高的營養價值

參考資料：

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1306032200061>


<http://wwwh2hcomtw.pixnet.net/blog/post/11543695>

附錄三

小迷路 紀錄單

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____



 我所觀察到的原料



教師釀造過程中的發現

--



看到釀造小米酒過程的心得與感想

--

小迷路 學習單 3

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____



✚ 傳統的小米酒釀法

1. 將去殼後的小米磨成小米漿
2. 將小米漿裝在透氣的布袋，用石頭重壓瀝乾水分成膏狀
3. 將膏狀的小米，以適量條狀方式用蘆葦葉密實包紮細實，在加水的鍋中煮熟
4. 煮熟後去掉雜質
5. 製酒所需之酵母（白米麴）放在釀酒甕底
6. 將熟小米膏置於酒甕裡
7. 將糯米與其它食用植物磨成粉粒灑在最上層成為調味品
8. 以菇婆筊葉覆蓋在酒甕裡的最上層
9. 用 Lamud（一種樹葉）封口，再用石板壓蓋即完成釀的時間愈久就愈醇香

✚ 不同族群的釀酒方式

自釀酒的種類根據釀酒原料大致分為：米酒、粟酒、薯酒和黍酒、山藥酒。泰雅、邵、鄒、阿美、布農、排灣及魯凱族，都是將糯米、粟米等原料蒸熟或煮熟後，摻進一種叫「藜」的野生果實做為酵母，或者用多名婦女咀嚼而成的酒麴當酵母；而排灣族和魯凱族則是把糯米、黍搗成粉、蒸成糕扮酵母而釀酒。

✚ 詳細原料介紹

1. 米：蓬萊米或糯米
2. 菌種：
 - (1) 糖化菌可用根霉菌(*Rhizopus delemar*)、米麴菌(*Aspergillus oryzae*)或黑麴菌(*Asp. usami*)，米麴菌如圖一所示。



圖一、米麴菌培養在麩皮上的生長情形 (取自 <http://tw.myblog.yahoo.com/jw!.FycA00FBShHzVrDvhSViUEhMA--/article?mid=16&prev=17&next=14>)

- (2) 酵母菌 (*Saccharomyces peka takeda*) 或 (*Saccharomyces formosensis*)，可至中藥店或相關機構購買酒藥，即同時含有上述混合菌種。純酵母菌粉如圖二所示。



圖二、培養之純酵母菌粉 (取自

<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!.FycA00FBShHzVrDvhSViUEhma--/article?mid=16&prev=17&next=14>)

參考資料：

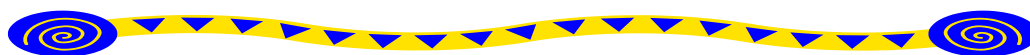
http://www.monascus.com.tw/News_show.php?id=74&typeid=9

<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!gfF5gRmaQE5oQtPhRc1MyCLDsQ--/article?mid=2348>

附錄五

小迷路 學習單 4

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____



✚ 發酵原理及現象

發酵食品之製造均仰賴**微生物**，微生物被接入原料中，在其生長過程會產生所需酵素，**將有機物分解**變為人類生活上有益物質的過程稱之**發酵**；所以實際催化此代謝活動進行者乃微生物所產生的酵素。

在微生物發酵過程中依據**是否須要氧氣**可分為好氣性發酵及嫌氣性發酵。如黴菌培養及醋酸發酵均屬好氣性發酵；酒精發酵及乳酸發酵為嫌氣性發酵。而根據**原料型態及裝置的不同**也可分為固態發酵與液態發酵，固態發酵如米飯及高粱的發酵，因原料的含水量較少，雜菌污染的承受度較高，適宜開放空間的培養，如黴菌培養；液態發酵則因含水量高，微生物生長速度快，容易污染，故常採用密閉式培養，如發酵過程需要氧氣，再通入無菌空氣。

Q：想想看，我們這次介紹的小米酒，是哪一種發酵方式呢？

發酵食品製造過程一般為：

原料處理 → 蒸煮 → 接入微生物 → 製麴 → 發酵 → 成品

其中重要過程解釋如下：

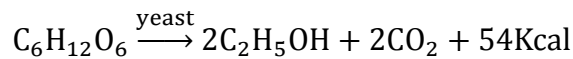
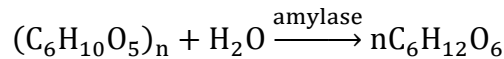
1. 蒸煮：熟化除有利於微生物分解利用外，可殺死原料中微生物，減少污染可能。
2. 蒸煮後的原料經冷卻後立即接種微生物，在數量上可形成優勢菌種，使

發酵朝我們預期的方向走，接種量為原料重的 0.5 ~ 10%。

3. 製麴名詞較適用於黴菌的培養，意為使微生物繁殖，增加工作者數量，同時在繁殖過程會產生特有酵素，以催化代謝作用的進行。
4. 當微生物繁殖到一定數量，酵素也產生了，再以最適當的型態來進行發酵，如需不需要加入水、瓶口需不需要密封等，這段期間，酵素進行著化學變化，例如將澱粉分解為醣類，將蛋白質分解為氨基酸，進行酒精發酵，進行醋酸發酵等，所須時間長短不一。

釀酒原理

不論是米酒或高粱酒，都是屬於澱粉質為原料生產所得，因為酵母不能直接利用澱粉來轉化成酒精，所以在蒸米後需先培養黴菌，利用其糖化酵素將澱粉水解為糖類後，酵母菌再進行酒精發酵，最後經蒸餾、熟成而得的蒸餾酒。



製造流程解析

1. 民間傳統利用酒麴來生產米酒之流程：
蒸米 → 冷卻 → 接酒麴 → 下缸中 → 心作孔 → 培養約一週 → 加冷開水發酵 → 10~14 天 → 蒸餾 → 米酒
2. 單一菌種生產米酒之流程：
蒸米 → 冷卻 → 接麴菌 → 均勻拌麴 → 培養 2~3 天 → 接酵母菌 → 加冷開水發酵 12~14 天 → 蒸餾 → 米酒
3. 各流程介紹：
 - (1) 蒸米：米洗淨，浸水 3~5 小時後瀝水 5 分鐘，蒸米至熟，中間可開蓋灑水一次。
 - (2) 拌麴：溫度低於 38°C 時接入酒麴，量約 0.3~0.5% (對生米量)，充分攪拌混合均勻。
 - (3) 放在培養盤上，蓋上蓋子或乾淨的布，此目的為維持濕度，因黴菌孢子長菌絲須維持 90% 以上的相對濕度。在黴菌生長期間，會產生糖化酵素而將澱粉分解為單雙糖，這過程稱為製麴，製麴過程要注意溫度的升高，適時攪拌及散熱是相當重要的。糖化後酵母菌

才開始利用這些糖類生長。米麴製造如圖三所示。



圖三、米麴菌在米飯上的生長情形，培養至生成白色菌絲即可（取自 <http://tw.myblog.yahoo.com/jw!.FycA00FBShHzVrDvhSViUEhma--/article?mid=16&prev=17&next=14>）

- (4) 加水的方法：一般而言，民間釀酒業者的加水量是2~2.5倍（對原料米），但若以達到相同的10%酒精度而言，如加水量能達3倍以上，則產率相對提高，但加水時須注意，要分批加入，才能儘速提高酒精度來抑制雜菌生長。



圖四、米麴加水後的發酵情形（取自 <http://tw.myblog.yahoo.com/jw!.FycA00FBShHzVrDvhSViUEhma--/articl>）

e?mid=16&prev=17&next=14)

- (5) 蒸餾原理：酒醪加熱沸騰時，沸點低的酒精會先變成蒸氣，該蒸氣再予冷卻時就會變成液體，如此經由溫度控制把酒精從發酵液中分離出來的操作。



圖五、米酒蒸餾機 (取自
<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!.FycA00FBShHzVrDvhSViUEhMA--/article?mid=16&prev=17&next=14>)

參考資料：

釀造之家

<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!.FycA00FBShHzVrDvhSViUEhMA--/article?mid=11&sc=1>

附錄六

小迷路 學習單 5

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____

✚ 發酵微生物種類

微生物的種類雖包括細菌、黴菌、酵母菌、原生動物、藻類及病毒等，在發酵食品的製造上，仍以細菌、黴菌及酵母菌使用機會最多。

1. 發酵使用微生物的形式

發酵食品的製造，有些緊需單一菌種即可完成，有些需兩種或兩種以上之微生物共同作用，甚至有些是複雜微生物生態系所共同完成者，或不同步驟採用不同的微生物之產品，下列為發酵食品所使用的微生物：

- (1) 單用酵母菌之發酵食品：各種水果酒
- (2) 單用細菌之發酵食品：納豆、優酪乳、味精
- (3) 單用黴菌之發酵食品：豆腐乳、味噌、紅糟
- (4) 併用黴菌與酵母菌之發酵食品：各種穀類酒
- (5) 併用酵母菌與細菌之發酵食品：水果醋
- (6) 併用黴菌、酵母菌與細菌之發酵食品：穀類醋、醬油
- (7) 複雜微生物生態系：高粱酒

2. 發酵工業中利用微生物生產特定產品之實例如下：

- (1) 米麴菌用於醬油及味噌製造，穀類酒糖化
- (2) 酵母菌用於酒精及麵包製造
- (3) 乳酸菌用於乳酸飲料及乾酪製造，蔬菜的醃漬
- (4) 棒狀桿菌用於味精製造
- (5) 紅麴菌用於紅糟製造
- (6) 毛黴菌用於豆腐乳製造
- (7) 醋酸菌用於食醋製造

3. 茲整理其特性如下：

(1) 細菌：

屬於單細胞原核生物，菌體大小介於 0.2~5 微米之間，菌體較小，必須以 1000 倍顯微鏡觀察，通常行無性分裂生殖，其繁殖最為迅速，環境適宜時，每 20~30 分鐘能分裂一次，故短時間之內即可形成龐大的群體。細菌的種類眾多，特性差異極大，可歸類為：

- 對氣體需求不同：有好氣性細菌，如醋酸菌，及嫌氣性細菌，如乳酸菌，也有兼性嫌氣性細菌，如麩胺酸生產菌。
- 生長溫度不同：可分為嗜低溫菌，如發光細菌，為低溫下致使食品腐敗的一群微生物；嗜中溫菌，如醋酸菌，大部分的病原菌；嗜高溫菌，如硫磺細菌、戴氏乳酸桿菌。
- 會生成孢子：當環境改變時，於菌體內所形成的休眠個體稱為內生孢子，以抵抗惡劣環境，並維持生命，待環境適宜時能再度萌芽產生新的營養細胞。細菌孢子的特性是耐熱性極高，因此食品工業上常依孢子的有無作為殺菌的指標。

(2) 酵母菌：

是一群主要以無性出芽生殖為主的單細胞真核微生物，與黴菌、蕈類在分類上同屬真菌類，形狀以球形或橢圓形為多，較細菌

為大，黴菌為小，一般以 300~600 倍顯微鏡即可清楚觀察，最重要用途為酒精發酵與麵包製作。其特性為：

- 對氣體需求：大部分為兼性嫌氣性菌，在氧氣存在下行呼吸作用，氧化糖類產生能量，在缺氧環境下則行發酵作用產生酒精，在食品製造上常引起污染的產膜酵母則屬於好氣性菌。
- 會生成孢子：除抵抗惡劣環境外，因可生成 2~8 個子囊孢子，同時具有增殖的目的，但酵母孢子並不耐熱。

(3) 黴菌：

為多細胞真核微生物，是一群能形成可見菌絲與孢子但不產生巨大子實體的絲狀菌，在形態上，主要分為菌絲體與子實體兩部分，菌絲體由無數的菌絲聚集而成，菌絲為細長的分枝管，內含多核的細胞質，主司菌體營養成分的吸收，子實體則為菌絲特化的器官，能於頂端產生孢子，擔任繁殖的任務。食品加工可用於醬油、味噌的生產及穀類酒的糖化。其特性為：

- 對氣體需求：皆為好氣性菌。
- 會生成孢子：主要功能為繁殖，黴菌繁殖時先生成白色菌絲，再依據不同的菌生成五顏六色的孢子。
- 大部分皆具分泌澱粉酶及蛋白質酶的能力，是食品加工上重要的糖化菌。

(4) 再將這三者作一整理比較：

- 生長速度：細菌最快，酵母菌次之，黴菌最慢。
- 生長的 pH 值：一般細菌適合生長的 pH 值為 6.5~7.5，pH 值小於 5 或高於 9 其生長將受到阻礙；至於黴菌與酵母菌，其最適生長的 pH 值較細菌為低，約在 5~6 之間，黴菌更能耐強酸。因此酸性食品容易被黴菌與酵母污染，而中性與鹼性食品易受細菌的腐敗。
- 最適生長水活性 (A_w)：細菌為 0.90，酵母菌為 0.88，黴菌為 0.80，所以黴菌最適合於較乾燥環境中生長。

 其他相關知識

1. 米的選擇：以蓬萊白米為最好選擇，原液酒精度可達 17~19%，要使用精白米，不可使用糙米，因糙米中油脂含量仍高，在發酵過程中會氧化產生油耗味，蒸餾時也因大量的油脂一起蒸出而影響風味及產生混濁度。
2. 蒸米的水含量：蒸米的含水量高低直接影響到製麴時麴菌生長的好壞。如上之米浸漬法，蒸熟後水分約 35~40%之間是最為理想的(我們所吃的飯含水率約 60%左右)，才能使米飯各自散開，增加發麴時的透氣性，而水分不足，在製麴時米粒表層變硬，菌絲不易深入，使風味不夠厚重，或是造成麴菌生長緩慢或停止，使糖化力不夠。

3. 發酵：是釀造過程中產生酒精的最主要環節，成敗的關鍵。因酵母菌是兼性嫌氣性菌（有氧環境及無氧環境都能生長），在有氧的環境下以菌體增殖為主，無氧的環境下進行酒精發酵，故發酵前三天早晚各攪拌一次，提供氧氣，才有足夠的酵母菌做強勢發酵，爾後應緊閉，一方面有利酒精發酵，另一方面可防止醋酸菌的生長。
4. 溫控：無論是水果釀造酒或蒸餾酒，再較低溫度發酵所得成品的口感和風味都比較高溫發酵來得好，行酒精發酵時每莫耳的葡萄糖會產生 54 大卡的熱量，使品溫上升，如果熱量無法有效移除，會有發酵品溫過高，引起酵母菌死亡，而造成發酵停止的危險，所以發酵的過程也如同製麵需要做溫控才能確保穩定的品質，27°C 是建議的發酵溫度。
5. 蒸餾：一般而言，蒸餾速度慢則酒味越厚重，雜味越少。甲醇的沸點為 64.6°C，乙醇的沸點為 78.4°C，所以剛餾出來的液體中可能含有甲醇成分（水果蒸餾酒含有甲醇，而米酒幾乎不含甲醇），或溶解上一次蒸餾殘餘在管壁的酒尾的氣味，所以不收集或混入下一批再蒸餾，一般以收集酒心為主，此段酒精度至少在 35% 以上。酒尾因含有雜醇油及高級脂肪酸酯類（油脂），前者是造成喝酒頭痛、宿醉之主因；後者是造成混濁之主因，所以酒尾另行收集混入下一批再蒸餾。如何判定不收集呢？可在蒸餾器上設溫度計，當溫度升高至 90°C（暫定）時，則不再蒸餾。酒尾部分，酒中的油脂伴隨酒液餾出，造成混濁；同時高沸點的雜醇、不良氣味的醛類物質、酸味物質、焦味也會伴隨出來，所以收酒一定要區隔酒心和酒尾，酒尾可以另外收集混入下一批的酒醪再次蒸餾。
6. 高濃度蒸餾酒稀釋後變混濁之原因：酒精可溶解高級脂肪酸酯類（油脂），但水不可以，酒精度所佔比例越高時，酯類溶解越多，但加水使酒精度所佔比例下降後，酯類便會析出形成混濁，這就是為什麼高粱酒一稀釋就產生混濁的原因。
7. 澄清的方法：
 - (1) 活性碳、樹脂吸附：利用活性碳或極性的樹脂去吸附油脂使酒液澄清，此法成本較低，但活性碳容易吸附香氣，用樹脂則成品容易夾雜樹脂味，而且樹脂再生用到強鹼一般民眾不易控制，這二者處理後的澄清度也不高，最好能配合冷凍一起進行。
 - (2) 冷凍過濾：把酒液放入 0~5°C 的環境下約 24 小時後，油脂會以結晶的方式析出，再通過約 3 μm 濾布，幾乎可以拿走大部分的油脂，此法是目前最有效的澄清技術，缺點是成本太高。
8. 蒸餾酒濃度的測定方法：取 100ml 發酵液放入蒸餾瓶中，進行蒸餾，於 20~30 分鐘之間約可得 60~70 ml 蒸餾液，此蒸餾液加水至總容積為 100 ml，充分振盪後使用酒精計測定讀取度數，查表換算為 15°C 時的 % (V/V)。校正速算法為：實際酒精度在 30~50% 之間的蒸餾酒，在溫

度 15~ 30℃之間，每上升 1℃，酒精度約下降 0.4%左右，例如在 25℃量到酒精度 38%，換算回去實際值為： $【38 - (25 - 15) \times 0.4】 = 34.0\%$ （標準值為 33.9%），這樣誤差值就可以下降很多。

熟陳：新酒的口感比較辛辣，必經過熟陳這個階段才可改善，同時熟陳也賦與酒一些微妙的香氣變化，所以陳年的酒價格不菲，但熟陳往往須要很長的時間，對於業者而言是一個很重要的資金囤積，也須要很大的佔地空間，所以加速熟陳以縮短時間一直都為業者想突破的關鍵。

參考資料：

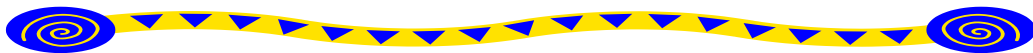
釀造之家

<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!.FycA00FBShHzVrDvhSViUEhmA--/article?mid=11&sc=1>

附錄七



小迷路 紀錄單 2

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____



✚ 我所觀察到的酒類樣本

--	--

 各樣本中所含的酒精濃度					
酒類樣本					
酒精濃度					
 自己量測酒精濃度的心得與感想					

七、參考資料

1. 《泰雅人的生活型態探源~一個泰雅人的現身說法》(黑帶•巴彥, 2002, 新竹縣文化局)
2. 《小米酒的故鄉》(林建成著, 晨星出版社)
3. 釀造之家
<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!.FycA00FBSHzVrDvhSViUEhmaA--/article?mid=11&sc=1>
4. <http://www.iq-180.com.tw/p8-1.htm>
5. http://www.tenpin.com.tw/ec99/ShowGoods.asp?category_id=216&parent_id=184
6. <http://student.ncyu.edu.tw/~club0028/alcohol.html>