

糖源對精釀啤酒品質與喜好性之影響

黃勁予 石正中*

國立宜蘭大學園藝學系

摘要

本研究以維也納(Vienna)麥芽、卡斯卡特(Cascade)啤酒花、與拉格酵母(Lager yeast, Fermentis S-23)釀製啤酒，在 15°C 一次發酵 24 天後，分別添加蔗糖、百花蜜與龍眼蜜，接著在瓶內發酵 30 天。不同發酵糖源經瓶內發酵，結果以蔗糖添加的啤酒透光率較高，色澤之 L*值、a*值、與 b*值均較高，且泡沫持續時間最長，而龍眼蜜添加者次之，百花蜜添加者最低。分析瓶內發酵第 30 天之蔗糖、龍眼蜜及添加百花蜜者乙醇含量，分別為 5.9、6.0 和 6.2%。官能品評分析中，龍眼蜜添加者在瓶內發酵第 12 天的色澤、氣泡、口感與總平均指數中分數最高，而百花蜜添加者則在瓶內發酵第 30 天之苦味、風味、整體分數與總平均指數中分數最高，且兩蜂蜜添加者之官能品評分數皆高於蔗糖添加者。

關鍵詞：透光率、蜂蜜、泡沫持續性、瓶內發酵

*通訊作者。E-mail: jcyiu@niu.edu.tw. 本文為第一作者之部分碩士論文。

Effect of Priming Sugar Source on the Quality and Preference of Craft Beer

Xavier Huang Jeng-Jung Shyr*

Department of Horticulture, National Ilan University

Abstract

Beer made from Vienna malt, Cascade hop and Fermentis S-23 lager yeast at 15 °C for 24 days, was added sucrose, multiflora honey and longan honey respectively for secondary fermentation in bottle. Beer added sucrose had higher transmittance, L* value, a* value, and b* value. Beer added sucrose also showed the longest retention time of beer head and beer added multiflora honey had the shortest retention time of beer head. After bottle conditioned stage, the alcohol content in beer added sucrose, longan honey, and multiflora honey was 5.9, 6.0, and 5.9 %, respectively. Beer added longan honey had the best color, retention time of beer head, taste as well as total average score on day 12th of bottle conditioned stage by sensory results. Beer added multiflora honey showed the best results on bitterness, flavor, overall score and total average score. The sensory evaluation scores of beer added honey were higher than the beer added sucrose.

Keywords: transmittance, honey, head retention, bottle conditioning

Corresponding author. E-mail: jjshyr@niu.edu.tw. This paper is a part of Master thesis of the first author.

前 言

啤酒是由水、麥芽和啤酒花經酵母發酵而成的。大麥芽是眾多麥芽當中應用最多、最廣泛的，但其它如小麥、稻、玉米、燕麥和黑麥等也廣泛應用在啤酒釀造上。大麥經由浸泡、發芽、去水烘乾、去根、烘烤等加工流程之後，釀造啤酒之前，麥芽需要經過輾麥程序，輾好後加入水中，利用麥芽中含有的天然酵素，將麥子內的澱粉轉成糖類，因為糖類的不同及含量高低，影響最後製成啤酒的風味與酒精度(Palmer, 2006)。

皮爾森拉格啤酒發明之後，因為其特性，淡色、爽口，泡沫性，品質穩定，所以大部分的大廠像是百威、青島、台啤等廠商釀造生產的都是這一類型的啤酒。有些廠商為了節省成本或是穩定市場的物價，會添加麥類以外的輔料，比如百威會添加玉米，台啤會添加米，以增加澱粉的同時，可以提高酒體的糖度，另外商業啤酒釀造啤酒時，啤酒花的添加量亦相對較精釀啤酒少，大部分商業啤酒在國際苦味度單位(International Bittering Units ,IBUs)30 以下，整個釀造過程時間非常一致，品質也因為經過巴斯德殺菌，所以可以保存較久，產量較大，這類的啤酒就稱為商業啤酒。美國釀酒者協會對精釀啤酒(Craft beer)的定義是：少量、獨立、傳統。一般年產量少於 600 萬桶，酒廠 75% 以上的所有權屬於釀酒師，但這定義並不全面(Dredge, 2009)，大部分的精釀酒廠都小於

商業酒廠。精釀啤酒大部分是生啤酒，但也有可能過濾掉酵母或經過巴斯德滅菌製成熟啤酒，不同於大規模釀造且較無特色的商業啤酒類型的啤酒。

啤酒於二次發酵時添加發酵糖，除增加碳源以提供酵母代謝以產生二氧化碳，同時也因為不同糖源風味不同而增加啤酒之差異性。一般糖類分為兩大類，可發酵糖可以被酵母利用，用來產生二氧化碳與酒精的糖類，如蔗糖、麥芽糖、葡萄糖、果糖和半乳糖等，蔗糖相較玉米葡萄糖可生成較多的二氧化碳，酵母從單糖(葡萄糖、果糖、半乳糖)開始利用完後再開始利用雙糖(蔗糖、麥芽糖)，最後才會利用三糖(麥芽三糖)，因此不同糖源添加會影響酵母發酵速率，雖然酵母可以快速利用單糖，在瓶中發酵時加快二氧化碳的產生速度，但如果大量的使用在主發酵階段，酵母利用太多的單糖後，酵母對雙糖或三糖利用率降低，容易造成發酵不完全、殘糖量偏高；不可發酵糖如焦糖可增加風味、乳糖可增加甜味、及糊精等可增加酒體。白蔗糖、紅糖、蜂蜜、糖蜜、與楓糖也經常添加作為發酵糖源。顏色較深的糖會讓啤酒增加回味(aftertaste)，同時也更適合濃度較高的顏色較深的啤酒。雖然許多釀酒者也使用乾麥芽精釀酒，但是像玉米葡萄糖或者蔗糖這樣的單糖卻還是使用最多(Palmer, 2006)。近年來啤酒市場上興起不同口味啤酒之趨勢以滿足消費者不同之味蕾，如葡萄、蘋果、與檸檬等風味之水果口味啤酒，廣受一般消費大眾喜愛。蜂蜜啤酒以商業啤酒和精釀啤酒的製程區分，目前國內市面上可以看到的商業啤酒公司有台灣啤酒與威士比公司兩家公司出的蜂蜜啤酒。台灣啤酒公司的蜂蜜啤酒原料有大麥芽、蓬萊米、龍眼蜂蜜、啤酒花、蔗糖、蜂蜜香料、檸檬酸，酒精度 4.5%。威士比公司出的蜂蜜啤酒原料與台灣啤酒公司的類似，為水，大麥芽、果糖、白米、龍眼蜂蜜、啤酒花、蜂蜜香料，酒精度 3.5%。精釀蜂蜜啤酒以金色三麥的現釀蜂蜜啤酒，成分為蜂蜜、水、大麥芽、啤酒酵母、啤酒花與釀造用水，酒精 4.5%，較為普遍。

台灣啤酒和威士比公司出的蜂蜜啤酒，都有加米來增加澱粉，以酵素法或阿米諾法產生更多的糖類，可以在減少麥芽的使用量的同時，增加整體的酒精度，並且有額外再添加蔗糖或果糖，與蜂蜜香料，經過巴斯德滅菌或過濾掉酵母的方式延長保存期限。金色三麥公司出的現釀蜂蜜啤酒，成分沒有額外添加其他糖類與蜂蜜香精，且保存期限短暫，沒有經過加熱殺菌，價格相對較高，但因其品質與風味相對較佳，很受消費者肯定。

台灣地區一般酒莊規模不大，近年來由於消費者對啤酒品質需求日增，精釀啤酒漸漸興起，而小型酒莊非常適合開發生產具有特色之精釀啤酒，以高品質與稀有性提升產品價值，創造利潤。由於消費者對蜂蜜啤酒之接受性佳，然蜂蜜因蜜源植物不同而風味

迥異，本實驗目的希冀比較這糖與不同風味蜂蜜為發酵糖源釀造之啤酒間官能上之差異，建立啤酒之生產模組，以期可以幫助農民與農村酒莊開發出更多新的產品，使啤酒產業在台灣未來發展更加多元。

材料與方法

一、材料

1.大麥芽

本試驗採用維也納(Vienna)大麥芽，為二稜麥，產地比利時，以 85~90 °C 輕度烘乾製成，4~7 EBC/ 2.1~3.2 Lovibond。(Belgium Castle Malting，購於台北錦池自釀啤酒材料行)，大麥芽由錦池自釀啤酒材料行碾好麥後，寄至實驗室貯藏於 5 °C 備用。

2.啤酒花

卡斯卡特(Cascade)啤酒花，產地美國， α 酸含量 4.5~7 %， β 酸含量 4.5~7 %。(購於台北錦池自釀啤酒材料行)

3.酵母

拉格酵母(lager yeast)：Fermentis Saflager S-23 (Marcq en Baroeul, France)酵母，發酵溫度適合 9~22 °C，建議溫度 12~15 °C。

4.水

宜蘭大學的自來水，經由賀眾牌飲水機(UR-313AS，冰溫熱程控殺菌純水飲水機)過濾煮沸處理後使用。

5.發酵糖

(1)蔗糖：台糖精緻特砂。

(2)百花蜜：國立宜蘭大學蜜蜂與生技產品開發中心。

(3)龍眼蜜：國立宜蘭大學蜜蜂與生技產品開發中心。

二、方法

1.糖化方法(製備麥汁)

10 L 的水置於不鏽鋼鍋中加熱，水溫到達 45°C 時將碾好的大麥芽 2 kg 放入水中，加熱至 55°C 之後維持 20 min，然後再加熱到 62~65°C 維持 50 min 進行糖化作用，糖度到達 10~14°Brix 後就繼續加熱至 72°C 維持 10 min，並以 1 mm 孔徑濾網將麥芽撈出後丟棄，汁液繼續加熱到 78°C，之後趁熱使用不鏽鋼漏斗合併 0.5 mm 孔徑豆漿袋過濾麥渣分離出麥汁。

2.添加啤酒花

將過濾好的麥汁加熱沸騰 100 min 後，加入 8 g 卡斯卡特啤酒花，持續加熱於 120 min 時趁熱使用 1 mm 孔徑濾網過濾啤酒花的粗渣並以不鏽鋼漏斗與 0.5 mm 孔徑豆漿袋過濾掉細渣，之後秤重並以 100 °C 熱水添加致至總重為 8 kg。

3.一次發酵

8 kg 的熱麥汁，先裝出 500 mL 的熱麥汁到殺菌過的玻璃瓶內，蓋上塑膠蓋以隔水降溫的方式，約 15 min 使玻璃瓶內的麥汁降到 30°C，投入 5 g 的酵母預活化，並將剩餘 7.5 L 的麥汁使用不鏽鋼蛇管冷卻到 30°C，將已預活化的 500 mL 麥汁與酵母，等待 10 min 裝入發酵桶內，於 15 °C 冷藏庫進行一次發酵 24 天。

4.瓶內發酵

一次發酵 24 天後，發酵桶與發酵液秤重後，計算提高麥汁 1%的蔗糖重量，先將添加的蔗糖或蜂蜜與水加熱到 100°C，煮沸 10 秒之後冷卻降溫到 30°C，將糖水加入麥汁中攪拌均勻，等待發酵桶內發酵液重新沉澱後開始裝瓶，裝瓶約裝到瓶頸交接處，之後瓶蓋編號並使用壓瓶蓋器封蓋後於 15 °C 貯藏庫進行瓶內發酵 30 天。

三、分析項目與方法

1.比重

使用比重計範圍0.990~1.120，取樣100 mL，以超音波震盪儀脫氣後回溫至25 °C測定3次，每處理3瓶各測定3次。

2.色澤分析

以色差儀(ZE-2000, Nippon Denshoku,Japan)於一次發酵時每處理測定 3 次；瓶內發酵裝瓶後，每處理 3 瓶各取樣 3 次，測定 $L^* a^* b^*$ 。

3.酵母發酵率(Attenuation)

瓶內發酵裝瓶後，每處理 3 瓶各測定 3 次的啤酒比重做計算酵母發酵率，單位為% (Palmer, 2006)。

計算公式：

$$\text{Attenuation (\%)} = (\text{OG}-\text{FG})/(\text{OG}-1) \times 100$$

OG：原麥汁比重(Original gravity)

FG：麥汁最終比重(Final gravity)

4.柏拉圖度

瓶內發酵裝瓶後，每處理 3 瓶各測定 3 次的啤酒比重做計算柏拉圖度，單位為°Plato (Palmer, 2006)。

計算公式： $(\text{比重} - 1) \times 250$ 。

5.乙醇體積(Alcohol By Volume, ABV)

瓶內發酵裝瓶後，每處理 3 瓶各測定 3 次的啤酒比重做計算乙醇體積，單位為 mL/100 mL (Palmer, 2006)。

計算公式： $(\text{OG} - \text{FG}) \times 131.25$

OG：原麥汁比重(Original gravity)

FG：麥汁最終比重(Final gravity)

6.糖類

依照水果及蔬菜汁飲料檢驗法—糖類之測定(HPLC 法CNS12634N6223)方法修改後使用，樣品以超音波震盪儀脫氣後回溫至25 °C測定，每處理取樣3瓶各測定3次，單位為mg/100 g。

(1)標準品檢量線方法

溶液皆使用 50%乙醇(Sigma-Aldrich, USA)與去離子水(MILLIPORE 導電度 18.2MΩ.cm)，製備混合木糖(Sigma-Aldrich,USA)10 mg/100 g(內標)其他三種糖；果糖(Sigma-Aldrich, USA)、葡萄糖(Sigma-Aldrich, USA)與蔗糖(Sigma-Aldrich, USA)分別為 30 mg/100 g、700 mg/100 g、1500 mg/100 g 之三種濃度標準液，取 30 μL 標準液以 HPLC(Jasco, LG-1580, Japan)測定，管柱溫度 45°C，流速 1 mL/min，移動相(乙腈：去離子水= 8:2)，經由 RI 偵測器(Micromeritics 771, USA)，再以 Excel(office 2007)計算並繪製標準品檢量線。

(2)樣品分析與計算

取樣品液依蔗糖含量決定稀釋比例，範圍在檢量線內，以混合 50 %乙醇水溶液均勻稀釋後，以離心機(Hettich EBS 3S,Germany)離心 15 min (6000 U/min)，取澄清液用濾膜(Chromafil Xtra,300.2 μm, Germany)過濾後裝於微量離心管留待分析。分析條件與標準液相同，對照檢量線面積，換算濃度依稀釋倍率後乘回得到原始樣品糖類濃度。

7.泡沫持續性

參考董(2008)的方法，可林杯高 15cm，直徑 6cm (Ocean, Thailand)，架子高 17 cm，以杯上 2 cm 處倒入啤酒，觀察樣品倒入後泡沫初始至消失的時間，拍照並記錄泡沫的色澤和粗細。

8.酒液透光率

使用分光光度計(CT-2800, ChromTech, Singapore)測量樣品穿透率，樣品以超音波震

盪儀脫氣後回溫至 25 °C 測定，每處理取樣 3 瓶各測定 3 次，單位為%，以蒸餾水為對照組，於波長 650 nm 測定。

9.官能品評

瓶內發酵裝瓶後開始官能品評，每 6 天進行一次，直到瓶內發酵 30 天，每處理以宜蘭大學園藝系有喝啤酒經驗的研究生 10 名，進行嗜好性官能品評，分別有色澤、氣泡、香氣、口感、苦味、與整體等項目，每個分析項目分別 1~7 分；1 分(非常差)、2 分(很差)、3 分(差)、4 分(普通)、5 分(好)、6 分(很好)、7 分(非常好)。

10.統計分析

以 SAS (Statistical Analysis System) 8.1 套裝軟體進行 ANOVA 單因子變方分析，再以 Fisher 的最小顯著差異法 (Fisher's Least Significant Difference, LSD)統計分析做比較，並以 Microsoft office 2007，進行圖表製作。

結果與討論

一、添加不同發酵糖瓶內發酵對啤酒透光率與色澤之影響

1.不同處理組對啤酒透光率之影響

比較各處理組瓶內發酵 30 天之透光率(表 1)，在瓶內發酵 6~30 天，相同發酵天數，不同處理皆以添加蔗糖發酵者透光率最高，添加龍眼蜜者次之，添加百花蜜者最低，並且差異顯著。此外各處理組在瓶內發酵所有天數中第 6 天之酒液其透光率皆為最高值，添加蔗糖者為 47.0%、添加龍眼蜜者為 42.4%、添加百花蜜者為 32.1%。在瓶內發酵第 30 天，各處理組透光率皆為最低值，添加蔗糖者為 7.7 %、添加龍眼蜜者為 6.5%，添加百花蜜者為 4.3%。造成龍眼蜜與百花蜜處理組透光率皆低於對照組的原因，可能是因

表 1 不同處理對 15°C 瓶內發酵蜂蜜啤酒的透光率(%)之影響

Table 1 Changes of transmittance(%) of honey beer during bottle conditioned at 15°C

Priming sugar	Bottle conditioned time (day)					
	0	6	12	18	24	30
Sucrose	12.2 ^b	47.0 ^a	32.8 ^a	12.4 ^a	16.3 ^a	7.7 ^a
Multiflora honey	10.1 ^c	32.1 ^c	6.8 ^c	10.1 ^c	7.5 ^c	4.3 ^c
Longan honey	13.7 ^a	42.4 ^b	13.1 ^b	11.8 ^b	9.9 ^b	6.5 ^b

Means with different letters within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Fisher's protected LSD test.

為蜂蜜中含有許多成分，其中會造成酒體混濁的有蛋白質，胺基酸等，Siebert 等(1996)指出，由啤酒、葡萄酒與蘋果汁等研究中發現，造成汁液混濁主要原因是原料物中的混濁蛋白質(haze-active protein)與混濁多酚(haze-active polyphenol)相互結合所生成，而對照組則只有添加純度高達 99.9%蔗糖的台糖特級砂糖，較無上述之影響，故透光率較高。另美國農業部(USDA)將蜂蜜色澤分成 7 種，分別是水白(water white)，特白(extra white)，白(white)，特淡琥珀(extra light amber)，淡琥珀(light amber)，琥珀(amber)與深琥珀(dark amber)(USDA Agricultural Marketing Service, 1985)，本實驗所採用之龍眼蜜與百花蜜色澤均屬於較深色之淡琥珀與琥珀色，因此在添加入啤酒後，恐因本身色澤造成啤酒透光率下降之另一原因。

2.不同處理組對啤酒色差值與色澤之影響

比較不同發酵糖在瓶內發酵階段的顏色變化，各處理組在瓶內發酵 0~30 天酒液之 L*值(表 2)，在第 0 天 L*值範圍在 33.2~38.0，在第 6 天時各處理組皆 L*值最高，亮度升高到 69.7~76.8 之間，並在第 12 天有下降趨勢，L*值範圍在 33.8~67.8 之間。在瓶內發酵 0~30 天各處理 L*值在第 6 天為添加蔗糖者 76.8，第 12 天為添加蔗糖者 67.8，第 18 天為添加龍眼蜜者 41.1，第 24 天為添加蔗糖者 52.8，第 30 天為添加蔗糖者 34.9，除第 18 天外均以添加蔗糖者明亮度最高，並且與其他在相同瓶內發酵天數的處理組差異顯著，龍眼蜜與百花蜜本身較暗之色澤應是造成明亮度較低之原因之一。

表 2 不同處理對 15°C 瓶內發酵蜂蜜啤酒色澤之影響

Table 2 Changes of color of honey beer during bottle conditioned at 15°C

Priming sugar	Bottle conditioned time(day)																	
	0			6			12			18			24			30		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Sucrose	36.6 ^b	3.7 ^a	31.2 ^a	76.8 ^a	2.4 ^a	48.9 ^a	67.8 ^a	2.8 ^a	45.1 ^a	36.3 ^b	3.4 ^a	30.3 ^a	52.8 ^a	3.6 ^a	38.3 ^a	34.9 ^a	3.9 ^a	30.6 ^a
Multiflora honey	33.2 ^c	2.4 ^b	26.1 ^c	69.7 ^c	1.3 ^b	39.1 ^c	33.8 ^c	2.4 ^b	25.5 ^c	38.1 ^b	2.5 ^b	27.4 ^c	30.8 ^c	2.4 ^c	25.3 ^c	21.2 ^c	2.9 ^c	21.5 ^c
Longan honey	38.0 ^a	2.5 ^b	28.2 ^b	75.0 ^b	1.2 ^c	40.6 ^b	42.9 ^b	2.2 ^b	28.9 ^b	41.1 ^a	2.5 ^b	28.5 ^b	36.2 ^b	2.7 ^b	27.2 ^b	32.6 ^b	3.1 ^b	25.9 ^b

Means with different letters within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Fisher's protected LSD test

各處理組在瓶內發酵 0~30 天酒液之 a*值(表 2)，在瓶內發酵階段，皆以添加蔗糖者高於百花蜜與龍眼蜜處理組，顏色較紅，差異顯著。各處理組在瓶內發酵 0~30 天酒液之 b*值(表 2)，在相同瓶內發酵天數，不同處理組，以添加蔗糖者 b*值最高顏色最黃，其次為添加龍眼蜜者，最低為添加百花蜜者，差異顯著。

二、添加不同發酵糖瓶內發酵對啤酒比重與泡沫持續之影響

1.不同處理組對啤酒比重之影響

瓶內發酵 30 天各處理組之比重如表 3，結果顯示，瓶內發酵 0~30 天的比重變化，各處理組皆隨著瓶內發酵時間增加，而比重跟著下降，在裝瓶時比重各處理組皆為 1.013，到了瓶內發酵第 6 天，各處理組之比重為 1.009~1.010，而瓶內發酵第 30 天時，各處理組之比重範圍在 1.007~1.008 之間。

表 3 不同處理對 15°C 瓶內發酵蜂蜜啤酒的比重之影響

Table 3 Changes of honey beer specific gravity during bottle conditioned at 15°C

Priming sugar	Bottle conditioned time (day)					
	0	6	12	18	24	30
Sucrose	1.013 ^a	1.009 ^b	1.008 ^b	1.008 ^a	1.008 ^a	1.007 ^b
Multiflora honey	1.013 ^a	1.010 ^a	1.009 ^a	1.008 ^a	1.007 ^b	1.007 ^b
Longan honey	1.013 ^a	1.010 ^a	1.008 ^b	1.008 ^a	1.008 ^a	1.008 ^a

Means with different letters within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Fisher's protected LSD test.

2. 添加不同發酵糖瓶內發酵對啤酒泡沫持續時間之影響

將開始瓶內發酵之各處理啤酒，分別在 0~30 天倒出於特製之泡沫紀錄器，以碼表計時觀察泡沫之持續時間，以分析不同處理對 15°C 瓶內發酵蜂蜜啤酒的氣泡持續時間之影響。結果顯示，在瓶內發酵第 6~30 天，以添加蔗糖者泡沫持續時間最長，並且與其他蜂蜜處理組差異顯著，各處理皆以第 6 天泡沫持續時間最長，隨著時間的增加，泡沫持續時間跟著下降，到瓶內發酵 24 天各處理組都有相同之趨勢。在第 30 天添加龍眼蜜者比添加百花蜜者泡沫持續時間較長，分別為 105 與 76 秒，差異顯著(表 4)。研究指出 (Stewart, 2009) 啤酒製造時麥芽汁液之比重對泡沫持續時間有顯著影響，比重較輕者泡沫持續時間較長，反之則較短，然本研究之發酵液間比重並無顯著差異，因此造成蔗糖添加者泡沫持續最長之原因應與比重無關。

三、添加不同發酵糖瓶內發酵對啤酒醣類與乙醇含量之影響

1. 不同處理組對啤酒糖度與糖類之影響

柏拉圖度(°Plato)代表麥汁溶液中含有多少水溶性固形物(Mosher, 2009)。在瓶內發酵階段，裝瓶時添加蔗糖、百花蜜與龍眼蜜，會使柏拉圖度增加，在第 0 天時各處理組範圍在 3.2~3.3°Plato 之間，沒有差異顯著，各處理隨著瓶內發酵時間增加，柏拉圖度跟著降低。到了瓶內發酵第 6 天，各處理組柏拉圖度皆較第 0 天低，添加蔗糖者下降較低，值為 2.2°Plato，與添加百花蜜及添加龍眼蜜者 2.5°Plato 差異顯著。瓶內發酵第 12 天，

表 4 不同處理對 15°C 瓶內發酵啤酒的氣泡持續時間之影響

Table 4 Changes of beer head retention time (sec.) during bottle conditioned at 15°C

Priming sugar	Bottle conditioned time (day)					
	0	6	12	18	24	30
Sucrose	14 ^a	237 ^a	185 ^a	171 ^a	127 ^a	152 ^a
Multiflora honey	9 ^a	136 ^c	122 ^c	101 ^b	103 ^b	76 ^c
Longan honey	10 ^a	150 ^b	146 ^b	104 ^b	108 ^b	105 ^b

Means with different letters within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Fisher's protected LSD test.

以添加百花蜜者 2.2°Plato 較添加蔗糖者與添加龍眼蜜者 2.0°Plato 高，差異顯著。第 18 天時各處理皆為 2.0°Plato。第 24 天時添加百花蜜者柏拉圖度最低，值為 1.7°Plato，與其他處理組差異顯著。第 30 天時添加蔗糖者與添加百花蜜者柏拉圖度皆為 1.7°Plato，柏拉圖度較低，與添加龍眼蜜者差異顯著(表 5)，顯示酒液中酵母對龍眼蜜之代謝效率較低，可形成甜味較重之蜂蜜啤酒。

表 5 不同處理對 15°C 瓶內發酵蜂蜜啤酒的柏拉圖度之影響

Table 5 Changes of beer °Plato during bottle conditioned at 15°C

Priming sugar	Bottle conditioned time (day)					
	0	6	12	18	24	30
Sucrose	3.2 ^a	2.2 ^b	2.0 ^b	2.0 ^a	2.0 ^a	1.7 ^b
Multiflora honey	3.3 ^a	2.5 ^a	2.2 ^a	2.0 ^a	1.7 ^b	1.7 ^b
Longan honey	3.3 ^a	2.5 ^a	2.0 ^b	2.0 ^a	1.9 ^a	2.0 ^a

Means with different letters within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Fisher's protected LSD test.

分析各處理組瓶內發酵 30 天之果糖、葡萄糖與蔗糖含量(表 6)，以更進一步的觀察酵母對於糖類的利用情形與發酵率。在瓶內發酵階段比較各處理組果糖含量，瓶內發酵第 0 天時，添加蔗糖者並未偵測到果糖含量，而添加百花蜜者為 317.0 mg/100 g，添加龍眼蜜者為 383.0 mg/100 g，兩種蜂蜜處理組並沒有顯著差異，但皆較添加蔗糖者果糖含量為高。而第 0 天的葡萄糖含量，添加蔗糖者一樣低於偵測極限 10 mg/100 g，添加百花蜜者葡萄糖含量為 559.7 mg/100 g，添加龍眼蜜者為 518.7 mg/100g，添加蜂蜜處理組葡萄糖含量皆高於蔗糖處理組。至於第 0 天的蔗糖含量，以添加蔗糖者含量最高，為

766.5 mg/100 g，與添加百花蜜者(26.6 mg/100 g)、添加龍眼蜜者(29.7 mg/100 g)，差異顯著。蔗糖於酸性環境下會分解成葡萄糖與果糖，顯示單醣類會於發酵過程中先被轉化故含量較少。

表 6 不同處理對 15°C 瓶內發酵蜂蜜啤酒醣類含量之影響

Table 6 Changes of sugar content (mg/100g) in honey beer during bottle conditioned at 15°C

Priming sugar	Bottle conditioned time(day)																	
	0			6			12			18			24			30		
	F	G	S	F	G	S	F	G	S	F	G	S	F	G	S	F	G	S
Sucrose	N.D. ^b	N.D. ^b	766.5 ^a	N.D. ^b	N.D.	50.2 ^a	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Multiflora honey	317.0 ^a	559.7 ^a	26.6 ^b	49.2 ^a	N.D.	N.D. ^b	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Longan honey	383.0 ^a	518.7 ^a	29.7 ^b	49.4 ^a	N.D.	N.D. ^b	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

F:fructose; G:glucose; S:sucrose

N.D. :not detected.

Means with different letters within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Fisher's protected LSD test.

在瓶內發酵第 6 天，添加蔗糖者果糖含量低於偵測極限 10 mg/100 g，添加百花蜜者果糖為 49.2 mg/100 g，添加龍眼蜜者為 49.4 mg/100 g，蜂蜜處理組果糖含量皆高於蔗糖處理組，差異顯著。各處理組葡萄糖含量皆低於偵測極限 10 mg/100 g。蔗糖含量以添加蔗糖者含量最高 50.2 mg/100 g，高於添加百花蜜、添加龍眼蜜者，並且差異顯著。在瓶內發酵 12~30 天，各處理的果糖、葡萄糖、蔗糖含量，皆低於偵測極限 10 mg/100 g。顯示果糖、葡萄糖與蔗糖等為拉格酵母較容易利用的糖類，在瓶內發酵 12 天內，就會被快速的消耗完畢。

2.不同處理組對啤酒醇類之影響

將各處理組酒液蒸餾過濾後，經氣相層析儀分析之結果顯示，在添加蔗糖者、添加百花蜜與添加龍眼蜜汁啤酒中，乙醇含量如表 7，添加不同發酵糖的各處理組瓶內發酵階段，添加百花蜜者乙醇含量皆最高，含量在 5.3~6.2 mL/100 mL 之間，與最低的添加蔗糖者乙醇含量 5.2~5.9 mL/100 mL 差異顯著，添加龍眼蜜者乙醇含量次高，範圍在 5.3~6.0 mL/100 mL 之間。蜂蜜處理組在 0~24 天中，乙醇含量有持續升高的趨勢，在第 24~30 天乙醇含量則維持一樣添加百花蜜者為 6.2 mL/100 mL、添加龍眼蜜者為 6.0 mL/100 mL，而添加蔗糖者在 0~30 天，乙醇含量持續增加，在第 30 天時含量為 5.9 mL/100 mL。造成乙醇含量差異之原因可能酵母對不同糖源中含有之其他成分喜好性不同所致，也可能與 Casey 等(1984)指出酵母在酒精濃度不同的環境，發酵的效率會跟著改變之結果。

表 7 不同處理對 15°C 瓶內發酵蜂蜜啤酒的乙醇之影響

Table 7 Changes of ethanol content (mL/100mL) during bottle conditioned at 15°C

Priming sugar	Bottle conditioned time (day)					
	0	6	12	18	24	30
Sucrose	5.2 ^b	5.6 ^b	5.7 ^b	5.7 ^b	5.8 ^b	5.9 ^b
Multiflora honey	5.3 ^a	5.8 ^a	5.9 ^a	6.0 ^a	6.2 ^a	6.2 ^a
Longan honey	5.3 ^{ab}	5.7 ^{ab}	5.9 ^{ab}	5.9 ^{ab}	6.0 ^{ab}	6.0 ^{ab}

Means with different letters within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Fisher's protected LSD test.

四、添加不同發酵糖瓶內發酵對啤酒官能品評喜好性之影響

1. 添加不同發酵糖瓶內發酵對啤酒色澤喜好性之影響

在瓶內發酵 6~30 天，官能品評色澤之分數，二種蜂蜜處理組皆高於添加蔗糖者，但瓶內發酵 0、6、18、24、30 天之三種處理組，皆無顯著差異，僅在瓶內發酵第 12 天，以添加龍眼蜜者色澤分數最高 5.8 分，並且與最低的添加蔗糖者 4.9 分差異顯著，而添加百花蜜者當天分數為 5.1 分。在裝瓶第 0 天時，各處理分數為 4.2~4.4 分之間，喜好程度高於普通，第 6 天時，各處理組範圍在 5.1~5.4 分之間，喜好程度高於好，顯示各處理組在瓶內發酵 6 天以後，色澤就已受到品評人員喜愛。添加蔗糖者的色澤在瓶內發酵 18 天以後開始有下降趨勢，從 5.5 分~4.7 分。添加百花蜜者趨勢較不明顯。龍眼蜜處理者在瓶內發酵 12 天時色澤分數到達最高 5.8 分，隨著瓶內發酵天數的增加，色澤分數跟著下降，到了第 30 天，色澤分數從 5.8 分降到 5.2 分(表 8)。

表 8 不同處理瓶內發酵 30 天蜂蜜啤酒色澤、氣泡與香氣之官能品評結果

Table 8 Sensory evaluation scores of color, foam, and aroma of honey beer during bottle conditioned at 15°C

Priming sugar	Bottle conditioned time(day)																	
	0			6			12			18			24			30		
	C	F	A	C	F	A	C	F	A	C	F	A	C	F	A	C	F	A
Sucrose	4.2 ^a	2.0 ^a	4.5 ^{ab}	5.1 ^a	5.8 ^a	4.3 ^a	4.9 ^b	6.0 ^b	5.1 ^a	5.5 ^a	6.2 ^a	5.4 ^a	4.9 ^a	5.4 ^a	5.0 ^a	4.7 ^a	5.9 ^a	5.1 ^a
Multiflora honey	4.4 ^a	2.9 ^a	3.9 ^b	5.4 ^a	5.9 ^a	4.5 ^a	5.1 ^{ab}	6.4 ^{ab}	5.3 ^a	5.5 ^a	5.5 ^a	5.2 ^a	5.5 ^a	5.8 ^a	4.5 ^a	4.8 ^a	6.1 ^a	5.5 ^a
Longan honey	4.2 ^a	2.8 ^a	4.8 ^a	5.2 ^a	5.9 ^a	4.7 ^a	5.8 ^a	6.7 ^a	5.3 ^a	5.6 ^a	5.5 ^a	5.6 ^a	5.5 ^a	6.0 ^a	4.7 ^a	5.2 ^a	6.2 ^a	4.9 ^a

C:color; F:foam; A:aroma

Means with different letters within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Fisher's protected LSD test.

Means with different letters within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Fisher's protected LSD test.

2. 添加不同發酵糖瓶內發酵對啤酒官能品評氣泡喜好性之影響

不同發酵糖對 15°C 瓶內發酵 30 天蜂蜜啤酒的官能品評氣泡之影響如表 8 所示。在瓶內發酵 6~30 天，官能品評氣泡之分數，二種蜂蜜處理組皆高於添加蔗糖者，但瓶內發酵 0、6、18、24、30 天之三種處理組，皆無顯著差異，僅在瓶內發酵第 12 天，以添加龍眼蜜者氣泡分數最高 6.7 分，並且與最低的添加蔗糖者 6.0 分差異顯著，而添加百花蜜者當天分數為 6.4 分。在裝瓶第 0 天時，各處理分數為 2.0~2.9 分之間，喜好程度介於很差~差之間，第 6 天時，各處理組範圍在 5.8~5.9 分之間，喜好程度高於好且接近很好，顯示各處理組在瓶內發酵 6 天以後，氣泡就已受到品評人員喜愛，一直到瓶內發酵 30 天，官能品評氣泡各處理組的分數為 5.9~6.2 分之間，喜好程度接近很好。啤酒泡沫持續性在於酒液中存在之表面活性物質(surface active substances)可以在啤酒中形成穩定且具有彈性之氣泡，這類物質其一是具有高分子量之蛋白質，啤酒中蛋白質含量較高者，其泡沫持續性也較佳(Barker et al., 2002)。不論龍眼蜜或百花蜜，其中皆含有少量之蛋白質成分，因此可能是造成蜂蜜啤酒泡性較佳之原因之一，但因為含量不多，故泡沫持續性之差異性較不顯著。

3. 添加不同發酵糖瓶內發酵對啤酒官能品評香氣喜好性之影響

結果顯示(表 8)，在瓶內發酵 0~30 天的三種處理組，僅在第 0 天剛添加發酵糖時，添加龍眼蜜者香氣 4.8 分較添加百花蜜者 3.9 分高，差異顯著。而瓶內發酵 6~30 天比較各處理組，皆無顯著差異。在瓶內發酵 12 天時，各處理組之香氣分數範圍在 5.1~5.3 之間，喜好程度明顯高於瓶內發酵第 0~6 天，也就是出於香氣的考量，瓶內發酵最少要 12 天以上較為適合。到了瓶內發酵 30 天，各處理組範圍則在 4.9~5.5 分之間。結果顯示，不同蜂蜜所具有之香氣並不是決定啤酒香氣喜好性之決定因素，啤酒釀製之麥芽與啤酒花所形成之香氣可能對其香氣喜好性有較大之影響(陳，2007)。

4. 添加不同發酵糖瓶內發酵對啤酒官能品評口感喜好性之影響

不同發酵糖對 15°C 瓶內發酵蜂蜜啤酒的官能品評口感之影響如表 9 所示，在瓶內發酵 6~30 天，官能品評口感之分數，在瓶內發酵 0、6、18、24、30 天之三種處理組，皆無顯著差異，僅在瓶內發酵第 12 天，以添加龍眼蜜者口感分數最高 5.8 分，並且與最低的添加百花蜜者 4.8 分差異顯著。在裝瓶第 0 天時，各處理分數為 3.7~4.2 分之間，喜好程度介於普通之間，第 6 天時，各處理組範圍在 4.9~5.0 分之間，喜好程度介於好之間，顯示各處理組在瓶內發酵 6 天以後，口感就已受到品評人員喜愛，一直到瓶內發酵 30 天，官能品評口感各處理組的分數為 4.8~5.4 分之間，喜好程度接近好。泡沫穩定性是

影響氣泡飲料口感之因素之一(Sørensen et al., 2003 ; Yau and McDaniel, 1990) , 添加龍眼蜜之啤酒口感喜好性較其他為佳, 可能原因之一即為其泡沫持續性較其他糖源之啤酒較佳。

表 9 不同處理瓶內發酵 30 天蜂蜜啤酒口感、苦味與整體接受性之官能品評結果
Table 9 Sensory evaluation scores of taste, bitterness, and overall acceptance of honey beer during bottle conditioned at 15°C

Priming sugar	Bottle conditioned time(day)																	
	0			6			12			18			24			30		
	T	B	O	T	B	O	T	B	O	T	B	O	T	B	O	T	B	O
Sucrose	4.2 ^a	4.0 ^a	3.7 ^a	5.0 ^a	5.0 ^a	4.9 ^a	5.1 ^{ab}	4.7 ^a	4.9 ^a	5.4 ^a	4.5 ^a	5.3 ^a	5.1 ^a	5.0 ^a	5.1 ^a	4.8 ^a	3.8 ^b	4.8 ^b
Multiflora honey	4.0 ^a	4.2 ^a	3.8 ^a	4.9 ^a	4.7 ^a	4.7 ^a	4.8 ^b	4.5 ^a	4.8 ^a	5.1 ^a	5.1 ^a	5.4 ^a	4.9 ^a	4.7 ^a	4.6 ^a	5.4 ^a	5.1 ^a	5.7 ^a
Longan honey	3.7 ^a	4.5 ^a	3.9 ^a	4.9 ^a	4.7 ^a	4.9 ^a	5.8 ^a	5.2 ^a	5.6 ^a	5.3 ^a	5.2 ^a	5.6 ^a	4.9 ^a	4.9 ^a	4.8 ^a	4.9 ^a	4.5 ^{ab}	5.1 ^b

T:taste; B:bitterness; O:overall acceptance

Means with different letters within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Fisher's protected LSD test

5. 添加不同發酵糖瓶內發酵對啤酒官能品評苦味喜好性之影響

針對不同發酵糖對 15°C 瓶內發酵蜂蜜啤酒的官能品評苦味之影響, 結果顯示, 在瓶內發酵 6~30 天, 官能品評苦味之分數, 在瓶內發酵 0、6、12、18、24 天之三種處理組, 皆無差異顯著, 在裝瓶第 0 天時, 各處理分數為 4.0~4.5 分之間, 喜好程度介於普通與好之間, 第 6 天時, 各處理組範圍在 4.7~5.0 之間, 喜好程度介於好之間, 顯示各處理組在瓶內發酵 6 天以後, 苦味就已受到品評人員喜愛, 一直到瓶內發酵 24 天, 官能品評苦味各處理組的分數為 4.7~5.0 分之間, 喜好程度接近好。在瓶內發酵第 30 天, 以添加百花蜜者苦味分數最高 5.1 分 (表 9)。啤酒花的作用在於平衡麥芽的甜度並對酵母的活動有適度的抑制作用, 並可增加啤酒的苦味 (陳與任, 2007), 且啤酒之苦味與啤酒花投入之時間相關(胡, 2003), 本研究結果說明添加不同發酵糖進行瓶內發酵過程中, 不會造成啤酒苦味之改變。且由於添加之發酵糖於瓶內發酵過程中快速分解, 因此也不會造成因甜度增加而降低苦味之效果, 以至於苦味無顯著變化。

6. 添加不同發酵糖瓶內發酵對啤酒官能品評整體喜好性之影響

品評人員綜合以上色澤、氣泡、香氣、口感、苦味之感覺, 對各處理組啤酒之整體接受性評分, 結果如表 9 所示, 在瓶內發酵 6~30 天, 官能品評整體接受性之分數, 在瓶內發酵 0、6、12、18、24 天之三種處理組, 皆無差異顯著, 僅在瓶內發酵第 30 天, 以添加百花蜜者風味分數最高 5.7 分, 並且與最低的添加蔗糖者分數為 4.8 分及添加龍眼蜜者 5.1 分差異顯著。在裝瓶第 0 天時, 各處理分數為 3.7~3.9 分之間, 整體接受性低

於普通，第 6 天時，各處理組範圍在 4.7~4.9 分之間，整體接受性接近好，顯示各處理組在瓶內發酵 6 天以後，整體接受性就已受到品評人員喜愛，一直到瓶內發酵 30 天，官能品評各處理組的整體接受性為 4.8~5.7 分之間。

結論

以上結果顯示，瓶內二次發酵時，添加蔗糖者透光率、L *值、a *值、與 b *值最高，且泡沫持續時間最長，添加龍眼蜜者次之，添加百花蜜者最低。發酵第 30 天之百花蜜、龍眼蜜及蔗糖添加者乙醇含量，其分別為 6.2、6.0 和 5.9%，顯示不同糖源會對啤酒酒精度造成顯著性之差異。添加龍眼蜜者在瓶內發酵第 12 天的色澤、氣泡、與口感分數最高，而添加百花蜜者則在瓶內發酵第 30 天之苦味及整體接受性分數最高，且兩種添加蜂蜜者之官能品評喜好性皆高於添加蔗糖者。由於啤酒為一嗜好性產品，喜好可能會因不同性別年齡職業等而不同，本研究結果可提供生產業者，針對不同喜好族群開發不同種類品質啤酒時重要參考。

參考文獻

- 中華民國國家標準。2006年。水果及蔬菜汁飲料檢驗法-糖類之測定(HPLC法)。CNS12634N6223。
- 田洪濤。2007年。啤酒生產問答。化學工業出版社。北京。
- 行政院衛生署。2003年。酒類中甲醇之檢驗方法(氣相層析法)。行政院衛生署署授食字第0929214397號公告修正發布第2點。
- 胡文姝。2003年。啤酒與啤酒花化學。國立中正大學化學研究所碩士論文。嘉義縣，台灣。
- 陳秀蓉。2007年。啤酒花豐產栽培技術。金盾出版社。北京
- 董小雷。2008年。啤酒分析檢測技術。化學工業出版社。北京。
- Barker, G. S., B. Jefferson, and S.J. Judd. 2002. The Control of Bubble Size in Carbonated Beverages. *Chemical Engin. Sci.* 57:565-573.
- Casey, G. P., C. A. Magnus and W. M. Ingledew. 1984. High-gravity brewing: effects of nutrition on yeast composition, fermentative ability, and alcohol production. *Am. Soc. Microbiol.* 48:3. p. 639-646.
- Dredge, M. 2009. *Craft beer world. Dog 'n' Bone.* London, United Kingdom
- Kleinová, J. and B. Klejdus. 2014. Determination of Volatiles in Beer using Solid-Phase Microextraction in Combination with Gas Chromatography/Mass Spectrometry. *Czech J. Food Sci.* 32(3): 241–248

- Mosher, R. 2009. Tasting beer: An Insider's Guide to the World's Greatest Drink. Storey Publishing, North Adams, MA, USA.
- Palmer, J. J. 2006. How to brew: Everything you need to know to brew beer right the first time. Third Edition, Brewers Publications, Boulder, Co, USA.
- Siebert KJ, Carrasco A, Lynn PY (1996) Formation of protein-polyphenol haze in beverages. J Agric Food Chem. 44:1997–2005
- Sørensen, L.B., P. Møller, A. Flint, M. Martens, A. Raben. 2003. Effect of Sensory Perception of Foods on Appetite and Food Intake: A Review of Studies on Humans. Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord. 27:1152-1166.
- Steward G. G. 2015. Seduced by yeast. J. Am. Soc. Brew. Chem. 73(1):1-21.
- USDA, Agricultural Marketing Service. 1985. United States Standards for Grades of Extracted Honey. May 23. USDA, Washington DC
- Yau, N. J. N. and M. R. McDaniel. 1990. The power function of carbonation. J. Sens Stud 5: 117–138.

105年 9月 25日 投稿
105年 12月 14日 接受