

財政部所屬各機關出國報告（出國類別：進修）

「赴美國及德國參加啤酒釀造
技術研習」報告

服務機關：台灣菸酒股份有限公司

姓名職稱：陳玟瑀技士

出國地點：美國芝加哥、德國慕尼黑

出國期間：民國107年8月17日至11月11日

報告日期：民國108年1月7日

出國報告提要

頁數：59含附件：是否

出國報告名稱：赴美國、德國參加啤酒釀造技術研習

出國計畫主辦機關／聯絡人／電話：

財政部臺灣菸酒股份有限公司/郭又誠/(02)23214567#517

出國人員 姓名／服務機關／單位／職稱／電話：

出國人姓名	服務機關單位/職稱	電話
陳玟瑀	臺灣菸酒股份有限公司烏日啤酒廠 品管課/技士	(04)2338-1216 分機396

出國類別：1.考察 2.進修 3.研究 4.實習 5.視察 6.訪問 7.開會 8.
談判 9.其他

出國地區：美國芝加哥及德國慕尼黑

出國期間：107年8月17日至11月11日

報告日期：108年1月7日

分類號／目：DO/綜合 (財政類)

關鍵詞：啤酒釀造(Brewing)

內容摘要：

本次出國參加美國西伯爾啤酒釀造學院(Siebel Institute of Technology)及德國杜門斯學院(Doemens Academy)共同舉辦之啤酒釀造研習課程。課程共六個模組。其中前四模組於美國西伯爾啤酒釀造學院授課，為期共7週，後二個模組分別為啤酒釀造技術應用及歐洲啤酒相關產業公司參觀，由德國杜門斯學院所主導，模組1~6分別安排不同的考試，考試合格後，取得國際啤酒釀造技術文憑(International Diploma In Brewing Technology)

研習期間參加由受訓單位規劃啤酒釀造理論及實務課程，並參觀啤酒相關產業，包含啤酒廠、麥芽供應商、啤酒花供應商及設備供應商。受訓學員分別來自不同國家，講師亦極具理論及實務經驗，透過此次訓練的課程並與學員及業界交流，獲得啤酒產業發展及啤酒產品流行之趨勢。

目 錄

壹、進修目的.....	4
貳、進修過程.....	4
參、心得與建議.....	55
肆、參考資料.....	59

赴美國及德國參加啤酒釀造技術研習報告

壹、進修目的

本公司啤酒市占長期在台灣市場位居領先地位，近年來由於進口啤酒的種類及數量日益增多，對於公司的挑戰日益加深。為了解國際啤酒產業之發展及獲取釀造設備與技術之趨勢，本次奉派參加美國芝加哥西伯爾科技研究所(Siebel Institute of Technology)與德國慕尼黑杜門斯學院(Doemens Academy)共同辦理之學院共同舉辦啤酒釀造技術國際文憑課程(International Diploma In Brewing Technology Program)，希望藉由受訓所得知識，提供本公司啤酒釀造技術之參考。

貳、進修過程

一、課程資訊：

此次參加的課程，為國際啤酒釀造課程，共計六個模組為期十二週，主要上課地點為美國芝加哥及德國慕尼黑(於模組六為參訪課程於歐洲數個國家)，入學前需通過線上考試(15分鐘50題，70分以上合格)或可參加二週線上課程。於美國芝加哥西伯爾科技研究所共參加四個模組合計共七週，各模組分別為：模組1為原料特性、品質規格及麥汁製備、模組2為啤酒製造及品質控管、模組3為包裝及公用系統技術、模組4為啤酒經營策略模擬及製程專案探討；於歐洲參加模組5及模組6，其中模組5為啤酒釀造技術實作課程，為期三週，於德國慕尼黑杜門斯(Doemens)學院進行，模組6參訪德國、捷克、斯洛維尼亞、奧地利觀摩歐洲啤酒相關產業之公司共9天。通過各模組之考核，方可取得啤酒釀造技術國際文憑，若再參加模組7，可取得啤酒釀酒師資格證書。

國際啤酒釀造課程(International Diploma In Brewing Technology)						
模組	Module 1	Module 2	Module 3	Module 4	Module 5	Module 6
課程	Raw Materials and Wort Production	Beer Production and Quality Control	Packaging and Process Technology	Business of Brewing and Technical Case Studies	Applied Brewing Techniques	European Brewery Study Tour
時間	2 weeks	2 weeks	2 weeks	1 week	3 weeks	2 weeks
地點	美國芝加哥				德國慕尼黑	歐洲

二、 校區照片



美國芝加哥-西伯爾科技研究所



美國芝加哥-西伯爾科技研究所



德國慕尼黑-杜門斯學院



德國慕尼黑-杜門斯學院

三、 學員組成

本次參加國際啤酒釀造課程之學員共10人，其中美國有5人，墨西哥2人，澳洲、巴西及台灣各一人；參加啤酒釀造師文憑課程之學員共9人，其中美國有4人，加拿大、墨西哥、巴西、薩爾摩、哥倫比亞各一人。大部分為現行啤酒相關從業人員，有少數學員因興趣或轉職而參加，啤酒製造從業人員除本

公司外，有2人係來自墨西哥國際大廠 AB InBev，旗下產品有可樂娜啤酒 (Corona beer)等，其它分別來自小型啤酒廠或精釀啤酒廠。



美國芝加哥-講師及學員照片



德國慕尼黑-講師及學員照片

貳、 課程大綱

一、 模組1： 原料與麥汁製備(Raw Material and Wort Production)

第一週上課前 John Hannafan 說明上課應遵守事項說明及由學員自我介紹。本週上課重點為麥芽、啤酒廠用水及部分糖化課程。麥芽部分講述大麥的品種、大麥的構造及其組成、大麥芽的製備(浸麥、發芽、烘乾及儲存)、特殊麥芽的定義及製備、麥芽分析及評價；啤酒廠用水則包含釀造用水類原料大麥、製麥過程、啤酒花、原料水、水處理。啤酒廠用水的部分，包含水的來源、釀造用水的離子組成及硬度之計算、釀造用水之前處理、及水質調整之計算；糖化部分包含麥芽粉碎、糖化原理及糖化方式之介紹。本週另安排官能品評方式之介紹，並參觀位於威斯康辛州之 Briess 麥芽供應商。

第二週重點為麥汁製備及啤酒花：延續第一周的糖化課程，說明輔料種類及其於糖化中之應用、粉碎穀物之熬煮、麥汁過濾-麥汁過濾槽及麥汁過濾機之使用、麥汁煮沸、麥汁澄清及麥汁冷卻、冷麥汁通氣、啤酒廠廢棄物處理、糖化室清潔與消毒及糖化相關之實驗室分析。介紹啤酒花之品種及香氣成份、啤酒花產品種類及其利用率、啤酒花理化分析、Dry Hopping 的原理。本週參觀芝加哥 Great Center Brewing company 及 Revolution brewing。

二、 模組2： 啤酒製備與品質控管(Beer Production and Quality Control)

第一週上課重點啤酒製備相關課程：包含啤酒釀造微生物簡介、酵母型態學、啤酒酵母種類及特性、酵母所需營養及其代謝，酵母發酵產生風味物

質，酵母擴大培養、發酵操作、乾燥酵母製備、基因技術、酵母品質檢測、酵母相關操作應注意事項(包含酵母回收、酵母儲存、酸洗及接種)、酸啤酒製備及品評啤酒發酵相關醇類及酯類；本週參觀芝加哥 goose island beer company。

第二週上課講述關於啤酒製備與品質控制：包含風味安定性、啤酒混濁、啤酒氣湧相關議題、啤酒泡沫相關議題、啤酒顏色相關議題、啤酒熟成及儲存、啤酒腐敗菌檢測及其控制、清潔及消毒藥劑之介紹、啤酒過濾、啤酒無菌過濾、啤酒離心、啤酒過濾、啤酒離心沈澱、啤酒無菌過濾、二氧化碳飽合、桶槽及管線 CIP、成品分析、啤酒品評方法介紹。本週參觀芝加哥 Half acre beer company。

三、 模組3：啤酒製備與品質控管(Packaging and Process Technology)

第一週上課重點為啤酒包裝製程相關設備：包含裝流程、瓶/罐裝充填設備介紹、統計分析、包裝線生產效率計算、包裝所需材料介紹、罐裝捲封介紹、洗瓶機介紹、桶裝啤酒充填、啤酒廠衛生設計、空瓶檢查原理及設備介紹、啤酒成品貼標作業介紹、啤酒廠危害、啤酒廠設備維護保養、製程問題解決方案手法介紹、幫浦及流體原理及計算。本周另有啤酒風味品評(德國啤酒品評)並參訪芝加哥 Off color brewing。

第二週重點為啤酒廠公用系統及自動控制：包括衛生級閥件介紹、閥之種類及其應用、熱傳導原理、PID 自動控制原理、壓縮空氣介紹、二氧化碳收集與回收系統介紹、冷凍機原理及介紹、蒸氣系統介紹、桶槽與絕熱包覆介紹、PET 塑膠瓶介紹、製程控制與自動化；及啤酒與食物搭配及品評。

四、 模組4：啤酒生產營運與案例探討(Business of Brewing and Case Studies)

本模組為期一週，分為啤酒生產營運及案例探討二大部分。該週上課前，先分 A、B 二組成員，A 組及 B 組成員再以3到4員分為不同小組，由 A 組先參加為期二天之啤酒生產營運課程，同時 B 組進行案例探討，於第三天交換課程，亦為期二天，於第五天 A 及 B 各小組成員上台進行案例研討報告。

啤酒生產營運課程，先介紹原理的部分，之後以桌遊的方式，各小組成立啤酒公司，最初均擁有相同的資本額，決定生產啤酒的種類、數量、促銷方式等，可借錢投資擴充生產線，每回合結束時以電腦運算系統計算出財務報表，該財務報表做為各組下一回合決策之參考，總共進行六回合，以最後財務報表來進行排名。

案例探討為期兩天，各小組抽籤決定題目，本次抽到題目為：如何釀造巴伐利亞小麥啤酒以增加營收，假定本組負責為原本為一釀造全麥 lager 啤酒的啤酒廠，原本使用戶外發酵 儲酒二用槽，發酵過後採離心機及水平式矽藻

土過濾機，並添加 PVPP 及矽膠去除蛋白質及多酚物質，以達成過濾後啤酒之膠體安定性，若依照市場調查報告，欲藉由推出巴伐利亞小麥啤酒，提高一成的營業額，需增加何種設備或該如何調整製程。此案例探討由於時間有限，需分工合作，製作投影片，於該週星期五上台報告。

五、 模組5：啤酒釀造技術應用(Applied Brewing Techniques)

本模組為期三週，於德國慕尼黑-杜門斯學院進行。課程包括理論與實務。理論課程的部分，含蓋麥汁及啤酒理化分析、啤酒微生物介紹、糖化室相關計算(麥芽投料量&啤酒花投料量)、純釀法介紹、高濃度釀造法介紹、二次發酵添加相關計算、德國啤酒種類介紹、品評方法介紹桶裝生啤酒系統介紹。德國慕尼黑杜門斯學院有微生物實驗室、小型釀造設備、玻璃瓶裝包裝線可供學員實際操作演練，實務課程，包含啤酒釀造、啤酒過濾、瓶裝啤酒充填包裝、微生物檢驗，並於第三週最後一天進行筆試測驗。

六、 模組6：歐洲啤酒相關產業觀摩研習(European Brewing Study Tour)

由德國慕尼黑-杜門斯學院造訪德國、捷克、奧地利啤酒相關產業，包含啤酒廠、原料供應商及設備供應商，為期約二週，參訪行程表如下。

日期	參訪公司	國家
2018/10/29	Krones / Steinecker	德國
	Hopsteiner	德國
2018/10/30	Schanzenbräu	德國
	Weyermann	德國
2018/10/31	Kaspar Schulz	德國
	Chodovar	捷克
2018/11/01	Pilsner Urquell	捷克
	Budweiser	捷克
2018/11/02	Brauerei Freistadt	奧地利
	Hofstetten	奧地利
	Biergasthaus Schiffner	奧地利
2018/11/05	Ottakringer Brauerei	奧地利
	Bevog	奧地利
2018/11/06	Villacher Brauerei	奧地利

	Augustiner Bräu	奧地利
2018/11/07	Stiegl Brauerei	奧地利
	HofbräuhausTraunstein	德國
2018/11/08	Braukon	德國

參、課程重點摘要

一、原料

(一)大麥

1. 大麥屬於禾本科植物，小麥、裸麥及黑小麥等亦為同科之植物，大麥喜歡低溫,主要種植在高緯度地區,喜好含有 50%沙質、30%黏土和 20%淤泥的土壤,有春麥和冬麥之分,各區域的栽種時間不同,釀造用的大麥主要有二稜種和六稜種。其特性比較如下表:

	顆粒飽滿度	顆粒均勻度	外殼 (Husk) 含量	蛋白質含量	酵素力	抽出物含量
二稜種	較高	較高	較低	較低	較低	較高
六稜種	較低	較低	較高	較高	較高	較低

2. 預測2018年全球各主要栽種穀物收獲量，由高到低前五名分別為玉米、小麥、稻米、黃豆及大麥；預測2018年各國大麥收獲量，由高到低前五名為俄羅斯、法國、德國、澳洲及加拿大，美國僅位居第十二名，美國目前本身栽種大麥芽不足自給，缺口多由加拿大進口。
3. 美國大麥之施肥，於栽種前或播種時進行，生長期間不再施肥，後續收成之大麥芽蛋白質含量，取決於灌溉用水充足與否，若生長期期間遭受乾旱，將降低收成之大麥抽出物含量，大麥顆粒變小，但整體蛋白質之占比卻對提高。
4. 大麥常見的病蟲害有 Seed diseases、Foliar diseases、Fusarium Head Blight (FHB)等，其中 Fusarium Head Blight 係黴菌感染所造成，會產生 deoxynivalenol (DON)之真菌毒素，進而造成氣湧，但其氣湧的機制尚未明確，為避免氣湧的情形，可測試大麥或麥芽中 DON 之含量或由 Carlsberg Gushing Test 判斷大麥或麥芽的品質。
5. 大麥的儲存，應注意溫度及溼度之控管，過高的溼度易導致黴菌等真菌類之微生物滋長；過高的生長溫度則易滋生病媒等昆蟲。一般而言，儲存溫度於16℃以下，溼度在14%以下，是較為合適的。

6. 大麥的經濟價值由於不若黃豆、小麥、玉米等主要經濟作物，目前分子生物學方面的研究並不多，現行大麥之育種有自體授粉或交叉育種之方式，以交叉育種為主；美國並無基因改良之大麥，但會採基因工程的方式加速選種。
7. 麥芽於啤酒釀造中扮演的角色為：(1)提供短鏈糖類來源(2)賦予麥芽酵素力(3)提供酵素及氨基酸等可溶性蛋白質(4)使啤酒產生色澤及香氣(5)因具備外殼用於麥汁過濾。

(二) 麥芽製備

1. 根據2012年的調查報告，目前世界上前五大麥製造商產量由大到小分別為 Malteurop Groupe、Malteries Soufflet、Gragill Malt、GrainCorp Malt 及 Supertime 公司，前二大集團產量相近。其中 Supertime 公司係永順泰麥芽集團有限公司，麥芽均由大陸所製造，其餘前四大製造商麥芽係來自不同國家之組合。
2. 大麥製成麥芽的過程主要分為三大部分：浸麥、發芽和烘乾，分別說明如下：
 - (1)浸麥：浸麥採圓錐底式或平底式浸麥槽，浸麥每5~8小時排水，於靜置後再加水，並重覆上述步驟直到麥芽水分含量達45%，並出芽(chitted)後為止，重點在於確保出芽但不可出芽過度產生 root forks 之情形，此一步驟很重要，若有偏差，後續發芽之製程僅可微調，易超出設定規格。
 - (2)發芽：大麥在浸麥階段吸收水分後，於好氧的環境中，藉由溫度及溼度的控制，使得根芽生長，並使糊粉層開始釋放酵素，分解胚乳，發芽的良好與否需定期檢查溫度，避免不平均造成加溼空氣無法通過，使得底部厭氧發酵。
 - (3)烘乾：減慢或終止發芽過程、將麥芽的水份降低至適合儲存的含量，並賦予麥芽不同的色澤和風味。
3. 在麥芽製備的過程中，製造商有時會添加生長激素如赤霉酸(Gibberellic acid)或發酵劑如(Geotrichum candidum)等，作為控制其製麥過程的手段，其中赤霉酸於麥芽的殘留的檢測，已有方法為之。
4. 製麥的過程應避免直接加熱，因為燃料中的氮會與麥芽在高溫作用下，產生 N-亞硝基二甲胺(Nitrosodimethylamine，簡寫為 NDMA)之殘留。
5. 啤酒中的二甲基硫 (DMS) 主要來自麥芽中 DMS 及其前趨物，其沸點很低，麥芽製備中之烘乾製程僅可去除部分，需藉由糖化製程中適當的煮沸以去除。
6. 麥芽中的脂氧化酵素(Lipoxygenase，簡稱 LOX)，會導致老化物質的形成及破壞泡沫，麥芽製備中的烘乾製程可降低其含量，目前已培育出有不帶脂氧化酵素的大麥品種-(cdc polarstar)被培育出。

(三) 麥芽分析

1. 麥芽分析依賴人工的檢查及科學的分析方法，目前分析方法主要採用協定麥汁法 (congress method)。
2. 麥芽製造商針對麥芽的檢測主要針對以下五大項目，分別為：
 - (1)分析蛋白質轉化的情形
 - (2)分析糖類分子的轉化情形
 - (3)分析酵素
 - (4)分析水份及色度
 - (5)判斷風味是否有異常及符合需求
3. 針對上述項目及市場需求，目前由麥芽製造商提供的麥芽檢驗報告，共有21項，針對淡色麥芽列表如下：

	項目	建議值
1	品種	-
2	水份	<5%
3	篩析	>85為 grade1 ; <1%篩出物(screenings)
4	發芽粒	-
5	抽出物(extract)	>82%(歐麥) >81%(美麥)
6	粗細粉差	<2%
7	顏色	<4EBC
8	總氮	<10.8% (歐麥) <12.0%(美麥)
9	溶解性氮	<4.5% (歐麥) <5.3%(美麥)
10	糖化力	>200WK(歐麥) 370~650WK(美麥)
11	α 澱粉酶	40~70DU(美麥)

12	蛋白質溶解度比值 (Kolbach-index)	38~42%(歐麥)
13	游離氨基態氮	>140ppm(歐麥) >190ppm(美麥)
14	黏度	1.51~1.63mpa.s
15	β-葡聚糖	<300(歐麥) <100(美麥)
16	協定麥汁 PH	5.6~5.9
17	鬆脆度	>90%(美麥) >87%(歐麥)
18	二甲基硫前驅物 (DMSP)	-
19	N-亞硝基二甲胺 (NDMA)	-
20	脫氧雪腐鐮刀菌烯醇 (DON)	-
21	氣湧(Gushing)	小於5g

4. 根據2018年的調查報告，在美國由於育種和經濟成本的考量，目前二稜種大麥芽及六稜種大麥芽的使用比例，由原本的1:1提升至9:1，但對於啤酒的品質上，有二大影響，其一為美國二稜種大麥酵素力高，啤酒成品的發酵度高，最終糖度較低；另一則為因溶解度高，游離氨基態氮高，造成發酵控制不易及風味相關的問題。

(四) 特殊麥芽

1. 特殊麥芽係指非淡色麥芽等之基礎麥芽，其來源除大麥外，亦可為其他穀物。
2. 特殊麥芽一般製程會採浸麥、發芽和烘乾之步驟，但亦有未經浸麥及發芽，經由直接烘烤而製程，例如焦大麥(Roasted Barley)。

3. 採用特殊麥芽可賦予啤酒口感、香氣、色澤並增加泡沫及泡持性，另外，採用特殊麥芽亦使得啤酒具有獨特性。
4. 對於特殊麥芽而言，浸麥及發芽可產生風味物質的前趨物-糖及氨基酸，再經由烘乾/烘烤產生褐化反應，進而生成風味物質。特殊麥芽的差異主要來自於發芽後水份含量、烘烤時間、烘烤製程及設備，並依上述條件，可將特殊麥芽分類如下：

(1) 採用烘乾(Kiln)製程

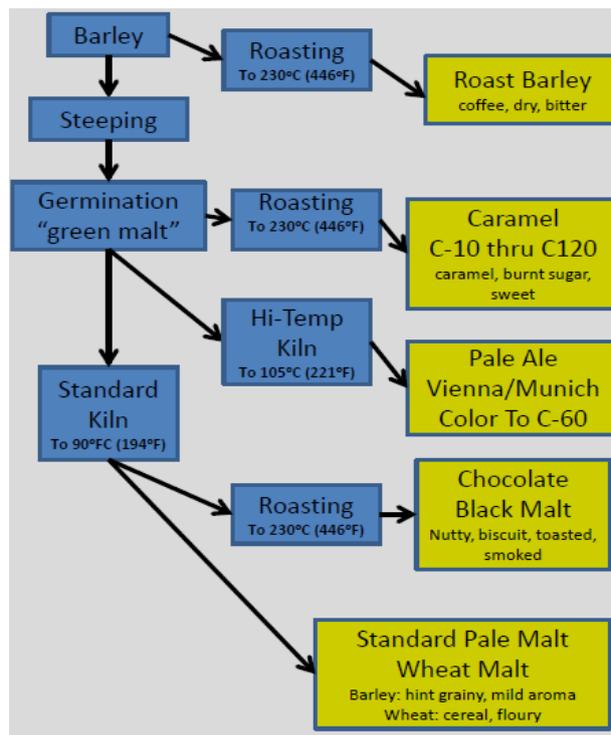
淡色麥芽：如皮爾森型麥芽

深色麥芽：如慕尼黑、維也納麥芽

(2) 採用烘烤(Roasted)製程

焦香麥芽：如淺色焦香麥芽

烘烤麥芽：如巧克力麥芽、焦麥芽



(五)釀造用水

1. 水是啤酒的主要原料，於啤酒廠中，除用於啤酒釀造外，於清洗、消毒、冷卻及蒸氣生成上，都需要用水。於現代化的啤酒廠，一般每生產一公升的啤酒，需消耗四公升的用水。
2. 於美國，針對飲用水質，訂定以下檢測項目之管控標準。
 - (1) 微生物
 - (2) 消毒劑
 - (3) 消毒時產生之副產物如三鹵甲烷等
 - (4) 特定有機物
 - (5) 特定無機物
 - (6) 放射性物質
3. 釀造用水的處理目的為：(1)去除揮發性物質(2)降低鹼度(3)消毒(4)脫氧
4. 一般釀造用水鹼度不宜過高，為控管鹼度於合理範圍，常採取方式有：(1)去除碳酸，如加熱法或添加石灰(2)中和法(3)採去除離子設備，如離子交換法或逆滲透。
5. 針對釀造用水中重要離子成份，敘述如下：
 - (1) 鈣離子：可保護糖化酵素、促進熱渣生成、去除多餘草酸、降低麥醪 pH 值效果。鈣離子源自於麥芽及釀造用水，於釀造過程中消耗約1/2。
 - (2) 鎂離子：為酵母代謝糖類過程中重要的酵素，溶解度較鈣離子佳，但降低 pH 效果較鈣離子差，過多鎂離子殘存於啤酒帶給啤酒微苦或酸味。
 - (3) 鈉離子：低濃度有些微甜味，可賦予啤酒口感，但高於100ppm 會感受到鹹味。
6. 總硬度由為碳酸鹽硬度及非碳酸鹽硬度所構成，總鹼度相當於碳酸鹽硬度，碳酸鹽硬度通常表示為以CaCO₃ppm計的總鹼度。由於鈣及鎂離子可與碳酸形成沈澱物，進而降低碳酸鹽硬度，於計算殘餘鹼度時需將鈣及鎂離子列入考量，計算殘餘鹼度的公式為：殘餘鹼度= 0.056 *總鹼度-0.04 * Ca -0.033 * Mg。
7. 殘餘鹼度會升高麥醪及麥汁pH，麥汁理論的pH為： $5.8 + (0.028 \times \text{殘餘鹼度})$
8. 於世界各國，一些特殊的啤酒取決於當地釀造用水的組成，如Burton-on-trent的

Pale Ale、Münchener Dunkel及Pilsner，其釀造用水之分析結果如下表。

	Burton	Munich	Pilsen
RA(° dH)	3	13	0
Carbonate Hardness(ppm)	270	295	16
Ca₂₊ (ppm)	263	767	7
Mg₂₊ (ppm)	62	18	3
SO₄²⁻ (ppm)	638	15	5
Cl-(ppm)	36	2	5

(六) 啤酒花

1. 於西年1152年，第一次有文獻記錄啤酒花用於釀造。
2. 啤酒花用於啤酒釀造有以下優點：
 - (1) 具有抑菌效果而不影響酵母發酵
 - (2) 平衡苦味及糖度
 - (3) 遵守德國純釀法之傳統
 - (4) 獨特的啤酒花香氣成份
 - (5) 可掩蓋部份的異味
3. 主要生產地區位於南北緯35至55度，過去主要產於中歐及西歐，由於氣候變化，現今美國、紐西蘭及澳洲，酒花之種植及生產亦扮演重要的角色
4. 啤酒花產品種類有：啤酒全花、啤酒花顆粒、二氧化碳萃取物、酒精萃取物、異構化產品、光穩定產品、啤酒花精油等，啤酒花萃取物由於保存期限較長，可增加採購之彈性。
5. 現今使用啤酒花時，需考量品種、添加時間、麥汁糖度及數種啤酒花同時使用於風味之影響。另外現有針對酵母可將部分芳香物質進行轉換，造成發酵前後啤酒花風味不同之研究，稱為 biotransformation。
6. 品評啤酒花的方式為
 - (1) 將啤酒花放於一手掌掌心，以雙手劇烈摩擦將 lupulin 腺體粉碎。

- (2) 將其靠近鼻子和嘴巴，緩慢而深入地吸氣
- (3) 將碎片放在紙盤或餐巾紙上，靜置5分鐘
- (4) 再次以第(2)之方式進行品評
7. GC/MS 可用於啤酒花香氣組成之分析，以 Hallertau Hersbrucker 品種為例，已分析鑑別出高達498種香氣成份。
8. 啤酒花利用率取決於產品的種類，一般而言，全花的利用率約30%、啤酒花顆粒的利用率約為30~35%、二氧化碳啤酒花萃取物約為45%，而異構化啤酒花顆粒約為50%，而麥汁煮沸的型式及時間亦會影響啤酒花利用率。
9. 啤酒花利用率公式： $(\text{苦味度} \times \text{啤酒體積}) / (\text{啤酒花 alpha-acid 含量} \times \text{啤酒花用量})$

二、糖化相關製程：

(一) 麥芽輸送及粉碎

1. 麥芽在運送到啤酒廠前需確認分析報告，經確認無虞後再入倉。
2. 於麥芽卸料時，需避免粉塵濃度過高造成爆炸，另外要避免異物混入或受潮發霉，造成食安之疑慮。
3. 麥芽自動輸送可分為機械式及風送式。機械式可分為(1)帶式輸送系統(2)斗式提昇系統(3)螺旋式輸送系統(4)鏈式輸送系統；而風送式可分為正壓或負壓之輸送系統。風送式麥芽輸送系統相較於機械式，對於麥芽的損害較大。
4. 麥芽粉碎之目的為以下幾點：
 - (1) 打破麥芽外殼，使得以胚乳外露以利後續糖化
 - (2) 將胚乳粉碎增加糖化時酵素作用面積。
 - (3) 經由適當的粉碎，使得糖化與過濾作業及所得麥汁品質最佳化
5. 對於過濾槽而言，粉碎品質的好壞與否，可透過粉碎後的麥芽外觀來檢視，其要點如下：
 - (1) 不得有完整的麥芽顆粒
 - (2) 麥殼形狀完整且無殘留胚乳無外殼上。
 - (3) 粉碎之胚乳大小均勻

(4) 粉碎物無過多的細粉組成。

6. 麥芽粉碎可分為乾式粉碎、濕式粉碎和鏈式粉碎，若糖化製程採過濾槽採用乾式粉碎或濕式粉碎，若採過濾機，通常採用鏈式粉碎。

(二)糖化—麥汁製備

1. 糖化的過程，來自麥芽的酵素系統扮演重要的角色，而酵素的活性，又受到 pH 及溫度之影響，與糖化有關的酵素可分為四大類，分別為：

(1) cytolytic enzymes：負責細胞壁的降解，使得麥芽滲透性及鬆脆度提高，主要的酵素有 Endo- β -1,4-glucanase、Endo- β -1,3 glucanase 及 β -glucan-solubilase

(2) proteolytic enzymes：進行蛋白質的降解，主要的酵素有 Endo-Peptidase、Carboxy-peptidase、Amino-peptidase 及 Di-peptidase

(3) amylolytic enzymes：就澱粉及多糖進行分解，主要的酵素有 β -amylase 及 α -amylase。

(4) 其他特殊酵素：針對定物質進行降解，例如 Ferulic acid esterase，可作用產生小麥啤酒風味物質前趨物 Ferulic acid，再經由特定酵母代謝產生4-Vinyl guaiacol，賦予小麥啤酒特殊的丁香味。

2. 依料水比可分為濃醪糖化或稀醪糖化。稀醪糖化一般為料水比為1:4~1:5，有利於澱粉分解酵素作用；濃醪糖化料水比為1:2~1:3，有利於蛋白質分解酵素作用，為最佳化酵素作用，於糖化過程時，可採前段濃醪糖化，昇溫至澱粉分解酵素作用溫度時，再添加熱水稀釋，達到稀醪糖化之料水比，以利於澱粉分解酵素作用。

3. 糖化方式可分為二大類如下，糖化曲線的設定需考量啤酒種類、麥芽品質及收得率。

(1) 浸出法：控制下料溫度、休止溫度及時間，藉由酵素分解麥芽中大分子化合物，較低能耗。又可分為單步驟浸出法和多步驟浸出法，多步驟浸出法，可針對特定酵素的作用溫度及時間進行最佳化，以達到希望的口感(例如乾爽或偏甜)和泡沫安定性。

(2) 煮出法：控制下料溫度、休止溫度、休止時間、煮沸次數及煮沸時間，除酵素作用外，藉由高溫時的糊化作用，以物理性的破壞分解麥芽或其他穀物，以完成糖化，通常所得啤酒顏色較深。

4. 麥醪酸化的優點為：較佳的酵素活性(α -amylase 除外)、降低麥汁黏度、利於熱

渣形成、增加發酵度、較佳的風味安定性及較低的色度。

5. 生物酸化法採用特定菌株進行，菌株名稱為 *Lactobacillus amylovorus* 及 *Lactobacillus amylolyticus*。
6. 為避免氧氣於糖化過程攝入，需注意以下幾點：
 - (1) 儘可能由將 premashing 設備由糖化槽底部入料
 - (2) 調整攪拌速度，避免擾動的情形產生。
 - (3) 釀造水脫氧
7. 在糖化的過程中，釀造人員需注意糖化設備的種類及操作、料水比、糖化曲線、麥醪 pH、避免氧氣攝入。儀表量測的重點為溫度計是否準確、麥醪 pH 值(於實驗室進行)、發酵度(於實驗室進行)、碘試、糖度。

(三)糖化—麥汁過濾

1. 現代化的過濾槽具有以下特點：(1)較快的過濾速度(2)可將麥汁與麥粕進行分離(3)可獲取澄清的麥汁(4)於過濾期間較低的氧氣攝入(5)用水量和廢麥粕較少。
2. 於過濾槽過濾層可分為三大部分，分別為(1)底部：由麵團似的較重粒子所構成(2)中層：由粗顆粒所形成厚層，由麥殼及不可溶物質所構成(3)上層：淺灰色薄層，含有細而膠狀的粒子。
3. 過濾槽一般包含以下功能：(1)在麥醪移轉期間藉由耕刀使麥粕層分布均勻(2)可適時使用耕刀，利於麥汁過濾(3)於過濾完成後可迅速排粕。
4. 淋洗水需控制在76°C左右，過低會影響麥汁黏度，使過濾時間延長，過高則澀味物質如多酚等、脂質及未轉化完全澱粉被溶解帶入麥汁。
5. 除過濾槽外，亦可採採用麥汁過濾機進行麥汁過濾，其具有以下優點，分別為：收得率較高、可用於較高糖度麥汁過濾、過濾速度快、可有效降低麥汁吸氧、及麥粕水份較低。

(四)糖化—麥汁煮沸

1. 麥汁煮沸的目的
 - (1) 蒸發水分：達到濃縮麥汁的效果，一般蒸發率控制於5~10%/小時。
 - (2) 蒸發揮發性成份：如去除 DMS、來自麥芽的生青味及來自酒花的生青味。

- (3) 麥汁殺菌：將可能造成麥汁及啤酒污染的微生物藉由殺菌去除。
 - (4) 酵素失活：避免酵素持續作用，維持麥汁組成。
 - (5) 形成熱渣：主要形成蛋白質/多酚沈澱，部份糖類物質亦會參與熱渣。
 - (6) 萃取可溶性啤酒花中成份：如多酚物質、 α 酸及 β 酸之溶解。
 - (7) 將 α 酸轉換為異 α 酸：藉由高溫作用進行異構化反應。
 - (8) 形成其他還原物質：如藉由梅納反應生成 reductones。
 - (9) 降低 pH：由於磷酸鈣的沈澱反應伴隨氫離子的生成，產生降酸的效果，一般煮沸過程 pH 下降 0.2~0.3。
 - (10) 增加色度：由於梅納反應、焦糖化反應及多酚物質的氧化生成顏色較深之化合物。
 - (11) 減少表面張力：由於啤酒花中 iso-humulone 溶解於麥汁中，使表面張力降低
2. 依加熱媒介可分為：直接加熱、熱水加熱及蒸氣加熱三種方式，現今蒸氣加熱為大宗。蒸氣加熱又可分為夾套式、釜內加熱盤管、釜內殼管式加熱、釜外熱交換、薄膜蒸發器(Merlin)及直接蒸氣注入。
 3. 現今煮沸釜的設計朝以下各點發展
 - (1) 於煮沸期間採強制對流
 - (2) 降低加熱表面與麥汁的溫度差
 - (3) 較大的加熱面積
 - (4) 進入煮沸釜前麥汁先預熱
 - (5) 煮沸時溫度分布均勻
 - (6) 具揮發物氣提(stripping)之設計
 - (7) 降低煮沸時間
 - (8) 與熱能回收結合
 4. 不同的煮沸釜製造商推出類似 Steinecker/Krones 公司的 Merlin 薄膜加熱系統，例如 GEA Huppmann 公司的 Dynamic Low pressure Boiling 系統、Ziemann 公司的 Vacuum Evaporation 系統、Briggs 公司推出的 Symphony-very large heating surface

external calandria 系統、Meura 公司推出的 Wort stripping column 系統及 Kaspar Schulz 公司推出的 Schoko-gentle boiling 系統。

5. 煮沸後麥汁重點檢查項目：麥汁澄清度、熱麥汁量、麥汁糖度、澱粉有無殘留。
6. 蒸發率與熱能消耗密切相關，總蒸發率的計算公式為 $C=[(A-B)/A]*100$ ，其中 A 為煮沸麥汁量、B 為煮沸完成時麥汁量、C 為總蒸發率百分比。因為各啤酒廠煮沸時間不同，為利於互相比較，可將總蒸發率換算為每小時蒸發率，其公式為： $E=60*C/D$ ，其中 C 為總蒸發率百分比，D 為煮沸時間(以分鐘計)，E 為每小時蒸發率。

(五)糖化—麥汁澄清

1. 麥汁澄清的目的為下：
 - (1) 移除熱渣/冷渣等不利於風味之物質。
 - (2) 移除啤酒花物質或其他雜質。
 - (3) 藉由迅速移除上述物質避免影響風味。
 - (4) 最大化收得麥汁和降低來自麥渣之廢棄物。
 - (5) 避免熱渣/冷渣等影響酵母性能。
2. 熱渣及冷渣之差異如下表

	熱渣	冷渣
粒子大小(μm)	20~80	0.5~1
蛋白質含量(%)	40~65%	50~70
多酚物質含量(%)	4~8	20~30
苦味物質含量(%)	4~8	6~8

3. 常見去除熱渣的方式有：麥汁過濾、離心機、迴旋沈澱槽，另有傳統之 coolship 方式，但採用 coolship 設備，溶氧和微生物的控管不易，於啤酒廠最常見的方式為迴旋沈澱槽，其處理時間(包含熱麥汁移轉、靜置及冷卻)應小於二小時，迴旋沈澱槽其高度與直徑(H/D)應介於0.7~1.0的範圍，入口的線速度應小於3.5m/s 並與容器壁呈直角。

4. 為避免熱麥渣於冷卻處理過程中被帶出，一般迴旋沈澱槽會設計數個出口，例如二個出口，其一位於一半沈澱槽的高度，另一者位於0.1~0.15沈澱槽的高度，當迴旋沈澱槽熱麥汁高度略高於底部熱渣約5~10cm，即可結束冷卻處理作業。

(六)糖化—麥汁冷卻

1. 麥汁冷卻的目的：

- (1) 避免麥汁長時間處於於於21~60°C之危險溫度範圍(danger zone)。
- (2) 避免因長時間處於高溫造成 DMS 前趨物轉換生成 DMS。
- (3) 回收熱能降低能耗。

2. 冷卻常見的冷媒有：冰水(最常見的第一段冷媒)、鹵水(例如含有 CaCl₂或 NaCl 的水溶液)、丙二醇(濃度25~33%的水溶液)、氨水、氟氯碳化物。

3. 採用板框式熱交機時需注意下列幾點

- (1) CIP 流速為麥汁冷卻處理時速度1.5倍
- (2) CIP 流體方向與麥汁冷卻處理時相反
- (3) 設計需考慮 fouling，但不可過大
- (4) 經常的進行微生物取樣，確認 CIP 效果

4. 麥汁通氣：麥汁溶氧量一般8~9ppm，若麥汁糖度愈高，則溶氧量亦需提高，於必要時可通純氧達到所需溶氧量。

三、發酵相關課程

(一)啤酒酵母

1. 發酵的過程有賴於啤酒酵母的參與，啤酒酵母扮演的角色如下：

- (1) 發酵產生酒精和二氧化碳
- (2) 代謝產生風味物質
- (3) 增加泡沫穩定性的蛋白
- (4) 代謝產生維他命及抗氧化物，貢獻營養及幫助安定性

2. 啤酒酵母分類為子囊科孢子屬的真菌類(ascomycetous fungi)，依其發酵特性分為二種，分別為頂部發酵酵母(Ale yeast)及底部發酵酵母(Lager yeast)，其遺傳特性如下：

- (1) 頂部發酵酵母(Ale yeast)：又名 *Saccharomyces cerevisiae*，其染色體為多倍體。

(2) 底部發酵酵母(Lager yeast)：由 *Saccharomyces cerevisiae* 和 *Saccharomyces eubayanus* 雜交而成，其染色體為多倍體其種類較頂部發酵酵母少，依其雜交後染色體數量又可分為三倍體或四倍體。三倍體的底部發酵酵母(Lager yeast)稱為 *accharomyces carlsbergensis*(又名 Saaz-Type lager yeast)，四倍體的底部發酵酵母(Lager yeast)稱為 *Saccharomyces pastorianus*(又名(Frohberg-Type lager yeast)。世界上的啤酒有90%以上採用 *Saccharomyces pastorianus* 釀製而成。

(3) 頂部發酵酵母及底部發酵酵母除遺傳特性差異外，其發酵差異如下表：

	染體體	凝聚性	棉子糖利用率	37°C 高溫生長	發酵速度	發酵溫度	DMS 生成量	代謝副產物	菌落型態
頂部發酵酵母	多倍體	較差	不可	可	快	高溫	低	多(尤其是酯類及高級醇)	粗糙
底部發酵酵母	三倍體或四倍體	較佳	可	不可	慢	低溫	高	少	平滑

3. 可依以下方式簡易的分辨 Ale 或 Lager yeast(1)X- α -gal 培養基上生長是否有呈色的情形(2)菌落形態(3)37°C 是否生長。

4. 酵母的活性(viability)與活力(vitality)，是判定酵母性能的重要指標，其測定

(1) 活性(viability)係測定存活且有生殖能力之酵母。其測定方法有下列幾種：平板/斜面之菌落培養後計數、輔酶之測定(死酵母釋出 ATP、NADH 等)、特殊染色劑(如甲基藍可進入破碎之死細胞進行染色)、螢光染色後配合螢光顯微鏡或流式細胞儀進行檢驗、ATP 含量測定法、電容探針(capacitance probes)。

(2) 活力(vitality)系指酵母代謝活性、發酵性能及對外界刺激之耐受性。其測定方法有下列幾類：測定代謝速度：二氧化碳產生率(CO₂ production rate)、氧氣攝取率(OUR：oxygen uptake rate)、降酸力(ACP：Acidification power test)、雙乙醯

還原力(VDK reduction)；測定細胞內物質：ATP/AEC、以流式細胞儀(Flow cytometer)測定 NADH、測定肝糖(Glycogen)及海藻糖(Trehalose)、測定固醇(sterols)及未飽和脂肪酸(unsaturated fatty acids)；發酵試驗；三步驟法(3-step test: pH, protease, MRT, SABMiller 使用)。

5. 啤酒酵母的生長及發酵有賴於麥汁之組成，其組成需包含可發酵性糖、氮源(氨基酸及氨鹽等)、無機鹽、維他命、溶氧等。Mg 離子及 Zn 離子分別在糖解過程(glycolysis)及乙醛脫縮羧產生乙醇反應中扮演重要的角色。
6. 於麥汁中營養成份進入酵母細胞有賴於以下之運輸方式，分別為：(1)自由擴散(free diffusion)(2)促進擴散(facilitated diffusion)(3)擴散通道(diffusion channels)(4)主動運輸(Active transport)，其中主動運輸利用 ATP 產生能量，將物質由胞外送入胞內，同時將氫離子由胞內送出胞外，造成發酵期間 pH 下降，啤酒中的總酸約有30%來自主動運輸之過程，另外總酸的來源來自有機酸和二氧化碳。

(二)風味物質

1. 根據研究啤酒中已知有高達950種風味物質，其中400餘種來自酵母代謝產生產物，
可見啤酒酵母於啤酒風味之影響度。為了確保啤酒風味，需留意以下三點。
酵母：酵母品種、酵母狀況(活性及活力等)、接種數量等。
麥汁組成：麥汁組成(糖類分布、FAN 含量、Mg 及 Zn 離子含量等)、麥汁糖度。
發酵條件：溫度控制曲線、麥汁通氣、發酵時壓力、冷卻控制等。
2. 常見啤酒中風味物質可分為下列幾類，分別為：有機酸、高級醇、酯類、醛類、酮類、含硫化合物及酚類。

(三)酵母擴培

1. 酵母擴培有以下優點：(1)提供性能良好的酵母以利後續發酵(2)避免酵母突變株產生(3)提供無微生物污染之酵母(4)降低發酵異常(如發酵停滯、二氧化硫或丁二酮過高、發酵度過低過或過高、酵母凝絮異常)之機率。
2. 實驗室擴培需留意以下幾點：(1)採用無菌操作(2)麥汁滅菌(3)接種放大倍數不超過10倍(3)通氣量(4)避免 crabree effect，可採用糖度小於10plato 之無菌麥汁(5)培養溫度。
3. 現場擴培目的為短時間獲得性能良好的酵母微生物與啤酒酵母，擴培條件可就縮短遲緩期(lag phase)時間來進行最佳化，如接種時間調整、批式(batch)改為饋料批式(Fed-batch)等方式。

(四) 酵母管理

1. 酵母管理的重點為：(1)維持酵母的活性及活力(2)準確的酵母添加，牽涉到酵母回收、酵母儲存、酸洗、酵母添加。
2. 酵母回收後酵母可否再用於添加取決於：(1)是否有微生物汙染(2)發酵曲線是否正常(3)酵母泥的感官判定(4)酵母活性(5)酵母活力(6)酵母使用代數。
3. 酵母回收的時間點對於回收酵母的品質影響極大，一般會在發酵結束後24小時之內完成回收作業。若延遲回收易導致以下缺點：(1)低活性/活力酵母(2)啤酒有酵母味(酵母自溶釋出細胞內物質)(3)啤酒混濁(4)酵母自溶物質提供其他啤酒有害微生物營養源。
4. 使用離心機就酵母進行回收需注意：(1)最小化離心時因剪切力對酵母造成的傷害(2)避免攝入氧氣(3)避免溫度上昇(4)採衛生級設計。
5. 酵母應儲存在2~4°C，小於2°C可能因結冰造成酵母不可逆之損害，高於4°C可能因酒精毒性、營養不足、肝糖消耗等影響酵母活性及活力。
6. 酵母酸洗可用以降低微生物汙染的程度，一般添加檸檬酸、磷酸等，使 pH 下降到2.2~2.4之間，以殺死微生物，而自啤酒花的 α 酸及 β 酸亦扮演重要的角色。酸洗會對酵母產生不良的影響，如影響酵母凝絮及延長起發酵時間等，當製程中需採用酸洗降低微生物汙染時，應進一步探討如何避免微生物汙染。
7. 適當的酵母添加有以下優點：(1)減少起發酵時間(2)抑制微生物汙染(3)準確的添加具有活性的酵母。

(五) 啤酒品質相關議題-風味安定性

1. 影響啤酒風味的指標包含三大類，分別為：(1)老化指標(2)加熱指標(3)氧化指標，詳列如下表，可針對以下指標進行檢測確認製程有無異常。

老化指標	加熱指標	氧化指標
3-Methylbutanal	2-Furfural	3-Methylbutanal
2-Methylbutanal	g-Nonalactone	2-Methylbutanal
2-Furfural	Nonenal	Benzaldehyde
5-Methylfurfural		2-Phenylacetaldehyde

Benzaldehyde		
2-Phenylacetaldehyde		
Bernsteinacid diethylester		
2-Phenylacetate ester		
2-Acetylfuran		
2-Propionylfuran		
γ -Nonalactone		

2. 針對啤酒產品風味安定性的預測，可採以下方式：

- (1) 將啤酒搖晃一天，原理係模仿啤酒配送時的振動
- (2) 將樣品儲存於40°C約四天，此條件下之啤酒相當放置啤酒於20°C三到四個月。
- (3) 品評其差異，品評重點在於上述第1點之風味指標。
- (4) 品評結果可與 GC 及電子自旋共振分析儀等分析數據相比較。

(六) 啤酒品質相關議題-啤酒混濁

1. 避免啤酒混濁需特別注意以下幾點：

- (1) 降低氧氣攝入特別在酵母移除後之階段，如酵母離心或酵母過濾期間及之後之製程。
- (2) 針對啤酒混濁相關蛋白質、多酚及氧氣，避免上述混啤酒混濁前驅物進入製程，
- (3) 注意儲酒溫度(小於-1°C)及儲酒時間。

(七) 啤酒品質相關議題-啤酒氣湧

1. 啤酒氣湧最早在1923年被文獻所記載，但至今仍未能發現直接參與氣湧反應的物質，而造成氣湧的因子和機制亦尚未完全明瞭。
2. 可能造成或促進啤酒氣湧的因子有下列幾項：(1)瓶支形狀(2)麥芽品質(3)運送期間的振動(4)來自空瓶的殘存物質(4)草酸鈣沈澱(5)冷儲溫度(6)金屬離子(7)異 α 酸(8)瓶蓋(9)二氧化碳含量(10)矽藻土殘留。

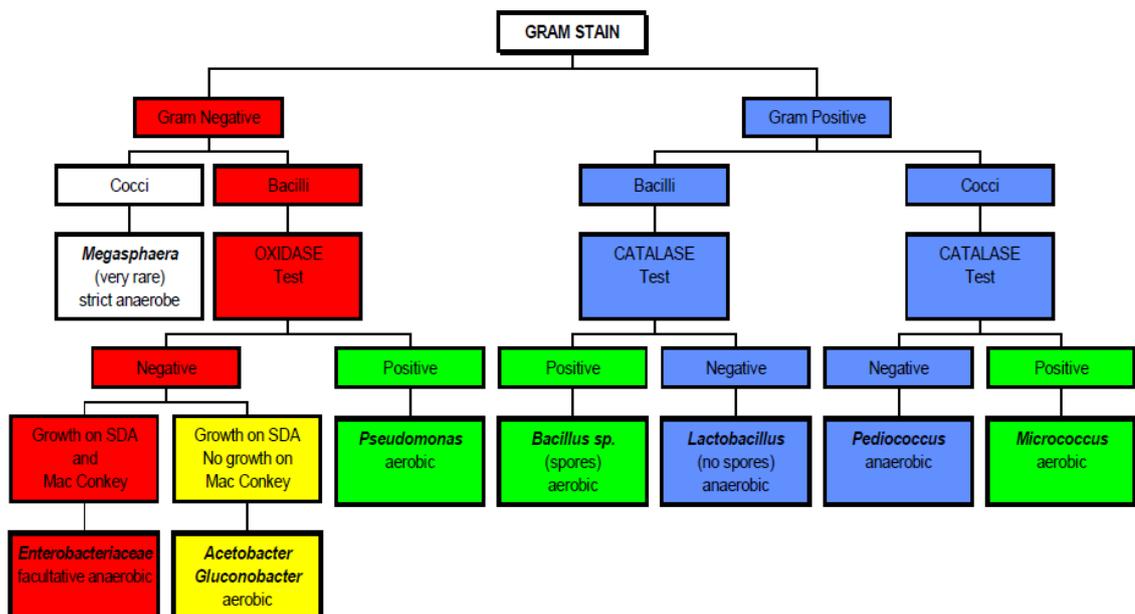
(八) 啤酒過濾

1. 啤酒過濾目的如下：

- (1) 移除酵母、細菌等微生物
 - (2) 移成造成混濁的物質，如多酚複合物、來自酒花的樹脂
 - (3) 降低包裝後可能造成混濁的物質，如蛋白質、多酚、戊聚糖、 α 及 β 葡聚糖等
2. 啤酒過濾的原理為以下幾種：(1)直接攔截(2)深層作用(3)擴散攔截(4)吸附(5)架橋
3. 啤酒廠常用的過濾設備可分為二大類，分別為(1)表面過濾器(2)深層過濾器。其中常見表面過濾器包括氣體過濾器、矽藻土補捉過濾器及無菌過濾器；而常見的過濾器如用於水質處理的活性深過濾器、矽藻土過濾器。
4. 由於矽藻土具有需廢棄物處理、產生粉塵的缺點，錯流過濾(cross flow filtration)因可避免上述缺點，而被應用於啤酒過濾。大部分錯流過濾系統會搭配離心機來降低錯流過濾機的負荷。

(九)啤酒有害菌

1. 針對未知之微生物鑑定，可依以下方式進行：(1)先針對菌落型態及屬於細菌、酵母或黴菌進行判定(2)革蘭氏染色判斷為陽性或陰性，可採簡易之方式用3% KOH 滴於菌落，觀察是否反應變黏稠為之，若為 KOH 陽性反應則為革蘭氏陰性菌 (3) 針對氧氣需求進行測試，可添加雙氧水測試有無反應(catalase test)(4)其他如有無產孢子及其活動力。經以上之方式，可鑑別出啤酒有害菌之種類如下圖。



2. 原料常見污染菌：(1)黴菌污染：如 *Aspergillus*、*Penicillium*、*Fusarium* 及 Wild Yeast(2)細菌污染：如 Lactic acid bacteria、Enterobacteriaceae、*Bacillus* 及 *Pseudomonads*。
3. 糖化室感染微生物造成(1)麥醪及麥汁酸敗：常見於革蘭氏陽性的桿菌的污染，如 *Lactobacillus delbrecki* 及 *Lactobacillus delbrueckii* 污染所造成(2) 麥粕酸敗：如 *Clostridium butyricum* 污染(3)冷麥汁污染：主要來自麥汁冷卻時的熱交換機的污染，常見為革蘭氏陽性菌的污染，如 *Obesumbacterium proteus*、Enterobacteriaceae 以及革蘭氏陰性的污染，如 Oxidase negative 的 Enterobacteriaceae。
4. 發酵期間常見污染菌：(1)Enterobacteriaceae(2)Acetobacter(3)Gluconobacter(4)Lactic acid bacteria：包含 *Lactobacillus* 及 *Pediococcus*。

四、包裝相關製程

(一)包裝概論

1. 包裝係維持啤酒品質的最後一道步驟，包裝前與包裝後的啤酒品質上差異應愈小愈好，因此包裝常面臨的挑戰為(1)維持啤酒品質(2)包裝成品外觀及其吸引力(3)如何合理的降低成本。
2. 以瓶裝線為例，包裝常涵蓋以下步驟(1)卸箱機(2)洗瓶機(3)裝酒機(4)殺菌機(5)貼標機(6)裝箱機(7)集箱機，各設備配置應遵尋 V 型曲線的概念，亦即裝酒機前後設備速度應較快，向前及向後每各包裝機械提昇10~25%速度，並考慮緩衝區之設計，使得裝酒機作業得以連續進行。
3. 如何維持包裝後的啤酒品質，重點在於：(1)容器：不可有破損、缺陷、髒汙的情形(2)製程：不可有捲封不良、空氣含量過高、殺菌過度或不完全、液位超出管制的情形(3)貼標：人員需經訓練且注意貼標作業、貼標用膠水的品質控管、貼標機的定位、合理的預防保養(4)清潔與殺菌：針對所有產品接觸面、固定週期並由受過訓練的人員執行、記錄及確效
4. 包裝成品外觀及其吸引力，以下幾點需注意：(1)有吸引力的包裝設計(2)良好的貼標：包含正確的貼標、無膠水殘留、無受損或皺折(3)良好的包材顏色及品質：供應商品質穩定、包材無受損或外觀上之缺陷(4)包裝符合內部規範及顧客需求
5. 一般包裝設備占新建啤酒廠之設備花費總金額之60%，而於例行生產後，追加之包裝線設備花費可高達總資本支出70%，平日之維修及保養花費可占全廠之80%。若以配置55%產能罐裝啤酒、35%產能瓶裝啤酒及10%Keg 桶裝啤酒的廠來計算，單就包材部分其金額就超過釀造之所有費用總合。如何合理的降低成

本為一重要課題。如何合理的降低成本的重點如下：

- (1) 良好的包裝線設計：控制系統設計可使包裝更有效率且減少人工、包裝線可迅速完成清潔、保養工作、設備和產線配置得產品切換更加迅速、良好的採光和排風、各工作站有足夠的工作空間。
- (2) 受過訓練的人員及良好的管理：可迅速的推廣人因工程及安全相關應注意事項、有效的針對設備及製程進行專業訓練、由操作人員主導的維護保養、操作人員團隊合作及其士氣。
- (3) 控制損耗及不良品：有賴於有效的品管監控、良好的維護保養、控制適當的存貨及工作人員的關心與參與。
- (4) 有效產能的監控及其指標：生產效率計算方式被定義且前後一致、產出量的計算方式前後一致。
- (5) 控制適當的存貨：避免生產後堆存於倉庫、以生產效率及人員費用的角度進行排班。
- (6) 了解市場脈動：注意競爭者削價競爭、避免不必要的產線切換、與經銷商、客戶互相了解及溝通。

五、啤酒感官品評

於美國及德國均安排啤酒品評的課程，從最基本品評類型及方法的介紹、酸甜苦鹹鮮基本風味的品評、啤酒不良風味的品評、啤酒搭配食物的介紹、美式啤酒的品評、德國啤酒的品評，使得參加學員更加認識啤酒

(一)品評方法

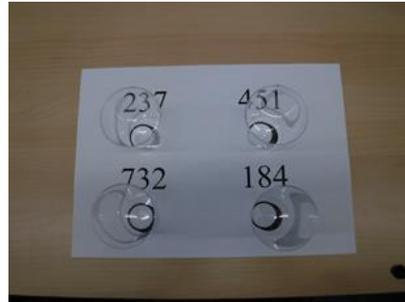
1. 依品評目的的類別分為消費者型及試驗分析型二大類，其中試驗分析型品評需由受訓合格且具經驗的品評員為之。消費者型品評可分為喜好性品評及接受性品評；試驗分析型品評可分為差異性品評及敘述型品評，分別介紹如下：
 - (1) 喜好性品評(Affective)：確認消費者喜好的產品種類。
 - (2) 接受性品評(Acceptance test)：確認消費者對產品的接受程度，接受的程度以量化的方式進行表示。
 - (3) 差異性品評(Discriminative)：確認兩個產品間是否有可察覺的差異存在並決定產品間是否相似。品評方法有二點品評法(Paired comparison)、二、三點品評法

(Duo-trio test)、三角品評法(Triangle test)、排序法(Ranking test)及 閾值測試法(Threshold test)

- (4) 敘述型品評(Descriptive)：為最複雜精細的品評測試方法，能夠取得產品相關特性的的大部分資訊。品評方法有簡易描述性方法(Simple descriptive test)、特性剖析方法(Profiling) 及量化描述性分析(Quantitative Descriptive Analysis)。



官能品評介紹



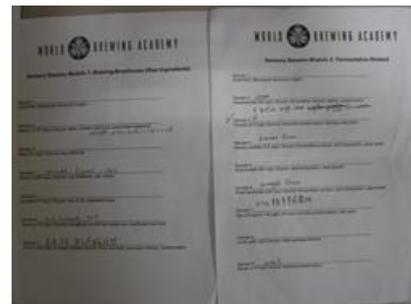
官能品評測試

(二) 啤酒的風味輪：

於美國期間，介紹風味的來源及種類。常見的啤酒不良風味往往來自於原料或製程的不良所造成，常見的不良風味有玉米味的二甲基硫、奶油味的丁二酮、啤酒花老化時產生的具有臭襪味的異戊酸等。另外由於啤酒酵母的種類差異及製程條件的差異，發酵所得啤酒，其中酯類物質及醇類物質的含量，亦有所不同，造成啤酒間的差異，如溶劑味的乙酸乙酯、香蕉味的乙酸異戊酯、丁香味的4-vinyl-guaiacol。



啤酒不良風味品評



原料、糖化及發酵製程相關風味介紹

(三) 啤酒的品評：

1. 品評美國、德國及其他歐洲的啤酒：於美國及德國期間，均安排品評課程介紹關於美國及德國當地的啤酒，於德國期間的品評課，除介紹各啤酒風味外，亦

與啤酒種類及歷史作聯結。



德國啤酒品評1



德國啤酒品評2

2. 啤酒與美食的組合：由於酒精度、甜度/清爽度、酸度、苦味度、烘乾/烘烤製程不同、二氧化碳含量、來自酒花及發酵之風味物質差異，造就了不同的啤酒種類。啤酒由於以上特性的不同，以及依據經驗法則，特定種類的啤酒與辣的、口感豐富/油膩、煙燻或烘烤的食物搭配，可提供絕佳的飲食及品評的體驗。



啤酒與食物之搭配1



啤酒與食物之搭配2

肆、 德國實作課程



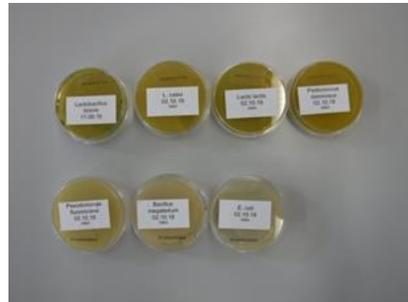
微生物鏡檢課程



微生物鏡檢課程



酵母種類介紹及鏡檢



啤酒有害菌型態介紹及鏡檢



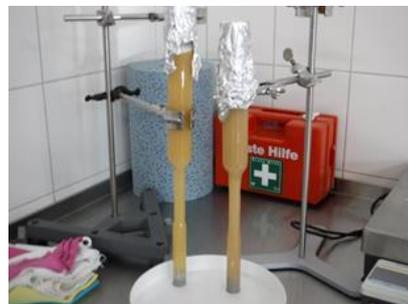
釀造實習-糖化麥芽下料



釀造實習-清潔作業



釀造實習-酵母活化



麥汁最終糖度量測



過濾實習-燭式過濾機矽藻土預覆



過濾實習-燭式過濾機啤酒過濾



包裝實習-洗瓶機操作



包裝實習-空瓶檢查機操作



包裝實習-裝酒機操作



包裝實習-貼標操作



桶生啤清潔管路系統介紹



桶生啤加壓氣體分配器介紹

伍、參訪行程(2018 Fall study tour)

一、美國

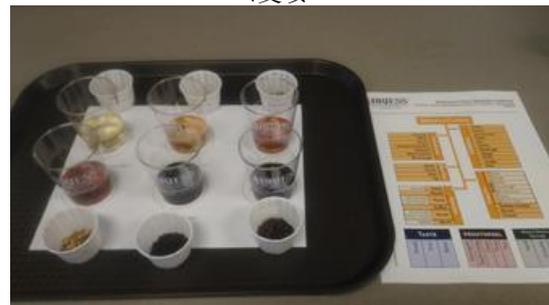
1. 參訪 Briess Malt & Ingredients Co.(麥芽原料供應商)

該公司位於威斯康辛州的 Chilton，於1876年成立於捷克後移民至美國，員

公人數約170人，約40人是當地居民，另有生產基地位於。當日參觀浸麥、發芽和烘乾製程，進行麥芽感官品評及 Q&A。浸麥係圓錐底式浸麥槽，發芽採機械控制之方式，每次可處理15000磅大麥，發芽過後依特殊麥芽種類，選擇 Kiln 或 Roaster drum 之方式進行烘乾，依戶需求，可採袋式、太空包、卡車及火車散裝方式出貨。針對特殊麥芽的感官品評，該公司亦建立標準方式並已收錄於 ASBC，該司生產的麥芽種類繁多，亦可因應客戶需求進行客製化。另外為推廣特殊麥芽，該公司亦培植陣容堅強的研究團隊，除進行商業演講外，亦定期邀請精釀業者參訪，藉以推展其特殊麥芽銷售事業。



浸麥



位於 Chilton 的特殊麥芽製造工場

品評由不同特殊麥芽製備而成之麥汁

2. 參訪 Great Central brewing company(啤酒廠)

該啤酒廠位於芝加哥市中心的近西區 (Near West side)，年產能50000bbl 並持續擴充中，配有50bbl/批的四槽式糖化系統，配有煮沸釜熱能回收系統，製造部門 CIP 設備僅一套，計劃再增設 CIP 設備以滿足需求，CIP 由導電度確認是否完成外，每週再由實驗室進行確認，麥汁加氣可選擇壓縮空氣或高壓鋼瓶之氧氣，若來自空壓機之壓縮空氣每天蒸氣殺菌加氣系統乙次，生產罐裝或桶裝啤酒，熟成後啤酒不經過濾，採離心方式進行澄清處理。產品有罐裝或桶裝，罐裝線產能為200罐(033L)/分鐘，卸罐機由 SKA FAB 公司生產，簡單而耐用，進廠之鋁罐無標貼，由 P.E. LABELLERS 公司生產之貼標機進行貼標作業；桶裝啤酒之酒機採 KHS Innokeg CombiKeg 系列之桶裝包裝機，每小時可包裝60桶 1/2bbl 容量之 keg 桶。其實驗室備置簡單，未配置無菌操作台，擴培自實驗室進行，以1:10的比例進行放大。



包裝工場介紹



鋁罐貼標機



販售精釀啤酒種類



品評室

3. 參訪 Revolution Brewing(啤酒廠)

該啤酒廠成立於2010年，創辦人 JOSH DETH 歷經數次嘗試失敗，最後才成功建立該啤酒廠。該啤酒廠為芝加哥最大的精釀啤酒廠，亦是美國排名前50大的精釀啤酒廠。生產產品種類眾多，包含 IPA 啤酒、波特啤酒、皮爾森啤酒、比利時艾爾啤酒、淡色艾爾啤酒、酸啤酒、橡木桶陳釀啤酒等。年產量約80000bbl，配有50bbl/批的糖化系統，每天最多可生產六批次，發酵槽20、40、60、80及800bbl 大小，可因應包裝量進行產量調整，糖化及發酵設備均購自GEA，包裝有罐裝及桶裝型式，罐裝產能為300罐(0.33L)/分鐘，主要產品為IPA 啤酒，占營收75%。實驗室建置完整，除傳統之理化及微生物分析外，有PALL 公司生產之微生物快速分析儀，可用於酵母及啤酒腐敗菌之鑑定，另配有氣相層析儀，用於丁二酮之檢測，酵母擴培以1:10之比例進行進行。



微生物實驗室



發酵設設



品評室



販售精釀啤酒種類



販售紀念品種類

4. 參訪 Goose Island Brewery(啤酒廠)

該啤酒廠成立於1988年，於2011年被 Anheuser-Busch InBev (簡稱 AB-InBev)收購，但 AB-Inbev 仍保留該啤酒廠之商標，並由啤酒廠人員主導生產。糖化室採四槽式系統，較為特殊的部份，配置有鎚式粉碎(hammer mill)及麥汁過濾機(mash filter)，而啤酒澄清處理先前採過濾機，現改採為離心機。包裝產品型式有罐裝、瓶裝及橡木桶，另人驚訝的是，該啤酒廠於數公里另有一廠區專門儲放橡木桶啤酒，該儲酒室如威士忌的酒窖般，甚為壯觀，橡木桶啤酒以 Bourbon County Stout 為主，少量橡木桶後熟之酸啤酒，應因橡木桶啤酒之生產，考量橡木桶啤酒之微生物風險，於主廠區另設有啤酒瞬殺設備，非橡木桶啤酒一般採隧道式殺菌之製程。實驗室配置有 PCR 及氣相層析儀，菌種由 AB-InBev 控管，實驗室定期斜面更新。



擴培循環加氣系統



麥汁過濾機



啤酒冷儲時添加設備



啤酒離心機



橡木桶啤酒儲酒庫

5. 參訪 Half Acre Brewing Company(啤酒廠)

該啤酒廠建於2008年，年產能50000bbl，部分營收來自代工收入。糖化室採德國公司 Braukon 之四槽式系統，產能為30bbl/批，糖化產能每天6批次，每天收工後以鹼液進行 CIP，於該週結束前會再以酸液加強清洗，針對糖化室特別加強土建並挑高地基，鋪設耐磨磁磚，現場環境清潔並採光良好，引入駐足參觀，有30、60、120bbl 之發酵槽，主要產品為 IPA 和 Brown Ale，包裝種類有罐裝及瓶裝，包裝完成之成品均存放於冷藏庫，利於啤酒風味之維持，該公司亦以冷鏈之銷售模式，作為行銷之訴求。該廠址設有品評室，可點餐內用，亦設有戶外之販賣區，配有戶外座位區，可與三五好友，聚會聊天。藉以吸引不同之客群。



太空袋包裝之特殊麥芽



糖化設備



戶外之販賣區

6. 參訪 Off Color brewing(啤酒廠)

該啤酒廠於2013年成立，當日參觀位於芝加哥西柏爾科技研究所附近之品評室，該品評室配有20公石的雙槽式糖化設備，設備主要來自大陸，品評室的糖化用於生產酸啤酒及橡木桶啤酒，現場有放置橡木桶，用以吸引遊客。啤酒標籤設計具有文青風格，啤酒價格昂貴，當日數人合買了一瓶750mL 之酸啤酒（名稱為 Ghost Lemons）要價20美元，但味道複雜評價不高。



二、 歐洲

1. 參訪 Steinecker/Krones(設備供應商)

原 Steinecker 建於1875年，於1983年與 Krones 部分股權售與 Steinecker，於1994年由 Krones 掌控所有股權，Steinecker 共二個廠，當日拜訪位於慕尼黑附近的弗萊辛（Freising）的工廠。Krones 旗下目前共三大事業群，分別為啤酒及飲料製造設備部、瓶裝及包裝設備部及物流倉儲事業部。弗萊辛（Freising）廠主要生產糖化槽、過濾槽、迴旋沉澱槽等糖化設備，亦生產戶外發酵槽等耐壓設備。

現場參觀不允許拍照，但另人印象深刻的是其雷設切割機可切割達15mm 厚度的鋼板及用於製造 dimple 夾套的雷射電銲機，由於上述設備的導入，使得產能由原先年產能由200個戶外發酵槽桶槽提升至1200桶槽。另於本年度年中，成立釀造中心(Brewing center)，其設施包含原料粉碎、小型啤酒釀造中心及品評室，該公司企圖藉由該釀造中心，進而推廣其設備外，另亦藉此啤酒控制系統的研發及導入，並作為內部員工及外部顧客教育訓練的場所。



工廠外觀



簡報介紹公司營業項目



釀造中心外觀



釀造中心糖化設備

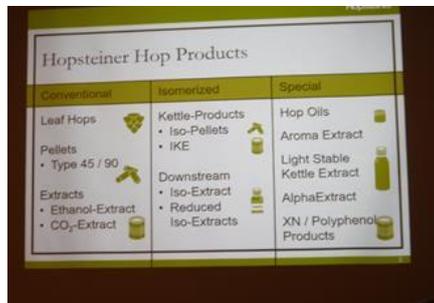
2. 2018.10.29參訪 Hopsteiner(啤酒花原料供應商)

該公司位於 Mainburg，為啤酒花相關商品供應商，該公司產品有全花、45/90型啤酒花顆粒、啤酒花萃取物、異購化啤酒花及精油等，主要原料為 Hallertau Herkulus 品種之酒花，占收購量1/3。除有二氧化碳啤酒花萃取物外，另可另利用乙醇進行萃取，目前該技術獨步全球，採用該萃取物有煮沸時異購化時間較短等優點，可惜因酒精爆炸下限低，該生產設備不開放參觀。近幾年由於高溫等氣候異常，導致歐洲主要啤酒花產區欠收，且啤酒花 α 酸含量亦較平常低，該公司目前亦著力於抗旱品種之育種，目前已有類似 Perle 之產品進行田間試驗。參觀顆粒酒花、二氧化碳啤酒花萃取物、異購化啤酒花顆粒之製程及啤酒花原料及產品之倉儲設備。進行不同品種啤酒花之品評，其方法為用雙手搓柔啤酒花至粉狀，由於手部的熱能，使得啤酒花香味鑑別，當日品評 hallertau 區域生產的酒花，香花部分有：Hallertau Hallertau、Hallertau hersbrucker、

Tettnang Tettnanger、Hallertau tradition、Hallertau perle、Hallertau spalter、Hallertau salphir、Northern Brewer、Hallertau Blanc、Hallertau Hullmelon、Halleuteuer Mandarina，以及 苦花品種 Hallertau Magnum、Hallertau Herkulus、Hallertau Polaris。有購自 Braukon 公司的5公石小型釀造設備，可用於測試啤酒花產品。



啤酒花倉庫



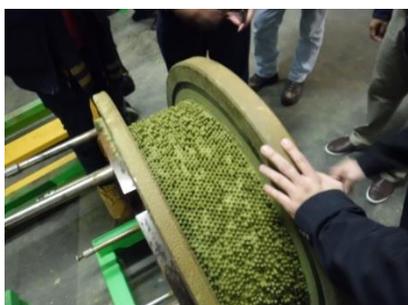
簡報介紹產品種類



啤酒花品評



二氧化碳萃取設備



啤酒花造粒設備



顆粒啤酒花充填包裝設備

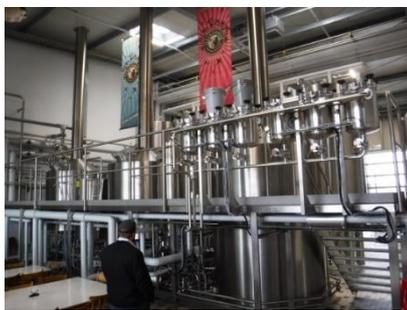
3. 參訪 Schanzenbräu(啤酒廠)

該啤酒廠址於2016年完工，位於紐倫堡，產能15000公石/年，商標印有熊的圖案，相當醒目，主要產品為 Schanzenbrau Helles 及 Schanzenbrau red beer，另有其他季節及特殊啤酒，具有購自 Kaspar Schulz 公司的四槽式糖化室，每批次20HL，加熱利用過熱水進行，該廠並無產出及使用蒸氣，發酵槽有40公石(2個)、80公石(4個)、120公石(2個)及140公石(2個)，Keg 產品占總產量40%，用水節省，可達4.2公升用水/每公升啤酒之用水量。每年均舉辦2次啤酒節之活動，吸引顧

客並促進營收。導覽期間簡介人員提及精釀啤酒廠在德國面臨的競爭及挑戰，並回答許多實際經營及啤酒生產上會遇遭的實際案例，另許多欲設置精釀啤酒廠的同學收穫甚多。



啤酒品評



糖化設備



發酵設備

4. 參訪 weyermann(麥芽原料供應商&精釀啤酒廠)

該公司成立於1879年，總部位於 Bamberg，主要生產需 Roasted drum 製程的麥芽，其他基礎麥芽由另二個廠進行，企業標誌及顏色（黃及紅）均相當醒目，常見包裝為25Kg 袋裝，根據其內部統計，僅25Kg 袋裝於2017年售出370萬袋，相當於92500噸，相當驚人。總部設有實驗室，可針對進廠大麥於50分鐘內完成重要之檢驗，亦建置2.5公石 pilot brew 及90公石精釀啤酒專區，解說人員說釀酒就像烹飪一樣，他們要告訴顧客，不只會賣麥芽，他們也會設計配方釀酒，當然其配方均採產製該公司之麥芽，釀製的啤酒品項以數字進行編號，除啤酒外亦有琴酒等商品，另預計107年12月中推出威士忌的產品。麥芽產品導入 QR-code 的追溯系統，僅需掃描袋上的條碼，即可快速獲得該啤麥芽的資訊。



Bamberg 生產工廠



不同種類精釀啤酒



核心製程-Roasted Drum

5. 參訪 Kaspar Schulz(設備供應商)

該公司成立於1677年，位於 bamburg 的市中心，原本僅為銅器鋪，現已成為德國頗負盛名的設備供應商。公司約有200位員工，其中28人有釀造師之證書。該公司生產的啤酒設備，80%為釀造相關設備，20%為製麥相關設備，簡報期間介紹其新 Schulz Rocket 2.0設備，可應用於戶外發酵槽啤酒花添加，另有小型製麥設備，可自動化完成製麥，最小產能為2噸，提供精釀業者自製原料之選擇。現場參觀禁止拍照，導覽期間介紹糖化及發酵設備之製備，用於製造桶槽之設備甚多，技術人員動作迅速並熟練。較為特別的是，於配管期間，會採用彎管的方式，儘量避免焊接的情形，現場有許多學徒，在此將書本上的知識和實務的經驗作結合，帶隊老師表示：這家公司設備是德國最好的設備商，當然價格也不便宜。

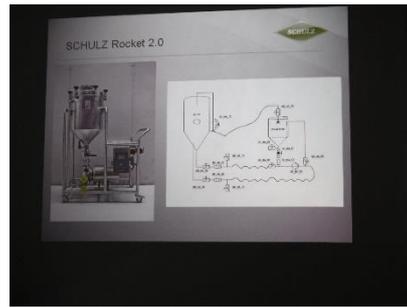


投影片介紹



小型製麥設備

Bamberg 生產工廠



啤酒花添加設備

6. 參訪捷克 Chodovar(啤酒廠)

該啤酒廠歷史悠久，於1573年設立，由於捷克得天獨厚的花崗岩地型，該廠又位於地型之交界處，所以該廠可取得富含礦物質的溫泉水，亦可取得低硬度的釀造水。年產能 80000公石，仍保有傳統之樓板式製麥，每次生產八噸麥芽，糖化每批次200公石，糖化採煮出之方式，發酵採開放室發酵槽及傳統之臥式貯酒桶，產品有瓶裝及桶裝啤酒。品評未過濾前的啤酒，泡沫綿密且新鮮富麥芽香，包裝設備除貼標機購自 Krones 外，大部分仍購自捷克國內公司，啤酒廠旁有自家之餐廳及旅館，餐廳由原建置於花崗岩之地窖之貯酒庫改建而成，供應自家之啤酒與餐點，極富有特色，為增進營收，該啤酒廠亦舉辦啤酒節之活動，有搬 Keg 桶，推 barrel 桶等趣味競賽。



樓板式製麥



7. 參訪 pilsner Urquell(啤酒廠)

該啤酒廠建立於1842年，先前被 Sabmiller 收購，現又轉賣與日本朝日公司 (Asahi)，由日本朝日公司掌控股份，產能約300萬公石，其主要產品為皮爾森啤酒，其製程特點在於(1)直接加熱(2)3次煮出法(3)採用低轉化率之麥芽(4)釀造用水硬度低(5)9°C 低溫發酵。由於歷史悠久，該廠設備可說是啤酒設備的博物館，該公司利用此優勢，進行觀光規劃與經營，當日參訪團體絡繹不絕，除例行的英文、捷克語、法語、及德語定時導覽外，當日亦有不少中國導遊帶隊的參訪團體，其傳統設備相關文物(現已無使用)如銅製糖化設備、木製發酵槽及貯酒桶等保存完善，舊式貯酒桶取酒極富特色，地下酒窖寒冷潮濕，或為其特色之一。亦參觀其由 sabmiller 建置的包裝線，產品有罐裝、瓶裝、PET，另桶裝於鄰近廠址生產，導覽簡介播放設備先進，紀念品種類繁多，除典型啤酒相關商品如玻璃杯、開罐器等外，亦有不少衣服及配件等，結帳人潮眾多。



導覽活動報到及預約處



環型劇場



糖化設備



包裝工場



現場品評



紀念品販售處



紀念品販售處

8. 參訪 Budweiser(啤酒廠)

該啤酒廠於二戰後收歸國有迄今，目前年產能約160萬公石，目前因生產不及市場需求，積極去瓶頸以提高產能，希望於2022年可增加達200萬公石，新完工設備有自動倉儲系統、1500公石臥式貯酒槽，並計劃新增瓶裝生產線、戶外發酵槽等。原料部分：釀造用水採自深達300公尺之井水，僅採物理性之除砂之前處理外，無需軟化或殺菌之後續處理，酒花均採產自捷克當地之 Saaz 全花，因啤酒花欠收之故，該公司亦花費相當多時間在啤酒花的採購，麥芽來自於捷克當地(用於 Lager 生產採用之麥芽有 BoJoS、Malz、LAUDIS 之品種)，糖化槽共二套，每批次600公石，每天可生產12批次，糖化採二次煮出法，啤酒花三次添加(滿鍋前、滿鍋時及煮沸完成前20分鐘)，二氧化碳約30%仍需外購，瓶裝包裝線產能約40000 瓶/小時，主要產品為 Lager 啤酒，約總產量2%為 Dark Lager，現場品評啤酒口味均相當純淨，參訪同學亦讚不絕口，參觀其糖化、發酵及包裝現場，參觀動線及設備均相當乾淨且明亮，感覺管理良好，參觀遊客亦接踵而至，另人印象深刻。



展售中心外觀



自動倉儲系統



糖化設備



戶外發酵槽



儲酒桶品評



包裝工場 KHS 裝酒機

9. 參訪 Brauerei Freistauter (啤酒廠)

該啤酒廠，利用原有教堂場址，設置畫展空間、會議室、紀念品商店及糖化工場，內有噴泉及壁畫等藝術家創作，吸引遊客造訪。紀念品商店及糖化室座落於同一開放空間，搭配數位工廠照片播放，令人有置身於博物館的感覺。啤酒年產量100000公石，另生產約12000公石之碳酸飲料，麥芽及啤酒花原料都取自當地，釀造用水採自井水，深自80~90公尺深，酵母可由鄰近大啤酒廠取得，糖化室採四槽式系統，每批次產能80公石，有瓶裝及 Keg 產品，瓶裝線每小時產能為22000瓶(0.33公升)，配有隧道式殺菌系統，但釀造師表示，大部分啤酒並無殺菌，且無低溫配送，但保存期限可達6個月，於直立式貯酒槽旁設有品評處，現廠品評啤酒新鮮純淨，除販售工廠生產的啤酒外，有一精釀啤酒陳列空間，可購得來自不同國之之精釀啤酒。



工廠外觀



糖化設備



戶外發酵槽



現場品評



精釀啤酒陳列架



紀念品陳列架

10. 參訪 Hofstetten(啤酒廠)

該啤酒廠位於奧地利的 St. Marlin 區域，創立於1229年，年產能約9000公石，啤酒主要種類為皮爾森啤酒，部分產品利用特製特殊之原料如蜂蜜及有機大麥芽，搭配冰啤酒、石頭製開放式發酵槽或橡木桶等製程，進行釀酒，糖化室設有舊式40公石銅鍋 亦有20公石新式三槽式系統(糖化煮沸於同一桶槽)，新式三槽式系統為與舊有系統批配，過濾容量為40公石，啤酒均未過濾亦無殺菌，因此銷往美國之 Obtoberfest 產品，採2°C之低溫配送物流系統，另現場品評皮爾森及博克啤酒等。



工場外觀



品評室



糖化設備



石頭製開放式發酵槽

11. 參訪 Biergasthaus Schiffner

該啤酒民宿，位於 Mühlviertel 地區，除經營民宿外亦附設餐廳，該餐廳特色為可提供包含一系列前菜、濃湯、主菜、甜點與啤酒組合而成之套餐，部分啤酒由餐廳人員租借 Hofstetten 設備釀製而成，如特殊之亞麻仁啤酒等。除此之外，收藏高達150種不同種類之精釀啤酒，供顧客選購，在此用餐及品評，給與參訪之學員獨特視覺與味覺之體驗。



啤酒民宿



啤酒品評



亞麻仁啤酒

12. 參訪 Ottakringer Brauerei(啤酒廠)

該啤酒廠創建於1837年，歷史悠久，說該廠的發展是一部份的奧地利歷史亦不為過。目前為奧地利第二大的啤酒廠，年產量約60萬公石，除啤酒外，有 radler 產品等，糖化室每批次產能420公石，發酵採戶外直立式發酵槽及貯酒槽，過濾採錯流式膜過濾之方式，相當特殊，因應無酒精啤酒之生產，有特殊之含固化化床設備，將酵母固定於載體上，將6~7Plato 低溫(0°C)麥汁注入此設備，經過3~4天之發酵，再經過濾後可得產品，為維持載體上酵母性能，需採批式連續生產的方式。包裝產品有罐裝、瓶裝及 Keg 桶裝產品，包裝產線有瞬殺設備，但僅用於 Radler 等飲料之生產。因位於市郊，利用此優勢，設有五處聚會場所，配合啤酒節、集會或結婚等活動，可彈性進行調整，並吸引顧客。積極參加啤酒各項比賽，2016年 Helles 及 Pilsen 啤酒均獲 European beer star 金牌；亦結合當地巧克力工廠，推出限量巧克力啤酒產品。設有 Braukon 公司產製之10公石精釀設備，可裝瓶或 Keg 桶，並每隔二週定期品評研發之產品。現廠品評 Helles、巧克力啤酒及 Radler，均相當具水準，現場導覽除釀酒師外，配置有英文專業導覽人員。



工場外觀



導覽簡介



發酵相關設備



無酒精啤酒生產設備

13. 參訪 Bevog craft brewery(啤酒廠)

該啤酒廠創立於2013年，位於奧地利邊境鄰近斯洛維尼亞，年產量約6000公石，員工14人，產品定位為精釀啤酒，釀製的產品主要為美式艾爾，如淡色IPA等，不常見於奧地利或斯洛維尼亞之市場。設有 Kaspar Schulz 產製之50公石糖化設備，設有啤酒離心機但無殺菌設備，產品賞味期限標示9個月以上，包裝產品有罐裝、瓶裝及桶裝，為確保風味穩定性，目前積極尋找有商譽之低溫配送貨運公司，產品之設計與奧地利當地藝術家合作，相當具有特色，積極參加各項啤酒大賽，為精釀啤酒比賽之常勝軍，現場參觀時，人員均需配戴頭套、鞋罩，並設有捕蚊燈，環境清潔，目前仍需努力平衡收入與支出。



品評室



糖化設備



發酵設備

14. 參訪 Villacher(啤酒廠)

該啤酒廠於1858年成立，年產量約260000公石，現隸屬荷蘭海尼根公司，鄰近地區共有五座啤酒廠屬於於海尼根，設備產能可互補不足。釀造用水來自井水，因當地水質硬度較高，需經逆滲透處理，啤酒花購自德國 Hallertau 地區，麥芽採溼式粉碎，糖化室產能200公石，購自設備商 Steinecker/krones，包裝產品有桶裝、瓶裝及罐裝，其中桶裝、瓶裝均採瞬殺之方式，包裝現場清潔且包裝順暢，罐裝產品因成本考量委由他廠包裝，桶裝產品占總產量40%。二氧化碳可回收自足，無需外購，品評該廠產品 Märzen 及無酒精啤酒，皆相當新鮮，其中無酒精啤酒採蒸餾方式去除酒精，後段蒸餾製程，由隸屬於海尼根之友廠完成。



工場外觀



糖化設備



發酵槽檢視



包裝工場

15. 參訪 Augustiner Brau (啤酒廠)

該啤酒廠於1621年成立，該啤酒廠位於薩爾茲堡的 Mülln 區域，目前大部份的股份仍屬於 Benedictine Abbey of Michaelbeuern 修道院，年產量12000公石，其製程部份仍相當傳統，包含銅製開放式麥汁冷卻器(coolship)、開放式發酵槽等，造訪期間僅供應 Märzen beer，但參訪遊客眾多。該廠址設有奧地利最大的啤酒花園，可容納高達1400人的座位，內部亦有不同的大廳，現場供應的啤酒均來自橡木桶，現場可觀看到其特殊之石製之出酒器。



工廠外觀



糖化設備



發酵設備



儲酒設備



橡木桶換桶作業



紀念品

16. 參訪 Stiegl(啤酒廠)

該啤酒廠坐落於奧地利薩爾茲堡，為奧地利第一大啤酒公司，創立於1492年，有著悠久的歷史，部分特殊麥芽採製方式，該廠設備新穎並保留舊有設備供文物展示用。糖化設備購自設備商 Steinecker/krones，有650公石的4槽式糖化設備，每日可釀造達十批次，十分有效率；發酵槽採戶外直立式發酵槽，因應 lager、Ale 及有機啤酒的生產，有分區進行發酵以利控管，特別是貯酒後熟採高泡酒添加方式，以利生青味物質還原；使用酵母種類繁多，酵母採-80°C保存以確保其性能，其中無酒精啤酒採用特殊酵母，並採限制性發酵方式進行；啤酒過濾由三套系統所組合而成，分別為矽藻土過濾機、紙板過濾機及 PVPP 過濾機（PVPP 可再生非一次性）。包裝產品主要為瓶裝，參訪瓶裝線現場清潔且包裝順暢，該廠用水節省，全廠用水及生產啤酒比例可達3.2。該廠因位於薩

爾茲堡，有得天獨厚的觀光資源，每年有高達80000人次以上的遊客造訪，如同捷克 Pilsner 啤酒廠，設有環型劇院、文物展示處以及產品設計精美的遊客購物中心外，有20公石的銅製表面之精釀啤酒設備供參觀，特別的是，設有橡木桶啤酒儲存室及品評室，除可品評產自該廠之橡木桶啤酒外，亦可購得由其他啤酒廠生產的橡木桶啤酒，令人大開眼界。



工廠外觀



環型劇場



精釀設備



橡木桶啤酒品評室



原料運送



糖化設備



發酵設備



品管實驗室

17. 參訪 Hofbräuhaus Traunstein(啤酒廠)

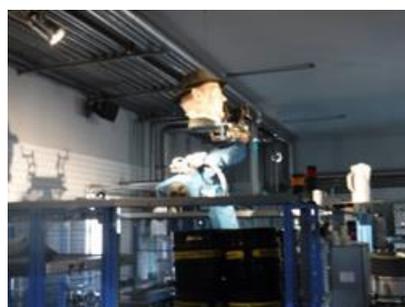
該啤酒廠成立於1612年，座落於德國巴伐利亞 Traunstein 地區市中心，為家族經營模式之啤酒廠，年產能約100000公石，主要產品為 Helles 啤酒，占總產量70%。該啤酒廠採用德國的原料並遵循純釀法進行釀造，啤酒花來自德國 Hallertau 地區，採契作方式，麥芽來自德國 Upper Palatinate and in Lower Franconia 區域，製程部分特殊的部分為冷麥汁經浮選槽預處理去除冷渣，另外有開放式直立椎底發酵槽，可觀看發酵狀況及利於啤酒酯味之生成。包裝產品有瓶裝及桶裝啤酒，產能分別為每小時20000瓶及120 casks，因品牌形象良好，產品價格不低，Helles 產品，0.5公升瓶裝每箱20瓶販售價格達70歐元。該啤酒廠於鄰近處設有餐廳，於現場品評小麥啤酒、Helles 等，口味均相當新鮮純淨。



糖化設備



開放式直立椎底發酵槽



包裝工場簡介

18. 參訪 Braukon(設備供應商暨精釀啤酒供應商)，

該公司主要事業為啤酒相關生產設備，公司總部座落於德國巴伐利亞的 Seon-Seebruck 區域，參訪期間介紹其特殊之 Alloy-sius 麥醪預混合設備(用於進料時粉碎麥芽與水混合)、Smart-boil 麥汁煮沸設備、Hop-gun 冷儲時酒花添加系統等，包含其原理及優點，另外該公司著名的是其 turn-key 配置，亦即如糖化設備等其核心元件均在德國組裝完成，並完成配管焊接後，固定於鐵架後，配送至客戶端，再於客戶端進行公用系統之銜接，接著進行硬體測試、CIP 測試

及以水進行試運轉後，即可投料試俾。有別於 turn-key system，亦可依顧客需求進行客製化生產。Braukon 旗下另有精釀啤酒廠名為 Camba Bavaria brewery，舊廠於2008年設置完工，坐落於 Gundelfingen 區域旁，每批麥汁為20公石之規模，另於2016年於總部新建置完工之新廠，擴大至50公石/每批麥汁之規模，目前已開發出30餘種啤酒，亦利用精釀啤酒設備進行教育訓練並可代工生產啤酒。



Braukon 總部



Hop-gun 冷儲時酒花添加設備



Smart-boil 麥汁煮沸設備



待配送之 pub brewery



Camba Bavaria brewery
10公石 brewpub 糖化系統



Camba Bavaria brewery
50公石糖化系統及相關配置

參、心得與建議

一、心得感想

從96年進入公司至今，公司方面對啤酒專業的教育訓練不遺餘力，除了請各廠的前輩先進等辦理啤酒相關之內部教育訓練外，亦曾請大陸武漢啤酒學校的老師，至公司授課。而每次上課時，均感受到講師的專業與熱誠及啤酒知識的日新月異，啤酒專業並不是一蹴可幾的，誠如 Doemens 老師 Michael Edler 於結訓時所說：「取得證書只是個開始，希望大家持續學習，與同學、老師及參訪期間所認識的釀造師保持聯絡，多多交流」。本次得以參加國際啤酒釀造課程，十分感謝總公司及廠內提供此機會，讓我有機會更加了啤酒的理論與實務，在此就受訓的心得敘述如下：

(一)啤酒相關釀造知識

先前的公司訓練，因時間的關係，未曾有系統的從原料、糖化、發酵、包裝、公用系統及設備、品管、品評、及投資策略等，辦理如此詳盡的課程。在美國訓練期間，講師有來自啤酒業界精英之退休人員、大學講師、Siebel 專任講師、及部分 Doemens 講師，均為一時之選之菁英人士，而德國訓練期間，講師多畢業於德國當地大專名校如慕尼黑科技大學，並曾任職於啤酒廠，富有實務經驗，講授採理論與實務結合，十分受用。像是桶裝生啤酒課程，強調需於換桶期間清潔管線、不可儲放過久造成過量泡沫等，讓欲經營品評室的同學，避免浪費時間從錯誤中學習。德國訓練期間安排有實作課程，像是糖化實作課程共進行二次的糖化，第一次由助教帶領，指導糖化的原理及操作，第二次則要求學員自己來，從麥芽秤重、麥芽粉碎、糖化設備操作、麥汁煮沸、啤酒花添加量計算及添加、麥汁冷卻、麥汁通氣、酵母接種、桶槽清潔等，以分組互相合作方式完成糖化。而包裝實作課程，安排二天的課程，第一天先於現場就設備原理(包含洗瓶、空瓶檢查機、裝酒機、貼標機、集箱機等)及操作(包含送酒作業、包裝作業、CIP 作業等)進行講述後，第二天則由學員選擇不同的設備，以團隊合作的方式，完成啤酒包裝及清潔作業。

課程安排造訪啤酒廠、設備廠及原料廠，除了將生硬的講義、教課書的知識轉化成實用層面的生產技術及操作外，亦了解啤酒產業界現行發展之趨勢及特殊處。像是在美國期間，精釀業者除持續於 IPA 的生產外，部分亦投入像是橡木桶啤酒、酸啤酒的開發及生產，甚至有業者僅生產酸啤酒。而在歐洲期間，造訪不同的啤酒廠，其產品種類除啤酒外，亦可生產無酒精啤酒、Radler、氣泡水飲料等。

(二)啤酒種類的認識

本廠研發中心可購買少量之進口啤酒，供分析品評比較或產品開發時參考用，然而在進口啤酒在台灣往往不易購得且為種類不多，又由於運送方式、儲放時間等關係，有時入手的產品已走味而與當地生產啤酒有所差異。在訓練期間的各品評課，是大多數學員最喜愛的課程之一，個人印象最深的課程，是德國 Staudinger 講師的品評課，其針對德國啤酒的文化、種類、品牌、品名，有系統且詳盡的進行解說，像是 Berliner 小麥啤酒、Munich Helles 等，期間並搭配猜啤酒種類的遊戲，讓學員留下深刻的印象。

無酒精啤酒可採限制型發酵、酒精蒸餾去除及調合之方式，本次參訪期間造訪啤酒廠採限制型發酵或酒精蒸餾去除之方式，而限制型發酵又可細分為採固定化床、採特殊啤酒酵母進行發酵等，上課老師提及風味及消費者接受度是最大的考量。

(三)啤酒節活動

啤酒節活動，最早源自於德國，為慶祝巴伐利亞路德維希王子的婚禮的活動，為期約二週(自九月底至十月初)，因頗受好評，在持續辦理之下，演變至今，成為德國慕尼黑每年重要的嘉年華會。根據當地新聞報導，本年度在短短的16天期間，吸引了高達600萬的旅客造訪慕尼黑，並消耗了7.5萬公石左右的啤酒，不僅對當地啤酒產業，對其週邊商家效益亦十分驚人。本次受訓期間，抵達慕尼黑住宿地點時，已於當地下午四點，趕不及參加該活動，甚為可惜，而根據上課講師口述，期間販賣的啤酒酒精度較高，但酒體豐富卻又呈現清爽之口感，這或許是啤酒節時啤酒熱賣的原因之一。另於美國期間，有幸參加由 goose island 啤酒廠舉辦的啤酒節活動，結合鄰近的餐廳，辦理樂團表演、趣味活動等，現場販售的價格雖然價格不便宜(500c.c.要價十美金)，但排隊續杯的人潮，卻是絡繹不絕。

(四)啤酒的文化差異

美國芝加哥，是精釀啤酒十分風行的城市，於美國上課期間品評為數眾多的啤酒如 American Lager、IPA、酸啤酒及橡木桶啤酒等精釀啤酒，可供選擇的種類相當多。在超市除商業型啤酒如百威等外，亦販售特定的精釀啤酒，精釀啤酒通常僅經過離心機而無過濾機步驟，有時甚至無巴式德殺菌，但保存期限較短，因方便性的考量，罐裝啤酒的銷量亦較瓶裝來的高。另外，上課時老師提及，大部份的美國消費者，會將購入的啤酒儲放於冰箱，如此一來，可避免長期間處於高溫或光害造成啤酒品質的下降。

德國慕尼黑，屬於德國的巴伐利亞聯邦，有著良好的傳統-遵循純釀法(purity law)進行釀造，純釀法可說是世界上最早針對啤酒訂定的衛生標準/法規，也因此限制，於原料的使用上限制較多，可選擇的啤酒種類不若美國芝加哥。曾參加慕尼黑當地的精釀啤酒業者所舉辦的小型啤酒節活動，除啤酒種類較少外，啤酒的品質亦有待加強，但是商業型的啤酒廠，像是慕尼黑市中心的 **Augustiner** 啤酒廠的啤酒花園、**Spaten** 啤酒廠的啤酒花園等販售的啤酒，口味均相當純淨，再搭配上不同的佐餐食物，可說是完美的組合，慕尼黑盛行的啤酒花園，提供親朋好友聚會的選擇外，許多德國家庭亦將其列入假日休閒的景點名單。

德國啤酒的銷售，以瓶裝為主，且多採回收瓶，此一現象，主要歸因於德國良好的空瓶回收系統以及昂貴的押金，使得消費者養成空瓶回收的習慣。然而於德國消費者多將啤酒多儲放於室溫，又由於瓶裝的氣密性不若罐裝來的好，易產生變化而失去啤酒之新鮮度，據統計德國消費者針對購買產品之風味異常提出之若干客訴案例，經研判係氧化所造成，此一現象顯示出德國消費者對於品質的挑剔，又由於公司產品主力為 **lager** 啤酒，而 **lager** 啤酒一旦風味異常，極容易被消費者所發覺，因此針對瓶裝產品的空氣含量及氣密性，需詳加留意。

二、 建議事項

(一)製程相關

1. 參觀美國啤酒廠，部份啤酒廠已將酵母及啤酒腐敗菌快速檢測納入例行分析，由於快速檢測可就製程管控點進行把關，可評估其實用性及經濟效益。
2. 杜門斯學院配置有，77%CO₂/23%N₂氣體混合器，可使用混合氣體經加壓桶裝啤酒，可賦予桶裝啤酒較佳之泡持性，該混合器由德國製造，可進一步了解混合器的設計原理及適用範圍。
3. 特殊麥芽的種類甚多，使用特殊麥芽可釀造出特殊風味、色澤、口感的啤酒，使得產品具有話題性及獨特性。而特殊麥芽可購自特殊麥芽廠，如常見特殊麥芽廠德國 **weyerman** 公司及美國 **Briess** 公司等，各供應商除販售特殊麥芽外，亦可提供配方，可向其索取作為開發新產品之參考。
4. 啤酒花產品種類眾多，德國 **hallertau** 地區由於乾旱導致啤酒花欠收，使得價格上漲且不易購得。啤酒花產品除公司現使用的顆粒型酒花外，亦有萃取物等。至於啤酒花品種及種植地，均與啤酒花風味有顯著關聯，例如於紐西蘭或澳州，有特殊品種-如富含熱帶水果風味的酒花可供選擇，建議未來於新產品開發時，就品種、貨源及產品種類等，列入考量。

5. 參訪期間，部分啤酒廠每年自慕尼黑科技大學或杜門斯學院購買酵母菌株，避免長期繼代培養導致酵母退化，以確保菌種活性及活力。建議於開發新產品使用新酵母時，可向上述單位洽詢合適之菌株。

(二)課程建議

1. 本次出國參加國際啤酒釀造課程的學員，有的人會再進一步參加模組7的課程，以獲取啤酒釀造師文憑課程。該模組偏重於實務的應用，包含自己設計配方、進行糖化、發酵到最後進行包裝，亦有設備保養等相關課程，上述課程與啤酒廠日常工作息息相關，相信對啤酒廠業務的推動有所幫助。受訓期間亦與來自日本麒麟公司的學員談到啤酒釀造師文憑課程，據其表示：在該公司有20餘位的啤酒釀造師，而在德國參訪期間，不僅啤酒廠，甚至原料廠如 weyermann，設備廠如 Kaspar Schulz，都有為數不少的啤酒釀造師。以本公司的規模，建議未來編列出國預算時，可納入啤酒釀造師文憑課程，相信對出國受訓同仁的啤酒專業能力的提昇，會有更顯著的效果。
2. 杜門斯學院除與西柏爾科技研究所合作，提供英語授課的啤酒釀造技術國際文憑等課程、釀造師課程外，亦提供為期一年或二年期德文授課的釀造師課程，根據當地來自武漢啤酒學校的中國學生表示頗有難度，尤其德文能力為參訓之門檻。而根據杜門斯學院負責課程的人員表示：杜門斯學院另可提供客製化的英文課程，並可選擇於德國杜門斯學院授課或到本公司進行講座，但細節的部份可再詳談。針對客製化的課程的需求性，可研議後辦理。

(三)其他

1. 參訪歐洲部分啤酒廠，遊客絡繹不絕，除收取導覽費用外，亦配置有啤酒、精美紀念品販售處，為公司帶來不少的觀光收益。為促進公司各啤酒廠導覽之效益，依據上述情形，除可酌收導覽費用外，在導覽的部分，可配置英文專業人員，以服務不同的客源，並可增加販售商品的種類及確保品質，以吸引遊客造訪。
2. 啤酒與美食間，經由適當的搭配，可提供消費者美好的餐飲體驗。建議就公司生產之不同啤酒，推廣其適合搭配的食物，或可藉由與餐廳的合作，推出啤酒與美食的套餐組合，進而增進消費者對本公司啤酒產品的接受度及黏著度。
3. 於德國受訓時，適逢 European beer star 競賽辦理期間，現場可見來自世界各國不同的啤酒，依不同種類分組進行比賽，部分評審由德國杜門斯學院講師擔任，可說是德國杜門斯學院的年度盛事，許多歐洲的啤酒廠，亦以在該比賽取得佳績為榮，可研議參加競賽，提高品牌知名度。

肆、參考資料

International Diploma in brewing Technology Program 課程資料, Siebel Institute of Technology, 2018年秋季班。