

出國報告（出國類別：進修）

WBA 國際啤酒釀造技術課程研習

服務機關：臺灣菸酒股份有限公司竹南啤酒廠

姓名職稱：技佐 吳書瑗

派赴國家：美國芝加哥、德國慕尼黑

出國期間：民國 103 年 9 月 6 日至 11 月 30 日

報告日期：民國 104 年 2 月 5 日

出國報告摘要

頁數：46 含附件：是 否

出國報告名稱：WBA 國際啤酒釀造技術課程研習

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／林怡君／(02)23214567

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
吳書瑗	臺灣菸酒股份有限公司竹南啤酒廠/ 技佐	(037)583001 分機 301

出國類別：1.考察 2.進修 3.研究 4.實習 5.其他

出國地區：美國及德國

出國期間：103 年 9 月 6 日至 11 月 30 日

報告日期：民國 104 年 2 月 5 日

分類號／目：DO/綜合 (財政類)

關鍵詞：WBA(World Beer Academy)

內容摘要：

本研習報告主要內容分為參訓目的，參訓過程與參訓心得和建議三大部分。WBA(World Beer Academy) 由美國西伯爾協會(Siebel Institute)和德國杜門斯學院(Doemens Academy)組成，其舉辦啤酒釀造相關課程已有多年歷史及豐富經驗，在世界各地建立起知名度和口碑。學會提供 20 種以上的啤酒釀造課程，讓需求者可依本身程度自行選擇。本次奉派參訓的課程為「WBA International Diploma In Brewing Technology Program」，課程內容先於美國芝加哥教授啤酒釀造理論，接著到德國慕尼黑進行實務操作，讓學員學以致用，最後是歐洲啤酒相關產業的觀摩巡禮，包含啤酒廠、設備商及原料商，共計 86 天，課程十分緊湊與充實。歷經本次參訓，除了專業講師的指導解惑，亦結識了來自不同國家相同產業的伙伴，彼此互相交流和學習，讓我對啤酒釀造又有不同的體認。結訓返國後，將所接受的資訊與心得透過本公司員工教育訓練的管道分享予同仁知悉，利於本公司啤酒釀造技術之傳承，進而與世界接軌。

目 次

壹、前言.....	4
貳、參訓目的.....	4
參、參訓過程.....	4
肆、課程內容摘要.....	5
伍、心得與建議.....	44

壹、前言

啤酒的歷史非常悠久，起源於西方國家，早在西元前 4000 年就有啤酒的相關記載，可說是最古老的飲料之一，早期多在家庭作坊中釀造，約在西元 500 年逐漸開始移轉到修道院生產及銷售，隨著時間的推移，啤酒釀造技術亦趨成形。西元 1762 年 Michael Combrune 出版了「釀酒的理論與實務」，為釀酒技術奠定了基礎。到了工業革命時代，啤酒的生產開始轉至工業化生產，其間隨著科技的進步，釀酒技術不斷精進，現今，啤酒釀造已成為國際性的產業，同業間彼此交流，促進啤酒釀造技術的發展，為了釀酒技術的繼往開來，西方國家早已建立些許機構提供啤酒釀造的相關課程，例如：美國的 Siebel Institute of Technology 和 UC Davis Extension Professional Brewing Programs、法國的 IFBM、德國的 Technology University Munich 和 Doemens Academy 及丹麥的 The Scandinavian School of Brewing 等。臺灣菸酒股份有限公司身為臺灣生產啤酒的始祖，深知國際啤酒釀造技術日新月異，必不落人後，為達啤酒釀造技術之傳承，近年來積極安排員工出國參訓，學習新知識及開拓視野，使菸酒公司能更上一層樓。

貳、參訓目的

台灣啤酒一直是臺灣啤酒市場佔有率的龍頭，近年來由於進口啤酒的強力競爭下，逐漸有下滑的趨勢，為了維持產品品質及提昇啤酒釀造技術，公司需積極開拓國際視野以求新求變。此外員工是企業重要的資產之一，Honda 汽車的領導人本田宗一郎就曾說過：「人員就是公司」，除了設備、技術之外，一流的員工也是公司發展的一大關鍵，為使臺灣菸酒公司能夠順利傳承，自民國 96 年以來陸續有新血注入，新員工在各啤酒廠中歷經相關業務的訓練與現場實務的熟悉，對啤酒釀造已有基本的認識。於民國 99 年起本公司啤酒事業部開始積極辦理員工出國受訓相關事宜，選派新員工為種子選手，獲取啤酒釀造技術新知識與國際啤酒產業發展現況，藉以提昇菸酒公司啤酒廠整體釀造技術與創新之研究方向。企業內的員工能持續成長，企業必也能一起成長。

參、參訓過程

一、課程架構說明

本次奉派參訓的課程為 WBA(World Beer Academy)舉辦的「International Diploma In Brewing Technology Program」，此國際學程共有六個模組，前四個模組在美國西伯爾協會(Siebel Institute of Technology)的芝加哥校區 Kendall College 共七週，後二個模組在德國慕尼黑的杜門斯學院(Doemens Academy)共五週，合計十二週，各模組大綱如下：

- (一) Raw Materials and Wort Production(原料與麥汁生產)
- (二) Beer Production and Quality Control(啤酒釀造與品質控管)
- (三) Packaging and Process Technology(包裝技術與流程設計)
- (四) Business of Brewing and Technical Case Studies(啤酒產業營運與案例研討)
- (五) Applied Brewing Techniques(啤酒釀造技術應用)
- (六) European Brewing Study Tour(歐洲啤酒相關產業觀摩研習)

學員接受全部的課程訓練並通過相關考試後，即頒給 WBA 釀酒工藝國際證書(Diploma)。



西伯爾協會(Siebel Institute)



杜門斯學院(Doemens Academy)

二、參訓學員介紹

參訓學員主要來自不同規模的啤酒廠如：AMBEV(巴西)、Cerveceria Modelo(墨西哥生產 Corona)、Taiwan Tobacco and liquor corporation(臺灣)還有 brewpub(啤酒坊)、homebrew(家作釀造)和計劃進入啤酒相關產業的新鮮人，共 20 人。分別為美國 11 人、巴西 2 人、墨西哥 3 人、加拿大 2 人、臺灣 1 人、菲律賓 1 人。

三、課程內容簡介

(一) Raw Materials and Wort Production(原料與麥汁生產)

本模組為期兩週，第一週課程由 Rebecca Jennings 和 Mike Babb 教授講授，介紹啤酒釀造的主要原料，從大麥的品種、生長季節、生物結構與型態學介紹到製麥過程「浸漬→發芽→烘乾→儲存」的製程參數調整並說明各階段麥芽的化學組成變化，最後帶出麥芽規格之訂定；啤酒花方面，從啤酒花的歷史、生長、品種與型式介紹到啤酒花的利用與成分分析，最後為啤酒花產品的介紹；接著講授釀造用水，包含釀造用水的來源、組成分析與釀造用水對啤酒的重要性及水質調整方式。

第二週課程由 Florian Kuplent 和 John Mallett 教授講授，內容為麥汁的生產介紹，包含麥芽酵素的作用原理、糖化設備、副原料介紹、糖化製程理論「粉碎→糖化→過濾→煮沸→澄清→冷卻」、麥汁組成介紹，糖化製程參數計算、啤酒廠的廢棄物處理、糖化室的清潔與消毒

及糖化相關的品管分析。

(二) Beer Production and Quality Control(啤酒釀造與品質控管)

接續前模組，本模組亦為期兩週，第三週課程由 Graeme Walker、Greg Casey、Tobias Fischborn 和 Dave Bertrand 教授講授，內容主要為發酵階段的介紹，先講述釀造啤酒最重要的功臣-啤酒酵母的種類、型態與微生物學，然後說明生長所需要的營養成分、酵母的繁殖及代謝過程，由酵母的新陳代謝帶出啤酒的風味物質和酵母的生理現象，再闡述發酵理論和酵母的品質管理，最後則介紹酵母的處理及其相關的基因工程。

第四週課程由 Michael Zepf、Wayne Adkins、Conor O'Hara 和 Bill Maca 教授講授，先介紹啤酒的各項特質，包含風味穩定性、非生物穩定性、泡沫穩定性、噴湧現象及色度呈現，再說明啤酒熟成原理、管線的清潔與消毒及 CIP(Cleaning in place)設備暨清潔原理和啤酒過濾的方式，最後介紹啤酒有害菌的種類、檢測方法與控制要點。另外在最後一天亦講授了品質管理和啤酒感官品評的評估方式。

(三) Packaging and Process Technology(包裝技術與流程設計)

延續前模組，本模組仍為兩週課程，第五週課程由 Gary Grande、Tom Carr 和 Michael Eder 教授講授，內容主要為包裝技術的探討，先總觀介紹包裝流程，包含統計分析與流程設計原理，再一一講授包裝各設備「洗瓶→瓶支檢驗→充填封蓋→殺菌→貼標」原理，並說明桶裝啤酒包裝系統與 PET 充填系統之應用，最後介紹製程問題排除與包裝工場 CIP 清潔。

第六週課程由 Chris Sinutko、Michael Grande、Gary Grande、Michael Eder、John Mallett、Spirax Sarco 和 Jon Hall 教授講授，內容以介紹啤酒廠相關硬體設備為主，包含閥組的介紹、所使用的氣體、熱交換系統、幫浦與流體的設計、空氣壓縮系統、二氧化碳回收系統、冷凍系統、釀酒設備的材質、PID 自動控制原理與蒸氣系統。此外亦講述了啤酒廠的危害分析、啤酒製程自動化以及啤酒的飲食生活美學。

以上三個模組分別在不同週間安排了啤酒品評的課程，共五堂，主要介紹啤酒品評的方法、各式啤酒的品評以及啤酒不良風味的辨識。

(四) Business of Brewing and Technical Case Studies(啤酒產業營運與案例研討)

此模組僅一週的課程，由西伯爾協會的工作人員兼老師 John Hannafan 和 Kith Lemcke 主導，主要內容分為兩部分，一部份為啤酒營運介紹，先講授啤酒廠的經營策略原則，然後將學員分組，以生存遊戲的方式模擬啤酒廠的經營；另一部份則為啤酒製程問題的專案研討，老師設計 10 個問題，由分組學員抽籤決定題目，小組就前六週所學彼此討論解決方案並以簡報方式上台報告。

(五) Applied Brewing Techniques(啤酒釀造技術應用)

此模組為期三週，主要是將在美國所學的課程學以致用，德國慕尼黑杜門斯學院有自己的小型釀造設備、包裝工場及分析實驗室可供學員實際操作演練，包含粉碎、糖化、過濾、微生物鏡檢與包裝。除了實務訓練外，也安排了部分釀酒技術相關的課程，共有 9 名教授講授，主要內容為麥芽分析檢驗、啤酒製程條件之計算，包含啤酒花添加量、麥芽與釀造用水使用量、瓶內二次發酵，酵母擴培、啤酒感官評價與各種啤酒品評、微生物分析檢驗、品質管理、麥汁及啤酒的分析檢驗、純釀法則、高濃度釀造法與 Draft system 的介紹。

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

最後一個模組為歐洲啤酒相關產業的參訪，為期兩週左右，參訪行程如下表：

參訪日期	參訪公司	參訪地點
11/17	Hopsteiner (啤酒花商)	德國
	Krones AG (設備商)	
11/18	Karmeliten Brauerei	奧地利
	Hofstetten	
11/19	Schlägl	奧地利
	Stiegl Brauerei	
11/20	Augustiner Bräu	奧地利
	Villacher Brauerei	
11/21	Bevog	奧地利
	Ottakringer Brauerei	
11/24	Budweiser	捷克共和國
11/25	Pilsner Urquell	
	Chodovar	
11/26	Kaspar Schulz (設備商)	德國
	Weyermann (麥芽商)	
11/27	Neumarkter Lammsbräu	德國
	Herrnbräu	

肆、課程內容摘要

一、原料介紹

(一)大麥

1.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兩種，其特性比較如下表：

品種	酵素力	蛋白質含量	抽出物含量	外觀
二稜種	低	低	高	大
六稜種	高	高	低	小

2.常見的大麥病蟲害有：Covered、Loose smut、Common Root Rot、Barley Stripe、Blotch、Stem Rust、Fusarium Head Blight、Barley Scald、Russian Wheat Aphids 和 Ergot，造成的因素大多為細菌、真菌類或蚜蟲等。

3.選用大麥作為釀造啤酒的主要原料是由於大麥具有下列特性：

- (1)含有豐富的蛋白質與澱粉，可被酵素分解成小分子，作為酵母的營養來源。
- (2)含有特殊的酵素系統。
- (3)本身麥殼可作為麥汁天然的過濾層。
- (4)提供特殊的麥香味。

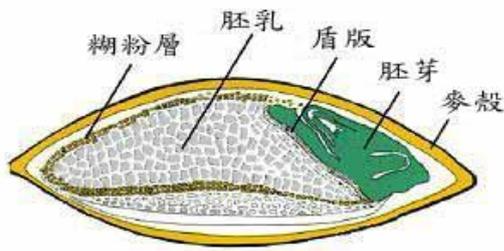
4.種植大麥常見的育種方式有：交叉育種、突變、花粉培育及基因工程，經過長達 10 年的育種時間，經由美國釀造大麥協會(AMBA)認定，即可確認大麥品種。

5.大麥收成時，經烘乾處理，其水分根據不同地區有不同的水分含量，如法國、德國和西班牙地區為 13~14%，蘇格蘭、愛爾蘭和瑞典則為 14~20%，一般來說，大麥的水分越低，隨著儲存時間的增加，發芽率越高。

6.釀造大麥的建議標準如下表：

項目	二稜種	六稜種
核仁的飽滿度	>90%	>80%
核仁的細薄度	<3%	<3%
發芽率	>98%	>98%
蛋白質含量	≤13%	≤13%
不完整的核仁	<5%	<5%

7.大麥的構造圖，如下圖所示：



糊粉層：酵素的產生地
 胚乳：富含豐富的蛋白質和澱粉
 盾版：保護胚乳
 胚芽：發芽生長的起始處
 麥殼：保護大麥的構造

(二)製麥過程

1.大麥製成麥芽的過程主要分為三大部分：浸麥、發芽和烘乾，每個階段的目的皆不相同，簡單說明如下，

(1)浸麥主要目的是將大麥的水分從 12% 提高到 44%，過程中大麥從 35% 的水分開始發芽，直到 44% 達到發芽穩定，進入發芽階段。

(2)發芽是製麥過程中最重要的步驟，大麥在浸麥階段吸收水分，促使胚芽分泌 GA3 刺激糊粉層開始釋放酵素，分解胚乳中的蛋白質、澱粉及麥殼中的纖維素等物質，使大麥組成產生化學變化，變成麥芽。

(3)烘乾的目的則在於終止發芽過程，將發芽階段中分解的產物和產生的酵素鎖在麥芽中，並賦予麥芽不同的色度和風味。

2.大麥製成麥芽的損耗大約 20%，意即 120~125 噸的大麥可製成 100 噸的麥芽。

3.製麥過程中，大麥組成的變化如下表所示：

項目	大麥	麥芽
澱粉	60%	55%
蛋白質	13%	12.7%
水分	12%	4%
脂類	3.5%	3.5%
β-葡聚糖	3.5%	0.5%
胺基酸、胜肽	0.5%	1.5%
總游離糖	2.7%	7.5%

4.透過特殊的烘乾技術可製造多樣化的麥芽，如焦麥芽、巧克力麥芽和慕尼黑麥芽等，提供釀造者作為增加啤酒不同風味和色澤、口感、加強泡沫性能與非生物穩定性之用。

(三) 麥芽分析

- 1.麥芽製備完成後，因商業的需求，製麥廠必須檢附麥芽規格表，以提供買家作為釀造啤酒的參考依據，可預測產品的風味及色澤。
- 2.在歐洲，麥芽分析方法的依據主要有 European Brewery Convention (EBC)和 Institute and Guild of Brewing (IGB)，在美國則有 American Society of Brewing Chemists(ASBC)。
- 3.麥芽分析的方法採用 Congress method，主要項目有下列幾種：
 - (1)水分：平均值應為 4%左右，受到製麥過程中烘乾程度與麥芽儲存環境的影響。
 - (2)細粉抽出物：為製麥過程中，大麥碳水化合物的水解程度之指標。
 - (3)粗粉抽出物：更能代表實際釀造啤酒時的抽出物含量。
 - (4)粗細粉差異：代表大麥細胞壁的溶解情形與判斷麥芽是否均勻的轉化。
 - (5)色度：在製麥的烘乾過程中決定，來自於糖類和蛋白質的美拉德反應，此指標可反應最終啤酒的色澤。
 - (6)總蛋白質量：受到大麥品種和生長情形的影響，為酵素和酵母營養的前驅物。
 - (7)蛋白質溶解度：為麥芽中蛋白質溶解程度的指標，70%發生在製麥過程中。
 - (8)糖化力：代表麥芽酵素力的指標，對蛋白質和澱粉的分解有極大的重要性。
 - (9)鬆脆度：作為粗細粉差異指標的補償，同樣代表麥芽的轉化情形細胞壁的溶解情形，對釀造者來說是粉碎作業的有用資訊。
 - (10) β -葡聚糖和黏度：可和粗細粉差異與鬆脆度連結在一起，此分析數據過高代表核仁已經死亡，會造成麥汁過濾困難、阻塞啤酒過濾及產生無法過濾的混濁。
 - (11)發芽長度：代表麥芽的轉化程度，最適合的長度為 3/4~1 之間。
 - (12)FAN(free amino acid)：代表麥芽中胺基酸的含量，會影響酵母的生長。

(四)啤酒花

- 1.啤酒花早從西元 1000 年前就開始應用在啤酒釀造上，一開始只是為了取代原本使用的草藥，賦予啤酒特殊香味，發展至今啤酒花已成為釀造啤酒不可缺少的元素之一。
- 2.啤酒花對於啤酒釀造有以下功能：
 - (1)使用不同種的啤酒花，可賦予啤酒獨特的風味，如花香、辛辣香等。
 - (2)為啤酒苦味的來源。
 - (3)提供啤酒泡沫穩定性，特別是掛杯性。
 - (4)成分中的多酚物質可和蛋白質形成熱渣及冷渣，有助於啤酒的澄清。
 - (5)具有抑制革蘭氏陽細菌的效用。

3.啤酒花主要產地為德國、捷克和美國，其種類大約可分為三種：優質芳香型、芳香型以及苦味型。

4.應用在啤酒釀造的啤酒花型式有下列幾種，其中以使用啤酒花顆粒的方式為最大眾：

(1)整顆原花：將啤酒花採收後去根烘乾裝袋，不再經任何後加工處理，直接添加乾啤酒花入麥汁，利用率較低。

(2)啤酒花顆粒：將乾燥啤酒花去根去莖並均勻粉碎後，壓製成粒，利用率較高。

(3)啤酒花萃取物：透過二氧化碳萃取啤酒花的主要成分製成啤酒花浸膏，利用率最高。

(4)進階啤酒花加工產物：此類物質經過部分的化學合成處理，主要目的是提升啤酒花的利用率，如異構化啤酒花顆粒、異構化啤酒花萃取物和啤酒花油等。

5.啤酒花顆粒主要有兩種：

(1)90 型：為正常型，90%來自乾啤酒花粉壓製成顆粒，意即 100 公克的啤酒花粉壓製成 90 公克的啤酒花顆粒。

(2)45 型：為濃縮型，意即 100 公克的啤酒花壓製成 50 公克的啤酒花顆粒，其 alpha 酸和啤酒花油的含量為正常的兩倍，價格較高。

6.有關啤酒花的利用率，從 100%的 alpha 酸添加入熱麥汁後，經過異構化、熱渣和冷渣的損耗大約剩下 50%在冷麥汁中，又經過發酵過程中的沉澱、酵母吸附及過濾，只剩大約 30%殘留於啤酒中。

7.啤酒苦味的主要來源是啤酒花的成分，其計算方式為苦味值 = $\frac{\text{alpha 酸} + \text{beta 酸}}{9}$ ，苦味值 (BU)之量測代表 ppm 即為每公升的啤酒含有多少毫克的 alpha 酸含量。

8.影響啤酒花利用率的因素如下表所示：

因子	影響	利用率增減情形
麥汁 pH 值	增加 pH	增加
煮沸時間	長時間煮沸	增加
啤酒花添加量	高添加量	減少
原麥汁糖度	高糖度	減少
麥汁煮沸釜的起泡程度	高起泡性	減少
啤酒花的儲存時間	越長	減少
啤酒花的 alpha 酸含量	越高	減少

熱渣與冷渣量	越多	減少
發酵時的起泡程度	高起泡性	減少

9.啤酒花的組成分析可利用高液相層析法(HPLC)來分析，不同的啤酒花種類，其化學組成不盡相同。

10.隨著釀造技術的進步，啤酒花產品的形式亦越來越多，有可提供光穩定性的啤酒花產品，如 2 氫、4 氫和 6 氫異構化啤酒花，以及可提供特殊芳香風味的啤酒花抽出物，直接添加在過濾後的啤酒中調香，開發出不同風味的啤酒商品。

(五)釀造用水

1.水是啤酒的原料之一，約佔啤酒 90%的組成，除了釀造啤酒用外，還應用在啤酒廠潤洗、清潔、消毒以及冷卻水用，一般來說釀造一公石的啤酒需要約六公石的水。

2.釀造啤酒用的水必須符合飲用水標準，包括化學性安全、生物性安全和物理性安全。

(1)化學性安全：無重金屬汙染。

(2)生物性安全：每 100ml 不可有 E.coli、coloform 和 streptococci。

(3)物理性安全：無色、無味、低濁度。

3.釀造啤酒用的水必須先經過下列的前處理才可使用：

(1)利用沉澱或過濾去除懸浮物質。

(2)利用生物性或化學性方法去除不希望存在的成分。

(3)利用過濾、煮沸、紫外光照射或化學法去除微生物。

4.水的硬度組成可由下表得知：

硬度			
暫時硬度	永久硬度		
碳酸氫鈣	硫酸鈣	氯化鈣	硝酸鈣
碳酸氫鎂	硫酸鎂	氯化鎂	硝酸美

(1)暫時硬度為鈣、鎂離子的碳酸鹽和碳酸氫鹽的總和，可靠煮沸的方式去除，有增加 pH 的效用。

(2)永久硬度為鈣、鎂離子與其他非碳酸鹽之礦物鹽的化合物總和，可靠離子交換的方式去除，有降低 pH 的效用。

5.各國使用的硬度單位都不一樣，彼此間可換算。

6.水的鹼度由碳酸氫鹽所形成，可由碳酸氫鹽的滴定來測得，由於鹼度具有增加麥汁 pH 值的能力，因此對啤酒釀造有下列的影響。

- (1)增加啤酒的色度。
- (2)抑制酵素的活性。
- (3)減緩麥汁過濾速度。
- (4)抽出物產量低導致糖化收得率低。
- (5)減緩酵母生長導致發酵遲緩。
- (6)增加多酚物質導致啤酒粗糙口感。
- (7)增加苦味物質的溶出。
- (8)增加啤酒混濁。

7.水的鹼度高不利於啤酒釀造，必須設法降低鹼度，常用的方式有：去碳酸化、中和法以及去除鹽類。

8.由於啤酒 90%的成分是水，所以水的組成會嚴重影響啤酒的特性，甚至決定啤酒的種類，下表列出各類型啤酒其相對應的主要離子。

啤酒型態	主要離子濃度 (ppm)			
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻
Pale Ale	100-250	20	300-425	30-50
Bitter	60-120	10	190-300	25-50
Mild	25-50	10	95-170	50-60
Brown Ale	15-30	5-10	35-70	60-90
Scottish Ale	20-30	5-10	50-70	18-30
Porter	60-70	5-10	50-70	50-60
Sweet Stout	55-75	5-10	35-55	20-30
Dry Stout	60-120	10	35-110	20-30
Pilsner	7	2-8	5-6	5
Light Lager	35-55	5-10	85-130	35-55
Dark Lager	75-90	5-10	35-70	60-90
Munich Dark	50-75	5-10	20-35	5-20
Maerzen	30-60	5-10	70-140	45-60
Bock	55-65	5-10	35-55	60-90
Dopplebock	75-85	5-10	35-55	60-110
Alt	30-45	5-10	70-110	40-50
Weizen	15-30	5-10	35-70	10-20
Dortmunder	60-90	5-10	140-210	70-90

9.由上表可知想釀造特定種類的啤酒，其水質必須相符合才能達到預期的風味與口感，若啤酒廠使用的水源本質和欲釀造的酒種不同，必須透過添加鹽類的方式或離子交換的方式降低鹽類來調整水質。

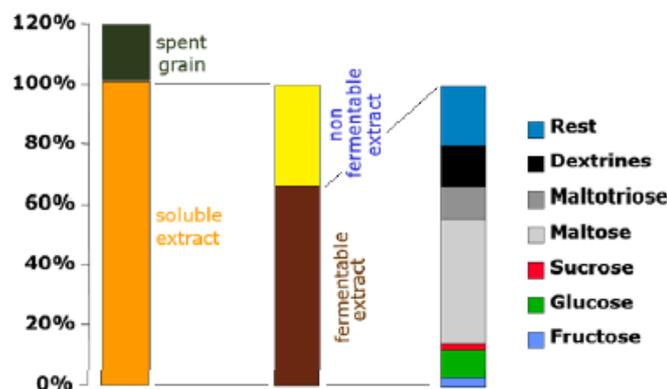
10.水的殘餘鹼度高會增加麥汁的 pH 值，其計算方式為殘餘鹼度 = 總鹼度 × 0.056 - 鈣離子濃

$\text{度} \times 0.04 - \text{鎂離子濃度} \times 0.033$ ，單位為 ppm，麥汁理論的 $\text{pH} = 5.8 + (0.028 \times \text{殘餘鹼度})$ 。

二、糖化製程

(一)糖化理論

- 1.糖化可說是啤酒釀造最重要的步驟，它決定了酵母的發酵情形、過濾的難易度、啤酒的風味、酒精度和泡沫穩定性等。
- 2.糖化的目標可朝下列方向努力：
 - (1)均勻地混合麥粉與釀造用水。
 - (2)完成酵素反應。
 - (3)提高糖化收得率。
 - (4)降低對後續啤酒製成的不良影響。
 - (5)產出理想的麥汁組成。
 - (6)低耗能。
- 3.糖化抽出物的主要來源為麥芽和輔料，透過糖化過程中溫度和時間參數的調整，藉由酵素的作用，得到抽出物，包括可發酵性糖、不可發酵性糖，可溶性蛋白質和無機物質等，分布如下圖所示：



- 4.抽出物的產生，最大功臣來自於麥芽的酵素系統，酵素是功能性蛋白質的一種，其活性受到溫度和 pH 值的影響，具有專一性，主要可分為三大系統：
 - (1)Amylolytic：為麥芽的澱粉和糖的降解，由 α -amylase(製麥過程中才形成)、 β -amylase、limitdextrinase 和 maltase 負責。
 - (2)Proteolytic：為麥芽蛋白質分子的降解，由 endo-peptidase、carboxy-peptidase、amino-peptidase 和 di-peptidase 負責。
 - (3)Cytolytic：為麥芽細胞壁的降解，由 Endo - β -1,4-glucanase、Endo - β -1,3-glucanase 和 β - glucansolubilase 負責。

以上各酵素皆有適合其反應的最適化條件，各酵素的活性會在麥汁煮沸的階段失去效用。

(二)麥汁的製備

1.在進行糖化過程之前，釀造者必須考量以下參數，設立好製程條件再投料生產，

(1)糖化設備的設計：選擇適當的材質、容易清洗、具有好的熱傳導性。

(2)料水比：一般料水比為 1：4，可隨釀造的啤酒種類而有所調整，如 lager beer 為 1：4 到 1：5，dark beer 為 1：2 到 1：3。

(3)糖化參數的調整：釀造者應依據使用的麥芽規格表來設定投料溫度和休止時間，以達到合理的麥汁組成。

(4)麥汁的 pH 值：此參數會影響麥芽酵素的反應，所以需控制在理想範圍 5.3~5.6 之間。

(5)氧氣的溶入：無論是麥汁或是啤酒都很怕氧氣的滲入，會造成麥汁組成的氧化，產生不良風味，必須考量進去。

2.為了提高麥芽抽出物的效率，糖化前需先將麥芽粉碎成小顆粒，使核仁與麥殼分開，便於酵素的作用，理想的麥粉需具備下列特性：

(1)核仁完全被粉碎。

(2)保留完整的麥殼且沒有胚乳殘留在麥殼上。

(3)胚乳組織被均勻地粉碎。

(4)產生少量的粉末，低損耗。

3.常見的粉碎方式有：乾式粉碎、濕式粉碎和垂式粉碎，可藉由調整粉碎滾輪的間隙來讓麥粉粉碎顆粒的組成合於理想範圍，讓酵素能夠充分作用且不影響麥汁過濾。

4.糖化方法主要有兩大類：

(1)浸出法：較為現代化的方法。

A.需控制的參數有下料溫度、休止溫度和休止時間。

B.大部分的物質都被酵素所分解掉。

C.低耗能。

D.得到的麥汁色度較淺。

E.有單一浸出法(整個糖化過程都停留在同一個溫度)和多步驟浸出法(由多個不同溫度、不同休止時間組成)。

(2)煮沸法：較為傳統的方法。

A.需控制的參數有下料溫度、休止溫度、休止時間、煮沸次數和煮沸時間。

B.對澱粉顆粒需增添物理性的破壞。

C.高耗能

D.導致較深的啤酒顏色

E.可分為一次煮沸法和多次煮沸法。

5.糖化過程中避免氧氣滲入的方法有下列幾種：

(1)麥汁的移轉儘量從底部進入糖化設備。

(2)適當控制攪拌翼的速度，避免漩渦形成。

(3)將釀造用水除氣。

6.糖化過程中針對麥汁必須進行碘試驗，確認澱粉的分解程度，若不良則不利於後續發酵和啤酒過濾。

(三)麥汁過濾

1.麥汁過濾的最主要目標有下列六個

(1)得到澄清的麥汁可送到麥汁煮沸釜。

(2)高的麥汁流速。

(3)高收得率。

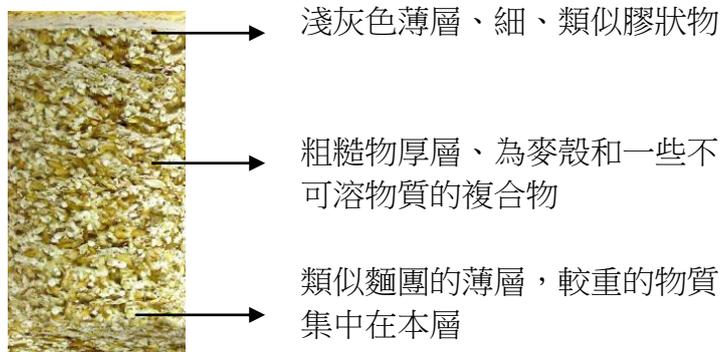
(4)降低氧氣的滲入。

(5)產出較乾的廢麥粕以達可標售之狀態。

(6)過濾設備的運轉 cycle 短。

2.目前國際間常用的現代麥汁過濾方式為設置一過濾槽，內部構造主要有耙刀機組、不鏽鋼底板層和排粕刀等，利用麥殼作為天然的過濾層。

3.正常的麥殼過濾層其組成分佈如下圖所示，過濾層厚度深深影響麥汁過濾的速度，一般 lager beer 的厚度約 40 公分。



4.值得注意的是目前新的過濾槽設備均設計成往增加過濾層厚度的方向走。

5.進行麥汁過濾時有下列幾點需特別注意：

(1)降低氧氣的滲入。

(2)當進行麥汁循環過濾時，千萬不可破壞原本建立好的過濾層。

(3)麥汁的澄清度是最重要的目標。

(4)過濾層的組成。

6.另一種在現代化啤酒廠較不常見的麥汁過濾方式為板式過濾，具有以下優點：

(1)得到的麥汁品質良好。

(2)在高輔料的比例下過濾效果亦佳。

(3)收得率高。

(4)氧氣的滲入低。

(5)可以自動化操作。

(6)生產每公石的麥汁，成本較過濾槽過濾方式者高。

(四)麥汁煮沸

1.澄清的麥汁由過濾槽移轉到煮沸槽，煮沸麥汁的目的在於：

(1)將多餘的水分蒸發：濃縮麥汁，一般蒸發率約在 5%~10%。

(2)揮發性物質的蒸發：藉由煮沸的方式將揮發性有機物趕出，如 DMS。

(3)麥汁的殺菌：煮沸殺死微生物。

(4)終止酵素的活性：高溫造成麥芽酵素失活，不再進行降解，使麥汁組成固定。

(5)形成熱渣：由於高溫導致蛋白質變性，使其多酚物質聚合沈澱。

(6)啤酒花可溶性組成的抽出：多酚、alpha 酸和 beta 酸溶入麥汁中，並蒸發啤酒花油。

(7)啤酒花 alpha 酸的異構化：煮沸造成 alpha 酸的化學結構變化，變為可溶於麥汁中，賦予啤酒苦味。

(8)還原物質的形成：煮沸過程會發生美拉德反應，其部分生成物為還原物質，可與氧氣作用保護啤酒。。

(9)降低麥汁 pH 值：由於磷酸鈣的沈澱，pH 值大約減少 0.2~0.3。

(10)增加麥汁色度：煮沸時發生美拉德反應、焦糖化作用和單寧氧化，倒製麥之色度上升。

2.麥汁煮沸系統可分為直接加熱、熱水加熱、蒸氣加熱(最普遍且現代化的加熱方式)以及試驗室加熱，如微波。

3.總蒸發率的計算方式為總蒸發率=[(煮沸前的麥汁量-煮沸後的麥汁量)/煮沸後的麥汁量]×100，蒸發率越高代表耗能越多，而單位蒸發率(% per hour)=(總蒸發率×60)/麥汁煮沸時間(mins)，單位蒸發率越高表示煮沸系統的煮沸強度越高。

4.為了評估煮沸強度的適當與否，有兩項指標可進行檢測：

(1)凝固性氮：經加熱處理從麥汁析出的氮化合物，煮沸強度越強，凝固性氮含量越低；近年有德國學者提出，殘留少許凝固性氮於麥汁中，對酵母發酵有正面的影響且不會導致非生物穩定性變差，依據 **MEBAK** 方法，煮沸後麥汁的凝固性氮可接受範圍約 15~25mg/L。

(2)**TBI(Thiobarbituric acid index)**：用來評估麥汁熱負荷的指標，煮沸強度越強，熱負荷越高，不過此分析檢測尚未被廣泛的應用和接受。

(五)麥汁澄清

1.麥汁經過煮沸後會形成熱渣，必須進行澄清作業，其目的在於：

- (1)去除熱渣。
- (2)去除未溶解的啤酒花物質和不必要之雜質。
- (3)降低麥汁的風味變化，使其穩定。
- (4)最大化麥汁的回收與降低廢棄物的排出。

2.使麥汁澄清的方式主要有下列幾種：

- (1)熱麥汁過濾：使用較粗的矽藻土去除沈澱物。
- (2)離心法：效率高，損耗低，但實際執行操作較複雜。
- (3)冷卻板法：因麥汁直接暴露在空氣中，微生物和氧化是大問題，此外 **DMS** 的去除也是問題，為較古老的澄清方法。
- (4)漩渦槽：最常見的澄清方法，其運作時間不得高於 1 小時。

(六)麥汁冷卻

1.澄清後的麥汁溫度過高，酵母無法發酵利用，必須進行冷卻，且期許目標為：

- (1)降低微生物的污染。
- (2)降低麥汁溫度，適於酵母發酵利用。
- (3)有效率的回收能源。
- (4)從麥汁煮沸後到冷卻結束總時間不得超過兩小時，確保風味穩定性。

2.常用的冷卻劑有：冷卻水、鹵水(含有氯化鈣或氯化鈉的水)、甘水(丙二醇溶液)和氨水，其中氨水較具危險性，不建議使用。

(七)糖化麥汁之分析

1.針對糖化產出的麥汁需經過實驗室分析檢測，確認麥汁的品質與特性，可檢的測項目有下列幾項：

- (1)麥汁的糖度：利用比重計來量測，代表抽出物的含量。

- (2)麥汁可發酵性糖：先量測原始麥汁糖度，接著取 200 毫升的麥汁添加至 32 公克經過濾的酵母泥，在 20°C 下均勻震盪 5 小時，再量測麥汁糖度，由兩者相比較即可知可發酵性糖含量。
- (3)碘試驗：使用 0.02N 的碘液來測試麥汁，觀察澱粉轉化的情形。
- (4)FAN：利用 Ninhydrin 法，量測麥汁中游離氨基酸的含量。
- (5)麥汁的蛋白質量：藉由凱氏氮法測得總氮量，再乘以 6.25 即為蛋白質含量。
- (6)麥汁澄清度：以濁度計量測之。
- (7)麥汁色度：以色度計量測之。
- (8)麥汁 pH 值：以 pH meter 量測之。
- (9)麥汁中的離子：藉由高液相層析法(HPLC)或離子層析法(IC)量測之。
- (10)麥汁苦味度：在酸性條件下先以異辛烷萃取出苦味物質，在利用分光光度法量測苦味度。
- (11)麥汁的氨基酸組成、脂肪酸組成和有機酸組成：藉由高液相層析法(HPLC)量測之。
- (12)麥汁的微生物檢驗：可用膜過濾後培養得之。

三、啤酒釀造之相關計算

(一)計算架構

- 啤酒釀造過程中有許多步驟需要調整參數及變更添加量的部分，包含酒精度的調配、CIP 清潔用的酸鹼液濃度、稀釋用的水量、熱平衡及麥汁色度等，其計算方式有個參考公式為 $Aa + Bb = Cc$ ，其中 A 和 B 為被混合調配的分量、a 和 b 為欲調整的項目的分量、C 為混合後的總量，c 為欲調整之期望值。
- 舉例說明：現有 200 公石 3%的氫氧化鈉溶液，需添加多少 30%的氫氧化鈉溶液配製成 4%的氫氧化鈉溶液？

解答： $Aa + Bb = Cc$

$$200 \times 3 + B \times 30 = (200 + B) \times 4 \rightarrow \rightarrow B = 7.69(\text{公石})$$

需添加 30%的氫氧化鈉 7.69 公石

四、啤酒廠的廢棄物

(一)啤酒廠廢棄物處理

- 一家良好的啤酒企業，需考量到環境保護的理念，針對釀造啤酒產生的廢棄物應經過一定的處理才排出。

2.啤酒廠產生的廢棄物主要有廢水、廢麥粕和廢酵母等，其中以廢水的產出量最大；產生廢水的地方主要有三大部分，分別來自釀造過程、包裝過程及供應系統，廢水排出需經過水處理系統以達排放標準，常檢測的指標有：pH、流速、總懸浮物量(SS)、COD 和 BOD 等。

五、發酵製程

(一)麥汁通氣

- 1.糖化產出的麥汁其溶氧量不足供應酵母增殖用，必須進行通氣，使溶氧量達到 8~9 ppm，若原麥汁糖度越高，所需溶氧量也就越大。
- 2.通氣用的空氣必須經過處理，去除微生物與水分。

(二)發酵的大功臣—酵母

發酵過程可說完全由酵母在主導，想要具備優異的發酵操作技術，對酵母的特性一定要有基本的認識與瞭解，才會懂參數調整的根本原因；關於發酵，我們就先從酵母的基本介紹談起。

- 1.酵母的型態：屬真菌界，為橢圓形，大小約 2~50 微米，外觀顏色依據不同品種，顏色就不同，有乳白色、黃色粉或紅色等。
- 2.酵母的分類主要可分為三種：
 - (1)Ascomycetes：啤酒酵母就屬之且都屬於 *Saccharomyces* genus。
 - (2)Basidiomycetes：會產生外孢子，如 *Rhodotorula*。
 - (3)Dueteromycetes：不會產生孢子，如 *Candida*。
- 3.啤酒釀造用的酵母主要有兩種：
 - (1)頂部發酵酵母(Ale yeast)：為 *Saccharomyces cerevisiae*。
 - (2)底部發酵酵母(Lager yeast)：為 *Saccharomyces pastorianus* 或稱為 *Saccharomyces calshbergensis*。

兩者的主要特性比較如下表：

種類	凝絮性	37°C 是否 可生長	發酵溫度	發酵時間	DMS 生成量	菌落外觀
頂部酵母	差	可	高	短	低	粗糙
底部酵母	好	不可	低	長	高	平滑

- 4.同一個啤酒廠同時生產 Ale 和 Lager 啤酒，清潔作業不徹底可能會有交叉污染的可能性，必須學會如何判斷酵母的種類，一般可從菌落外觀和 37°C 培養試驗分辨出頂部和底部酵

母。

5. 酵母存活率和活力的定義

(1) 酵母存活率(Viability)：表示活的酵母細胞數量，活酵母具有出芽生殖的能力。

(2) 酵母活力(Vitality)：表示酵母新陳代謝的能力，亦決定了發酵能力，老的酵母新陳代謝能力就差，可由下列指標觀察出老酵母。

- A. 酵母細胞壁變厚。
- B. 酵母細胞有很多出芽(buds)過的痕跡。
- C. 細胞內的液泡變大。

6. 酵母存活率和活力的檢測

(1) 存活率(Viability)：可利用純粹培養法或甲基藍染色，死細胞會被染成湛藍色。

(2) 活力(Vitality)：氧氣的吸收能力、酸化能力、酵母細胞內的 pH 值和鎂離子釋放量，以上指標越高表示酵母的活力越好。

7. 酵母凝絮是一種酵母自動聚集在一起的現象，此現象具有可逆性，受到下列因素影響：

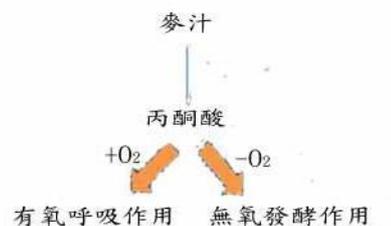
- (1) 酵母的品種。
- (2) 酵母的生長情形。
- (3) 麥汁的組成，如：糖和金屬離子等
- (4) 酒精度
- (5) 發酵溫度和 pH。
- (6) 其他微生物的存在與否，會一同造成凝絮現象(Co-flocculation)。
- (7) 發酵槽的設計。

8. 酵母生長所需的營養主要來自麥汁，麥汁必須具備可發酵性糖、含氮物質、無機離子、維生素和適當的溶氧量才可供酵母進行出芽繁殖達一定的酵母數後，進入無氧發酵，若麥汁的組成不良，酵母的生長就不好，最終將導致發酵遲緩。

(三) 發酵過程

1. 發酵過程可說是酵母新陳代謝的表現，以下右圖表示先給大家一個概念，

決定酵母要走有**氧呼吸**或**無氧發酵**取決於**氧氣**和**葡萄糖**的含量，在葡萄糖含量低且有恰當溶氧時，酵母會進行呼吸作用；但若葡萄糖含量高，就算有合適的溶氧亦會走發酵作用。



2. 啤酒的風味物質絕大部分來自於酵母新陳代謝產生的產物，其分類如下表所示：

風味物質	來源	感官	促進因子	衰減因子
乙醛	糖解 (酵母需要能量)	青啤酒味	發酵度過高、高溫、過度通氣、酵母添加量過多	後發酵與熟成強度高、貯酒時酵母濃度過高
高級醇	酵母為合成生長所需之蛋白質和氨基酸	酒精味	高溫發酵、過度通氣、麥汁 FAN 多	低溫發酵、酵母添加量高、發酵期間壓力高
酯類	酵母為合成細胞膜成分	水果香	高麥汁糖度、高發酵度、通氣量不足	低麥汁糖度、發酵期間壓力高
脂肪酸	酵母為合成細胞膜成分	肥皂味、油耗味	通氣量不足	麥汁 FAN 利用率高、麥汁含有脂類
丁二酮	酵母為合成生長所需之蛋白質和氨基酸	丁二酮味	輔料比例過大、酵母生長速率快、麥汁 FAN 多、酵母提早凝絮	低 pH 值、酵母數多、低壓、低溫發酵
有機酸	酵母為合成生長所需之核酸	酸味	酵母生長速率快，高溫發酵	低溫發酵
硫化物	酵母為合成生長所需之蛋白質和氨基酸	硫味、烤蔬菜味	回添酵母的溫度、啤酒長時間與酵母相處	酵母儲存溫度低

3.所有會影響到酵母新陳代謝(生長)的因素都是在發酵時應該管控的重點，主要有

- (1)麥汁的組成。
- (2)酵母的活性。
- (3)發酵溫度、時間和壓力。
- (4)發酵曲線的設計。
- (5)發酵和貯酒間的移轉。
- (6)貯酒期降保溫的效果。

(四)酵母管理

1.酵母的生理狀況決定了發酵的情形，因此啤酒廠對於酵母必須要有適當的管理，維持酵母的品質，才可維持啤酒的品質，分別就酵母回收、酵母儲存與酵母回添作簡單的介紹。

- (1) 酵母回收：控制重點為達到預期發酵度後的 24 小時內進行回收。
- (2) 酵母儲存：儲存溫度需控制在 2~4°C，避免氧氣的滲入，儲存時間越短越好。
- (3) 酵母回添：需注意回添酵母的活性及酵母數，並維持酵母泥的均一。

2. 在管理酵母時，微生物的污染問題需一併考量，儲存溫度要低、時間要短、可透過酸洗來防止微生物污染。

3. 酵母回添時的通氧活化技術，可視各啤酒廠的需求和設備選擇是否採用，執行此項技術時需避免過高的通氣，會導致溶氧上升甚至造成酵母細胞死亡，本廠目前就不採用。

(五) 啤酒熟成的技術需求

1. 發酵結束便進入貯酒期，進行啤酒的熟成，主要控制點有下列幾項：

- (1) 低的丁二酮產出。
- (2) 丁二酮還原速度快。
- (3) 青啤酒成分的還原
- (4) 避免酵母自解。
- (5) 嚴謹控制貯酒溫度，導致對流發生，確保啤酒均勻性。

2. 貯酒期間的溫度大約在 0~-1°C 之間，有助膠體沈澱，利於非生物穩定性。

3. 貯酒也是讓啤酒風味調和平衡的重要階段。

(六) 啤酒過濾

1. 啤酒過濾最主要的目的有三個：

- (1) 去除微生物，如酵母和細菌。
- (2) 去除混濁沈澱物質，如多酚與蛋白質的聚合物。
- (3) 去除未來有可能在裝瓶後造成混濁的物質，如蛋白質、多酚和 β -葡聚糖等。

2. 啤酒過濾機制主要有三種分離效應：

- (1) 篩分效應：大顆粒分子直接被過濾介質阻擋留在濾層表面。
- (2) 深度效應：顆粒通過多孔性的濾材，由於孔隙的表面積和曲折而將顆粒截留下來。
- (3) 吸附效應：細小的顆粒因靜電效應而被過濾介質吸附截留。

3. 理想的助濾劑性質：

- (1) 堅硬、不規則、具孔洞之獨立顆粒。
- (2) 可形成高通透、穩定、不可壓縮的濾餅。
- (3) 過濾微細顆粒仍可維持高流速。
- (4) 具化學惰性且不溶於濾液。

4.目前廣為使用的過濾介質為矽藻土，過濾機組則有板框式過濾機、水平式葉片過濾機、垂直式葉片過濾機及本廠所燭式過濾機，啤酒廠可自行選擇合適的過濾機組。

5.矽藻土過濾機組的操作，可分為三部分：

(1)第一次預覆：添加粗矽藻土在水或啤酒中，以循環方式經過濾棒並留在支撐面上，形成穩定的基礎濾層，是過濾過程中最重要的一環。

(2)第二次預覆：此目的在於使最先濾出的酒液清亮，本次預覆仍使用水或啤酒，改用細矽藻土，用以截留混濁物質，預覆層一定要均勻分佈，否則會導致流速不穩定。

(3)連續補料：預覆結束後，過濾開始，過程中要定期添加矽藻土，不斷形成新濾層，保持濾層的通透性，使流量恆定，達到啤酒澄清的目的。

六、啤酒有害菌的防治與檢測

(一)啤酒的有害菌可分為革蘭氏陽細菌(染色為藍色)和革蘭氏陰細菌(染色為粉紅色)兩大類

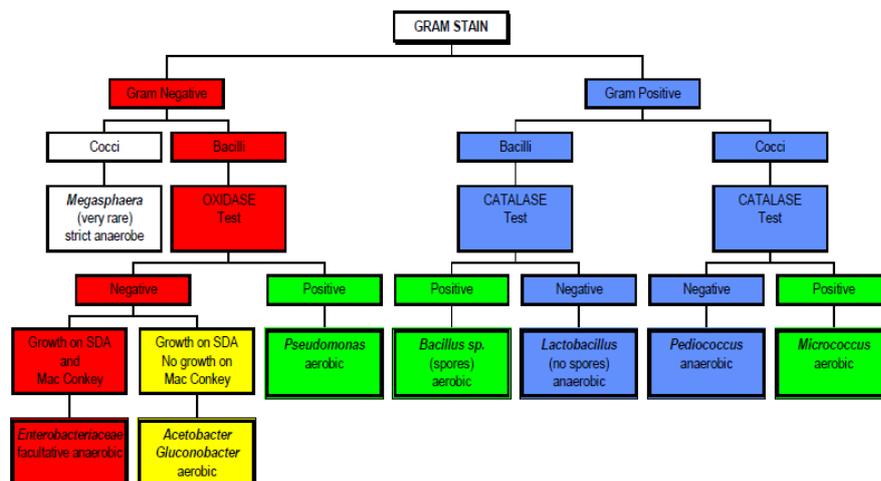
1.革蘭氏陰細菌：常見有醋酸菌(Acetic acid bacteria)、Zymomonas、Pectinatus、Megasphaera 等。

2.革蘭氏陽細菌：常見的有乳酸菌(Lactic acid bacteria)、Pediococci、Bacillus、Leuconostoc、Streptococcus、Micrococcus、Staphylococcus 等。

(二)啤酒有害菌的檢測方式，分兩部分進行：

1.確認有無汙染：先採用平板培養法檢測是否有除了酵母之外的微生物存在。

2.判定為何者細菌：先鏡檢，再作革蘭氏染色，接著進行酵素催化測試法，判斷為生物是誰，分類如下圖所示。



(三)啤酒有害菌的防治

1.啤酒的釀造過程和組成具有內源性的防治效果，主要因素如下：

(1)發酵過程為無氧環境且有酒精度及二氧化碳的存在。

(2)啤酒為低 pH 的環境。

(3)釀造用的啤酒花具有抑制革蘭氏陽細菌的效用。

2.外部防治的方法，不外乎就是啤酒廠環境的清潔與釀造設備的清洗和消毒。

七、啤酒的品質控管

說到啤酒的品質可從啤酒的風味穩定性、生物穩定性、非生物穩定性、泡沫性能及色澤來探討。

(一)風味穩定性

- 1.釀造過程中確實管控風味前驅物的濃度。
- 2.避免氧氣的滲入和陽光的照射，會加速啤酒氧化造成風味改變。
- 3.優良的啤酒儲存環境以維持啤酒的品質。

(二)生物穩定性

- 1.啤酒廠要確實做好清潔與消毒的工作。
- 2.操作人員需具備良好的衛生觀念。

(三)非生物穩定性

- 1.避免氧氣的滲入。
- 2.良好的儲存環境。
- 3.長時間的低溫貯酒期，讓混濁物沉澱下來，過濾去除之。

(四)泡沫性能

- 1.釀造過程中避免油脂的汙染。
- 2.啤酒組成內有較多的表面活性因子，可維持泡沫的持久性。
- 3.足夠量的二氧化碳。

(五)啤酒的色澤

- 1.所使用的麥芽種類會影響啤酒的色澤與風味。
- 2.整個釀造過程從粉碎到殺菌結束，每個製程階段都影響著啤酒的色澤，其中最主要的步驟在麥汁煮沸和啤酒殺菌兩部分，在操作時要謹慎，避免過度的熱處理，造成啤酒色度上升且加速老化。
- 3.釀造設備的設計亦會影響最終啤酒的色度，如開放式發酵槽，因為和空氣接觸有可能會造成色度上升。

八、包裝技術

包裝是啤酒廠的最後一道關卡，然而啤酒的酒質在包裝前的一刻就已經固定組成，包裝技術無論再怎麼精進都不可能提升啤酒的品質，因此，包裝最重要的任務就是維持啤酒原本的品質，老師提出了在包裝過程時會遭遇到的三大挑戰，分別如下所述。

(一)維持啤酒品質的挑戰

1.包裝容器應注意事項：

- (1)容器的清潔度，避免汙染啤酒。
- (2)容器的完整度，不可有破損或裂口，避免消費者受傷。

2.啤酒是非常怕氧的物質，在包裝過程中要避免啤酒和氧氣過度接觸，否則會造成啤酒風味的改變，有關空氣含量的控制要注意以下幾點：

- (1)容器清洗完後的殘餘水不可過多。
- (2)裝酒機抽真空的效果。
- (3)注酒閥的液位控制要恰當。
- (4)酒機抗壓用的二氧化碳純度要高。
- (5)封蓋需緊密，避免氧氣的滲入。

3.啤酒經過巴斯德殺菌處理的目的在於消滅微生物，延長保存期限，操作時必須要注意：

- (1)減少包裝產線故障停機次數，避免產品堵塞，造成殺菌過度。
- (2)殺菌機的溫度檢測需定期校正，確保設定溫度等於實際溫度。
- (3)定期清潔淋洗噴嘴，避免噴嘴阻塞。
- (4)熱水幫浦的定期保養。

4.包裝工場基本上是開放式空間，環境的清潔度會影響微生物汙染的可能性，所以包裝環境的乾淨、整潔和消毒是非常重要的事。

(二)啤酒產品包裝外觀展現的挑戰

消費者購買在商品時，首先看到的一定是商品的外包裝，第一眼若觀感不佳，則給人印象不好，影響到商品的銷售，所以啤酒包裝的完整性和美觀是很重要的，要注意下列幾點：

1.具有吸引消費者購買的包裝設計。

2.良好的貼標技術：

- (1)標貼位置正確、工整、不起皺摺。
- (2)不殘留膠液。

3.外包裝紙箱不可破損或封箱不良。

4.製造日期的噴印需明顯且正確，給予消費者應有的資訊。

(三)成本效益最大化的挑戰

包裝成本是非常高的，對新啤酒廠來說占有 70%的資本額，80%的設備保養維修預算，為了發揮其成本效益，需將包裝的產能提升到最大化才回本。要將效能提高至最大，應注意的方面有下列幾項：

1.良好的生產線設計

(1)各包裝機台的距離需依各機台的效能和累積法則去評估設計，若某機台故障，仍可使產線生產順利，不影響機械效率。

(2)自動化生產，減少人工。

(3)工作場所要空間足夠、照明充足、通風良好。

(4)設備的安排需預留彈性空間，便於產品的轉換。

2.良好的管理系統

(1)操作程序標準化。

(2)擬定教育訓練。

(3)激勵團隊分工合作。

3.控制損耗和不良品

(1)確保線上監控的有效性。

(2)定期保養維修機械設備，讓其運轉正常。

(3)良好的庫存管控。

(4)操作的細心度。

4.良好的產銷管控

(1)隨時注意市場變動情形。

(2)促銷活動要提前預知，以管控庫存量。

(3)避免不必要的產線切換。

九、啤酒感官品評

(一)各類型啤酒品評

在美國與德國各有安排啤酒品評的課程，涵蓋了美式、英式和德式的啤酒，其中又可再細分為很多酒種，比如：Lager、India pale ale(IPA)、Plisner、Stout、Porter、Pale ale、Bock、Dunkel 等，各有特殊的風味、色澤和口感。本公司的產品屬於 Germany Lager beer，目前台灣的進口啤酒仍以 Lager beer 為大眾，透過這次訓練，我首次嘗試到如此多種的啤酒，以美

式 IPA 來說，它的特性就是酒體醇厚(原麥汁糖度 12.5~17.5 Plato)、苦味重、高酒精度和強烈啤酒花香，色度約 12~28EBC，從女生的角度來說真的沒有很討喜，因為啤酒花味實在太濃，苦味度很重。整體來說，個人比較喜歡德式啤酒，醇厚口感順，苦味又不殘留。

在德國老師介紹完所有酒種及品評課程結束後，藉由玩遊戲的方式讓學員回憶各酒種的特色，學員分成兩組先各別競賽，取每組的前兩名，最後再一同比賽。一開始每個人有五個籌碼，然後要猜所飲用的啤酒是什麼，根據猜對的程度可得到不同的籌碼數，所有啤酒都品評完後，結算籌碼，最多者就是冠軍，十分有趣又好玩。



美國的品評課程(一)



美國的品評課程(二)



德國的品評課程



猜啤酒遊戲

(二)啤酒不良風味品評

在啤酒釀造過程中，因為不適當的操作往往會造成啤酒不良風味，如：烤蔬菜味的 DMS、香蕉酯味的 isoamyl acetate、奶油味的 diacetyl 和蘋果酯味的 ethyl hexanoate 等，在這堂課中老師以百威啤酒為基酒，添加不同食品級的化學物質以表現啤酒的不良風味，讓學員認識並記住，最後還有個小測驗。

(三)描繪啤酒特性的方法

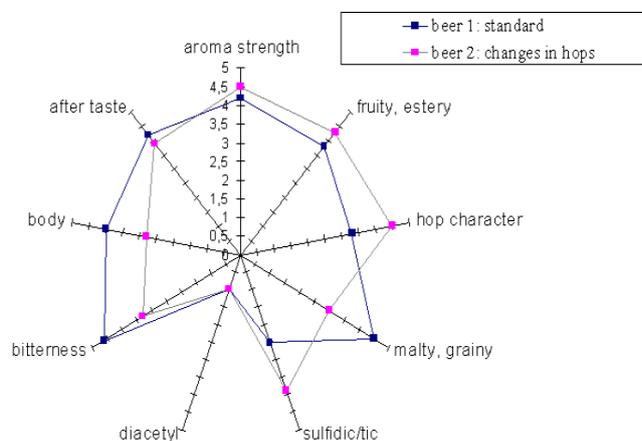
世界上啤酒種類如此多，描繪各啤酒的風味輪廓最常用的方式就是「雷達圖或稱蜘蛛圖」。老師先給三種不同的酒樣，我們品評後根據下列項目評估各酒樣的感官強度，由 1~5 評分，分數越高強度越強，然後每個學員報出自己的品評結果供老師作圖，就可得到此三種

酒樣的「風味輪廓雷達圖」。

評比項目	hop-aroma(啤酒花香)	malt-aroma(麥芽香)	bitterness(苦味度)
sweetness(甜度)	effervescence(泡沫性)	body(酒體)	color(色度)



品評結果作圖



風味輪廓雷達圖的型式

十、啤酒製程問題專案研討

在這單元，老師們為了讓學員將課堂上所學到的知識運用在實際面上，採用專案討論的方式讓學員自由發揮。共設立十道問題，每三人一組抽籤決定題目，然後給各組兩天的時間討論解決方案和製作簡報，在美國課程的最後一天發表，所有組員都需上台簡報。

我們這組抽到的題目為「改善產品穩定性」。我們是一家位於美國東部販售瓶裝啤酒的地域性啤酒廠，年產量約 20,000bbl，我們的產品是美式 pale ale，不經過濾和巴斯德殺菌，我們沒有過濾和殺菌設備，到目前為止，從產品出廠到市面上販售，兩個月內產品沒有出現任何有關沈澱、生物性和風味不穩定性的問題。現在我們想要擴充市場，販售到距離工廠 2,500 英里的地區且運送過程中沒有冷藏，試問該如何提高產品的穩定性以應付長達 6~8 個月的船期？

簡報的內容需包含下列幾點：

- (一)在如此長的船期間，啤酒的哪些特性將會改變？
- (二)該如何改善釀造過程來提高產品的窗儲期？
- (三)啤酒廠可能需要購買哪些提昇來改善產品穩定性？
- (四)什麼分析方法可用來評估啤酒敗壞的潛在性？

經過一天的討論，我們三人彼此分工合作完成簡報，最後分別上台報告。

十一、啤酒產業營運經營

(一)經營啤酒廠應該要考量的要點，主要有下列幾項：

- 1.詳細縝密的計劃，包括預算編列。
- 2.雇用對的員工。
- 3.建置好的啤酒廠。
- 4.生產的商品要有一定的品質。
- 5.隨時掌握市場動態和消費者資訊。
- 6.競爭者的分析研究：產品的相似性。
- 7.產品的售後服務。
- 8.要有一定的現金流通量
- 9.風險評估

(二)啤酒廠經營模擬遊戲

透過 BOB(Business of brewing)遊戲，讓學員模擬如何經營啤酒廠。每三人一組，一開始每組有 200 美金和一張成本費用表，包含人工成本、行銷費用和產線設置費用等，有四種啤酒可選擇，另也可和銀行借貸來周轉，總共進行六回合，每一回合結束，市場都會依照學員選擇販售的酒種重新劃分，因此每一回合市場動態都不相同。藉由這樣的模擬生存遊戲讓學員去思考從產品選擇(相似性商品會瓜分市場)、行銷預算編列、現金流動率等方向來經營啤酒廠，使稅後純益最大化，六回合結束扣除借貸，剩餘最多現金的組別即為遊戲的勝利者。

我們這組很不幸運的由於一開始太貪心，第一回合就建構了三條產線，借貸太多，縱使有營業收入，但還是在第五回合時就不敷成本，沒有現金可運用慘遭淘汰的命運。



啤酒廠經營模擬遊戲

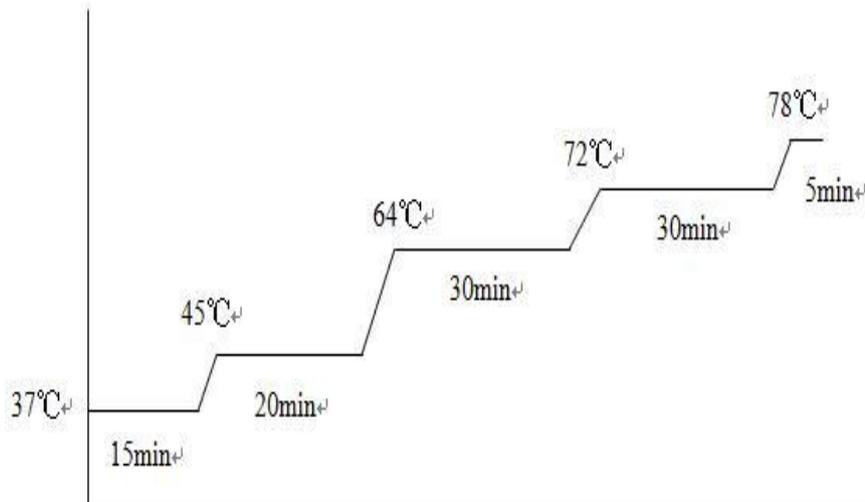
十二、德國實作課程

(一)第一週為糖化實務

我們這組是釀造小麥啤酒，杜門斯學院的糖化設備為半自動式，操控軟體為西門子

(SIEMENS)BRAUMAT classic，學院的釀造師先教我們如何操控軟體，然後把糖化條件設定好，便開始釀造。本組的配方和糖化條件如下：

1. 麥汁總量：500 L
2. 釀造用水：350 L
3. 麥芽用量：wheat malt 65kg,pils 25kg(料水比 1：3.8)
4. 預定糖化曲線：



5. 糖化過程記錄：

糖化結束後便將麥醪移轉到過濾槽開始過濾，當麥醪液位降到過濾層上方兩個手指頭位置，即開始洗槽，共兩次，洗槽用水溫度 80°C，洗槽的同時將澄清麥汁移轉到煮沸釜，由學員自行挑選啤酒花品種，分三次添加，前兩次在煮沸一開始和 30 分鐘後，煮沸時間共 45 分鐘，溫度設定 100°C。煮沸完畢移轉到沉澱槽並添加最後一次啤酒花，待麥汁澄清後經過熱交換器轉移到發酵槽並添加酵母，發酵初始溫度設定 15°C。



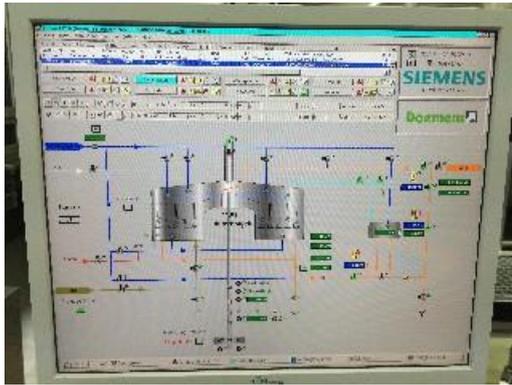
Mark 投料麥粉



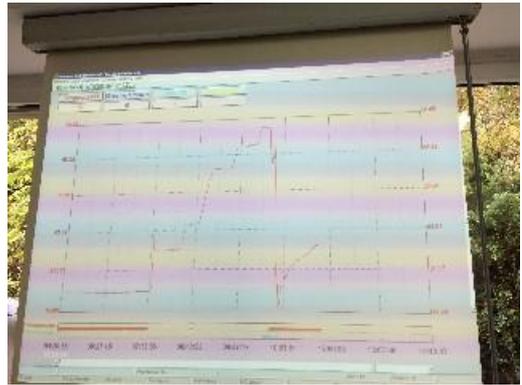
過濾情形



連接至發酵



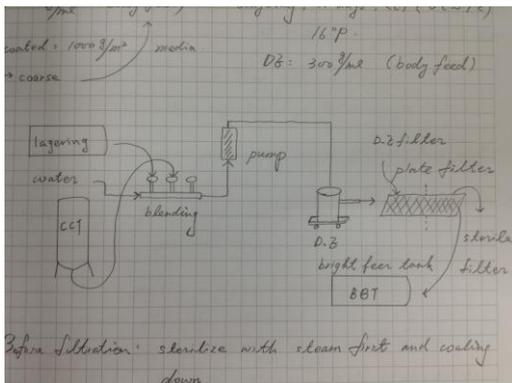
BRAUMAT classic 操作介面



實際糖化曲線歷史圖

(二)第二週為過濾實務

老師先在教室介紹杜門斯的過濾設備與操作方式，隨後就至現場進行過濾作業。由學員自行組裝過濾設備，每一組要過濾兩種酒，我們被分到 Helles(全麥芽)和 Jrial(40% 麥芽、40% 大麥、20% 糖)。組裝完畢開始過濾前先用蒸氣殺菌，冷卻至室溫後才開始過濾，過濾期間需隨時注意壓差和流速，我們在過濾完第一種酒後，發現流速變慢表示堵塞，決定打掉矽藻土重新預覆，最終完成所有過濾作業。



過濾機組合示意圖(上課筆記)



分配器



紙板矽藻土過濾機



矽藻土

(三)第三週為包裝實務

先講解杜門斯學院的各包裝設備之操作方式，包含卸箱機、洗瓶機、空瓶檢查機、裝酒機、貼標機和裝箱機，並教導如何計算洗瓶機氫氧化鈉用量和注酒閥原理，一切就緒後，安

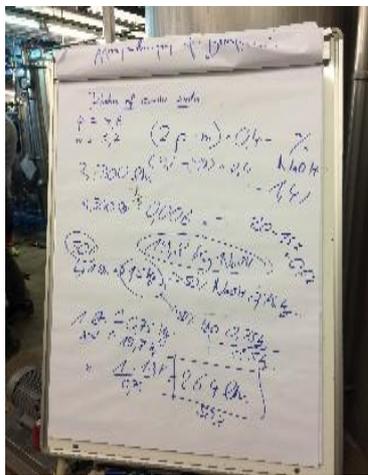
排學員看顧各機台並輪流操作，洗瓶機溫度設定為 80°C，次氯酸鈉濃度為 0.8ppm，本次包裝的酒種有 pils 和 pale ale，共裝了 120 箱。



洗瓶機



講解貼標機



氫氧化鈉配製



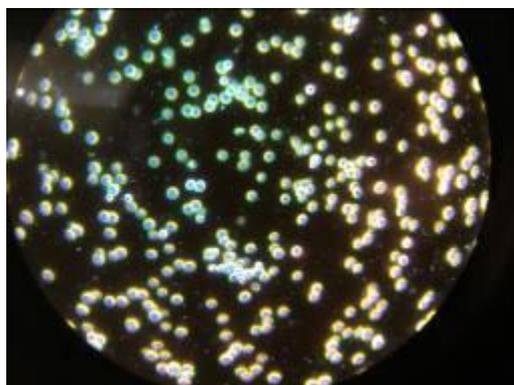
講解注酒閥



酪素膠使用

(四)微生物操作實務

此部分讓學員操作顯微鏡，學習觀察酵母菌和啤酒有害菌的外觀型態、酵母菌數的計算方式(血球計數器)和酵素催化檢測法(KOH and 雙氧水試驗)。



酵母菌



啤酒有害菌

十三、歐洲啤酒相關產業觀摩研習

本學程的最後兩周是安排歐洲啤酒相關產業巡禮，參訪的地點集中在德國、奧地利和捷

克三個國家，以下就產業類別分項介紹。

(一)設備商

1.Krones AG

位於德國 Neutraubling 的 Krones 成立於 1951 年，為製造灌裝設備的國際大公司，其分公司遍布全球，主要銷售額來自德國境外，生產和啤酒相關的設備有裝酒機、貼標機和殺菌機等，亦包含 PET 瓶充填機，本廠就是 Krones 的客戶之一。他們設有導覽制度和歷史文物館供訪客預約參觀，我們先在簡報室聽專業講員介紹 Krones 公司，接著到文物館區參觀，館內陳列許多裝酒機的原型，十分有歷史價值，最後到生產區參觀，生產區內不得照相攝影，我看見了很多新型的包裝設備和不斷在進行測試的工程師，整個產區非常大且很乾淨。



Krones 公司一隅



早期的貼標機

2. Kaspar Schulz

位於德國 Bamberg 的 Kaspar Schulz 是製造中、小型糖化設備的公司，其容量最大可做到 300HL，設備從設計到鋼板切割、焊接、拋光和組裝都由員工完成，可製造不銹鋼材質和銅材質的糖化設備。同時在糖化設備的改良上也持續研究，創新設備以提高效能，此外亦提供客製化的服務，讓客戶可直接與技術人員溝通，確保生產設備符合客戶的需求。

(該公司禁止攝影、拍照)

(二)原料商

1.Hopsteiner

位於德國 Mainburg 的 Hopsteiner 是製造啤酒花商品的公司，其產品非常的多樣化，包含釀造用、抗菌用、抗氧化用和植物藥劑用，該公司收購多品種啤酒花來製備商品。在參訪期間，先由公司負責人進行簡單的簡報，介紹啤酒花市場的相關訊息和該公司製備啤酒花商品的方法，除簡報外還安排各品種啤酒花的認識、品評與廠區實際參觀。品評啤酒花的方法是將乾燥啤酒花放於手掌心，兩手緩慢搓揉，產生的熱量將啤酒花香帶出，某些品種的啤酒花散發的香味真的很獨特，像是辛辣味，搓揉完畢後，啤酒花油會殘留在手上，需用特殊的清

潔膏去除，也算是特殊的體驗，見識到如此多種的啤酒花。

2. Weyermann

位於德國 Bamberg 的 Weyermann 是製造麥芽的公司，由家族經營，在德國境內可算是非常有名且歷史悠久，成立於 1879 年，產品有高達 85 種商品，專門提供特殊麥芽，常見包裝量為 25 公斤，員工人數約 140 人，均受過製麥專業訓練，其中更有人具有釀造師資格，可提供優質服務。除了製作麥芽之外，該公司也有自己的小型啤酒坊生產精釀啤酒供餐廳的遊客品嚐。Weyermann 設有導覽制度，廠區內亦陳列了該家族的相關歷史資料可供訪客參觀。參訪時我們先聽簡報，接著參觀他們的製麥工廠(禁止拍照、攝影)，包含物流中心，規模雖不大，但整體很有制度，讓參訪的人感覺良好。



Weyermann 的門口



Weyermann 的啤酒坊

(三)啤酒廠

1. Karmeliten Brauerei

位於德國 Straubing 的 Karmeliten 是間小規模的啤酒廠，源自於修道院，由家族經營，一週工作四天，每天產量約 20,000 瓶 0.5 公升，生產的商品非常多，頂部發酵後貯酒約 6 天、底部發酵後貯酒約 17 天，產品的窗儲期為 6 個月，銷售最好的商品為 Keister gold。



小型臥式貯酒槽



多樣化的產品

2. Hofstetten

位於奧地利 Mühlkreis 的 Hopfstetten 是間小規模的啤酒廠，同樣源自修道院，歷史非常

悠久，其中的粉碎系統有 80 年歷史，糖化設備是黃銅鍋，為一次煮沸法，麥汁過濾約 3~5 小時，麥汁煮沸約 90 分鐘，每生產一批次需 8 小時，有 3 個大理石材質的開放式發酵槽，通常冬天才使用，正常情況下主發酵約 7 天，若天氣非常冷，可能需要 2~3 周，另有 4 個密閉式發酵槽(發酵 7 天)和 6 個直立式貯酒槽(熟成 5 週)。



過濾槽-澄清的熱麥汁



大理石材質的開放式發酵槽

3. Schlägl

位於奧地利 Mühlkreis 的 Schlägl 是間小規模的啤酒廠，源自修道院，糖化設備非常少見，過濾設備為板框式矽藻土，工廠影片介紹是在一個內部四周都是鏡子的空間裡，播放時的效果呈現令我印象深刻，該工廠把停用的銅鍋糖化設備空間改裝成品酒室，非常漂亮。



獨特的糖化設備操作平台



改裝後的品酒室

4. Stiegl Brauerei

位於奧地利 Salzburg 的 Stiegl 是間大規模的啤酒廠，為現代化設備的釀酒廠。員工人數約 700 人，一條糖化線為三班制，糖化工場非常漂亮，建築採用全玻璃架構，讓訪客可從室外看到糖化室的全景，21 個直立式發酵槽，容量為 2100 公石，貯酒槽容量為 800 公石，主發酵為 7 天，溫度控制在 10°C 以下，過濾設備為板框式矽藻土機組，包裝線為兩班制。該工廠不但設立文物館開放參觀，有專業導覽人員協助講解亦設有啤酒餐廳，提供到訪的遊客結束豐富的啤酒文化洗禮後吃飽喝足的場所。在這邊我品嚐到了歐洲所謂的酸啤酒(sour beer)和 wine beer，味道非常的特殊，我的同學還買了不少瓶，帶走好好回味一番。



透明漂亮的糖化工場



包裝工場



直立式發酵槽



文物館一隅



特殊的酸啤酒

5. Augustiner Bräu

位於奧地利 Salzburg 的 Augustiner 是一間非常小規模的啤酒廠，歷史非常悠久。使用的釀造設備都較為古老，糖化設備均為黃銅鍋，一批次為 95 公石，先經開放式沈澱槽去除雜質、冷卻到室溫再經銅製的古老板式冷卻器將溫度從 17°C 降至 9°C，採用開放式發酵槽釀製，共 10 個，有 40 個臥式貯酒槽，容量為 70 公石。瓶裝產品使用板式過濾機，窗儲期為 2 個月，橡木桶產品使用 Sterile filter(膜過濾)，窗儲期為 2 週。參訪這間啤酒廠簡直讓我大開眼界，原來古老的設備長這個樣子，真是受益良多。



糖化槽



開放式沈澱槽



開放式發酵槽



古老的板式過濾機



古老的板式熱交換器



臥式貯酒槽



Sterile filter(膜過濾)

6. Villacher Brauerei

位於奧地利 Villach 的 Villacher 是間中規模的啤酒廠，使用現代化釀造設備，但仍保留舊有設備，已不再使用，原本的空間有計畫要整修再建立生產線。該工廠總共有 11 種產品，一條糖化生產線，6 個直立式發酵槽，容量約 1500 公石，有 1 個小的發酵槽約 400 公石是釀造 bock beer 用，主發酵約 7 天，移轉到貯酒桶前會降溫到 5°C，有 11 個容量為 2000 公石的貯酒桶，熟成時間約 4~5 周，過濾設備為燭式矽藻土過濾機，包裝線僅有瓶裝和桶裝，瓶裝走隧道式殺菌，桶裝走瞬間殺菌，裝酒機效能為每小時 45000 瓶。



古老的麥汁過濾設備(板式)



桶裝瞬間殺菌

7. Bevog

位於奧地利 Bad Radkersburg 的 Bevog 是一間釀酒坊(homebrew)，僅是一棟鐵皮屋蓋成的建築物，設立一個空曠的地區，位於斯洛維尼亞和奧地利的邊境，該啤酒坊有一套微型糖化釀造設備，每批次 1,300 公升，2 個發酵槽容量各為 6,000 和 3,000 公升，發酵約 10 天，6 個臥式貯酒桶，超小型的包裝線，總共有 5 種產品。此外還設立了啤酒品評處，為 draft system 對外販售，最引人注目是他們的標貼設計非常的有動畫感，據說是老闆很喜歡那類的畫風，可說是很典型的精釀啤酒坊。



微型糖化設備



啤酒品評處-上方圖示即為標貼

8. Ottakringer Brauerei

位於奧地利維也納的 Ottakringer 是一間大規模的啤酒廠，在維也納當地相當著名，歷史悠久，成立於 1837 年，是家族企業。糖化設備有新有舊，還有一套 10 公石的小型釀造系統專門生產精釀啤酒，發酵槽皆為直立式，貯酒槽有臥式和直立式，最特別的是過濾設備，完全不同於先前參訪的啤酒廠，採用一種特殊的濾材，如下方圖片所示，他們也使用矽膠和 PVPP，產品採用瞬間殺菌。這家工廠還有一點很特別的就是，他們的包裝線不止包啤酒，還包其他飲料生產廠送來的飲料。



煮沸釜和漩渦槽



糖化槽和過濾槽



特殊的過濾材質



小型釀造系統-啤酒坊

9. Budweiser

位於捷克 Budweis 的 Budweiser 是一間大規模的啤酒廠，屬於當地政府管理，原來它是市面上常見的百威啤酒發源地，這個品牌實際上是創立在捷克，歷史非常悠久，建立於 1262 年，美國的百威啤酒是承襲了它的名稱。糖化工場非常的乾淨漂亮，全是黃銅鍋，最特別的是他們使用啤酒花原花，分三次添加，第一道麥汁、煮沸釜一開始、煮沸後 30 分鐘，煮沸時間為 90 分鐘，新型的直立式發酵槽容量約 2,000 公石，舊型的臥式發酵槽約 100 公石，貯酒期約 19 天。設有導覽制度供訪客參觀，導覽的最後一站設在地窖中飲用直接從貯酒桶取出的啤酒，讓遊客嘗到最原汁原味的 Budweiser Original。



Budweiser Original 大門口



糖化工場



麥汁煮沸釜爐心



包裝工場

10.Pilsner Urquell

位於捷克 Pilsen 的 Pilsner Urquell 是間大規模的啤酒廠，非常的有名，因為它是世界上「黃金啤酒」的誕生處，歷史非常悠久，建立於 1842 年 10 月 5 日。糖化工場共有 12 個黃銅糖化鍋，非常乾淨又漂亮，過濾槽及漩渦槽則是不銹鋼製，每天糖化 12 批次，每批次為 600 公石，有使用 Saaz 啤酒花分三次添加，發酵溫度約在 5~10°C，設有 9 公里長的地道及貯酒地窖，貯酒期約 5 周，年產量約 2 百萬公石。工廠對外開放觀光，需收費，整體品質非常棒，亦設有販賣部和餐廳，可說是名副其實的啤酒觀光工廠。



糖化工場



貯酒地道



傳統橡木桶開放式發酵



橡木桶為貯酒桶

11.Chodovar

位於捷克 Chodova Plana 的 Chodovar 是間小規模的啤酒廠，為家族經營的啤酒公司，現今為第四代。該公司設有啤酒廠及啤酒餐廳，最特別的是他們自行製作麥芽，採取傳統方式，將浸麥後的大麥直接舖在地板上進行萌芽並以人工方式翻動萌芽中的大麥。糖化設備亦為黃銅鍋，每天生產 4 批次，糖化方法為煮沸法，採用開放式發酵槽，只使用底部發酵酵母，發酵溫度約 9°C、十天，貯酒槽則為臥式置於山洞內以維持低溫，貯酒期為兩個月，年產量約 9,000 公石，產量不多主要供給本身的啤酒餐廳販售。Chodovar 的啤酒餐廳非常有特色，開設在啤酒廠旁的山洞內。



Chodovar 啤酒廠



傳統製麥方式



開放式發酵槽



貯酒槽(仍有些許酵母在作用產氣)

12. Neumarkter Lammsbräu

位於德國 Neumarkt 的 Neumarkter Lammsbräu 是間小規模的啤酒廠，該公司有個最大的特色就是標榜著有機啤酒，意即所使用的大麥和啤酒花都是有機的。糖化設備同為黃銅鍋，一批次需 6 小時，每天生產 4 批，煮沸時間為 90 分鐘，另有一大特色就是不使用漩渦槽，煮沸完畢後打回過濾槽去除沉澱物，再經過新型設備 Scoko 來去除不良風味。發酵加貯酒期約 4~6 周，過濾設備除板框式過濾機外，針對小麥啤酒則使用了離心機，產品共有 19 種，有些使用瞬間殺菌，有些則使用隧道式殺菌。另外該公司也開發出非酒精性的飲料，如：果汁。



新型設備 Scoko



離心機(過濾小麥啤酒)

13. Herrnbräu

位於德國 Ingolstadt 的 Herrnbräu 是一間中規模的啤酒廠，兩班制。糖化設備有五個槽，分別為糖化槽、煮沸槽(採用煮沸法)、過濾槽、煮沸釜和漩渦槽，和本廠相同，每天生產 3 批次，有 13 個開放式發酵槽供頂部發酵用，直立式發酵槽則供 lager beer 使用，該公司產品不經殺菌處理，有二次瓶內發酵商品，期間約 4 周。



開放式發酵槽



瓶內二次發酵

十四、啤酒飲料相關產業設備展(Brau bevale)

德國受訓期間，在 Nuremberg 剛好舉辦為期三天的 2014 年啤酒飲料相關產業設備展(Brau bevale)，杜門斯學院也有參展，於是所有學員搭便車入場參觀。參展的產業類別非常多，有原料商(啤酒花、麥芽)、設備商(釀造設備、啤酒成品冷藏櫃商、包裝設備、歐翼車、draft system)、建材商(釀造工場的防酸鹼地板)、物料商(啤酒箱、瓶蓋設計商、標貼黏膠商、啤酒桶商)、分析材料商(販售培養基)以及學術機構(杜門斯學院、VLB)等，有許多知名的國際大廠都有參展，如：Joh. Barth & Sohn、Krones AG、GEA Huppmann、Henkel 等，除了展覽之外，主辦單位亦舉辦了多場演講和精釀啤酒展示，有幸參加這次的展覽可說是增廣見聞了不少。



展場內部模樣



演講會場

伍、心得與建議

一、心得感想

這次能夠參加「WBA International Diploma In Brewing Technology Program」，要感謝臺灣菸酒股份有限公司給我這個機會去學習。透過這次的課程，讓我對啤酒釀造有了新的體悟，不是最新最好的設備就能夠做出好品質的啤酒，重點在於釀造者的用心和啤酒廠的管理，參訪的啤酒廠很多都還是使用傳統的設備，從接待者侃侃而談的臉上，就可感受到他們有多麼熱愛他們的工作，對自己釀造出的啤酒充滿信心，也願意作技術交流，讓大家一同在啤酒世界中打拼。我將這次參訓的心得分成三大部分來說。

(一)啤酒知識之精進

進入臺灣菸酒公司竹南啤酒廠這幾年，在公司員工教育訓練的制度下，本身就具備有啤酒釀造的相關知識和工作上的實務經驗，在美國的課程中雖有些內容已學習過，但部分還是屬於新的知識，而且在專業教授的解說下，又更加了解某些名詞定義和製程的控制重點，受益良多。此外課程還帶入了供應系統的介紹，如：蒸氣設備、雙座閥設備等，讓有些計畫建立小型釀酒坊的同學們有購買的資訊來源。而在德國的實務經驗對我來說更是有趣，因為我所在的竹南啤酒廠並無小型釀造設備，從配方到糖化條件全都由學生自己決定，過程中要自行計算啤酒花添加量和取樣量測，過濾設備也由學生自己組裝，最後也讓學員體驗包裝實務，整體下來收穫非常多。

(二)啤酒種類之認識

由於公司本身釀造的酒種為德式 Lager beer，平常接觸進口啤酒的機會不多，透過本學程中的品評課程，認識了好多不同的啤酒。老師先介紹各種類型的啤酒該有的特色，然後再進行品評，我發現我的同學們都好厲害，熟悉好多酒種，而且酒量超好，有各自的喜好，大部分的學員都是美國人，他們比較喜歡口感變化多的 Ale beer，覺得 Lager beer 太清爽，不夠力，甚至有人鍾情濃烈的 Stout beer，而我自己還是喝 Lager beer 比較習慣。簡言之，因為這樣的品酒課程，讓我的眼界增廣了許多，原來世界上有這麼多種不同的啤酒。

(三)啤酒眼界之增廣

本學程安排的講師大多具釀造經驗 15 年以上，有些甚至是大學釀造工藝的教授，專業知識非常充足，課堂上學員可隨時發問，大部分的講師都有留下聯絡資訊，學生未來遇到問題也歡迎私底下請教，同學彼此之間也會作技術交流。而在歐洲的啤酒相關產業巡禮更是開了眼界，見識到麥芽的製作、啤酒花的製作、釀造設備的製作及古老的釀造設備。另外，身處

啤酒的故鄉-巴伐利亞，我覺得德國人真的很熱愛喝啤酒，無論春夏秋冬，明明冷得半死還是不忘來上一杯啤酒，這邊只要一進餐廳，服務人員就會先問要甚麼類型的啤酒，然後酒杯上都會有容量標示，一般常見的為 0.5 公升，可隨時評估自己到底喝了多少。

光陰似箭，歲月如梭，86 天的課程說真的過得很快，因為內容十分精實，每週又安排測驗，下課得複習教材，還記得在結訓的當天，不少學員的心情都很複雜，我也不另外，因為對大夥來說，這真的是一次很難得的經驗。最後還是要謝謝公司給予如此棒的培訓。

二、建議事項

(一)製程建議

- 1.因為本公司的產品屬於清爽型的 Lager beer，德國的教授說此類型的酒，有兩點一定要控制好，就是 DMS 味和非生物性混濁，製程中在漩渦槽和麥汁冷卻的時間加起來絕對不能超過 2 小時，另外就是在貯酒期的溫度要低溫且長時間，讓多酚聚合物徹底沉澱透過過濾除去之。
- 2.參訪的眾多啤酒廠，發現發酵設備幾乎都是發酵槽與貯酒槽分開，詢問了杜門斯的老師，主要為發酵槽週轉率和避免與酵母長時間接觸的原因，通常貯酒桶的數目都會高於發酵槽，由於歐洲各家啤酒廠幾乎都非單一產品，所以為了提高發酵槽的週轉率，幾乎都採用兩者分開的設備，另外也可避免貯酒時因為酵母排不乾淨，造成酒液與酵母長時間接觸，影響啤酒的品質。所以未來公司若有建置新發酵設備的計畫，可以考慮不要再使用發酵貯酒兩用槽。
- 3.不同麥芽造就啤酒不同的風味，在歐洲參訪的啤酒廠，我發現很少使用單一麥芽種者，較深色的麥芽可以提高啤酒色度和麥芽香，亦可改善啤酒泡沫性能。本公司的產品近兩年來色澤都偏淡且麥芽香不足，泡沫性能有時也成詬病，公司原本就使用色澤偏淡的 pils 麥芽 (2~4EBC)，要做出公司規定 5~6.5EBC 的啤酒不容易，其實可以考慮參酌部分的深色麥芽來調配以達到目標設定值。
- 4.近幾年，PET 包裝技術逐漸純熟，在參加啤酒飲料工業展時，也看到很多廠商都在力推這個技術應用於啤酒包裝上，杜門斯學院除了玻璃瓶裝酒機外也有一台 PET 裝酒機，PET 的塑料材質可回收且質量輕，在成本考量上，可能優於玻璃瓶裝，公司可以考慮引進這種技術，不一定要應用在啤酒方面，目前公司也有很多非啤酒類的飲料商品，可以先逐步建立 PET 包裝等相關知識。

(二)導覽制度(觀光工廠)

- 1.本公司四大啤酒廠均設有導覽制度，但有部分的導覽品質不是很好，如本廠的包裝工場，

因為大型設備運轉的關係，聲音非常的大，訪客根本無法聽到導覽人員的解說，我們在參訪 Krones AG 時，他們發給來賓耳機，有點像是在參看其他畫展時的那種語音導覽器，導覽人員透過麥克風，將聲音直接傳到耳機中，避免現場噪音干擾，並於導覽結束後收回，此種方式可作為本公司參考。

- 2.歐洲的啤酒廠其商標都極具特色，往往可拿來作為廣告行銷的工具之一，會印製成許多商品，像是杯墊、帽子、酒杯、衣服等，我們可在工廠設置紀念品購買處，販售含有公司商標的上述等物品，可增加少量營收亦可達到宣傳效果。我們在參觀 Weyermann 麥芽廠時，他們是免費提供訪客帽子、別針和產品表等，若考量成本因素，公司可提供較便宜的貼紙免費給訪客，亦有廣告效果。
3. Pilsner Urquell 的參觀費用雖酌收 23 歐元，但我覺得很有價值。為了提升觀光導覽品質，必要時本就需要改善觀光硬體設備，如增建看板、文物館或聘用專業導覽人員，公司可斟酌是否採用收費制，讓觀光品質提升，畢竟若真的有這些硬體設施也是需要維護與保養的。

(三)未來走向

- 1.現在釀造啤酒的技術已經很純熟，『精釀啤酒(craft beer)』正在逐漸成長中，所謂的精釀啤酒，這個字眼源起於英國，泛指小型且產能限量的啤酒廠做出的啤酒，注重啤酒多元化風格，傳統與創新並進的釀酒精神，和單一產品的大型商業啤酒廠完全不同。公司可考量引進這種概念，將現有的小型釀造設備或新設置也可，用以生產各類型態的啤酒，不是朝大型量產的想法走，而是地域性啤酒的概念，讓釀造啤酒不單單只是工藝而是一種藝術。
- 2.在參訪的過程中，幾乎所有的啤酒廠都設有餐廳，讓訪客參觀結束後直接在餐廳用餐並享用自家商品，不但有廣告效果亦有營收。台灣的金色三麥就屬此類型，他們的餐廳雖沒有和工廠在一起，但在台灣他們是將這種概念發揮得很成功的一家公司。公司可將本點與上述精釀啤酒的想法結合在一起考量，讓台灣啤酒也加入精釀啤酒餐廳的風氣。
- 3.生產季節性的限量啤酒，在結訓前非常接近聖誕節，我們在參訪的過程中，不少啤酒廠都稍微的改變配方和製作新標貼，生產限量的聖誕節啤酒，他們不是新商品，只是特別版的概念。這是一種很好的行銷噱頭，公司可考量採納。

(四)其他建議

- 1 國外啤酒廠的釀造環境可說是很乾淨的，可能由於氣候的因素較不易滋生黴菌等物質，本公司的啤酒廠在氣候這點上先天就不好，所以在環境清潔上可能需要多下點功夫。
- 2.持續訂閱 ASBC、VLB 等期刊或購買釀酒專業書籍，隨時跟上啤酒新時代的腳步。