

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：研習)

赴德國啤酒花公司研習啤酒花分析技術報告書

服務機關：財政部菸酒公賣局

出國人 職 稱：技正

姓 名：彭兆良 涂秀麗 林源義

出國地點：德 國

出國期間：民國八十九年十一月十五日

至十一月廿六日

報告日期：民國九十年二月五日

摘 要

菸酒公賣局為提升員工對於啤酒生產原料啤酒花之認識，及對其成份之分析能力，核定彭兆良、涂秀麗、林源義等三人前往德國研習相關知識及分析技術，首先參觀紐倫堡 2000 年啤酒博覽會，展示內容包羅萬象，從原料、生產至廣告行銷，並前往約翰巴特父子公司研習，啤酒花物理性的評價可彌補化學分析無法馬上得到的資訊，並可立即大致地判定出啤酒花毬果的品質優劣。德國啤酒花收購時，對於專家作出的評價，啤酒花種植農和經銷商不能有異議。啤酒花現貨合約的簽訂最好能配合啤酒花的採收期，啤酒花粒的運輸、冷藏必須避免高溫及溫度的波動。該公司啤酒花的化學分析以 EBC 分析手冊為主，測定啤酒花產品中總樹脂含量、陳舊度與 -酸，並以 ASBC 分析手冊為輔，提供 -酸、 -酸和啤酒花貯藏指數，而 HPLC 法則是最具專一性，不僅檢測 -酸與 -酸，並可提供與品種相關的資訊。

赴德國啤酒花公司研習啤酒花分析技術報告書

目 次

壹、 目的.....	1
貳、 研習紀要	
一、 參觀紐倫堡舉辦的 2000 年啤酒博覽會.....	1
二、 啤酒花的栽培、採收及裝袋.....	3
三、 HVG Hallertau 和 HVG Elbe-Saale 的合併.....	4
四、 2000 年啤酒花現貨市場價格上揚.....	5
五、 約翰巴特父子公司和聯合啤酒花公司合併.....	7
六、 啤酒花工業的第一套研究用啤酒釀造試驗設備.....	8
七、 德國對啤酒花物理性評價的方法.....	9
八、 德國啤酒花的產量.....	12
九、 啤酒花的品種.....	13
十、 主任教師講授高黃花粉啤酒花粒的相關知識 及建議事項.....	18
十一、 啤酒花加工產品.....	22
十二、 啤酒花化學分析紀要.....	37
十三、 各種分析方法的檢討.....	43
參、 主要心得.....	49
肆、 建議事項.....	51

赴德國啤酒花公司研習啤酒花分析技術報告書

壹、目的：

菸酒公賣局為提升員工對於啤酒生產原料啤酒花之認識，及對其成份之分析能力，於八九年十一月四日以八九公人字第二五九五號函核定生產組技正彭兆良、酒類試驗所技正涂秀麗、林源義等三人前往德國啤酒花公司研習啤酒花相關知識及分析技術，並參觀紐倫堡 2000 年啤酒博覽會，於十一月十五日啟程前往，順利研習完成，於十一月二十六日如期返國。

貳、研習紀要：

一、參觀紐倫堡舉辦的 2000 年啤酒博覽會

德國紐倫堡 2000 年啤酒博覽會展出時間為十一月十五日至十七日共展示三天，去年共有 42 家歐洲釀造與飲料工業的貿易商參展，整體配置略具環形，共有十個大小不等的展覽館所串聯而成，依展示產品性質可區分如下：

(一)機械設備與安裝(Machinery and installations)：

位於 5,6,7,8 等四館，為博覽會一大重點，從製麥、糖化、發酵、至過濾包裝機械設備一應俱全，如嶄新的寶特瓶包裝機、微小啤酒廠的釀造設備、keg 裝酒機等，有 Krones、APV、Huppmann、Ziemann 等知名的廠商參展，有意來賓皆可與參展廠商討論技術，理解各家的專利、品質優勢、Know-how，必要的話並可針對釀酒廠或飲料工業的個別專案提供最佳解決方案，有心者皆可在博覽會上尋找到理想的答案。吾等曾就雙座閥洩漏問題，與專業廠商 Kieselmann 公司的技術人員洽談與請教，該公司表示此類閥應緩慢開關，建議觀察雙座閥開關速度，推測洩漏可能原因為瞬間壓力過大超過雙座閥中彈簧彈力（原設計控制壓力）所導致，建議墊片應定期每兩年更換一次為宜，並於 CIP 管線上加裝記錄式壓力錶，以了解是否有瞬間高壓情形產生，至於閥組電腦操作程式修改因為設備廠商不同而異，且價格昂貴，並不合適。

(二)操作與實驗設備、能源管理、工作與包裝材料，其他(Operating and laboratory equipment,energy management,working and packaging materials,miscellaneous)：

位於 3,4 兩館，其中啤酒「**集合式包裝**」(multipack) - 紙盒包裝，通用於瓶裝或鋁罐裝啤酒，有半打、一打、二打裝，其外部採用西卡紙包裝，內含提把，因彩色印刷，配合外部紙箱、底座面板設計，可依各項活動之性質或產品特色之不同需求，靈活變更外部紙面設計，或依擺設位置加印色彩、圖案、文字內容等宣傳紙看板，廣告效果佳，吸引消費者目光，方便攜帶，激發購買意願。或經特殊設計圖案、色彩以 Hicon 塑膠包裝或收縮膜瓶/罐裝，本局應早日引進因應時勢所趨。另外組合式塑膠框，分解為啤酒提籃(半打、四瓶、兩瓶裝)，分解組合靈巧容易相當具有創意、具有實用性。

(三)原料(Raw materials)：

位於第一館，有大麥、啤酒花等多家公司設攤，聞名的約翰巴特父子公司以掛滿毬果的啤酒花藤蔓裝飾，精心佈置的攤位，並有多家美國啤酒花公司展示，如 Hop Growers of America, Inc.即以許多美國品種之啤酒花毬果分別放置，提供來賓鑑賞，空氣中充滿濃濃啤酒花香。此館尚有書商展售啤酒釀造專業圖書，吾等駐足閱覽，並購置數本原版書。

(四)備辦酒食設備、組織和廣告(Catering equipment, organization and advertising)：

位於 1,2,9 三館 處於消費者時代，著重廣告訴求與促銷，展示有精美酒杯、店面裝潢、展示櫃等，其中啤酒杯墊以紙為材質，設計有公司 LOGO、卡通、酒瓶、酒杯、棋盤棋子、拼圖等造形、或方或圓爭奇鬥豔，印刷精美討人喜愛，可作為廣告促銷效果佳所費不多，建議作為啤酒贈品相當具有廣告效果。特別有一家壓克力灌鑄公司，可將成品酒灌鑄，晶瑩亮麗長時間展示與保存，永不受外界影響，本局新產品可以此法展示，舊包裝應可以此方式得以長期保存。

(五)運輸與銷售車輛、工業卡車(Transport and sales vehicles, industrial trucks)：

位於 10 館一區，其中新式卡車貨櫃卸貨側開、上開或貨櫃全面開啟僅需費 10 秒鐘，拖板車、推高機等可直接連棧板送達卡車內，商品展示或貨物裝卸迅速有效，是流通事業的好幫手，尤其適合本局綠生啤等運送。

(六)啤酒與非酒精性飲料展示(Beer and non-alcoholics exhibition)：

位於 10 館二區，有活動式吧台、流動式戶外汽車吧台、遮陽戶外桌椅，造形創意十足，活潑實用，、色彩亮麗，廣告效果佳。而汲酒器造形、有古董、有新潮，材質有金屬、塑膠、陶瓷，造形千奇百怪、多彩多姿、眼花撩亂、以吸引消費者目光為重點。

二、啤酒花的栽培、採收及裝袋

德國啤酒花主要生長在 Hallertau、Tettnang、Spalt、Jura 及 Elbe/Saale（位於以前的東德）傳統上，德國芳香型啤酒花的種植量多過於高酸的品種。有些全世界最有名的啤酒花品種係來自於德國 Hallertau 地區，Hallertau 是德國最大的啤酒花種植地區，位於慕尼黑北邊 65 公里處。

啤酒花在分類學上屬於 *Cannabaceas* 科，*Humulus* 屬、及 *lupulus* 種。啤酒花含有許多栽培種如 *Hallertau Merkur*、*Perle*、*Target* 等。栽培種的啤酒花學名稱為 *Humulus lupulus*，主要生長在溫帶。世界上大部分的商用啤酒花主要生長在離赤道南、北緯 35 度至 55 度之間。*Humulus lupulus* 是一種多年生（perennial）雌雄異株（dioecious, heterozygous）的爬藤植物，雌株和雄株是獨立分開的，雄株除了授粉予雌株外，基本上無商用價值。全世界大部分都只栽培雌性的啤酒花，因此啤酒花是無子的。除非作為育種的目的，啤酒花通常不用種子來繁殖，而是以地下莖或插枝的方法來繁殖，因此對於特定的啤酒花品種而言，所有的啤酒花在遺傳上是相同的。啤酒花每年會在根莖上長出蔓藤，蔓藤在每年早春時開始生長，沿著作為支撐的金屬線，以順時針的方式纏繞。啤酒花在一個生長季節中可長至 5-6 公尺高，在理想的情況下每 24 小時可生長 30cm。

啤酒釀造上所使用的啤酒花是 *Humulus lupulus* 雌株的毬果。啤酒花具有商業價值的東西主要存在於黃花粉腺體，每個毬果含有 10,000 個黃花粉腺體，而在毬果的內苞葉(bractoles)上含有最多的黃花粉腺體，黃花粉腺體可賦予啤酒花味物質和精油，精油可貢獻啤酒花的香味。啤酒花的開花期在六月底至七月中，開花期的早晚和品種有關。而七月中至七月底開始形成毬果，而八月中至八月底啤酒花開始進入採收期。啤酒花在成長期的那一段時間採收是非常重要的，以保證 -酸和香氣的量達到最高，同時毬果的產量也最高。

啤酒花採收時，毬果的水分在 70%至 80%之間，而啤酒花烘乾後，水分會降至 8-9%。啤酒花烘乾後，冷卻壓縮成 200 lb (90 kg)袋裝，以前老式的麻袋可裝 200 lb(90 kg)的乾燥啤酒花毬果，形狀為圓柱形，無法堆疊，浪費倉儲空間；同時造粒前麻袋須用人工拆封，以人工將麻袋取走出。新的麻袋為長方形麻袋 (rectangle bale)，麻袋的體積為 60x60x120 cm，裝袋機可依選擇設定的重量來裝袋，但是 1m³不可超過 150 kg，長方形麻袋是可堆疊的，因而減少了倉儲的空間。袋上打上鋼印，然後冷藏。啤酒花收割後，地表上的氣生根會死去。而多年生的地下莖卻能忍受寒冬，而在來年的春天，地下莖會萌芽生長，農民會將多餘的地下莖去除，而將新發芽的莖以順時針方向纏繞金屬線而上，所以啤酒花是一種訓練作物(training plant)。啤酒花也可以用新生長的枝條以插枝的方法栽培。

三、HVG Hallertau 和 HVG Elbe-Saale 的合併

德國兩個最大的啤酒花種植農組織(Hopfenverwertungsgenossenschaft，簡稱 HVG) HVG Hallertau 和 HVG Elbe-Saale 於 2000 年 7 月 1 日合併，由於全世界啤酒釀造工業和私人啤酒花貿易公司的兼併風潮，因此 HVG Hallertau 和 HVG Elbe-Saale 的合併也是一種很合邏輯的決定。HVG Hallertau 共有 1,622 個會員，種植面積達 14,300 公頃，而 HVG Elbe-Saale 共有 37 個農場，種植面積達 1,400 公頃。傳統上 Hallertau 地區不只種植芳香型啤酒花，也種植苦味型啤酒花，過去十年來，Elbe-Saale 是屬於苦味型啤酒花種植地區。合併後的新組織對於未來的目標是希望能將兩個主要的啤酒花產區的啤酒花銷售至全世界，並希望在因應市場壓力方面可以更具彈性，尤其可以更加地擴張和 Elbe-Saale 啤酒花的直接貿易，因為到目前為止，HVG Elbe-Saale 主要是充當仲裁者的角色，而他們也認為合併後的新組織在啤酒花生產能力上將更強大。

未來 HVG 的年度銷售額將超過五千萬馬克，營運目標是至少須達到德國啤酒花市場佔有率的 25%，新組織將擁有位於 St.Johann 的啤酒花粒加工廠和位於 Wolnzach 的啤酒花精煉加工廠的 25.1% 的股本，因此將成為全球最重要的市場商家之一，有別於大型私人貿易公司，新組織仍將以行銷德國啤酒花為主要目標，新組織由現任的 HVG Hallertau 的總經理 Dr. Johann Pichlmaier 領導，預

計於 2001 年 6 月 30 日完成整合的工作，屆時所有的活動將集中在 WoInzach 的辦公室，之後將關閉 Leipzig 的辦公室。

四、2000 年啤酒花現貨市場價格上揚

去年(西元 2000 年) 啤酒花現貨市場價格上揚的原因是因為全球啤酒花供應量持續短缺，特別是和國際啤酒工業需求相關的 酸供應量，這基本上可以從立即庫存量的明確下降看出來。除此之外，我們常忽視的一點是，按照國際標準而言，去年啤酒的生產量增加了 3.4%。另外造成 2000 年啤酒花現貨市場蓬勃發展的一個因素是芳香型啤酒花去年的收成不好，例如捷克的 Saaz、Slovenia 以及德國，在這些地方由於乾旱，傳統芳香型啤酒花品種 Hallertau Mittelfruher 生長的很不好；德國 Tettngang 區的 Baden- Wurttemberg 地方由於降雹，摧毀了這個產區非常好的芳香型啤酒花幾乎三分之一的產量，加上美國啤酒花倉庫的兩場大火，使得約 35,000 Ztr 的苦味型啤酒花(約等於 200 ton 的 酸)也被摧毀了，這相當於美國 6-7% 的收成量。總而言之，全世界去年 酸的年產量大約為 7,500 ton，這些事實可以解釋去年啤酒花現貨市場的蓬勃發展，同時也顯示由於全世界啤酒花種植面積的減少，在啤酒花供需之間的平衡對於市場是如何地敏感。

從啤酒花生產者的觀點而言，現貨市場較高的價格展現了一個扭曲的圖像，由於遠期合約的承諾佔了理論收成量的 70%，只有相對少量的啤酒花可資供應現貨市場，我們的經濟基礎仍是維持數年的遠期合約；另一方面，對於啤酒花種植農而言，雖有較高的現貨市場價格，但是 2000 年整體經濟的結果，在許多個案仍是不敷種植成本，且對於未來幾年的啤酒花的生產將持續會有不良的效應。因此對於國際啤酒工業而言，最好能訂定長期合約。表一係 11 月份 Hopfen 雜誌所刊載 2000 年 9 月 26 日至 2000 年 10 月 23 日從德國農場購得的啤酒花現貨市場價格；表二為德國 2000 年啤酒花產量及種植面積的估值，2000 年德國啤酒花總產量估值為 568,898 Ztr，總種植面積估值為 18,596 ha。

表一： 德國農場的啤酒花現貨市場價格*

品種	酸(%)	價格(DM/Ztr)
----	------	------------

Hallertauer Magnum & Taurus	13.3	630.00
	13.4 ~ 14.6	680.00
	14.7 ~ 15.9	730.00
	16.0	780.00
Hallertauer Nugget	11.3	530.00
	11.4 ~ 12.4	580.00
	12.5 ~ 13.5	630.00
	13.6	680.00
Hallertauer Target	12.1	510.00
	12.2 ~ 12.9	560.00
	13.0 ~ 13.8	610.00
	13.9	660.00
Brewer's Gold	6.9	270.00
	7.0 ~ 7.8	300.00
	7.9 ~ 8.6	330.00
	8.7	360.00
Nothern Brewer	6.9	530.00
	7.0 ~ 7.8	580.00
	7.9 ~ 8.6	630.00
	8.7	680.00
Perle	7.4	530.00
	7.5 ~ 8.3	580.00
	8.4 ~ 9.2	630.00
	9.3	680.00
Hallertauer Tradition	6.3	410.00
	6.4 ~ 7.2	460.00
	7.3 ~ 7.9	510.00
	8.0	560.00
Spalter Select	5.8	360.00
	5.9 ~ 6.5	390.00
	6.6 ~ 7.2	420.00
	7.3	450.00

*日期為 2000 年 9 月 26 日至 2000 年 10 月 23 日, 1Ztr =50kg

表二：德國 2000 年和 1999 年啤酒花種植面積的比較表*

種植地區	產量(Ztr)	老種植面積 (ha)	新種植面積 (ha)	總種植面積 (ha)	
Hallertau	2000 年作物估值	487,325	14,214	850	15,064
	1999 年作物產值	457,752	14,107	545	14,652
Tettnang	2000 年作物估值	32,000	1,570	7	1,577
	1999 年作物產值	45,606	1,604	9	1,613
Elbe-Saale					

2000 年作物估值	37,125	1,297	75	1,372
1999 年作物產值	38,804	1,372	47	1,419
Spalt				
2000 年作物估值	9,800	474	2	476
1999 年作物產值	14,192	503	3	506
Hersbrucker Geb.				
2000 年作物估值	2,118	89	1	90
1999 年作物產值	2,208	86	8	94
RHW/Rheinpfalz - Bitburg				
2000 年作物估值	530	16	1	17
1999 年作物產值	534	17	0	17
2000 年作物總估值	568,898	17,660	936	18,596
1999 年作物總產值	559,096	17,689	612	18,301

*2000 年為估值,1Ztr = 50kg

五、約翰巴特父子公司和聯合啤酒花公司合併

從事啤酒花加工、精煉和啤酒花貿易的約翰巴特父子啤酒花公司(Joh. Barth & Sohn Co.) 創建於 1794 年,其採購辦公室(purchasing office)位於 Mainburg, 啤酒花粒加工廠位於 St. Johann / Hall., 啤酒花精煉加工廠位於 Wolnzach, 公司營運的項目是: 不只從事啤酒花加工、銷售啤酒花毬果及各種啤酒花產品、並和全球 116 個國家都有合作的關係,可以銷售所有國際性的啤酒花品種。供租 3 冷藏倉庫存放啤酒花和啤酒花產品。另外約翰巴特父子公司於 1998 年春天斥資 250 萬馬克在 St. Johann / Hallertau 安裝了一套研究用啤酒釀造試驗設備, 以試驗各種啤酒花品種和產品對於啤酒釀造及其風味的影響, 這在啤酒花工業是屬於第一套研究用啤酒釀造試驗設備, 這套設備也提供啤酒釀造業者研發新產品時試驗用, 並收取費用。

約翰巴特父子公司和聯合啤酒花公司(Hopunion Co.) 兩家公司的經營者在事業即將交棒給下一代之際, 決定合併, 於 2000 年 7 月 31 日簽訂合約, 正式合併, 企業沿用原約翰巴特父子啤酒花公司的名稱。聯合啤酒花公司的有限責任合伙人(limited partner) Thomas C. Raiser 成為巴特公司的新合伙人, 合併後新公司的主要經營人物為 Thomas C. Raiser, 及原巴特公司的無限責任合伙人(ordinary partners) Regine Barth-Daiber、Stephan Barth 和 Alexander Barth。在未來, 即將退休的董事如 Peter Barth 和 Johannes M. Raiser 以及原巴特公司的老合

伙人 Heinrich Joh. Barth 將在新巴特公司組成一個智囊團為這個新公司獻策。合併後的新巴特公司擁有 40% 全球的啤酒花市場佔有率(以 1999 年計算), 在國際啤酒花市場上是屬於第一。這兩家公司 1999 年的總營業額約為 4 億馬克, 員工約為 570 人。合併後, 巴特和聯合啤酒花公司形成了全球性的公司, 將滿足啤酒工業和供應商的需求。這裡巴特公司將運用他們的國際化行銷力量的優勢, 而聯合啤酒花公司將貢獻他們已建立的啤酒花種植農組織聯盟的優勢, 因此顧客得以被保證一個全球性價值的連鎖經營的公司 - 由種植農直至啤酒釀造業者。而這意味著: 全世界能見度、先進的後勤能力、以及來自所有產區的廣範圍的啤酒花產品。另外這兩家公司的研發資源將打開新的領域, 這裡, 巴特公司已合併的姐妹公司 - 美國的 John I. Hass 公司, 以及聯合啤酒花公司對於英國 EHP(English Hop Products) 的參與, 將奠定巴特及啤酒花聯合公司合併後擴張的基礎, 以及贏得啤酒花研究和啤酒花精煉的霸權。

六、啤酒花工業的第一套研究用啤酒釀造試驗設備

約翰巴特父子公司在 St. Johann / Hallertau 試驗工場所安裝了一個研究用啤酒釀造設備, 其中麥汁煮沸釜直徑為 68 cm、過濾槽直徑為 56 cm, 最終麥汁糖度容量為 200 L。試驗工場的特色如下: 1、將一年生產所需的麥芽裝在袋中冷藏, 以使麥芽的各項成份可保持在恆定狀態, 使用二滾輪式乾式粉碎機粉碎。2、糖化室採用全自動化, 為二槽式, 亦即糖化槽 / 麥汁煮沸釜、糖化槽 / 過濾槽。CIP 使用 Braumat Sistar 3.52 版本的程序控制。3、每批試驗啤酒的麥芽使用量為 35 kg~45 kg, 可以使用副原料。4 標準糖化方法為浸出法, 時間為 75~90 min., 總麥醪量為 165 L。也可以使用其他糖化方法。5、第一道麥汁加上三道洒水可在 110 至 170 分鐘內排濾完成; 由量測麥汁的混濁度及麥粕壓力可以調節過濾幫浦的頻率。麥汁煮沸釜總作業容量為 220L。6 麥汁煮沸釜可採槽內、或槽外加熱。煮沸時間可加以選擇, 蒸發速率大約為 8%, 蒸氣溫度可調整。7、有三個可沖洗的啤酒花添加槽, 這三個槽可放啤酒花粒或啤酒花抽出物, 可任意調整啤酒花添加量。任何的下游啤酒花產品(例如異構化啤酒花抽出物、啤酒花芳香產品或其他香料物質)可在製程的任何階段添加。8、以漩渦槽分離熱渣, 漩渦槽靜置時間最少需十分鐘。9 麥汁在一段式板式熱交換機於 30-40 分鐘內冷卻至約 9 ,

先將釀造用水預冷至約 7℃，板式熱交換機採逆向流式，麥汁冷卻完畢後，釀造用水將昇溫至 75℃。空氣經由燭式濾器(sinter candle) 無菌過濾，然後通氣至冷卻後的麥汁。10、通氣後的麥汁和添殖酵母在單獨的一個桶槽充分混合後，打入發酵槽。11、主發酵在圓柱錐底發酵槽內進行，200 L 的發酵槽有 1 個，100 L 的發酵槽有 4 個，採用夾套和圓錐體冷卻的方式。可個別調整各個圓柱錐底發酵槽的溫度。發酵條件為 9 天，二天內溫度降至 4℃，4℃ 維持二天；也可採用加壓發酵(可達到 1bar)，或高溫發酵。12、貯酒槽亦為圓柱錐底槽，200 L 的貯酒槽有 2 個，100 L 的貯酒槽有 12 個，採用夾套冷卻的方式，可個別調整各個圓柱錐底貯酒槽的溫度。13、使用矽藻土預覆的水平式過濾器澄清啤酒，繼之使用濾孔為 0.65 μm 燭式過濾器捕捉矽藻土，及無菌過濾(濾孔為 0.45 μm)。有 2 個 120 L 的量酒桶。14、裝桶機為全自動化，可清洗、蒸氣殺菌、裝桶及二氧化碳加壓。15、裝瓶機的裝酒閥有兩種尺寸，一為 0.33 L 的標準瓶裝的裝酒閥，另一為 0.5L 瓶裝的裝酒閥；裝瓶機可兩次預排空 (pre-evacuation)，以二氧化碳沖洗、加壓，並可使用純二氧化碳校正裝酒容量。16、周邊設備包括：(1)一個電氣式蒸氣發生機(34kg/h)。(2)一個空氣壓縮站(壓縮機、冷卻乾燥機及無菌過濾器)。(3)一個二氧化碳供應裝置，二氧化碳經由中央供應桶槽及無菌過濾器而來。(4)一個獨立線路的甘水裝置，可冷卻釀造用水、發酵槽及貯酒槽

啤酒釀造試驗工場的旁邊為試驗室，可即時測定試驗啤酒的麥汁糖度、泡沫值、溶氧量、混濁度。其他須較精密儀器的分析例如苦味物質及多酚類則在 Wolnzach 的研究實驗室分析。試驗的目標是針對原料啤酒花毬果及其任何形式的加工產品對於官能特性及啤酒分析特性的影響，粗略而言，有關試驗原料啤酒花可能變化的因子有以下幾種：(1)不同品種的啤酒花之比較。(2)不同產區啤酒花之比較。(3)試驗生長和採收的方法對於啤酒花品質的影響。(4)不同啤酒花產品之研究。(5)啤酒花和啤酒花產品貯藏之影響。(6)個別啤酒花化合物、化合物群及選擇的分餾物的影響。

七、德國對於啤酒花物理性評價的方法

德國 Joh.Barth&Sohn 公司位於 Mainburg 採購辦公室的 Stefan Stanglmair

先生對於德國啤酒花收購以及德國境內對於啤酒花物理性的評價方法作了以下的講授：

德國啤酒花收購時，是以對於啤酒花評價專精的人作為啤酒花種植農和經銷商的中間人，其所作出的評價，種植農和經銷商不能有異議，啤酒花評價專家的工作是取樣和評價，但是買家可以在整個取樣和評價的過程中從頭跟至尾觀察。

取樣的方法是每 20 個樣品取樣 4 個，每 10 個樣品取樣 3 個，每 5 個樣品取樣 1 個。啤酒花評價專家作完評價後，再依評價的結果將原合約價格增減若干百分比，若評價結果良好，則原合約價格所增加的百分比，可視為種植津貼

(premium)。評價啤酒花時，必須將啤酒花樣品攤放在紫色的紙上，以便清楚地辨識啤酒花的顏色，啤酒花樣品也是以紫色的紙包裹，置於暗處，避免光照引起氧化。以下為德國啤酒花評價的方法：

- 1、先看一看啤酒花毬果的整體情況：(1) 外觀：乾淨與否以及摘果品質 (picking quality)。(2) 毬果的顏色：須觀察其整齊度如何；顏色為光滑的綠色、黃色、淡綠色、深綠色、或褐色的毬果 (rotten hop)。毬果有時會因風灼傷、風損傷、噴灑灼傷或因疾病感染而褪色成褐色。(3) 外苞葉 (bract) 的量：不含外苞葉、有一些外苞葉、或很多外苞葉。
- 2、將啤酒花樣品抓 (grab) 在手上，以感覺啤酒花的水份。
- 3、聞一聞啤酒花樣品是否具有外來的氣味：例如火的氣味、煙的氣味、或豬舍的氣味 (德國有些啤酒花乾燥室位於豬舍的樓上)。
- 4、取出一個毬果、將毬果撕成兩半，看一看黃花粉腺體的顏色，將撕成兩半的毬果互相摩擦以使黃花粉腺體破裂，並聞一聞啤酒花的香氣。
- 5、看一看是否含有任何其他外來物質。
- 6、對於已被證明的啤酒花品種，視其品種的純度。
- 7、算出啤酒花樣品莖的百分比。
- 8、算出啤酒花樣品葉的百分比。
- 9、檢視毬果是否含有任何種子。
- 10、看看毬果是否被風損傷。
- 11、找出是否罹患下列的病、蟲害：(1) 白粉病。(2) 露菌病。(3) Botrytis

cinerea：這是一種真菌引起的疾病，會使毬果產生巧克力的顏色，例如 Hallertau Hallertauer 就曾引起這種疾病。(4) 紅蜘蛛蟲。(5) 啤酒花蚜蟲。

Stefan Stanglmair 先生並提供了下列的啤酒花毬果的樣品以供練習：Northern Brewers, Tettnanger, Hallertauer, Spalter, Hersbrucker, Hallertauer Tradition, Spalter Select, Hallertauer Magnum, Hallertauer Taurus。

在德國，啤酒花評價專家作完評價後，再依評價的結果將原合約價格增減若干百分比，價格增減百分比是依據以下的原則予以訂定：

(A) 水份：啤酒花在收成、摘果後，在乾燥室以 60-65 溫和乾燥，水份測定依據 E.B.C.7.1,7.2 測定。水份和品質等級及價格計算的關係如表三所示：

表三：水份和品質等級及價格計算的關係

	水份	品質等級	價格
	< 9.0%	W-0	0.0%
最適水份	9.0%~10.5%	W-1	+3.0%
標準水份	10.5%~11.5%	W-2	0.0%
	11.5%~12.5%	W-3	-3.0%
	12.5%~14.0%	W-4	-6.0%
	> 14.0%	W-5	拒收

(B) 啤酒花的外觀

1、 摘果的純度

所謂摘果的純度是指啤酒花樣品中所含莖葉的百分比，表四係啤酒花樣品中莖葉的百分比和品質等級及價格計算的關係。

表四：啤酒花樣品中莖葉的百分比和品質等級及價格計算的關係

	莖葉百分比	容忍範圍	品質等級	價格
標準	1.0%~2.6%	+0.4%	B-1	0.0
最適情況	< 1.0%	+0.3%	B-2	+3%
	2.6%~4.4%	+0.6%	B-3	-4%
	4.4%~5.0%	+0.6%	B-4	-6%
	> 5.0%	+0.6%	B-5	拒收

2、破碎毬果的數量

表五為破碎毬果的數量和品質等級及價格計算的關係。

表五：破碎毬果的百分比和品質等級及價格計算的關係

	破碎毬果的百分比	容忍範圍	品質等級	價格
標準	6.0%~18.0%	+4%	D-1	0.0
最適情況	6.0%	+4%	D-2	+1.3%
	18.0%~26.0%	+4%	D-3	-1.0%
	26.0%~31.0%	+4%	D-4	-2.0%
	31.0%~35.0%	+4%	D-5	-6.0%
	> 35.0%	+4%	D-6	拒收

(C) 品種的純度

種子部份包括非本品種的外來品種的種子部份，及其他外來生長部份(如莖、葉等)，總計最大的允許量為 2%，種子必須全部來自傘形花序所形成的果實(亦即毬果)。啤酒花交貨時必須提供最大的品種純度，超過容忍界限時，買方得減價(倍數 1.0)，或據此解除合約。

(D) 毬果的情況

毬果因病毒、霉菌、昆蟲(如蜘蛛蟲、蚜蟲等)感染及因過乾、過濕或疾病侵害變成褐色毬果和品質等級及價格計算的關係見表六。

表六：毬果病蟲害感染程度和品質等級及價格計算的關係

	病蟲害感染及褐色毬果的多寡程度	分類	價格
標準	全無	G-1	0
	輕微	G-2	0
	中等	G-3	-4%
	強烈感染	G-4	-10%
	嚴重感染	G-5	拒收

八、德國啤酒花的產量

表七為 Joh. Barth&Sohn 公司的採購辦公室所提供德國各啤酒花產區各品種近十年的單位面積平均產量，由表六可知傳統芳香型啤酒花品種如 Hallertau Hallertauer、Spalt Spalter、Tettnang Tettnanger 單位面積產量偏低，尤

其是 Hallertau Hallertauer 對於萎凋病無抗性，單位面積平均產量最低。

表七：德國各啤酒花產區各品種近十年的單位面積平均產量

品種	產 區 / 單位面積平均產量 (Ztr / ha)				
	Hallertau	Tettnang	Spalt	Hersbruck	Elbe-Saale
Hallertauer	19	31	22	22	
Hersbrucker	29		26	26	20
Huller	25				
Perle	32		25	25	27
Northern Brewer	28		24	24	20
Brewer's Gold	41		30	30	
Orion	31				
Record	26				
Tradition	34		32	32	
Select	34		32	32	27
Pure	34		32	32	
Magnum	39				30
Tettnanger		25			
Spalter			22		
Bullion					30

總而言之，學習啤酒花物理性評價的步驟為 1、學習鑑定啤酒花的外觀缺點及病害，以及這些缺點可能如何影響啤酒。 2、開始了解目標啤酒花品種的外觀、香氣以及對於它的觸覺。 3、以手搓揉啤酒花，由啤酒花黏手的程度可粗估樹脂含量。 4、將搓揉過的啤酒花聞一聞，以評價啤酒花香氣的品質。 5、發展出一套的香氣辭彙，認知啤酒花的一般描述辭彙，以及如何辨識這些描述用語；調整自己的嗅覺鑑賞力能夠和味覺鑑賞力一樣好。 6、組成選拔小組，以利挑選，這樣可以作出更好的決定。 7、作出評鑑的程序，建立導引，並加以遵循；作出屬於個人的評比表。 8、所挑選出的啤酒花必須能使自己的啤酒保持高品質且一致性。

雖然啤酒花的手評價較主觀，但是經由有經驗的專家可一點一滴地收集許多資訊，以補充分析數據的不足。

九、啤酒花的品種

1、 Northern Brewer：屬於苦味型啤酒花，酸含量為 8.4%，苦味的品質很好，香氣少。可抗萎凋病，低產量，在德國種植情況良好。黃花粉腺體顏色深，有時可看到天使啤酒花(angel hop)，這是因為有時會看到 Northern Brewer 毬果兩邊下端的小苞葉間夾帶一個葉片，就像天使的翅膀一樣，因此名為天使啤酒花，天使啤酒花是 Northern Brewer 辨識的一個重要特徵。苦味物質的成份如下：酸含量為 7.0%-9.5%， α -酸含量為 3.5%-4.5%，cohumulone 為 28.0-31.0%，colupulone 為 50.0-52.5%。芳香物質的成份如下：啤酒花油為 1.3%，myrcene 為 36.4%，linalool 為 0.3%， β -caryophyllene 為 12.5%，aromadendrene <0.1%，humulene 30.5%，farnesene <0.1%， β -selinene 0.8%， α -selinene 0.7%。抗病性如下：對於萎凋病的抗病性非常良好，對於 peronospora 的抗病性為低至中等，白粉病的抗病性為低。

2、 Tettnanger：Tettnang 地區和 Spalt 地區是傳統德國啤酒花的生長地區。Tettnang 地區種植有 Tettnanger 和一些 Hallertau 的品種，Tettnanger 在德國種植情況良好，屬於 Saazer 的育種系列(這個系列品種的特徵是 farnesene 的含量很高，farnesene 只存在於某些品種，因此 farnesene 也是品種類型辨識的特徵之一；Tettnanger，Saazer 及 Spalter 的 farnesene 含量都很高)，香氣非常地細緻。Tettnanger 的苦味物質的成份如下：酸含量很低，為 3.5%-5.0%， α -酸含量為 3.5%-5.0%，cohumulone 為 25.0-29.0%，colupulone 為 43.0-46.0%。芳香物質的成份如下：啤酒花油為 0.8%，myrcene 為 20.3%，linalool 為 0.5%， β -caryophyllene 為 11.0%，aromadendrene <0.1%，humulene 25.5%，farnesene 16.0%， β -selinene 1.1%， α -selinene 1.0%。抗病性如下：對於萎凋病的抗病性良好，對於 peronospora 的抗病性為中至低等。Tettnanger 屬於低產量，毬果的顏色為淡綠色至黃色。Tettnanger 的外觀和 Saazer 很接近。

3、 Hallertau Hallertauer：是德國 Hallertau 地區傳統芳香型啤酒花品種，又名為 Hallertau Mittelfruher 或 Hallertau Middle Early。香氣非常地細緻，對於萎凋病具有高度的易感性，因此產量的波動情形很大，屬於低產量。

由於美國東部波士頓一家大型啤酒廠付出高價簽訂合約收購，使得 Hallertau Hallertauer 三年前又復甦，毬果的顏色為淡綠色至黃色。苦味物質的成份如下：

酸含量，為 4.0%-5.0%， 酸含量為 3.5%-5.0%，cohumulone 為 23.0-26.0%，colupulone 為 39.0-42.0%。芳香物質的成份如下：啤酒花油為 1.0%，myrcene 為 17.5%，linalool 為 0.8%，-caryophyllene 為 14.5%，aromadendrene <0.1%，humulene 55.0%，farnesene <0.1%，-selinene 1.5%，-selinene 1.5%。抗病性如下：對於萎凋病的抗病性非常低，對於 peronospora 的抗病性為低，白粉病的抗病性為中等。

4、 Hersbrucker Spat：芳香型啤酒花品種，香氣良好，田間生長情形是非常旺盛和強壯，高產量，毬果的顏色為光滑的綠色。Hersbrucker Spat 苦味物質的成份如下：低 酸含量，為 2.0%-4.5%， 酸含量為 3.0%-6.0%，cohumulone 為 19.0-22.0%，colupulone 為 37.0-39.0%。芳香物質的成份如下：啤酒花油為 0.7%，myrcene 為 12.7%，linalool 為 0.8%，-caryophyllene 為 13.5%，aromadendrene 4.1%，humulene 32.5%，farnesene 0%，-selinene 6.3%，-selinene 6.5%。抗病性如下：對於萎凋病的抗病性中等，很易感染 peronospora，對於白粉病的抗病性為中等至低。

5、 Spalter：是德國原 Spalt 地區傳統芳香型啤酒花品種，Spalter 只在 Spalt 地區種植，屬於 Saazer 的育種系列(farnescene 含量很高)，產量很低。Spalter 只在 Spalt 地區生產，Spalt 地區位於紐倫堡的西南方。香氣屬於正常細緻的芳香(fine"noble"aroma)。苦味物質的成份如下： 酸含量，為 4.0%-5.0%， 酸含量為 4.0%-5.0%，cohumulone 為 25.0-28.0%，colupulone 為 42.0-45.0%。芳香物質的成份如下：啤酒花油為 0.8%，myrcene 為 15.0%，linalool 為 0.7%，-caryophyllene 為 14.5%，aromadendrene <0.1%，humulene 25.5%，farnesene 15.0%，-selinene 1.1%，-selinene 1.0%。抗病性如下：對於萎凋病的抗病性良好，對於 peronospora 的抗病性為中等至低，白粉病的抗病性為中等至良好。

6. Hallertau Tradition: 新育成的芳香型啤酒花品種, 香氣類似 Hallertau Hallertauer, 高產量。苦味物質的成份如下: 酸含量, 為 5.0%-7.0%, 酸含量為 4.0%-5.5%, cohumulone 為 27.0-29.0%, colupulone 為 47.0-52.0%。芳香物質的成份如下: 啤酒花油為 1.2%, myrcene 為 21.8%, linalool 為 1.1%, α -caryophyllene 為 13.5%, aromadendrene <0.1%, humulene 48.5%, farnesene<0.1%, β -selinene 1.2%, γ -selinene 0.5%。抗病性如下: 對於萎凋病的抗病性良好, 對於 peronospora 的抗病性為良好至非常好, 白粉病的抗病性為中等。

7. Brewer's Gold: 價格很低, 種植面積只有 150 英畝, 很容易感染病害, 酸為 6-7.5%, 屬於中度 酸的品種, 在 Hallertau 地區種植。苦味物質的成份如下: 酸含量為 5.5%-7.0%, 酸含量為 2.5%-3.5%, cohumulone 為 40.0-48.0%, colupulone 為 65.0-69.0%。芳香物質的成份如下: 啤酒花油為 2.0%, myrcene 為 38.5%, linalool 為 0.4%, α -caryophyllene 為 7.5%, aromadendrene <0.1%, humulene 30.0%, farnesene 0%, β -selinene 0.9%, γ -selinene 0.8%。抗病性如下: 對於萎凋病的抗病性中至低, 對於 peronospora 的抗病性為低至非常低, 白粉病的抗病性為低。

8. Spalter Select: 是 Hull 啤酒花研究所育種出來的芳香型啤酒花品種, 高產量, 抗病性良好。香氣類似 Spalt Spalter, 貯藏穩定性良好。Spalter Select 的苦味物質的成份如下: 酸含量, 為 4.0%-5.5%, 酸含量為 4.0%-5.5%, cohumulone 為 22.0-23.0%, colupulone 為 42.0-46.0%。芳香物質的成份如下: 啤酒花油為 0.7%, myrcene 為 19.0%, linalool 為 1.2%, α -caryophyllene 為 10.0%, aromadendrene 1.4%, humulene 20.0%, farnesene 19.5%, β -selinene 4.4%, γ -selinene 4.6%。抗病性如下: 對於萎凋病的抗病性良好至非常好, 對於 peronospora 的抗病性為中至良好, 白粉病的抗病性為中等。

9、Nugget：是美國育種出來的高 酸的品種，現在也在德國 Hallertau 地區種植，屬於高產量的品種。對於疾病有很高的易感性，苦味的品質很好。苦味物質的成份如下： 酸含量為 9.5%-12.0%， 酸含量為 3.5%-4.5%，cohumulone 為 26.0-30.0%，colupulone 為 52.0-54.0%。芳香物質的成份如下：啤酒花油為 0.9%，myrcene 為 29.1%，linalool 為 0.3%， -caryophyllene 為 18.0%，aromadendrene <0.1%，humulene 38.3%，farnesene 0.2%， -selinene 2.0%， -selinene 2.1%。Nugget 很易感染疾病，對於疾病的抗病性如下：對於萎凋病的抗病性中至低，對於 peronospora 的抗病性為低至非常低，白粉病的抗病性為低。

10、Hallertau Magnum：是 Hull 啤酒花研究所育種出來的高 酸的品種，具有抗病性，高產量，田間生長情況良好，田間生長的速度很快，是目前德國境內最廣泛種植的品種，貯藏穩定性非常優良。香氣良好。毬果非常大，由於毬果底部的小苞葉容易脫落，致使毬果底部的黃花粉腺體裸露在外面，因而使毬果的底部呈現黃色，這是 Hallertau Magnum 辨識的一個重要特徵。苦味物質的成份如下： 酸含量為 12.0%-14.5%， 酸含量為 4.5%-6.5%，cohumulone 為 24.0-25.0%，colupulone 為 44.0-47.0%。芳香物質的成份如下：啤酒花油為 2.1%，myrcene 為 31.2%，linalool 為 0.9%， -caryophyllene 為 10.5%，aromadendrene 0%，humulene 36.0%，farnesene <0.1%， -selinene 0.7%， -selinene 0.7%。抗病性如下：對於萎凋病的抗病性良好至非常好，對於 peronospora 的抗病性為良好，白粉病的抗病性為非常低。

11、Hallertau Taurus：是 Hull 啤酒花研究所育種出來的高 酸的品種，苦味的品質很好，貯藏穩定性很好。苦味物質的成份如下： 酸含量，為 16.0-17.0%， 酸含量為 4.5%-5.5%，cohumulone 為 21.0-24.0%，colupulone 為 45.0-48.0%。芳香物質的成份如下：啤酒花油為 1.4%，myrcene 為 30.0%，linalool 為 0.9%， -caryophyllene 為 45-48.0%，aromadendrene 0%，humulene 30.0%，farnesene <0.1%， -selinene 7.0%， -selinene 8.0%。抗病性如下：對於

萎凋病的抗病性良好,對於 peronospora 的抗病性為良好,白粉病的抗病性為低

12、Hallertau Merkur : 是 Hull 啤酒花研究所育種出來的高 酸的品種 , 1999 年 12 月 6 日才註冊命名,今年(2000 年)是第一個種植年,Hallertau Merkur 是第一個抗白粉病的啤酒花品種 , 缺點是植株的攀緣性為中等。 酸含量為 12.0-15.0% , 苦味的品質很好。苦味物質的成份如下 : 酸含量 , 為 12.0-15.0% , 酸含量為 3.5%-7.0% , cohumulone 為 16.0-20.0% , colupulone 為 40.0-45.0%。 芳香物質的成份如下 : 啤酒花油為 2.2% , myrcene 為 32.0% , linalool 為 0.6% , -caryophyllene 為 8.8% , aromadendrene 0% , humulene 31.5% , farnesene 0% , -selinene 0.6% , -selinene 0.4%。 抗病性如下 : 對於萎凋病的抗病性良好 , 對於 peronospora 的抗病性良好 , 白粉病的抗病性良好。

13、Perle : 苦味物質的成份如下 : 酸含量 , 為 5.5%-8.0% , 酸含量為 3.5%-4.5% , cohumulone 為 28.0-32.0% , colupulone 為 52.0-56.0%。 香氣很好 , 芳香物質的成份如下 : 啤酒花油為 1.1% , myrcene 為 23.0% , linalool 為 0.5% , -caryophyllene 為 9.1% , aromadendrene <0.1% , humulene 35.0% , farnesene 0% , -selinene 0.2% , -selinene 0.3%。 抗病性如下 : 對於萎凋病的抗病性良好至非常好 , 對於 peronospora 的抗病性為良好至非常好 , 白粉病的抗病性為中等至低。 Perle 是介於芳香型和苦味型邊界的啤酒花品種。 Perle 的毬果很小 , 但是黃花粉腺體很多 , 高產量。

14、Target : 苦味物質的成份如下 : 酸含量 , 為 9.5%-12.0% , 酸含量為 4.0%-5.0% , cohumulone 為 36.0-39.0% , colupulone 為 60.0-63.0%。 芳香物質的成份如下 : 啤酒花油為 1.3% , myrcene 為 30.7% , linalool 為 1.1% , -caryophyllene 為 10.5% , aromadendrene <0.1% , humulene 29.0% , farnesene <0.1% , -selinene 2.0% , -selinene 2.3%。 抗病性如下 : 對於萎凋病、白粉病的抗病性非常好 , 對於 peronospora 的抗病性為非常低。 Target 的缺點是植株的攀緣性不是很好。

十、主任教師講授高黃花粉啤酒花粒的相關知識及建議事項

為了避免啤酒花粒在輸送和貯藏時 酸的漏失，必須注意輸送和貯藏時的冷藏及裝船的月份。一般而言，必須避免高於 30 的環境條件，由於啤酒花的成份會因溫度高，在鋁箔包內裂解產生氣體，繼而因壓力升高，引起鋁箔包因壓力過高而破裂，導致無法避免的啤酒花產品的氧化。在運輸過程中應避免過高的溫度，以保持啤酒花產品的品質。啤酒廠在安排啤酒花粒的運輸和儲存時，必須避免造成任何儲存期的溫暖相，無論是造粒工廠或啤酒廠，啤酒花粒都必須處於冷溫狀態，在溫暖的大氣下，即使只是短暫貯存數週，也會造成啤酒花粒品質下降。

啤酒花粒在水份含量高（水份在 10%至 11%以上） 高溫或高低溫的連續波動時，會在鋁箔包內產生氣體，使鋁箔包呈現鼓脹的現象，稱為氣球效應（balloon effect）。氣體形成的原因有：（1）放出惰性氣體，如氮氣和二氧化碳。（2）放出低揮發性的芳香性成份。（3）苦味物質經由化學反應產生低揮發性的芳香性成份。（4）有機物質的熱化學反應產生低揮發性的芳香性成份。啤酒花粒的水份在 10%至 11%以上時，會大大減少原料啤酒花的貯藏安定性，因此農民在交貨乾燥的毬果時，雖已將啤酒花的水份乾燥至 10%至 11%之間，但是啤酒花粉在造粒之前的額外乾燥過程中，若水份降至低於 7%或 8%時，仍然會有不良的效應。因為水份含量太低，造粒過程必須提高溫度， 酸易漏失，且造粒不易成形；水份含量太高，不僅無法造粒，水份 10-11%時會引起化學反應，尤其以鋁箔包裝時會有氣球效應（balloon effect），使鋁箔包鼓脹，若鋁箔包破裂，將加速啤酒花產品的氧化。貨櫃內部的溫度影響啤酒花粒品質的情形如表八所示：

表八：貨櫃內部的溫度影響啤酒花粒品質的情形

溫度	品質
< 20	良好
20-25	可接受
25-30	有很多問題
30-35	變差
> 35	無法接受

以下幾個原因會造成環境的溫暖相：（1）在夏季運輸（例如在星期五裝貨，週

未時在大太陽下停留，於星期一，或星期二時運送。）（2）在不具冷藏倉庫的建築物中倉儲（尤其是夏天），即便是只有數週。（3）海外運輸。由於啤酒花的採收期是在每年的八月中旬至九月上旬，因此現貨合約的簽訂最好在十月，這樣可使啤酒花粒在冬天裝船運送，同時運輸至目的地卸貨後必須能在冷藏倉庫中存放，以減少外界高溫對於鋁箔包裝的啤酒花粒因化學反應產生氣體，造成氣球效應(balloon effect)。啤酒花在十月／十一月加工比在三月／四月加工來得新鮮。下表為運輸至日本的 335 批運次的啤酒花產品的概觀，由下表可知貨櫃溫度在 25 以下，啤酒花產品的情況為良好；貨櫃溫度在 30 以下，啤酒花產品的情況為中等；貨櫃溫度在 30 以上，啤酒花產品的情況為不良，啤酒花產品最好能在十月至二月裝船、運輸。

表九：運輸至日本的 335 批運次的啤酒花產品的概觀

運輸月份	運次	情況良好(%)	情況中等(%)	情況不良(%)
		<25	<30	>30
十月至二月	215	35	54	11
三月至五月	67	19	60	21
六月至九月	53	6	49	45

啤酒花粒的最佳存放溫度為 5 以下，一般存放溫度是在 20 以下。運輸時溫度必須低於 30 以下，若運輸時溫度在 20 至 30 時，運輸的時間只能少於 15 天才能維持品質；若運輸時溫度在 25 至 30 時，運輸的時間只能少於 5 天才能維持品質。Dr. Forster, A. 建議本局精製啤酒花粉(本局採購規格的英文名稱使用 lupulin-enriched pellets)採購規格修改為< 9%，並建議鋁箔包裝的啤酒花粒最好能在十月至二月裝船、運輸。至於 酸的表示法建議修改為 > 9% (as is, 風乾重)。As is 的意思為 just as the sample is exposed to the air 的簡稱，亦即風乾重 (air dry)。釀造技術人員在添加啤酒花毬果或啤酒花粒時是以風乾重來計算，而非以乾基來計算。E.B.C. Manual of Good Practice - Hops and Hop Products 對於 酸表示法的例子如下：1、 -Acids in hops (% w/w as is) 2、 -Acids in Type 45 (% w/w as is)

至於本局精製啤酒花粉採購規格硬樹脂的部份，Dr. Forster, A. 建議以 ASBC

啤酒花貯藏指數 (hop storage index, HSI) 來表示, HSI < 0.4。硬樹脂代表氧化性成份, 如果要使硬樹脂 < 15%, 必須在毬果採收後很短的時間內加工, 硬樹脂含量深受加工月份的影響。硬樹脂 15%時, 精密度為 ±3%, 意即硬樹脂 15%表示硬樹脂含量範圍為 12-18%, 精密度很差。

$$\text{HSI} = \text{OD at 275nm} / \text{OD at 325nm}$$

新鮮啤酒花的 HSI 為 0.24, 黃花粉腺體完全氧化時, HSI 為 2.5。HSI 可適用於啤酒花和啤酒花粒。

至於啤酒花精及溶劑殘餘的部份, 此項規格 Dr. Forster, A. 建議刪除。精製啤酒花粉的英文名稱為 lupulin - enriched pellets, 依照 E.B.C. Manual of Good Practice-Hops and Hop Products 對於高黃花粉啤酒花粒 (lupulin - enriched pellets) 的定義是啤酒花粒的 酸、 酸及啤酒花油只能來自於黃花粉腺體, 不容許任何抽出物和啤酒花粉混合在一起 (the hop acids and oil can be found only in the lupulin glands), 這是高黃花粉啤酒花粒和高抽出物啤酒花粒 (extract - enriched pellets) 區別的地方。

Enrich hop pellets 可分為高黃花粉啤酒花粒 (lupulin - enriched pellets) 和高抽出物啤酒花粒 (extract - enriched pellets) 兩種, 由於製造高抽出物啤酒花粒時, 啤酒花粉的顆粒必須磨成細顆粒 (fine particles), 同時所噴灑的啤酒花抽出物必須是蒸氣狀的微細顆粒, 這樣才可達到均勻化的效果, 但是這樣存在潛在性氧化的危險。舉例而言, 若 (1) 原料啤酒花粉的 HSI=0.300, 酸 = 5%, 硬樹脂=12 %。(2) 啤酒花抽出物的 HSI=0.300, 酸 = 50 %, 硬樹脂=12 %。現在將 9 份的原料啤酒花粉和 1 份的啤酒花抽出物混合製造成高抽出物啤酒花粒時, 其 酸的理論值試算如下: $9 \times 5 \% = 45 \%$, $1 \times 50 \% = 50 \%$

$$(45 + 50) \% / 10 = 9.5\% \text{ ----- 酸的理論值}$$

但是經分析結果, 酸的實際值通常在 8.5 % ~ 9.0 %, 製造廠商無法忍受 1 % 酸的漏失, 同時 HSI 也變成 0.35 ~ 0.40, 至於硬樹脂含量則變成 16 %。表十為高黃花粉啤酒花粒和高抽出物啤酒花粒的設備成本和 酸的生成效率之比較。雖然高黃花粉啤酒花粒的投資設備成本高, 但是 酸的生成效率也高; 高抽出物啤酒花粒雖然投資設備成本低, 但是 酸的生成效率也低, 對於製造廠商而

言，較無法忍受低 酸生成效率，因此澳洲、美國及歐洲並不供應高抽出物啤酒花粒，我們可由 Enrich hop pellets 的供應產地看出啤酒花粒為高黃花粉啤酒花粒，或高抽出物啤酒花粒？

表十：高黃花粉啤酒花粒和高抽出物啤酒花粒的設備成本和 酸的生成效率之比較

啤酒花粒	設備成本(%)	酸的生成效率(%)
高黃花粉啤酒花粒	100	110
高抽出物啤酒花粒	90	100

另外現今 80%啤酒花抽出物所使用的溶劑為 CO₂，如何分析 CO₂? Dr. Forster, A. 對於啤酒花油的單位建議修正為 ml/100g。而沸騰麥汁中花粒的溶解速度則建議修改為最慢 30 秒；粒徑建議修改為 < 0.35mm。由於新的品種陸續推廣種植，Dr. Forster, A. 建議可將傳統芳香型啤酒花品種和育成的芳香型啤酒花品種分開標購，因這兩類的價格差異很大。

十一、啤酒花加工產品

啤酒花樹脂和啤酒花油只能在黃花粉腺體中可以發現，黃花粉腺體廣泛分佈在內苞葉 (bracteole) 的底部，而單寧則分佈在花葉和花梗中。使用啤酒花毬果的缺點是：(1) 不方便使用，(2) 不具均一性，(3) 貯藏時 - 酸和芳香性物質會衰減，不穩定。因此啤酒釀造業者通常使用啤酒花加工產品。

啤酒花產品有有下列幾種：(1) 袋裝啤酒花。(2) 啤酒花粒：分為 90 型、45 型、30 型、穩定化型、異構化型。(3) 非異構化啤酒花抽出物。(4) 異構化啤酒花抽出物。(5) 啤酒花油。啤酒釀造業者通常基於價格、均一性、環境因素、產品安定性以及啤酒品牌而決定使用那一種加工產品。

德國約翰巴特父子啤酒花公司的啤酒花粒加工廠位於 Hallertau 地區的 St. Johann，而自 1979 年起，翰巴特父子啤酒花公司便對使用超臨界二氧化碳提煉啤酒花抽出物的方法進行了研究和發展，啤酒花精煉加工廠位於 Hallertau 地區的 Wolnzach，並於 1979 年建造一個 200 L 超臨界二氧化碳研究用的中間試驗設備。

以下為各種啤酒花產品的簡介：

(一) 袋裝啤酒花：

全世界許多主要的啤酒廠和小型啤酒廠的釀造技術師仍然深信啤酒花加工產品將使得啤酒風味改變，和使用啤酒花毬果的啤酒風味有別，而不能接受這些啤酒花加工產品，他們認為袋裝啤酒花較天然、傳統，優點勝過缺點。

但由於袋裝啤酒花(1) 毬果易碎、體積大，貯存、裝運及處理費用大。(2) 不具均一性，使得取樣及苦味度的控制較難。(3) 啤酒花的利用率差。(4) 須具備特殊性的糖化設備。使得啤酒花加工產品愈來愈流行。

(二) 啤酒花粒：

1. 普通啤酒花粒(90 型)

90 型啤酒花粒的重量至少須佔原來乾燥啤酒花毬果重量的 90%以上。加工方法如下：以金屬檢測器和風選分離機(pneumatic separator)將外來的物質如金屬以及啤酒花的莖和葉分離出來。 假如需要的話，再以地板式(floor) 或帶式乾燥機(belt dryer)將 啤酒花毬果額外地乾燥至殘餘水份 8-10%。 然後用鎚磨粉碎機(hammer mill)粉碎。 以適當的軌道螺旋混合器(orbital screw mixer)均質化。 以水平式模子(die)或圈形模子造粒。 以帶式冷卻機冷卻啤酒花粒。 在真空狀態下或惰性氣體下包裝。圖四為啤酒花粒的操作步驟。必須注意的是乾燥溫度不得高於 60 ，至於水份不得低於 8 % w/w，啤酒花粉的水份含量若乾燥至 6-8 % w/w 時，因為溫度和磨擦力增加，在造粒過程中會引起問題，儘管一般人在認知上認為水份太高對於啤酒花粒的穩定性不好，但是水份在 10%左右時，對於啤酒花粒的穩定性並不會損害。

造粒是啤酒花粒製程的關鍵性步驟，因為啤酒花粉在模子中的壓縮過程由於磨擦會引起相當程度的升溫，由於黃花粉腺體在造粒過程中會被壓碎，使得黃花粉腺體外膜的有限保護內容物不被氧化的功能也漏失，造成啤酒花粒較啤酒花毬果或啤酒花粉更易氧化，因此造粒時必須注意以下兩點：1、限制造粒溫度不要超過 55 。2、造粒後須儘快無氧包裝。

2、濃縮型啤酒花粒(45 型)

高黃花粉啤酒花粒(Lupulin-enriched pellets, 亦即 45 型啤酒花粒)是一種濃縮型啤酒花粒, 高黃花粉啤酒花粒的製造優點是啤酒花油和啤酒花的酸、 酸均只能來自於啤酒花的黃花粉腺體, 45 型啤酒花粒的顆粒大小為 0.15 mm, 製造的原理是將啤酒花毬果如葉狀的苞葉等纖維性物質(稱為粗粉部份, coarse fraction)和黃花粉腺體(稱為細粉部份, fine fraction)分離開來, 因而使黃花粉腺體在成品中的比例提高。為達到這種目的, 在製程中黃花粉腺體必須硬化, 而黃花粉腺體的流體內容物必須冷凍, 這樣才能機械化。45 型啤酒花粒製程中的壓碎、篩選都是在 -30 -40 的低溫下進行的, 製造高黃花粉啤酒花粒時, 黃花粉腺體必須是完整的, 啤酒花粉只能輕度壓縮。45 型啤酒花粒的典型製程如下: 將啤酒花毬果乾燥至水份 8-9%(% w/w), 然後冷凍。冷凍後的黃花粉腺體很硬, 經適當的粉碎後可和毬果的其他部分篩分出來, 通常粉碎、篩分可同時進行。單一的分離步驟無法將所有的黃花粉腺體和所有的粗粉部份分離開來, 必須重複進行磨碎、篩分的動作, 這樣粗粉部分將不含完整的黃花粉腺體。粉碎工技的選擇, 尤其所使用的篩子尺寸的大小是決定粗粉部份和細粉部份比例的關鍵步驟。幾乎所有的黃花粉腺體都含在細粉部份, 所產生的啤酒花粒的重量約為乾燥毬果的一半。

表十一係 90 型啤酒花粒 45 型啤酒花粒各成份的比較。45 型啤酒花粒的-酸和精油約為全啤酒花的兩倍, 這樣具有將原來袋裝啤酒花濃縮的效果。而多酚類、硝酸鹽、重金屬和農藥殘餘則為全啤酒花的一半, 因為這些物質在粗粉部份和細粉部份各佔一半, 而啤酒花粕部份則不含-酸和精油。由於高-酸苦味型啤酒花的栽培, 使得以高-酸苦味型啤酒花品種製備得 90 型啤酒花粒之-酸值可能高於以芳香型啤酒花品種製備的 45 型啤酒花的-酸值, 為了生產穩定的啤酒花粉粒, 專家建議-酸值不要超過 20%, -酸超過 20%時, 啤酒花粒會變得黏且易結塊在一起。

濃縮型啤酒花粒交貨的重量通常和原袋裝啤酒花的-酸以及顧客要求的交貨規格有關。

表十一：90 型啤酒花粒 45 型啤酒花粒各成份的比較

分析項目	90 型啤酒花粒	45 型啤酒花粒
------	----------	----------

重量	92-96	44-52
體積	20-50	10-25
-酸和精油	100	200
多酚類	100	50
固體	100	50
硝酸鹽	100	40
重金屬	100	50
農藥殘餘	100	50-60

90 型和 45 型啤酒花粒優於袋裝啤酒花的地方如下： 1、由於以鋁箔和塑膠袋真空密封，或以惰性氣體包裝，可以維持較好的產品品質。2、在加工過程中充分混合不同栽培地區的袋裝啤酒花，所以產品可達到高度的整齊度。3、由於黃花粉腺體在鎚磨粉碎機中破裂，毬果內的物質較易溶入麥汁中，使得啤酒花利用率高於袋裝啤酒花。4、裝運和貯存的空間大幅減少。5、由於枝條、莖、葉、毬果的花梗及其它外來物質在加工時已除去，因而在釀造過程中可減少對於設備的損壞以及閥件的堵塞。

3、穩定化啤酒花粒

將啤酒花粉和 2-3%的氧化鎂混合，將混合物造粒、包裝，在真空狀態下或隋性氣體中密封。經由這種過程， α -酸會轉變成 α -酸的鎂鹽，較原先未加氧化鎂的 α -酸容易異構化。穩定化(stabilized)的定義容易讓人誤導為 α -酸較原先未加氧化鎂的 α -酸來得穩定，較不易氧化。但加氧化鎂的結果也導致苦味化合物以 α -酸和異 α -酸的混合形式共同存在，這對於釀造過程中的分析數據和苦味度的控制較為困難。

雖然有些啤酒花使用穩定化啤酒花粒，但穩定化啤酒花粒的最大用途乃是作為異構化啤酒花粒的啟始物質。

4、異構化啤酒花粒

1960 年代才出現異構化啤酒花產品，發展異構化啤酒花產品主要是為了減少啤酒花的使用量，異構化啤酒花產品的啤酒花利用率提高許多，但是製造成本卻提高許多。將包裝好的穩定化啤酒花粒在 50 °C 的溫暖房間內放置一至二週，如此至少 90%至 95%的 α -酸會轉變成異 α -酸。異構化啤酒花粒是作為苦味物質最經濟的形式之一，啤酒花的利用率為 55 至 60%，甚至更高。

異構化啤酒花粒的貯藏安定性良好，無須冷藏就可以保持苦味度，苦味度潛在性形成物質不會氧化。但就保持啤酒花芳香物質(啤酒花油)的觀點而言，冷藏有較佳的效果。異構化啤酒花粒可在麥汁煮沸的任何階段加入，而仍能維持高的啤酒花利用率。異構化啤酒花粒的主要缺點是對於風味影響的不確定性。雖然製造廠商宣稱 α -酸以外的其他物質，尤其啤酒花油，在加工的加熱過程中並不會發生變化，但事實上對於製造廠商這種宣稱仍缺乏有力的證據，因此必須自行探討使用異構化啤酒花粒對於啤酒香氣和風味的影響。

(三) 啤酒花抽出物：

使用抽出物的好處如下：(1) 啤酒花抽出物是最穩定的啤酒花產品。(2) 樹脂抽出物可在室溫下貯存數年，而釀造價值的損失幾乎可忽略，亦即可作長期的庫存品。(3) 以玉米糖漿稀釋過的樹脂抽出物穩定性較差，但仍比啤酒花粒或袋裝啤酒花來得穩定。(4) 啤酒花利用率比其它形式的煮沸釜啤酒花產品來得高。(5) 啤酒花抽出物具有異常高的均一性， α -酸的量可依顧客所要求的規格在加工廠予以調整，在整個裝運過程中均能維持良好的均一性。(6) 裝運體積、貯存體積及貯存重量均可大幅減少。(7) 可使用旋渦槽去除熱渣。

在歐洲非異構化啤酒花抽出物所使用的溶劑為酒精、已烷和二氧化碳。這三種溶劑所萃取的啤酒花抽出物對於啤酒產品均為很可以接受。以前製造廠商也很流行使用二氯甲烷(methylene chloride)，但現在由於食品加工上對於使用含氯溶劑的恐懼，目前已不使用。很多油性種子都是以已烷來萃取植物油，所以目前已烷作為萃取劑。啤酒釀造業者對於化學加工過程中所引發的種種問題異常敏感，因此注意力才會轉移至酒精和二氧化碳。在美國和加拿大由於政府法規的限制，因此不以酒精作為萃取劑。酒精常會萃取出啤酒釀造上所不需的非樹脂物質，而在除去酒精的過程中也會發生 α -酸的異構化，這樣會造成啤酒花利用率的變動，同時酒精抽出物也不適合更進一步作為後發酵異構化啤酒花抽出物的啟始物質。

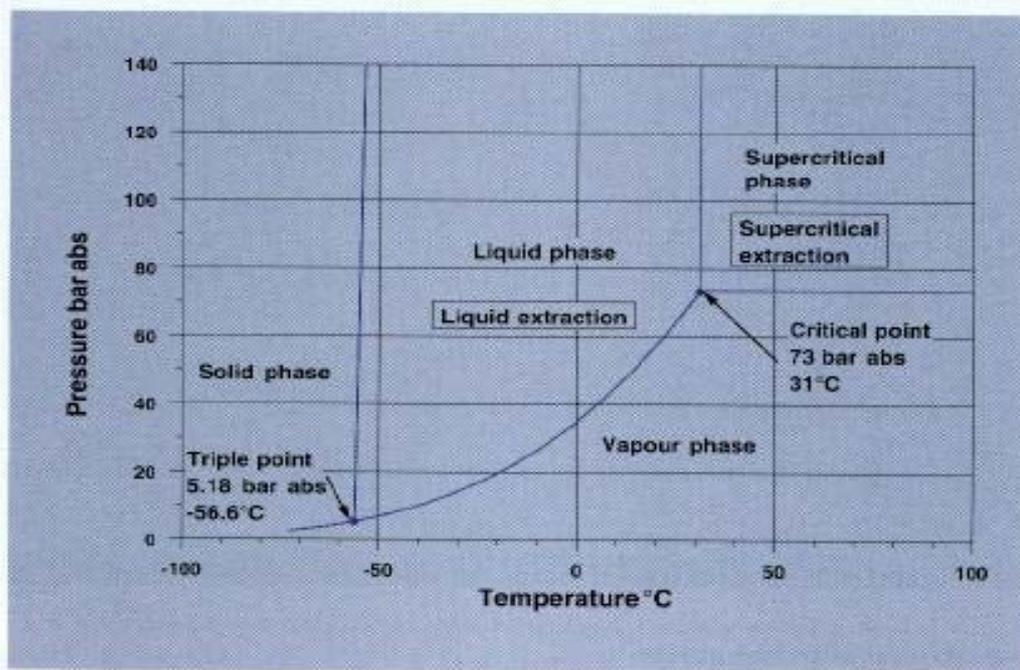
二氧化碳可以兩種形式作為萃取劑：(1) 低於臨界點(subcritical)，(2) 超臨界(supercritical)。由於釀酒釀造業者對於氣態和液態的二氧化碳均非常熟

稔，這也是以二氧化碳作為啤酒花的萃取劑廣為啤酒釀造業者接受的原因之一。

二氧化碳臨界點的壓力、溫度分別為 73 bar abs. , 31 , 圖一為二氧化碳的壓力溫度平衡曲線圖。二氧化碳可以用液相(操作溫度< 臨界溫度 31 , 而操作壓力通常<臨界壓力, 73 bar), 或以超臨界相(操作壓力 >臨界壓力, 73 bar , 並且操作溫度 >臨界溫度 31)的方式來萃取啤酒花的內容物。超臨界二氧化碳是一種密度很高的氣體, 其行為像液體, 因此稱為超臨界流體, 在超臨界相的區域內, 即使降低溫度, 或降低壓力, 也很難區分氣、液兩相, 在這個單一均相 (homogeneous state)區域內, 我們可以連續地變化壓力和溫度, 這樣可以改變二氧化碳的密度, 進而改變二氧化碳的溶解力。

低於臨界點(壓力為 73bar(1059psi), 溫度為 31.6)萃取, 二氧化碳是處於液態。例如以操作壓力 20.5bar 至 48bar, 溫度為 10 的液態二氧化碳萃取溶劑時, 此時 -酸的最大溶解度約為 0.8%。當使用超臨界二氧化碳作為啤酒花的萃取溶劑時, 若操作壓力在 207 bar-276 bar 時, 而溫度為 32 時, 此時 -酸的溶解度約為 3%, 因此以超臨界二氧化碳作為萃取劑, 在短時間內可達到較高的產值。

以高壓的二氧化碳溶劑來抽出啤酒花的成份是在批式反應器下進行, 在密閉式的容器下置入固體原料, 然後封上蓋子, 在達到設定的壓力之後, 溶劑會穿過啤酒花粒並抽出物質, 經由分析抽出物或啤酒花粕可算出萃取的效率。使用液態二氧化碳或超臨界二氧化碳作為抽出溶劑的特點有: 1、可以很小心地控制溫度, 而氧化和其他化學反應可降至最低。2、可定量地獲得芳香性物質。3、對於環境沒有壞處。4、二氧化碳是天然的溶劑, 也是啤酒釀造上的副產品。



圖一：二氧化碳的壓力溫度平衡曲線

以液態二氧化碳(又稱為低臨界二氧化碳, subcritical carbon dioxide)作為萃取溶劑時,通常使用的壓力為 60-65 bar,溫度為 5-15 ,以液態二氧化碳作為操作的方式時,壓力通常採取恆壓,而單以變化溫度的方式來改變二氧化碳的密度。圖二為雙抽出塔 (extraction column)的液態二氧化碳的抽出設備示意圖,將再磨碎的啤酒花粒(remilled hop pellets)充填於抽出柱中,液態二氧化碳會通過固體物質並溶出軟樹脂及啤酒花油,萃取的結果啤酒花抽出物會沉澱下來,可在分離器(separator)的底部收集沉澱物,液態二氧化碳經 40-50 的升溫而去除。氣態的二氧化碳通過冷凝器後液化,然後回至下一個萃取循環(圖二)。液態二氧化碳的批式操作,可使用單一抽出塔,或使用一系列數個抽出塔,抑或並行的抽出塔的方式來萃取啤酒花的內容物。

以液態二氧化碳作為啤酒花萃取溶劑較之以超臨界二氧化碳作為萃取溶劑的優點如下: 1、沒有硬樹脂成份。 2、沒有多酚類。 3、沒有葉綠素。 4、沒有硝酸鹽。 5、農藥的含量低。

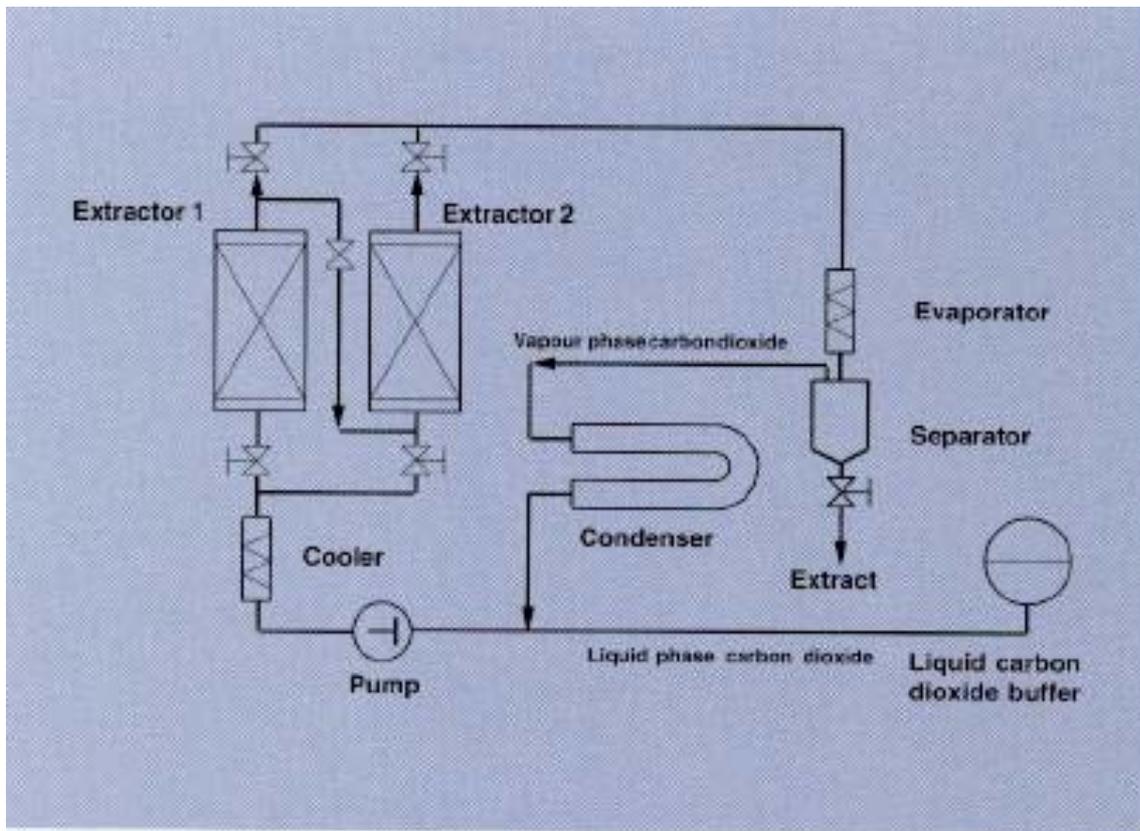
圖三是超臨界二氧化碳的抽出設備示意圖,將啤酒花粒(未磨碎, not remilled)充填於抽出柱中,以幫浦將液態二氧化碳(壓力為 60-70 bar)由緩衝槽釋出,然後以柱塞幫浦 (piston pump) 將壓力提升至萃取壓力(200-250 bar),以第一個熱交換機將二氧化碳的溫度調整到萃取溫度為 40-60 ,以幫浦將超臨界二

二氧化碳打入抽出塔內，當二氧化碳通過啤酒花粒時，苦味和芳香性物質會溶入二氧化碳中，含有這些物質的二氧化碳通過膨脹閥後壓力下降至 60-80 bar，二氧化碳再經由第二個熱交換機揮發成氣體，此時氣態的二氧化碳喪失溶劑的特性，然後到達分離器，分離器可分離出揮發的二氧化碳氣體和啤酒花抽出物，因而釋出啤酒花抽出物，氣態的二氧化碳通過冷凝器後液化，然後回至下一個萃取循環。臨界二氧化碳的抽出設備亦是採用批式操作，可採用一系列數個抽出塔，抑或並行的抽出塔的方式。

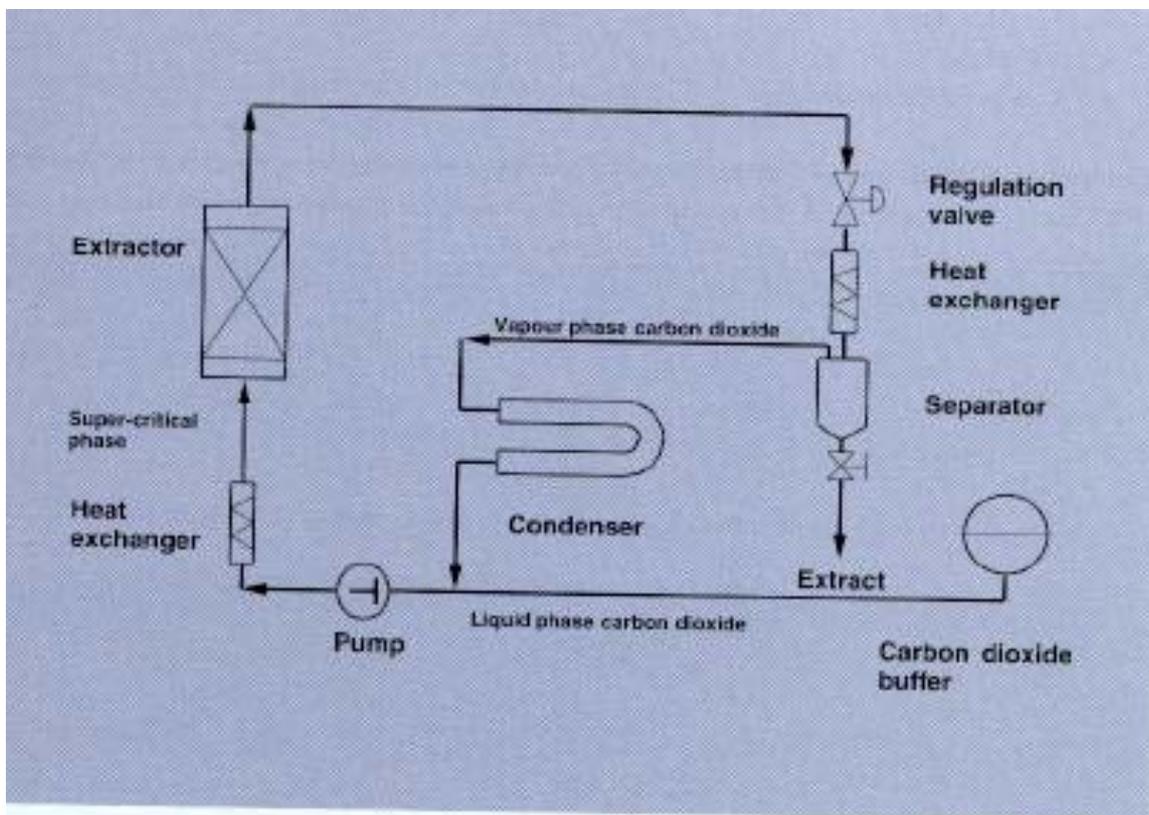
我們可藉由變化溫度和 / 或壓力來改變超臨界二氧化碳的溶解特性，至於液態二氧化碳溶劑特性的變化只能侷限在很小的溫度變化上。表十是相同的啤酒花品種以超臨界二氧化碳和以液態二氧化碳萃取時抽出物成份的比較。很明顯地，二者成份的差異並不會很大，唯一較大的差異是超臨界二氧化碳啤酒花抽出物的顏色為較濃的綠色，而以液態二氧化碳萃取啤酒花時，會產生選擇性的抽出，以超臨界二氧化碳萃取時，可偵測出稍微多一些的溶出物質的圖譜部份只有色素，但是這個因素對於啤酒釀造沒有影響，至於主要具有釀造價值的成份並沒有顯示任何的差異。雖然超臨界二氧化碳必須使用很高的壓力，設備成本很高，但是在萃取啤酒花樹脂方面，超臨界二氧化碳的製程效率較高，操作成本較經濟，因此自 1995 年以來全世界 70% 二氧化碳啤酒花抽出物是採用超臨界二氧化碳的製程。

表十：以兩種二氧化碳萃取裝置抽出啤酒花品種 Hersbrucker 的成份比較

啤酒花成份	超臨界二氧化碳	液態二氧化碳
總樹脂(% w/w)	95.8	96.1
硬樹脂(% w/w)	3.1	2.4
啤酒花貯藏指數(HSI)	0.28	0.27
極性苦味物質(佔 酸的%)	4.2	3.9
多酚類	未檢出	未檢出
硝酸鹽	未檢出	未檢出



圖二。液態二氧化碳萃取裝置



圖三：超臨界二氧化碳萃取裝置

相對而言，液態二氧化碳不會萃取出葉綠素及其它色素，但超臨界二氧化碳則可萃取出葉綠素及其它色素，因此液態二氧化碳啤酒花抽出物的顏色為金黃色，而超臨界二氧化碳啤酒花抽出物則呈現綠色，但這個因素對於啤酒釀造無影響。由於超臨界二氧化碳必須使用很高的壓力，因此設備成本非常地高。

1、非異構化啤酒花抽出物.

(1) 非異構化樹脂抽出物

啤酒花樹脂出售的方式有兩種：(1)未經稀釋的樹脂，並標明 α -酸含量(30%-50%，視產地而定)，(2)以玉米糖漿作為稀釋劑的稀釋樹脂抽出物。

使用這種抽出物的方法是在麥汁煮沸釜的附近使用一個小的輔助分散桶，這種抽出物通常是 20Kg 裝作為一桶，將抽出物倒入分散桶，並和少量的水相混合，混合的水量是抽出物量的一至二倍，抽出物必須在水中能很容易地分散才有辦法使用，但通常未經稀釋的樹脂抽出物無法分散良好，使用這種未經稀釋的樹脂抽出物，一旦關掉攪拌機時，抽出物馬上會沈降，因此最好以玉米糖漿稀釋、調整至含 15-20% α -酸的度，稀釋的樹脂抽出物在熱水中會形成很穩定的乳液，吾人也可一次先行製備二至三天啤酒釀造量所須的足夠乳化液，然後逐次添加至煮沸釜內。

2、異構化煮沸釜抽出物.

異構化煮沸釜抽出物(Isomerized Kettle Extract)，英文簡稱 I.K.E.。製造廠商以兩個方法製備：可將整個樹脂抽出物(含啤酒花油)，或去掉啤酒花油的啤酒花抽出物以鹼(如碳酸鉀)或氧化鎂在控制條件下加熱，這種抽出物稱為 P.I.K.E. (potassium I.K.E.)。標準的異構化煮沸釜抽出物是使用整個樹脂抽出物來加工，含有異 α -酸及其它軟樹脂(包含 β -酸)及精油。假如加工前先除去精油，就可以製成不含油分的 I.K.E.，這種產品只能純粹提供苦味度，但也可在加工後再將啤酒花油添加回去，這種重組後的異構化煮沸釜抽出物可同時提供苦味度和香氣。

對於 I.K.E.而言，整個啤酒釀造過程如同一個很大的淨化器，任何不溶於麥汁和啤酒的物質會吸附在熱渣、槽壁、酵母或助濾劑上而去除。I.K.E.由於本身具高度異構化的特質，可在麥汁煮沸的後段添加。

I.K.E.的啤酒花利用率可達到 50%，遠比袋裝啤酒花、啤酒花粒及煮沸釜抽出物的利用率來得高，價格比後發酵抽出物便宜，也比後發酵抽出物容易使用。

I.K.E.尤其是標準型的抽出物，是一種複雜的混合物，加工過程對於非-酸的物質(尤其是-酸及油分)的影響仍未可知，這是 I.K.E.的缺點。我們可在加工前先將啤酒花油分離出去，然後再行異構化，異構化完後，再將啤酒花油添加回去，這樣就可緩和加工過程對於非-酸的物質所產生的未知效應之缺點，重組 I.K.E.可在麥汁煮沸的後段添加，以提供啤酒花的芳香。當然，I.K.E.在使用上並不像後發酵異構物抽出物那樣具有彈性。

3、發酵後異構化抽出物

發酵後異構化抽出物(post fermentation isomerized extract)，或稱為分餾異構化抽出物(fractionated isomerized extract)。加工的方法是將-酸和啤酒花抽出物的其它物質分離出來，將-酸純化，在控制條件下將-酸的鎂鹽加熱，或將-酸的鹼性水溶液加熱以進行異構化，這樣所得的異構化啤酒花抽出物是最早的異構化啤酒花產品。

異構化啤酒花抽出物開始受歡迎和高濃度啤酒釀造有關 因為啤酒花產品在高濃度麥汁的的損耗率高於正常麥汁，因此最好在煮沸釜添加部分的啤酒花，然後在貯酒室做最後苦味度的調整。

發酵後異構化抽出物的優點為方便、使用上具有彈性，可做最終苦味度的精確調整，啤酒-酸的利用率可能是啤酒花產品中最高的，達 95%，甚或 95%以上，它們可全部或部分取代麥汁煮沸釜啤酒花產品，在啤酒釀造製程的最後階段可精確調整啤酒的苦味度，貯藏安定性良好。

幾乎所有的發酵後異構化抽出物都是可傾注的液體，通常是鉀鹽的水溶液，含或不含穩定劑，主要在主發酵後時加入，最好在最後一道過濾前加入。

由於缺乏精油及不含其它啤酒花的成分，如果在啤酒釀造過程只單純使用發酵後異構化抽出物，所產出的啤酒口味較淡薄，缺少以正常方式添加啤酒花的啤酒所具有的豐厚感，有些啤酒釀造技術人員則使用- fraction(或稱為基底抽出物(base extract))，以使風味的完整感(tatality of flavour)，或使啤酒風味豐厚些。- fraction 包含-酸；未特性化的軟樹脂以及精油。異構化啤酒花抽

出物最常使用的地方為：當在麥汁煮沸釜使用其它啤酒花產品時，在貯酒室作為最後階段的“補足”目的，或作為最終苦味度的精確調整用，以使苦味度達到品管的要求。

如果使用異構化啤酒花抽出物作為補充劑時，須注意苦味度(B.U. 值)的計算。因為普遍所使用的 B.U. 值的紫外線吸收(UV absorbance)快速測定法，實際上已將啤酒非苦味物質所引起的 UV 吸收作了內部校正，因此使用異構化啤酒花抽出物，由於不含 α -酸以外的其它物質，因此不會引起額外的 UV 吸收，其測定和計算 B.U. 值方法必須加以修正，通常供應商會提供適當的分析步驟。

4、還原性異構化啤酒花抽出物.

當啤酒曝於光線下時，異 α -酸會遭受光分解，而使啤酒產生日光臭(或稱臭鼬臭)，尤以綠色瓶裝及無色透明瓶裝為甚。我們可將異 α -酸還原化，這樣就可以避免異 α -酸的光分解，只有在完全缺乏異 α -酸的情況下，啤酒才會具有光穩定性，這也是還原性異構化啤酒花抽出物(reduced isomerized hop extract)產生的由來。最近這些還原性異構化啤酒花抽出物強化啤酒泡沫的特性重新引起了啤酒釀造業者對它的興趣。

現有的三種還原性啤酒花抽出物有二氫化異 α -酸(又稱為 Rho-iso- α -acids)、四氫化異 α -酸及六氫化異 α -酸。三種還原性異構化啤酒花抽出物的特性點如表十一所示：

表十一、還原性異構化啤酒花抽出物的特性

產 品	防止日光臭	相對苦味度	同樣苦味度下對於啤酒泡沫的相對強化度
異 α -酸	否	1.0	+
二氫化異 α -酸	是	0.6 – 0.8	+
四氫化異 α -酸	是	1.6 – 1.8	+++
六氫化異 α -酸	是	1.0 – 1.1	++++

使用還原性異構化啤酒花抽出物的缺點是他們只提供苦味度，而不提供香氣，使啤酒風味欠缺豐厚感。而要使啤酒達到有效的光穩定性，必須使啤酒完全不含異 α -酸，這也就是說必須有一個分離的酵母處理系統，因為酵母若來自於以傳統啤酒花添加法之啤酒回收酵母，可能會得出足量的異 α -酸而

使還原性產品的保護作用失效，同時為使啤酒達到光穩定性的效果，絕不可在煮沸釜添加含 α -酸的啤酒花產品，這些都是防止啤酒產生日光臭很重要的關鍵性問題。異 α -酸的 4-methyl-3-pentenyl 支鏈遇到光時會裂解成 isopentenyl 的自由基，而 isopentenyl 自由基可由酵母代謝時所產生的硫醇自由基(thiol radical)結合形成 3-methyl-2-butene-1-thiol 的化合物，具有臭鼬鼠的味道，還原性異 α -酸(包括二氫化、四氫化及六氫化產品)可延緩光分解作用。上述三種還原性異構化啤酒花產品本身很穩定，在缺乏異 α -酸的情況下可有效提供光保護作用，它們通常以水溶性鉀鹽出售。

(1) 二氫化異 α -酸：價格在三種還原性產品中最低，可用 NaBH_4 將異 α -酸的 4-methyl-3-pentenyl 支鏈上的羰基還原成二級醇，它的苦味度只有異 α -酸的 60-80%，因此要得到和異 α -酸同樣的苦味度時，使用量必須多一些，對於強化啤酒泡沫的特性和異 α -酸相同。

(2) 四氫化異 α -酸：四氫化異 α -酸除了可將異 α -酸的碳-碳雙價鍵氫化護得外，亦可將 α -酸氫化產生而得。相對苦味度是異 α -酸的 160-180%，因此要達到對等的苦味度時，用量可減少，和異 α -酸比較，可改善啤酒泡沫的維持時間和掛杯性，使用 3%的四氫化異 α -酸就可看到改善泡沫特性的效果。然而四氫化異 α -酸的苦味性質和其它異 α -酸不同，當使用四氫化異 α -酸時，苦味度高於 15BU 時，啤酒會有澀味及微弱的金屬餘味。生產四氫化異 α -酸的製程較二氫化異 α -酸複雜，因而價格較高，但可由增加苦味度和泡沫穩定性來彌補。四氫化異 α -酸單獨使用會使啤酒苦味度太高，泡沫量過多，因而經常混合二氫化異 α -酸。

(3) 六氫化異 α -酸：由四氫化異 α -酸以 NaBH_4 還原而來，苦味度和異 α -酸相當，但啤酒泡沫強化程度比四氫化異 α -酸大很多，事實上它對於啤酒泡沫強化能力太強，以致不能完全百分之百使用六氫化異 α -酸作為苦味值的來源，使用上它的優點並不會多於四氫化或二氫化異 α -酸，以致商業用途有限。

(四) 啤酒花油產品：

啤酒花揮發性油又稱為啤酒花精油，通常被認為啤酒花香氣的來源。在啤酒釀造上最難以捉摸的問題之一是獲得及控制令人滿意的啤酒花香。啤酒花油是一種非常複雜的混合物，可能含有一百至二百種不同的化合物，這些化合物的含量因啤酒花的品種和種植地點而有別。啤酒花香氣通常有兩種基本型態，其中一種稱為煮沸釜啤酒花香(kettle hop aroma)，又稱為後加啤酒花香(late hop aroma)，另一個稱為乾啤酒花香(dry hop aroma)。乾啤酒花香是由乾式啤酒花添加法(dry hopping)的傳統製造法而來，這個製程是在主發酵後添加啤酒花毬果，最常使用乾式啤酒花添加法的地方是英國的桶熟上面發酵啤酒(cask conditioned ales)，這種乾式啤酒花添加法近年來又大大地引起啤酒釀造業者的興趣和流行。乾啤酒花香來自於啤酒花精油，因此我們可以用啤酒花油產品取代傳統使用啤酒花毬果。

現在大部分啤酒花油產品主要係針對提供乾啤酒花香而設計的，這些產品包括全啤酒花油，富集精油液態二氧化碳抽出物，以及啤酒花油分餾物。使用這些疏水性啤酒花油的方法包括(1)以乳液的方式攪入啤酒中，(2)將溶於液態二氧化碳的啤酒花油抽出物以注射的方式加在啤酒流中，(3)以乙醇溶液的形態添加在啤酒中。

然而英國以外的大多數消費者並不喜歡由乾式啤酒花添加法及添加啤酒花油而來的啤酒風味。這是因為使用後加啤酒花工藝法時，很多啤酒花油的成分並不存在於成品啤酒中，以致風味和使用乾式啤酒花工藝法及添加啤酒花油的啤酒風味有別，大部分揮發性油在麥汁煮沸時會揮發掉，發酵時殘存的啤酒花油的成分也可能被二氧化碳帶出而漏失掉，貯酒同時可能經由酯基轉移作用(transesterification)，水解及還原反應而起了化學性的修飾，因此有些啤酒花香氣物質在啤酒花貯存、麥汁煮沸和發酵階段產生變化，和原來的天然狀態的成分有別。現在很多專家使用具有良好的啤酒花香的芳香型品種在麥汁煮沸快結束時添加，以獲得後加啤酒花香，目前商業上有許多後加啤酒花香的產品應市，可在主發酵後添加，作為後加啤酒花工藝法的另類方法。約翰巴特父子公司的經理 Thomas Zimmermann 也對各種啤酒花油產品及下游的還原性異構化啤酒花產品加以介紹。英國 EHP 所銷售的啤酒花油產品可分為後加啤酒花香精 (late hop

essences) 及乾式啤酒花香精 (dry hop essences)。後加啤酒花香精的種類可依據啤酒花香氣特徵細細分為 spicy、esters、citrus 及 floral 等；而乾式啤酒花香精的種類依據啤酒花香氣特徵細分為 herbal 及 floral。

添加啤酒花毬果或啤酒花產品的時間和方法，和所生產的啤酒種類及我們希望從啤酒花或其產品中獲得合種物質而定。由於異 - 酸才具有苦味度，因此若使用袋裝啤酒花或未經異構化的啤酒花產品時，必須在麥汁煮沸前或煮沸剛開始時添加，以使 - 酸在激烈的煮沸溫度下進行異構化。若使用異構化的產品，則可在製程的後階段添加。使用啤酒花粒必須在熱渣形成前添加，以便將未溶入麥汁的啤酒花成分去除掉。由於疏水性物質會在物體的表面上吸附(包括酵母細胞)，因此最好在主發酵後和最後一道過濾之前注射流狀的異 - 酸及還原性異 - 酸。由於啤酒花的精油屬於揮發性的混合物，因此若為獲得特定的啤酒花香氣時，使用啤酒花或固態啤酒花產品時，必須在麥汁煮沸快結束時才添加，亦即採用後加啤酒花工藝法；若使用液態產品最好在煮沸完成後以適當的劑量加入。若以強化啤酒泡沫為目的，則在發酵後添加，以免發酵時因過度起泡而帶來問題。

表十二顯示各種啤酒花產品使用的目的及添加的時間。

表十二：啤酒花產品使用的目的及添加的時間

啤酒花產品	用途	添加點
袋裝啤酒花	苦味度	麥汁煮沸的早期
	香氣	麥汁煮沸的晚期
	桶熟啤酒之乾啤酒花香	裝桶後
啤酒花粒	苦味度	麥汁煮沸的早期
	後加啤酒花香	麥汁煮沸的晚期
啤酒花抽出物	苦味度	麥汁煮沸的早期
	後加啤酒花香	麥汁煮沸的晚期
異構化啤酒花抽出物	苦味	後發酵
異構化啤酒花粒	苦味度	麥汁煮沸的期間
	後加啤酒花香	麥汁煮沸的晚期
二氫化異 - 酸	苦味度及防止日光臭	麥汁煮沸釜
四氫化異 - 酸或 六氫化異 - 酸	苦味度、防止日光臭及泡 沫穩定度	後發酵
啤酒花油	乾啤酒花香	貯酒桶或啤酒桶
	後啤酒花香	麥汁煮沸的晚期或發酵 前

通常啤酒花產品可將之區分為傳統啤酒花產品和異構化啤酒花產品(表十三)，若依照德國純粹法則的規定，是不能使用異構化啤酒花產品，因此只能在德國境外使用。所謂下游啤酒花產品係屬於異構化啤酒花產品，主要是賦予啤酒苦味，目前異構化啤酒花產品在全世界的市場佔有率大約為 10%。下游啤酒花產品可在麥汁煮沸完後加入啤酒流中，下游啤酒花產品對於啤酒花的利用率以及避免產品品質的波動上是非常有效的。表十三是啤酒花毬果和下游啤酒花產品物質群的比較。

表十三：啤酒花產品的分佈

傳統啤酒花產品	異構化啤酒花產品
90 型啤酒花粒	異構化啤酒花粒
濃縮型啤酒花粒	異構化啤酒花抽出物
乙醇抽出物	下游異構化啤酒花產品
二氧化碳抽出物	還原性異構化啤酒花產品

所有這些下游啤酒花產品，只含有和啤酒廠有關的啤酒花成份中的少部份(表十四)，如果單只添加這些下游啤酒花產品，所釀造的啤酒時，風味會和使用啤酒花毬果或使用傳統啤酒花產品不同，後者會使啤酒具有圓潤的苦味(rounded bitterness)，這是因為啤酒花毬果含有 fraction(fraction 是指 酸和未特定的樹脂)，精油不只提供風味也提供類黃酮，下游啤酒花產品則不含精油。

表十四：啤酒花毬果和下游啤酒花產品物質群的比較

啤酒花毬果	增加啤酒苦味度所使用的下游啤酒花產品		
	‘iso’	‘rho’	‘tetra’
精油	-	-	-
未特定的樹脂	-	-	-
酸	iso- 酸	rho- iso- 酸	tetrahydro- iso-
酸	-	-	酸
flavonoids	-	-	-
& prenyl flavonoids	-	-	-

十二、啤酒花化學分析紀要：

約翰巴特父子公司的 St. Johann 和 Wolnzach 兩個實驗室，是由該公司與 HVG

Hallertau 及 Hopunion 三家啤酒花公司共同資助成立具有公信力的機構，其啤酒花分析以 EBC 分析手冊即「Analytica- EBC」為主，ASBC(American Society of Brewing Chemists)分析手冊為輔，該實驗室自 1994 年即已取得 ISO 9001 國際認證。本次研習啤酒花化學分析技術，由 Dr. Forster, A. 指派實驗室中的資深分析人員，依實驗的項目提供實驗文件、說明步驟、展示操作細節、儀器設備操作、實際分析、計算結果，並帶領吾等實地操作及結果討論，遇有問題發問，總是不厭其煩地解釋清楚各項細節，領略實驗的精神和意義。

茲將 St. Johann 和 Wolnzach 兩個實驗室相關啤酒花分析法簡要重點分述如下：(詳見 Analytica- EBC 與 ASBC 分析手冊)

顯微鏡觀察：

取啤酒花瓣、粉碎啤酒花、普通啤酒花粒(Hallertauer Hersbrucker)、精製啤酒花粒(Hallertauer Magnum)等，觀察其中黃花粉腺體(lupulin gland)的分布情形，隨者精製程度而增加其濃度，另外啤酒花渣(waste)仍含有部分黃花粉腺體存在，對啤酒花產品中苦味成分的含量有更深入的印象。

EBC 7.1 取樣

1. 啤酒花毬果樣品以鎚磨機(hammer mill)粉碎，以大型 PP 塑膠袋承接，握著袋口，將啤酒花粉於袋內混合均勻，並記錄產區、品種、批號等代號，再以金屬杓子(hand-scoop)取樣。
2. 啤酒花粒則以咖啡磨機粉碎 10 秒鐘。

EBC 7.2 水份測定(烘箱法)

以淺盤圓形鋁製盒 - 大約 20 至 30mm 深、70 至 100mm 直徑有蓋為宜，以天平(精密度為 $\pm 0.0005g$)，秤取 3 至 5 克啤酒花樣品置入控溫烘箱，溫度設定於 104℃，打開通風口並關箱門乾燥 1 小時後，置入乾燥器中冷卻後稱重，計算水份含量(%)。

快速水份測定法(天平法)

採用德國Sartorius AG公司MA 30型電子式水份測定儀，該儀器本身即為天平與加熱器的結合，將樣品置於稱量皿上，設定溫度為70℃，時間為8分鐘，自動稱重、乾燥與計算水份含量(%)。

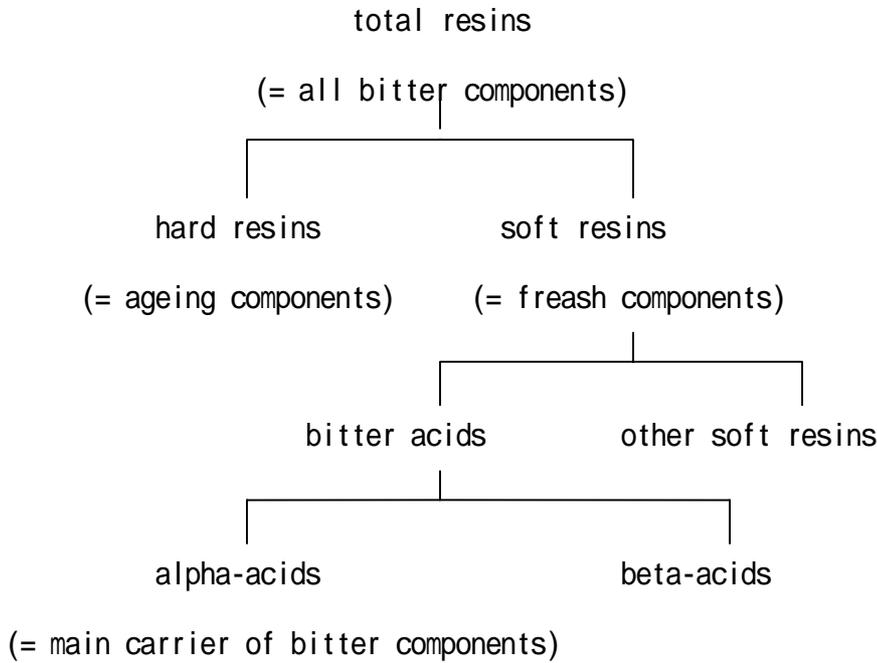
EBC 7.4 啤酒花和啤酒花粒中鉛電導度值(Lead Conductance Value, 簡稱 LCV)

1. 取EBC 7.1的粉末約10克(高-酸樣品則取5克)於不鏽鋼杯(metal jar)中，並記錄下實際重量。
2. 啤酒花樣品加入一小湯匙的Na₂SO₄以吸收水份，啤酒花粒樣品則免。
3. 以取樣器添加100ml 甲苯於不鏽鋼杯中，並套上均質機(或稱浸漬攪拌機 macerator)，下方放置塑膠水盆以水浴冷卻。
4. 以均質機攪拌五分鐘。
5. 將上層澄清液傾倒至螺蓋圓錐形之pp製離心瓶。
6. 上緊螺蓋並置入離心機，以2,000rpm、離心2分鐘。
7. 以棉花捲著定量吸管尖端(啤酒花粒樣品則免)，吸取上層甲苯澄清液5ml至自動滴定之200ml塑膠杯中。
8. 採用Methron自動電導度滴定計，自動進樣、自動吸取40ml 甲醇，並以0.2%醋酸鉛標準溶液滴定，自動記錄滴定曲線。
9. 取滴定曲線之雙直線延長之交叉點為滴定終點，以滴定專用尺換算醋酸鉛滴定ml數，乘稀釋倍數推算-酸含量。

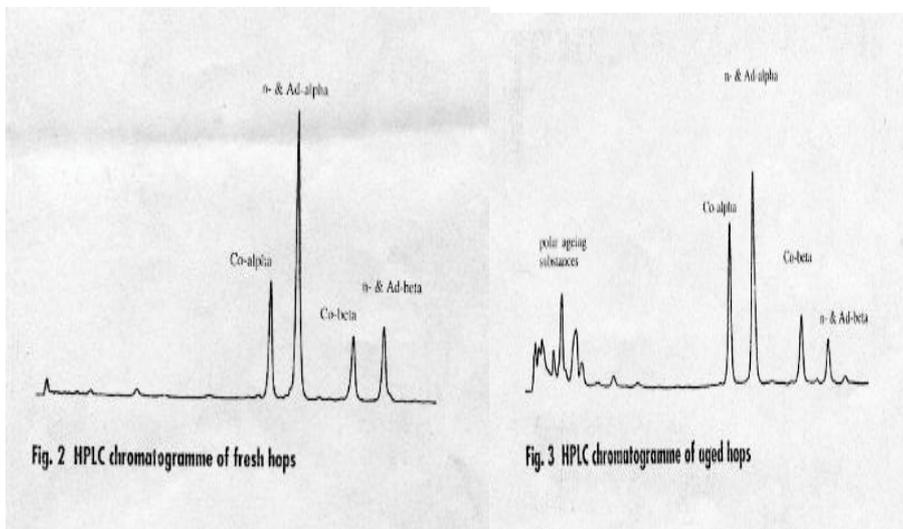
EBC 7.5 啤酒花和啤酒花粒中苦味物質(採用 Ganzl in Modification of Wöelmer Method)

啤酒花分析之最重要內容物，通常區分為三大族群，也即苦味成分、芳香成分和單寧類(tannins)。苦味成分顧名思義提供典型苦味、是不可或缺的，缺少了它啤酒平淡無味。最重要的苦味成分為-酸，它是啤酒的主要苦味前驅物質，依照Wöelmer的分類如圖四，可區分為軟樹脂和硬樹脂兩類，前者可溶解於正己烷，後者則不溶於正己烷，其含量隨著啤酒花的氧化陳舊而增加，軟樹脂類以

HPLC 分析可分離出 α -酸和 β -酸，而非特定化軟樹脂的知識並不非常需要。新鮮啤酒花之 HPLC 層析圖如圖五(右)所示，係最新之分離技術，極性的苦味成份(=水溶性)首先出現於層析圖之前端，隨著極性的降低，溶出 β -酸和最後的 α -酸，啤酒花的苦味物質分析方法如下：



圖四：啤酒花苦味成分（依據 Wöelmer 分類）



圖五：新鮮(左)與陳舊(右)啤酒花之 HPLC 層析圖

儲備溶液(stock solution)

1. 啤酒花樣品以鎚磨機粗碎，啤酒花粒或粗碎樣品則以咖啡磨機粉碎 10 秒鐘。
2. 樣品攪拌均勻後，精取約 10 克的上述樣品置入 250ml 取樣瓶。

3. 添加 20ml 甲醇，40ml 0.1mole/l 鹽酸和 100ml 乙醚。
4. 取樣瓶上蓋，以棉布包裹後置入 TURBULA® 振盪器振盪 40 分鐘。
5. 以吸管取上層澄清乙醚層 10ml，作自動電導度滴定 LCV 值以推算 α 酸。(LCV from ether)
6. 另以吸管取上層澄清乙醚層 50ml，置入梨形圓底燒瓶中。
7. 添加 25ml 二氯甲烷後，連結旋轉真空蒸發器，於 70 °C 水浴中除去溶劑。
8. 以甲醇溶解啤酒花抽出物，並轉移溶液至 50ml 量瓶。
9. 量瓶置於 20 °C 水浴中以甲醇加至刻度。
10. 量瓶加蓋後置入冰箱(-5 °C) 15 分鐘。
11. 以濾紙過濾其中啤酒花臘質，再度保溫於 20 °C 即為儲備溶液(stock solution)。
12. 由儲備溶液量取 10ml，作自動電導度滴定 LCV 值以推算 α 酸 (LCV from stock solution)

總樹脂

吸取儲備溶液 10ml 於平底燒瓶中，以旋轉真空蒸發器於 70 °C 水浴中去除甲醇，取出平底燒瓶置於乾燥器中，待冷卻與乾燥後稱重。

軟樹脂

1. 吸取儲備溶液 10ml 於離心玻璃瓶中。
2. 添加 5ml 甲醇和 40ml 正己烷，蓋緊並稍加振盪後添加 10ml 0.1mole/l 鹽酸。
3. 再蓋緊以手搖盪約 30 秒。
4. 置入離心機以 2,000rpm、離心 2 分鐘。
5. 吸取上層澄清液 - 正己烷層 30ml，置入平底燒瓶中，以旋轉真空蒸發器於 70 °C 水浴蒸乾除去溶劑。
6. 置於乾燥器中冷卻與乾燥後稱重。
7. 硬樹脂 = 總樹脂 - 軟樹脂

$$\beta \text{ 酸} = \text{軟樹脂} - \alpha \text{ 酸}$$

EBC 7.6 啤酒花萃取物中苦味物質(採用 Ganzlin Modification of Wöellmer Method)

1. 啤酒花萃取物以不鏽鋼藥刀(spatula)均勻攪拌後，精取約 0.6-0.7 克置入離心瓶中。
2. 添加 10ml 甲醇、50ml 乙醚和 20ml 0.1mole/l 鹽酸。
3. 離心瓶加蓋，以棉布包裹後，置入 TURBULA® 振盪器振盪 15 分鐘，再置入離心機以 1,500rpm、離心 5 分鐘後再放至 20 °C 水浴中。
4. 以定量吸管取上層澄清乙醚層 10ml，作自動電導度滴定 LCV 值以推算 α 酸。(LCV from ether)
5. 繼續步驟如 EBC 7.5 法分析。

ASBC 採用 UV 法測定啤酒花和啤酒花粒中苦味物質

1. 啤酒花樣品先以鎚磨機粗碎。
2. 啤酒花粒或粗碎樣品以咖啡磨機粉碎 10 秒三次，中間各暫停 10 秒，粉碎粒徑非常重要，每次必須相同。
3. 樣品攪拌均勻後，精稱粉末約 4-5 克(至小數四位)置入離心瓶中(二重複)。
4. 加入 3 顆玻璃珠，再以定量吸管添加 100ml 甲苯封蓋。
5. 以棉布包裹後，置入 TURBULA® 振盪器振盪 30 分鐘。
6. 再放入離心機以 2,000rpm、7 分鐘後再放至 20 °C 水浴。
7. 配製鹼性甲醇 - 取 2ml 6mol/l NaOH，以甲醇加至 1,000ml 刻度。
8. 取 100ml 稱量瓶，添加上述之鹼性甲醇約 90ml。
9. 由樣品中上部甲苯層中精取 0.2ml 置入稱量瓶，再添加鹼性甲醇至刻度。
10. 空白對照組則吸取 0.2ml 試藥級甲苯置入稱量瓶，再添加鹼性甲醇至刻度。
11. 樣品立即以分光光度計測定吸光值，採用波長分別為：275nm、325nm、355nm。
12. α 酸 = $(-19.07 \times A_{275} + 73.79 \times A_{325} - 51.56 \times A_{355}) \times \text{Factor}$
 β 酸 = $(+5.10 \times A_{275} - 47.59 \times A_{325} + 55.57 \times A_{355}) \times \text{Factor}$
啤酒花貯藏指數(hop storage index), HSI = A_{275}/A_{325}

Factor = 釋釋度，A = 為各波長吸光值。

NIR-Spectrometer 快速測定 酸

1. 啤酒花樣品以鎚磨機粗碎。
2. 再以咖啡磨機粉碎 7 秒，暫停 5 秒，再粉碎 7 秒，粉碎粒徑非常重要，每次必須相同。
3. 啤酒花粉填充入專用槽(cell)，每個樣品皆採三重複。
4. 以 NIR 光譜(1100nm 至 2500nm)掃描每個樣品槽。
5. 依據其 NIR 光譜儀內建資料處理軟體，將測定值換算成 酸含量。

EBC 7.7 以 HPLC 分析啤酒花和啤酒花粒中 α -和 β -酸

1. 啤酒花樣以鎚磨機粗碎，啤酒花粒或粗碎樣品以咖啡磨機粉碎 10 秒。
2. 樣品攪拌均勻後，精取約 10 克的上述樣品置入 250ml 取樣瓶。
3. 添加 20ml 甲醇，40ml 0.1mole/l 鹽酸和 100ml 乙醚。
4. 取樣瓶上蓋，以棉布包裹後，置入 TURBULA[®]振盪器振盪 40 分鐘。
6. 靜置十分鐘後，以量管取上層澄清乙醚層 4ml 至 100ml 稱量瓶，以甲醇添加至刻度。
7. 上述溶液以注射筒連接 0.45 μ m 薄膜過濾。
8. 標準溶液配製：取國際標準抽出物 ICE 2 以不鏽鋼藥刀均勻攪拌後，精取約 0.5-0.6 克，於 100ml 離心玻璃瓶中，以 100ml 甲醇溶解，再以超音波振盪 5 分鐘。
8. 移動相配製：900ml 甲醇(試藥級)+100ml 蒸餾水+3ml 85%磷酸
9. HPLC 分析條件：
層析管：Agilent Zorbax SB C₁₈ -15cmx4.6mm I.D.，粒徑 3 μ m
檢測器：UV 波長 314nm
流速：0.8ml/min
注射量：10 μ l (sample loop)

EBC 7.7 以 HPLC 分析啤酒花萃取物中 α -和 β -酸

1. 啤酒花萃取物以不鏽鋼藥刀均勻攪拌後，精取約 0.6 克置入離心瓶中。
2. 標準化啤酒花萃取物含有葡萄糖或單寧等，溶解步驟同 EBC 7.6 法。
3. 樣品添加 10ml 甲醇、50ml 乙醚和 20ml 0.1mole/l 鹽酸。
4. 離心瓶上蓋，以棉布包裹後，置入 TURBULA® 振盪器振盪 15 分鐘，再置入離心機以 1,500rpm、5 分鐘後再放至 20 °C 水浴。
5. 靜置十分鐘後，取 10ml 上層液至 50ml 稱量瓶，以甲醇加刻度。
6. 其餘步驟同 EBC 7.7 啤酒花之 HPLC 分析。

十三、各種分析方法的檢討

1. St. Johann 和 Wolnzach 實驗室為因應大量樣品分析需求，必須講求效率，實驗方法在符合精確度與準確的前題下，許多分析步驟經過修飾，並採用自動取樣、自動分析，以配合大量樣品處理與檢驗，尤其於花農田間採收、交貨、議價之需求，或提供產品品質、倉儲管理、造粒或抽出物工廠製程品質檢驗，快速測定並可節省大量人力、時間、藥品與經費。該公司更重視實驗室安全，採用大量 dispenser 等取樣裝置，取樣快速，避免各項分析中萃取步驟所使用大量溶劑揮發，對人體造成傷害或引起火災及爆炸的危險。另據實驗室資深人員表示任何測定方法應以相同設備與樣品處理步驟，由專人操作、熟練技術，才能得良好結果，穩定和可靠的數據。
2. 對於啤酒花分析每個實驗室獨自發展分析方法，將是一大困擾，為了避免這種情況發生，分析方法的收集已經在分析會議(analysis meeting)上進行，以期分析之標的物在不同實驗室能產生相近的結果，為了達成目標，所有各個步驟必須精確詳列，致各單位的分析規範沒有差異，分析方法之收集通常具有官方資格，例如歐陸 EBC、美國 ASBC、中歐 Mebak(Middle European Technical Brewing Analysis Commission)、英國 IOB(Institute of Brewing)等單位，努力使其標準化，當然要成為國際標準方法需要時間。例如歐陸使用 EBC 分析手冊，不僅有測定啤酒花 - 酸方法，而且如前所述有三種方法 - 兩個為電導度分析法和 HPLC 法，其中電導度分析法不僅單獨測定 - 酸外，也包含其他物質。而 HPLC 則對 - 酸具有相當專一性，此法更能顯示正確性質，給予啤酒花

品種之初步指示。不幸的是上述三種方法對於相同樣品，並不能產生相同結果，這也是問題所在，也許貿易商選擇具有較高分析值的甲法，而買方則可能選擇較低分析值的乙法，而與分析者在市場上形成糾結的三角。僅將德國啤酒花分析法彙整如下表：

表十四：啤酒花分析方法

Abbreviation	Method of Analysis	Solvent	Evidence	Reference
1.EBC-Tolu	Conductivity meter	Tolu+Methanol	-acid	EBC 7.4 ASBC Hops-6
2a Wöellmer	Conductivity meter	Ether+Methanol	-acid	EBC 7.5 Mebak5.1.5.1
2b Volle Wöellmer	Gravimeter+ Conductivity meter	Ether+Methanol +Hexane	Total resin, soft resin, hard resin	EBC7.5 Mebak5.1.5.1
3. Spectro	Spectrophotometer	Tolu+Methanol	-acid+ -acid,HIS	ASBC Hops-6
4.HPLC	Chromatography	Ether,Methanol	-acid+ -acid ,variety	EBC 7.7 +ASBC Hops-14

(1) 非專一性 (non-specific) 方法諸如電導度法和分光比色計法，並無法產生分離(層析法)以表示出其 -酸確實特性，其中分光比色計法為應用 -酸的光學特性，另一方面則是由 -酸與鹽類結合形成電導性外(以測定電導度)，然而其他啤酒花的組成分也會產生吸光在分光光度計，和形成鹽類在電導度計中，造成分析干擾，因此非專一性方法的測定值有較專一性方法為高的傾向。啤酒花測定 酸以 EBC 7.4、7.5 的 LCV 測定值比 EBC 7.7 HPLC 法測定值為高，而分光比色計法則與 HPLC 法較為接近，大約為 $7.7 < 7.4 < 7.5$ 。啤酒花採購常以 -酸為議價基礎，而後者分析數值顯然對買方較為有利。

(2) 「專一性」(specific)表示分析結果能正確檢測出單一物質，稱之具有專一性，為達到此點通常必須使用分離程序，即高效液相層析法(HPLC)，分析啤酒花苦味酸，其中 -酸與 -酸各有兩個波峰(peak)，co- -酸和 n-+ad- -酸，相同的也分離出 co- -酸和 n-+ad- -酸如圖五所示，其中 -酸和 -酸的比值，以及各別的 co-組成，具有品種特性(variety

specific)可提供參考。以 HPLC 除了檢測 -酸與 -酸之外，相較於新鮮啤酒花，圖五(左)為相當陳舊啤酒花的層析圖，一方面可立即看出 -酸與 -酸的損失外，層析圖前端並產生某些波峰-新的物質，來自於苦味酸的分解所致。

- (3) 以 Wöelmer 法分析啤酒花可以得到總苦味物質含量(=總樹脂)和陳舊度(degree of ageing)(=硬樹脂)與 -酸。ASBC 方法則提供 -酸、 -酸和啤酒花貯藏指數 HSI，而 HPLC 法則是最具有資訊，不僅檢測 -酸與 -酸而且與品種具有相關性。

3. EBC 7.4 測定鉛電導度值(LCV 值)的檢討

- (1) 自動電導度滴定除前處理外，可完全自動化分析，可自動繪製醋酸鉛的滴定曲線，以推算其滴定體積，換算 -酸含量。其優點為準確度高、節省時間與經費，適合大量樣品處理。缺點為必須經常使用，否則其機械轉動系統及電子控制系統容易故障。設備費用以瑞士 Metrohm 自動電導度滴定儀為例每套約為台幣伍拾萬元，若含自動輔助溶液添加器則為捌拾萬元。由於滴定曲線需作足夠的量測(當量點前後各三~四點)，在作體積校正後，電導度數據以醋酸鉛的滴定體積為函數作圖，將兩個直線部分延伸，交點即為當量點，如圖六所示。此法並不太適合人工滴定，必須一邊逐滴滴定，一邊於方格紙上繪製滴定曲線，耗費時間、精密度差，且曲線交叉點之醋酸鉛的滴定終點難以判定，換算成 -酸的誤差大，對於啤酒花分析結果將影響至巨。另以測定精度而言：自動滴定為 0.01ml，傳統滴定為 0.1ml，以滴定醋酸鉛溶液 2ml 為例，自動滴定誤差率為 $0.01\text{ml}/2\text{ml}=0.5\%$ ，而手動滴定為 $0.1\text{ml}/2\text{ml}=5\%$ ，若再乘上稀釋倍率誤差率可達 10%以上。自動滴定採用螺旋葉攪拌轉速低、效率高，而傳統滴定採用外加磁子攪拌，轉速高漩渦大，會造成溫度上升及起泡 CO_2 溶入測定液中，影響電導度測定值。

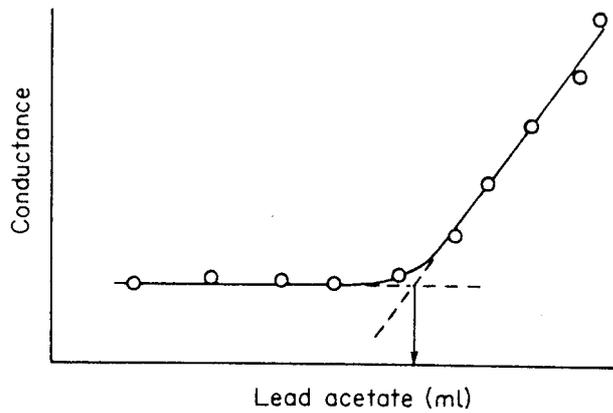


Fig. 13.3 Conductometric titration of α -acids.

圖六： α -酸的電導度滴定曲線

(2) 據 St. Johann 實驗室表示本法檢驗最好由專人操作，相同的分析設備與操作手法可得較佳的分析結果(精確度)，若有電腦或微處理器計算滴定終點會更加精確，且每次使用前應以空白試驗清理電極，以免沈積物影響測定結果。

(3) 以 EBC 7.4 分析啤酒花苦味物質，由於甲苯的高揮發性與毒性緣故，均質機之馬達必須為防爆形、線路接地、不鏽鋼杯與機體橡膠環密合、工作人員戴防護眼鏡等安全措施，以防止意外發生。此法適合原花(raw hop) 測定，以打破黃花粉腺的外膜，以分析其苦味成分，但本局所使用啤酒花粒於造粒製程中已粉碎，不必採用均質機以 EBC7.5 法測定即可。且本局各酒廠與酒試並無均質機及自動電導度滴定儀，採用此法必須撥交各廠預算添購設備，並辦理教育訓練與交叉比對，重新建立方法，方能達到預期效果。

4. 啤酒花分析陳舊程度的檢討

啤酒花隨著時間與溫度而氧化陳舊，影響啤酒風味，歐洲以 EBC 7.5 分析啤酒花中的硬樹脂，採用 Wöelmer 法以電導度滴定 - 測定總樹脂與軟樹脂的差異得之，分析手續繁瑣，精密度不佳(以硬樹脂 15% 為例其誤差為 $\pm 3\%$)，且本局缺乏分析設備。美國則採用 ASBC UV 法分析啤酒花中的啤酒花貯藏指數(HSI)，因 和 酸的氧化損失所形成的硬樹脂與 HSI 具有線性關係，採用分光比色計法，測定 UV 275 與 325nm 波長比值得之，與 EBC 7.5 的硬樹脂分析比較，其

操作程序簡便、分析的重複性較佳(以 HSI 值 0.283 0.603 為例，其誤差為 0.0050 0.0121)。值得注意的是，相當的自負歐洲國家分析啤酒花苦味物質，如前所述皆以 EBC 分析手冊為準，惟獨啤酒花陳舊程度的分析，願意採用美國 ASBC 的 UV 法分析貯藏指數 HSI，尤其連 Dr. Forster, A. 也推薦此法並建議以 HSI 值取代硬樹脂分析，可見此法對啤酒花的陳舊程度具有相當的參考價值。目前本局各啤酒廠與本所皆採用 ASBC 分光比色計法測定 α 與 β 酸，長期使用並已標準化，並可同時測定啤酒花貯藏指數，不需額外核撥經費以採購新設備，規劃員工教育訓練與交叉比對，另外光電比色計也普遍應用於其他品管項目，儀器穩定性高、經常使用不易故障，且本局採購啤酒花批次相當有限，偶而為之非例行性分析，故建議本局繼續採用 ASBC UV 法分析啤酒花苦味成分與啤酒花貯藏指數，以取代硬樹脂分析。

5. 水份測定時間與溫度必須符合標準，否則可能導致測定水份含量不足或過多的啤酒花油損失，造成水份含量測定值失真。快速水份測定法(天平法)係以烘箱法作多次實驗校正所得設定條件測定之，但水份測定的正式報告仍以烘箱法為主。NIR-Spectrometer 快速測定 酸為美國 Foss North America, Inc. 產品，配合自動進器，每個樣品分析時間僅半分鐘，非常快速簡便，也可應用於啤酒花水份、廢棄物之測定 酸，以及該公司茶、咖啡類 CO₂ 萃取工廠的品管分析，其測定值係以大量 EBC 標準法實驗分析數據所建立的資料庫作校正所得，故正式報告仍以 EBC 標準法為主。
6. 啤酒花各項分析中萃取步驟所採用的 250ml 取樣瓶，瓶子含磁製瓶塞及套環，扣著瓶口後，取 1 至 3 瓶以棉布包裹後，置入 TURBULA® 振盪器圓筒形套環內，左右雙軸扭轉，操作方便、萃取效果良好、且不易滲漏。本局則採用有栓三角瓶中以振盪器激烈振盪 30 分鐘，偶而滲漏必須重作，以免影響實驗結果，因此該公司方法值得推薦。
7. 啤酒花之 HPLC 分析之改進

以 HPLC 分析啤酒花中 α -和 β -酸，於 Analytica-EBC 與 ASBC 分析手冊所使用“Hop analysis”層析管，皆採用 Macherey and Nagel 公司之 Nucleosil 5 C₁₈(250×4 mm×5 μ ODS RP18)，其每個樣品注射量為 20 μ l，分析時間約為 45

分鐘，使用壽命約為 500 至 1,000 針，目前該所已研發改用 Agilent 公司之 Zorbox SB C₁₈(150×4.6 mm×3 μm ODS RP18) 價格較貴 50%，但分析時間僅 12 分鐘、注射量為 2 μl，壽命增加一倍，節省溶劑與金錢，績效卓著。使用的國際抽出物標準品(International Calibration Extract ICE2)購自瑞士 Versuchsstation Schweizerischer Brauereien(Distribution of EBC)，內含不同比率的苦味成分 - Cohumulone、N-Adhumulone、Colupulone、N-Adlupulone，由於標準品容易氧化變質，假若每週開罐使用一次，標準品約可使用半年，假若開罐每週使用二次，標準品約可使用三個月。

8. 啤酒花品種鑑定

本局釀製啤酒係採購啤酒花粒，已經無法以物理檢驗法 - 檢視啤酒花的農藝性狀的加以判定，而化學檢驗法 - 分析 酸等苦味成分及精油組成對於啤酒花品種鑑別與購買，在啤酒釀造上是一重要課題，其中苦味成份以 HPLC 分析，而芳香物質則以 GC 分析但啤酒花中所含組成受到許多環境因素影響，例如氣候、疾病、病蟲害及施肥，另外近許多培育品種與相近品種其化學組成非常類似，因此傳統化學分析法對於品種鑑別在實際運用上受到相當限制，品種差異大者尚可參考輔助，若啤酒花粒混雜其他品種更是無法判定，又如捷克的Sazz與波蘭的Lublin兩個品種啤酒花為近親，其價格差距極大，但兩者物理性質與化學分析值皆相近難以區別。目前惟一可判定品種的技術為聚合酵素連鎖反應 (polymerase chain reaction, PCR)，是一種分析啤酒花去氧核糖核酸(DNA)序列及遺傳組成方法，利用遺傳記號(genetic markers)的構成聚合酵素連鎖反應，可應用於品種鑑定上，化學分析法所無法克服的啤酒花產品中是否摻雜其他品種，以PCR法分析可加以判別。

9. 啤酒花品種保證

歐美啤酒花生產國皆建立良好制度，具有官方保證品質，啤酒花廠商更重視商譽，從農場栽種、生長、採收、裝袋、入廠、製造、產品、標示，官方皆派員駐廠監督。每項啤酒花產品皆標示採收年份、地區、品種、產區、品名、農戶編號，包裝數量、酸含量%、製造廠別、紙箱棧板編號...等，除了品種保證外，更以化學分析加以品質管制。以德國為例，啤酒花粒依規定不得摻雜其他品種

啤酒花，但啤酒花抽出物，一般為單一品種，但也可以依客戶需求，摻雜混合品種啤酒花，惟官方不保證品質，如 German world extract 即為混雜品種萃取所得。

參、主要心得

- 一、紐倫堡舉辦的 2000 年啤酒博覽會彙集世界知名的廠商參展，展示內容包羅萬項，有原料、機械設備、包裝材料、實驗設備、能源管理、廣告行銷、運輸與銷售、啤酒飲料展示等，從生產技術專利、Know-how 至行銷企劃等個別專案，皆可提供最佳解決方案，深具參觀價值。
- 二、新型包裝乾燥啤酒花毬果的麻袋為長方形，麻袋的體積為 60x60x120 cm，裝袋機可依選擇設定的重量來裝袋，但是 1m³ 不可超過 150 kg。長方形麻袋可以堆疊，因而減少倉儲的空間；舊式圓柱形麻袋已漸被長方形所取代。
- 三、去年(西元 2000 年)由於全球啤酒的生產量增加了 3.4%、芳香型啤酒花的收成不好以及美國啤酒花倉庫的兩場大火等因素，使得全球啤酒花供應量短缺，造成啤酒花現貨市場價格上揚，特別是和國際啤酒工業需求相關的 酸供應量。
- 四、HVG Hallertau 和 HVG Elbe-Saale 於 2000 年 7 月 1 日合併，合併後的新組織對於未來的目標是希望能將德國兩個主要啤酒花產區的啤酒花銷售至全世界，並希望在因應市場壓力方面可以更具彈性。
- 五、約翰巴特父子啤酒花公司和聯合啤酒花公司於 2000 年 7 月 31 日正式合併，合併後的企業仍沿用約翰巴特父子啤酒花公司的名稱。合併後的新公司擁有 40% 全球的啤酒花市場佔有率(以 1999 年計算)，在國際啤酒花市場上是屬於第一，巴特公司將運用他們的國際化行銷力量的優勢，而聯合啤酒花公司將貢獻他們已建立的啤酒花種植農組織聯盟的優勢，成為一個由種植農直至啤酒釀造業者，具全球性價值的連鎖經營公司。
- 六、啤酒花物理性的評價可彌補化學分析無法馬上得到的資訊，並可立即大致地判定出啤酒花毬果的品質優劣。德國啤酒花收購時，對於專家作出的評價，啤酒花種植農和經銷商不能有異議。

- 七、啤酒花現貨合約的簽訂最好能配合啤酒花的採收期，啤酒花粒的運輸、冷藏必須避免高溫及溫度的波動。Dr. Forster, A. 對於精製啤酒花粉的規格作了一些評論和建議。高黃花粉啤酒花粒的 酸、 酸及啤酒花油只能來自於黃花粉腺體，不容許任何抽出物和啤酒花粉混合在一起，這是高黃花粉啤酒花粒和高抽出物啤酒花粒區別的地方。澳洲、美國及歐洲並不供應高抽出物啤酒花粒，我們可由濃縮啤酒花粒的供應產地看出啤酒花粒究為高黃花粉啤酒花粒，抑或高抽出物啤酒花粒。
- 八、以超臨界二氧化碳和以液態二氧化碳萃取啤酒花成份時，二者抽出物的成份差異並不會很大，唯一較大的差異是超臨界二氧化碳啤酒花抽出物的顏色為較濃的綠色，但是這個因素對於啤酒釀造沒有影響。異構化啤酒花產品的啤酒花利用率比傳統啤酒花產品高出許多，為使啤酒達到有效的光穩定性，可使用還原性異構化啤酒花產品。啤酒花粒的造粒必須限制造粒溫度不要超過 55 ，造粒後必須以惰性氣體或在無氧狀態下包裝，啤酒花粉的水份太低，在造粒過程中會引起問題。45 型啤酒花粒的粉碎、篩分都是在 -30 ~ -40 的低溫下進行的。
- 九、約翰巴特父子公司的 St. Johann 和 Wolnzach 兩個實驗室，其啤酒花的化學分析以 EBC 分析手冊即為主，ASBC 分析手冊為輔，測定啤酒花產品中苦味物質，為因應大量樣品分析需求，必須講求效率，實驗方法在符合精確度與準確度的前題下，許多分析步驟經過修飾，並採用自動取樣、自動分析。
- 十、EBC 分析啤酒花以 Wöel Imer 法為主，可以得到總苦味物質含量(=總樹脂)和陳舊度(=硬樹脂)與 酸。ASBC 方法則提供 酸、 酸和啤酒花貯藏指數 HSI 分析，而 HPLC 法則是最具有資訊與專一性，不僅檢測 酸與 酸，而且與品種具有相關性。
- 十一、歐洲以 EBC 7.5 分析啤酒花中的硬樹脂，採用 Wöel Imer 法以電導度滴定 - 測定總樹脂與軟樹脂的差異得之，分析手續繁瑣，精密度不佳，且本局缺乏分析設備。美國則採用 ASBC UV 法分析啤酒花中的啤酒花貯藏指數，其操作程序簡便、儀器穩定性高、重複性佳，建議以 HSI 值取代硬樹脂分析。
- 十二、化學檢驗法分析 酸等苦味成分及精油組成，對於啤酒花品種評鑑與購

買，在啤酒釀造上是一重要課題，其中苦味成份以 HPLC 分析，而芳香物質則以 GC 分析，目前惟一可判定品種的技術為聚合酵素連鎖反應 (PCR)，是一種分析啤酒花去氧核醣核酸 (DNA) 序列及遺傳組成方法，可應用於品種鑑定上。

肆、建議事項

- 一、紐倫堡啤酒釀造博覽會每年舉辦一次，建請上級長官有機會考察，可瞭解新設備、產品、廣告等趨勢，將對本局發展策略之擬訂更有助益。
- 二、建議在啤酒釀造製程的最後階段使用發酵後異構化抽出物，以精確調整啤酒的苦味度。
- 三、啤酒花粒在運輸和儲存時應避免過高的溫度，以保持產品的品質。
- 四、為避免啤酒花因供需不平衡造成價格劇烈波動，啤酒花的收購可採部份遠期合約，部份則在現貨市場收購，並在市場價格低廉時建立緩衝庫存量，以避免市場價格高漲時庫存量短缺。啤酒花現貨合約的簽訂最好在十月，這樣可使啤酒花粒在冬天裝船運送，以減少外界高溫對於鋁箔包裝的氣球效應。
- 五、建議總局寬列預算，以便同仁赴國外研習啤酒有關的原材料和釀造技術，以提升技術和增廣見聞。
- 六、啤酒花陳舊程度分析，建議採用 ASBC UV 法分析啤酒花中的啤酒花貯藏指數，以取代 EBC 7.5 分析啤酒花中的硬樹脂，以符合實際。
- 七、啤酒花分析基於現有分析設備不需再投資，以及儀器穩定性、非經常性分析、分析數值對買方有利等因素考量，故建議本局繼續採用 ASBC UV 法分析啤酒花的 酸與啤酒花貯藏指數為宜。