

# 啤酒釀造技術

酒類試驗所技正

林錦淡編著



# 啤 酒 釀 造 技 術

酒類試驗所技正

林 錦 淡 編著

華 泰 圖 出 版 社

## 自序

本省啤酒釀造始自日據時代的高砂麥酒株式會社，已有六十餘年的釀造歷史，期間以最近十餘年來的发展最為迅速，對於釀造技術的需求益形迫切，政府有鑑於此，近年經常選派技術人員赴歐美接受短期專業訓練，吸取最新的釀造技術，使得台灣啤酒的品質達到世界的水準。

啤酒釀造已由藝術演變成科學，歐洲釀造先進國家早已在大學設立系所，專門培植研究和酒廠專業人才，本省酒類釀造屬專賣事業，距離在學成立單獨學系尚屬遙遠，但若能有中文的釀造專書，可供大學相關科系或酒廠從業人員參考，或有助於此項知識在國內生根，編者承行政院國家科學委員會之資助，在英國 Heriot-Watt University, Brewing Department 研究所進修期間即萌此構想，於是着手將該校有關啤酒釀造課程的授課要點記下，回國後並參照英美之釀造專書雜誌及於酒公賣局釀造前輩發表的研究專著，整理成書。

此項知識涉及範圍廣泛，編者本着理論與實際並重的原則，以精簡扼要但仍不失其完整性的方式來編寫，全書包括(一)總論(二)大麥和麥芽(三)水(四)釀造副原料和工業酵素(五)糖化(六)啤酒花(七)麥汁處理(八)發酵(九)啤酒之處理技術(十)包裝(十一)微生物之污染(十二)常用的分析方法(十三)相關的蘇格蘭威士忌釀造工業。最後一章係編者最感興趣的部分，應可獨立寫成專書，威士忌與啤酒均主要由大麥芽釀造而成，其釀造原理頗多近

#### 4 啤酒釀造技術

似之處，本省威士忌之生產尚在萌芽階段，本書僅以生產技術的觀點扼要介紹，供有興趣人士參考。

編者雖獲得 Postgraduate Diploma in Brewing 之正式啤酒釀造畢業文憑，但由於缺乏酒廠之實際經驗，因之稿成特恭請建國啤酒廠試驗室蔡主任正輝匡正，蔡主任自國立中興大學農化系畢業後一直從事酒類生產工作，具有豐富的實際經驗，並曾赴美國 Siebel Institute of Technology 接受為期三個月的啤酒釀造專業訓練，對於本書校閱之辛勞，編者在此致深摯的謝意。

釀造技術日新月異，資料之取捨難免有所遺漏，尚盼國內外學者專家不吝指正。

酒類試驗所技正

林 錦 淡

於民國七十二年五月

## 目 錄

<b>第一章 總 論</b> .....	15
<b>第一節 啤酒釀造之程序</b> .....	15
§ 1. 製麥 .....	15
§ 2. 糖化 .....	18
§ 3. 麥汁煮沸 .....	19
§ 4. 麥汁冷卻和醱酵 .....	20
§ 5. 啤酒之處理 .....	22
<b>第二節 啤酒的類型</b> .....	23
§ 1. Lager .....	23
§ 2. Ale .....	24
§ 3. Stout .....	25
<b>第三節 啤酒的營養</b> .....	26
<b>第四節 其他的相關工業</b> .....	27
<b>第五節 啤酒釀造工業</b> .....	28
<b>第二章 大麥和麥芽</b> .....	34
<b>第一節 大麥</b> .....	34
§ 1. 抽出物的預估 .....	34

## 6 啤酒釀造技術

§ 2. 大麥的發芽潛力	35
§ 3. 大麥的構造	37
第二節 大麥的化學組成	39
§ 1. 總氮量或蛋白質	39
§ 2. 蛋白質分解酵素	41
§ 3. 澱粉質多醣類	41
§ 4. 非澱粉質多醣類	45
§ 5. 其他組成分	49
第三節 製麥	51
§ 1. 浸麥	51
§ 2. 發芽	52
§ 3. 焙乾	57
第四節 麥芽的種類	60
§ 1. Lager 和 Ale 麥芽	61
§ 2. 特殊麥芽	62
<b>第三章 水</b>	64
第一節 一般性	64
第二節 製麥廠和啤酒廠中水的使用	66
第三節 特殊離子的影響	57
第四節 離子的除去	71
第五節 水的淨化	74
<b>第四章 釀造副原料和工業酵素</b>	80
第一節 一般性	80

第二節 固體副原料	82
第三節 液體副原料	86
第四節 副原料和啤酒的品質	88
第五節 工業酵素	88
<b>第五章 糖 化</b>	<b>93</b>
第一節 粉碎	97
第二節 糖化的原理與方法	97
§ 1 麥汁製造的生物化學	100
§ 2 糖化醪的濃度	100
§ 3 糖化時間	100
§ 4 洗出	100
§ 5 糖化的方法	101
§ 6 Steinecker 糖化設備	117
§ 7 麥汁分離的理論	117
§ 8 麥粕	118
<b>第六章 啤酒花</b>	<b>119</b>
第一節 一般性	119
第二節 啤酒花的市場和加工	122
第三節 啤酒花化學	124
<b>第七章 麥汁處理</b>	<b>137</b>
第一節 麥汁煮沸	137
第二節 啤酒花的利用率	143

## 8 啤酒釀造技術

第三節 麥汁的澄清、冷卻和通氣	147
<b>第八章 釀  酵</b>	<b>153</b>
第一節 酵母的生長	153
§ 1 傳統的釀酵系統	153
§ 2 酵母的凝架作用	158
§ 3 酵母的增殖系統	160
§ 4 釀酵的方式與圓筒錐底釀酵槽	162
§ 5 酵母的濃度和存活率	169
第二節 酵母的生物化學	170
§ 1 糖類的代謝	170
§ 2 氮的代謝	176
§ 3 硫的代謝	181
§ 4 氧的代謝	182
<b>第九章 啤酒之處理技術</b>	<b>184</b>
第一節 傳統英國的桶熟啤酒	184
第二節 貯熟 (Lagering)、調熟 (Conditioning) 和促熟 (Ageing)	187
第三節 丁二酮的除去	193
第四節 混濁的預防	195
第五節 泡沫的形成	200
第六節 氣湧	202
第七節 調熟桶的添加物	203
第八節 澄清	204



第九節 高濃度釀造	-----	212
第十章 包 裝	-----	214
第一節 瓶裝啤酒	-----	214
§ 1 洗瓶	-----	214
§ 2 空瓶檢查	-----	217
§ 3 裝酒	-----	217
§ 4 起泡	-----	220
§ 5 打蓋	-----	220
§ 6 殺菌	-----	220
§ 7 貼標籤	-----	224
第二節 罐裝啤酒	-----	225
第三節 桶裝啤酒	-----	226
第十一章 微生物之污染	-----	229
第一節 前言	-----	229
第三節 主要的微生物	-----	229
§ 1 細菌	-----	229
§ 2 酵母菌	-----	233
§ 3 黴菌	-----	233
第三節 啤酒廠微生物的發生及其影響	-----	234
§ 1 原料	-----	234
§ 2 麥汁	-----	236
§ 3 釀酵	-----	237
§ 4 貯熟和調熟	-----	238

## 10 啤酒釀造技術

第四節 分離和鑑定	239
§ 1 一般的程序	239
§ 2 培養基	240
§ 3 鑑定	242
第五節 污染的預防	246
第十二章 常用的分析方法	249
第一節 麥芽分析	249
§ 1 發芽狀況	249
§ 2 粉質情形	249
§ 3 千粒重	250
§ 4 麥粒分類	250
§ 5 病蟲害粒	251
§ 6 夾雜物及斷粒	251
§ 7 水分	251
§ 8 抽出物	252
§ 9 粗細粉抽出物差異	254
§ 10 冷水抽出物	254
§ 11 總氮	254
§ 12 蛋白質溶解度	255
§ 13 糖化力	255
第二節 啤酒花分析—— $\alpha$ -Acids	259
第三節 麥汁分析	262
§ 1 樣品之製備	262
§ 2 色度	262

§ 3	黏度	-----	263
§ 4	比重	-----	263
§ 5	抽出物	-----	263
§ 6	外觀抽出物	-----	263
§ 7	最終醱酵度	-----	263
§ 8	總酸	-----	264
§ 9	pH	-----	264
§ 10	還原糖	-----	264
§ 11	總氮	-----	264
§ 12	胺基態氮	-----	264
§ 13	游離 $\alpha$ -胺基態氮	-----	265
§ 14	凝固性氮	-----	265
§ 15	可溶性氮	-----	265
§ 16	蛋白質	-----	265
§ 17	苦味值	-----	265
§ 18	混濁	-----	265
第四節	啤酒分析	-----	266
§ 1	樣品之製備	-----	266
§ 2	比重	-----	266
§ 3	外觀抽出物	-----	266
§ 4	酒精	-----	266
§ 5	真正抽出物	-----	266
§ 6	原麥汁抽出物	-----	266
§ 7	真正醱酵度	-----	268
§ 8	外觀醱酵度	-----	268

## 12 啤酒釀造技術

§ 9. 總酸	-----	269
§ 10. pH	-----	269
§ 11. 色度	-----	269
§ 12. 蛋白質	-----	270
§ 13. 胺基態氮	-----	271
§ 14. 游離 $\alpha$ -胺基態氮	-----	272
§ 15. 凝固性氮	-----	273
§ 16. 可溶性氮	-----	274
§ 17. 黏度	-----	274
§ 18. 二氧化碳含量	-----	275
§ 19. 泡沫消失速率	-----	276
§ 20. 苦味值	-----	278
§ 21. 物理安定性	-----	278
§ 22. 二氧化硫含量	-----	281
§ 23. 鄰二酮	-----	282
§ 24. Anthocyanogens	-----	284
§ 25. 鐵	-----	284
§ 26. 銅	-----	285

## 第十三章 相關的蘇格蘭威士忌釀造工業 -----288

第一節 蘇格蘭威士忌生產之概要	-----	288
第二節 泥煤煙燻麥芽之製造	-----	295
第三節 糖化與抽出	-----	298
§ 1. 糖化用水	-----	298
§ 2. 糖化設備	-----	299

§ 3	糖化方法	300
§ 4	糖化操作之實例	302
§ 5	糖化槽麥汁排瀘的原理	303
第四節	醱酵	304
§ 1	酵母	304
§ 2	醱酵槽	305
§ 3	醱酵期間麥汁比重、pH、酸量和旋光度之變化	306
§ 4	威士忌醱酵的特性	306
第五節	蒸餾	307
§ 1	單式蒸餾	308
§ 2	連續蒸餾	310
第六節	貯熟	310
第七節	調合	312
第八節	麥粕和廢液	313
	<b>本書之參考資料</b>	315
	<b>附 錄</b>	319
	<b>中英名詞對照及索引</b>	332

# 啤 酒 釀 造 技 術

酒類試驗所技正

林 鐘 淡 編著

華 泰 圖 出 版 社



## 自序

本省啤酒釀造始自日據時代的高砂麥酒株式會社，已有六十餘年的釀造歷史，期間以最近十餘年來之發展最為迅速，對於釀造技術的需求益形迫切，政府有鑑於此，近年經常選派技術人員赴歐美接受短期專業訓練，吸取最新的釀造技術，使得台灣啤酒的品質達到世界的水準。

啤酒釀造已由藝術演變成科學，歐洲釀造先進國家早已在大學設立系所，專門培植研究和酒廠專業人才，本省酒類釀造屬專賣事業，距離在大學成立單獨學系尚屬遙遠，但若能有中文的釀造專書，可供大學相關科系或酒廠從業人員參考，或有助於此項知識在國內生根，編者承行政院國家科學委員會之資助，在英國 Heriot-Watt University, Brewing Department 研究所進修期間即萌此構想，於是着手將該校有關啤酒釀造課程的授課要點記下，回國後並參照英美之釀造專書雜誌及菸酒公賣局釀造前輩發表的研究專著，整理成書。

此項知識涉及範圍廣泛，編者本着理論與實際並重的原則，以精簡扼要但仍不失其完整性的方式來編寫，全書包括(一)總論(二)大麥和麥芽(三)水(四)釀造副原料和工業酵素(五)糖化(六)啤酒花(七)麥汁處理(八)發酵(九)啤酒之處理技術(十)包裝(十一)微生物之污染(十二)常用的分析方法(十三)相關的蘇格蘭威士忌釀造工業。最後一章係編者最感興趣的部分，應可獨立寫成專書，威士忌與啤酒均主要由大麥芽釀造而成，其釀造原理頗多近



#### 4 啤酒釀造技術

似之處，本省威士忌之生產尚在萌芽階段，本書僅以生產技術的觀點扼要介紹，供有興趣人士參考。

編者雖獲得 Postgraduate Diploma in Brewing 之正式啤酒釀造畢業文憑，但由於缺乏酒廠之實際經驗，因之稿成特恭請建國啤酒廠試驗室蔡主任正輝匡正，蔡主任自國立中興大學農化系畢業後一直從事酒類生產工作，具有豐富的實際經驗，並曾赴美國 Siebel Institute of Technology 接受為期三個月的啤酒釀造專業訓練，對於本書校閱之辛勞，編者在此致深摯的謝意。

釀造技術日新月異，資料之取舍難免有所遺漏，尚盼國內外學者專家不吝指正。

酒類試驗所技正

林 錦 淡

於民國七十二年五月