

啤酒生产 糖化工艺学

〔德〕 汉斯·列伯勒 著
卡尔·舒史特

轻工业出版社

啤酒生产糖化工艺学

[德] 汉斯·列伯勒 卡尔·舒史特著

翁星华译

轻工业出版社

1959年·北京

内 容 介 紹

本書專門介紹啤酒釀造中最复杂的工序——糖化的工艺，內容分原料，麥芽粉碎，麥汁調制与收得，麥汁煮沸及添加酒花，麥汁冷却和凝固物的分离等各部分。本書理論与实际並重，闡述極为深入具体，对糖化工序各阶段生产所用多种方法及設備、系統地分別介紹，並比較其优缺点，可供啤酒工業技術人員及高等院校釀造專業師生參考。

H. LEBERLE UND K. SCHUSTER
DIE TECHNOLOGIE
DES SUDHAUSES
FERDINAND ENKE VERLAG STUTT GART

本書根据德国斯圖嘉特弗第南·恩克出版社 1956 年版譯出

啤酒生产糖化工艺学

〔德〕汉斯·列伯勒 卡尔·舒史特著
翁星华譯

*

輕工業出版社出版

(北京市广安門内白廣路)

北京市書刊出版業營業許可證出字第 099 号

北京市印刷一厂印刷

新华書店科技發行所發行 各地新华書店經銷

*

850×1168 毫米 1/32·11¹⁰/₃₂ 印張·280,000 字

1959 年 11 月第 1 版

1959 年 11 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—2,000 定 价: (10)1.00 元

統一書号: 15042·845

目 录

譯者的話	7
------------	---

原 料

一、大麦麦芽	8
二、麦芽的輔助原料	9
1. 玉米	9
2. 大米	13
3. 糖	14
4. 其他輔助原料	15
三、釀造用水	15
1. 概論	15
2. 釀造用水的軟化和除鹽	28
3. 軟化的效果	42
四、添加原料	47
1. 人造着色劑	47
2. 特种麦芽和其他添加原料	53
五、酒花	55
1. 酒花的形态	55
2. 酒花的化学成分	56
3. 酒花的品种和栽培	67

啤酒釀造工艺学

I. 麦芽的粉碎	71
一、麦芽粉碎机	79
二、附屬設備	90
II. 麦芽汁的制备	90
一、糖化的理論	93

1. 淀粉在糖化时的分解	94
2. 糖化酶及其生效条件	103
3. 蛋白質在糖化时的分解	114
二、糖化的操作过程	127
1. 概論	127
2. 糖化槽	131
三、糖化时的总耗水量及其分配	134
1. 糖化用水	136
2. 洗槽用水	142
3. 酿造用水的影响	143
四、麦水混和	145
五、糖化方法	148
煮出糖化法	150
1. 三次煮出糖化法	150
2. 二次煮出糖化法	159
3. 一次煮出糖化法	160
4. 快速短时糖化法	162
5. 快速升温糖化法	163
6. 其他的糖化法	165
許密茨法	165
加压煮出糖化法	166
各級麦芽粉分別糖化法	168
浸出糖化法	170
1. 升温浸出糖化法	170
2. 降温浸出糖化法	172
六、谷物的处理	172
七、糖化过程的檢驗	179
八、糖化法的选择	182
III. 麦芽汁的制造	184
一、用过滤槽的过滤	185
1. 过滤槽	186

2.	過濾槽的特殊構件	189
3.	其他的附件	198
4.	過濾槽的過濾程序	198
	头号麦芽汁	215
	撒水裝置	218
	翻糟機	222
	過濾速度	234
二、	用過濾機的過濾	238
1.	用過濾機提取麥汁的原理	238
2.	過濾機	238
3.	過濾機的過濾程序	245
4.	麥糟的滲出	252
IV.	麥汁煮沸及添加酒花	257
一、	麥汁煮沸的目的	257
二、	添加酒花	269
	1. 麥芽汁煮沸時酒花成分的溶解	269
	2. 酒花成分的溶解所引起的麥汁變化	275
	單寧	278
	酒花油	280
	3. 酒花添加量	280
	4. 麥汁中添加酒花	283
	添加酒花的方法	286
三、	還原物的生成	287
四、	麥芽汁的定型	289
五、	最終麥芽汁	291
六、	麥糟	293
V.	麥芽收得率	295
一、	糖化室收得率的計算	295
二、	糖化室收得率的判斷	301
VI.	麥汁冷卻和凝固物的分離	310
一、	概論	310

二、冷却室設備	316
麦芽汁冷却	317
1. 冷却盤	317
2. 沉淀槽	322
3. 麦芽汁冷却設備	324
凝固物分离	329
1. 凝固物压濾机	329
2. 离心分离机	331
3. 麦芽汁過濾設備	336
利用酒花槽除去凝固物的工作法	336
硅藻土過濾法	338
名詞对照表	342
参考文献及雜誌	355
人名原譯文对照表	357

譯者的話

啤酒是人民所需要的一種清涼飲料，解放以來，隨着人民生活水平的不斷提高，已逐漸趨向大眾化，因此，此項工業勢必大有發展。在全國大躍進的形勢下，對於這項專業書籍的需要，愈形迫切。本書是配合這樣的需要而譯出的。在翻譯過程中，由於缺乏有關的參考資料，且全國啤酒釀造業所習用的專業名詞很不統一，加之限於譯者在啤酒釀造方面的技術水平，其中不妥之處，一定很多，衷心希望各界讀者不吝予以指正。

原著系德國列伯勒博士的名著，共有三冊。第一冊專門敘述麥芽製造的工藝，本冊是其中之一，介紹啤酒釀造中最複雜的工序——糖化工藝，第三冊則關於糖化以後各工序。原著內容比較充實豐富，在德國和其他國家的啤酒釀造業中受到廣泛的歡迎，曾譯成多種文字出版。此書系根據1954年第三版翻印本譯出，它的內容已由列伯勒博士的學生舒史特根據當時啤酒工業糖化技術的發展和改進，作了補充和修改。

在翻譯過程中，張志強工程師給予譯者很多幫助，並承余國俊同志對譯稿進行校訂，謹此致謝！

譯者 1959年

原 料

一、大 麦 麦 芽

麦芽是由人工發芽的谷物。經過干燥和焙焦而制成的。啤酒釀造主要只采用大麦来發芽，亦有少部分采用小麦。

人工發芽对啤酒釀造的效果是：

- (1) 产生和活化一定量的酶；
- (2) 使酶对大麦的各种物質起作用。

这两点是相互关联的。随着酶的不断生成，酶对各种物質的作用亦更为广泛和深入。此过程按發芽時間和發芽的三个因素——溫度、空气的成份和湿度而異。

發芽期間的酶的作用基本表现在大麦粒的兩種变化上：完全改变了胚乳坚实性的大麦溶解，以及某种高分子物質的分解。

大麦經發芽后所获得的产物称为綠麦芽。

人工發芽的程度及大麦粒中酶的生成和作用都具有極大的重要性。

制备的綠麦芽主要有兩種类型：一种是胚乳溶解得相当少，酶量也較低，另一种基本上已經完全溶解，並拥有相当高的酶量。这两种类型的綠麦芽，可从观察外表的叶芽和根芽組織的不同伸長度来加以区别。

第一种綠麦芽的溶解度和酶量都較低，可制成所謂的“淡色(淺色)麦芽”。綠麦芽利用多量的空气和很少的热量迅速地抽出它的水份，从而使其中的生物化学状态达到某种程度。由此得到的焙燥麦芽，它的物質基本上保持在綠麦芽中形成的状态，因此淡色麦芽在焙燥过程中改变極少。此种麦芽的胚乳經焙燥后呈白色，麦芽的浸出液呈黃色或微黃綠色。

第二種綠麥芽的溶解度和酶量都較高，經焙燥後製成“濃色(深色)麥芽”。焙燥過程與淡色麥芽不同，主要應採取適當的措施繼續保存綠麥芽中酶的生命力，因此只許緩慢地抽出綠麥芽中的水份，然後使烘干的麥粒內部起化學反應，生成物質，使胚乳變色，給予麥芽以色澤、口味和香氣(黑色素)。麥粒胚乳經焙燥後呈黃色或淡褐色，在水中溶解後成為一種顏色相當深的液體，“濃色麥芽”由此得名。製備濃色類型的綠麥芽在焙燥過程中產生強烈的化學變化。

所謂的“維也納麥芽”，它的性質介乎淡色麥芽和濃色麥芽之間，是兩種綠麥芽中間的一種。

二、麥芽的輔助原料

製造麥芽時大量寶貴的澱粉是在呼吸過程中損失的，在根芽構成過程中亦消耗了一部分。

糖化過程主要是使澱粉變成糖，為了彌補發芽過程中的澱粉損失，生產上採用了含澱粉豐富的輔助原料，並利用添加的麥芽，使原料物質轉變，通過酶使澱粉變成糖。谷物應在不影響啤酒風味的條件下盡量多加，但谷物只是麥芽的部分補充物，來補充大麥澱粉或玉米澱粉的不足，而谷物中所缺少的酶則須由麥芽來供給。

只要多含澱粉和糖份、並不含引起啤酒釀造困難的任何一種物質，皆可考慮用作為麥芽的輔助原料。

因此可以作為麥芽的輔助原料的物質相當多，採用最多的是谷物，而其中對啤酒釀造具有現實意義的只有玉米和大米，在其他國家已採用各種糖類。

1. 玉 米

玉米亦稱土耳其小麥，是最有用的一種植物，因為地球上有很多人依賴玉米像依賴大米一樣而生活。亦有許多地方用它

来餵飼牲畜同制造淀粉和酒精。

玉米适合干燥而炎热的气候，故在德国很少成熟，只能用作青飼料。不同种类的玉米有不同的形状、大小和色泽。

玉米的干物质约佔 84~91%，表 1 是玉米成分的一覽表①。

表 1

成 分	%	全 粒	皮	芽	胚 乳
佔总数的比例		100	6	10	84
含氮物质		12.6	6.6	21.7	12.4
脂 肪		4.3	1.6	29.6	1.3
醣		79.4	74.1	34.7	85.0
粗 纖 維		2.0	16.4	2.9	0.6
無机成分		1.7	1.3	11.1	0.7

同其他的禾本科一样，非氮物中最主要的成分是醣，其中首先是玉米淀粉，浸出物基本上是由玉米淀粉组成的，其余的水溶性物质，如糖、戊糖等都很少。

玉米淀粉由小颗粒组成，其形状与小麦淀粉不同，呈多面形及圆形，粒的直径大小约介于 8~35 微米之间。

玉米淀粉的性质与小麦淀粉相同。

玉米淀粉在糖化时由淀粉酶分解成为麦芽糖和糊精，其过程与麦芽淀粉和小麦淀粉相同。玉米的浸出物与淀粉有直接关系，浸出物包括玉米全部的溶剂和被溶解的成分。

它的淀粉价和浸出率的差数比小麦小。

与小麦相似，随着蛋白质含量递增，而浸出物含量下降。当玉米的蛋白质几乎不再参与生成浸出物，且原有的蛋白质不再溶解或在煮沸时大部分凝固的时候，这种现象就越显著②。

玉米的含氮物质约佔 10~13%，为酿造所重视的玉米碎

① 亨斯富克尔，发酵工业的原料，1949，瑞士、巴塞尔、韋甫公司。

② 維第西，釀造周刊 1921,9 頁。

粒含蛋白質較少，約佔7.5~8%。

玉米的蛋白質中已知的有卵白蛋白和球蛋白，相當於大麥的麻仁蛋白和大麥蛋白，此外還有一種溶于酒精的成分——玉蜀黍蛋白。

球蛋白固然能溶于水或鹽溶液，但遇較高溫度時便凝固，並在麥汁煮沸時沉淀。卵白蛋白的情況大致相同。玉蜀黍蛋白則不溶于水。

此種蛋白質中的一部分是能水解的，所以經過蛋白質休止後，高分子的蛋白質有可能轉變成較簡單的水溶性蛋白質。

酵母所需的養料——氮，由一起糖化的大麥麥芽供給。

生玉米與大麥相反，富含油分，這個特性是決定它能否用作釀造原料的標尺，因為油和脂肪對啤酒最為有害，兩者皆能破壞啤酒泡持性、減弱起泡能力。因此含油量超過一定限度的玉米便不適用於啤酒釀造。

玉米粒的胚乳通常是貧油的，胚乳周圍的部分亦僅僅只有油的痕跡。只有胚芽含油較多，如把胚芽和胚乳完全分開，就能將玉米中的油除去。

玉米可加化學葯劑去芽和除油，或採用特制的玉米去芽機，這是一種干的機械的去芽方法。

從分出的胚芽中可把玉米油榨出，經榨後的胚芽與多脂肪的麵粉和殼皮混合，就成為一種有價值的飼料。

但是用這種方法去芽並不是理想的，因為芽在這個過程中不能不受損傷，它被破碎了，部分滲入玉米碎粉中。

一般玉米碎粉的含油量隨粉碎度的增加而提高，所以絕大多數的玉米粉或玉米細粒比粗的玉米碎粒含油量豐富。由於這個原因，當沒有採用已經去油的玉米碎粒磨成的玉米粉時，啤酒釀造中寧願用粗的玉米碎粒而不願用玉米粉。

此外當含油量高時，還有如下的危險：油在貯存時期氧化，容易產生腐油臭，發出不快的味道和氣味，傳給麥汁。特

別是這種腐油臭的，在麥汁中可溶解的，一部分是耐熱的氧化產物，能使啤酒完全變質。

新鮮的、未氧化的玉米油大部分殘留於麥糟中。玉米應避免長期的貯藏，貯藏處選擇相當陰涼和乾燥的地方，溫度和濕度的升高都會助長油的氧化。

生玉米約含油 0.5~5.0%。

在釀造上採用玉米較有經驗的美國，啤酒製造是否採用玉米首先決定於它的含油量。玉米的含油量在 0.5 以下的算作優良，0.5~1.0 的算較好，1.0~1.5 的算尚好。

為此，大家都堅持要用含油量低的玉米（約 1%）。玉米經過去芽或採用含油量最少的玉米粉末產物，還能適應這個要求。

特別值得重視的還有玉米的水分。原來水分多的玉米（水分約 25~30%）經過貯藏失去很多的水。啤酒釀造採用的玉米碎粒的水分不應超過 12~14%。玉米的水分高，要比大麥更危險，因為水分高不但降低玉米的價值和減少浸出物的量，並且貯藏不能持久。玉米碎粒又不像大麥顆粒有保護的皮殼，它是粉末狀的產物，容易腐爛。含水多的玉米碎粒會糾結成塊，發霉，有濃厚的霉味。含水多的玉米碎粒中油的氧化和腐油味的發生會比干的玉米碎粒更為迅速和嚴重。

玉米含無機物少。平均灰分介於 1.5~3.0% 之間，其中最主要的成分有：

鉀	28.0%
五氧化二磷	45.0%
氧化鎂	15.0%
合計	88.0%

其餘的 12% 為其他各種微量存在的無機化合物。

玉米的苦味質主要存在於殼和皮中。殼和皮在去芽時被分出，因此去芽除了能把油差不多完全除淨外，還適當地脫了苦

味。好的玉米碎粒常是脫去苦味的。

生玉米的百升重量，大粒品种是70~73公斤，小粒品种是75~80公斤。大粒玉米的千粒重量約 270 克，中粒約 100 克，小粒約 70 克。

玉米的發芽力差，因此玉米芽的生产被放棄了。玉米在相当高的溫度时才能“溶解”（20~30°C），並且有很多不出芽，溶解又不完全。霉菌的生成和杂菌的繁殖也很多，因为市場的商品中往往含有許多破碎的物体。

使用的玉米也可为片型。含有少許水分的玉米碎粉用通蒸汽的滾筒压成薄片，同时很大一部分淀粉受到糊化，並被重新干燥。薄片不需要經過特别的制备，即能直接与麦芽粉一同开始加水混和而糖化。

2. 大 米

第二种用来生产下面發酵啤酒的和应用范围較广的谷物是大米。

大米同样屬禾本科，是一种卓越的有用植物；它是地球上約一半人口的粮食。大米出在亞洲，至今仍大量播种。大米除了能供人类食用外，还能作酿造飲料的原料，如日本清酒、阿拉克酒。

用作酿造原料的大米，一般是在脫壳和精磨时被打碎的碎米。

大米平均的成分明示于表 2 中^①，

其中特别是含氮物質和非氮物質含量的多少对酿造是極其重要的。非氮物質中主要的組成成分是大米淀粉，它在空气干燥的物質中約佔70%，在干物質中約佔80%，它的利用率高，浸出物量大，在这一方面它是超过玉米的。可是大米淀粉的糖化溫度时常比玉米高。大米淀粉由細小的、單一的和組合的顆粒

① 亨斯 富克尔，釀酵工業的原料 1949，瑞士巴塞爾韋甫公司。

表 2

成 分	脫壳的顆粒中	精磨的顆粒中
水分	15%	12.6%
含氮物質	7%	7.9%
脂肪	1%	0.5%
糖	75%	77.8%
粗纖維	0.5~1%	0.5%
無機成分	1%	0.7%

組成，單一的顆粒為多面形，組合的顆粒形狀相同，有時由許多小粒組成，組合的顆粒有多達 200 粒者。大米色純白，只有少數的市場商品呈淡銀灰色。大米淀粉的商品名稱繁多，並可用來漿衣服，製造美容品，拌入糕餅中等。

大米糠必須予以特別注意，不要由於此種毫無價值的成分而大大地降低了浸出物價值。但是，要制定大米糠若干穩定的數值則甚困難。

大米的含氮物質甚少。

含油較少也是大米優於玉米之處。因此這方面可不作考慮。大米的無機物主要由鉀(18%)、磷酸(約40%)、鎂(11%)組成，其餘的成分(約30%)與玉米相同，如微量的 SiO_2 、 CaO 等。大米脫壳後的灰分佔 0.3~1.2%，未脫壳狀態的灰分佔 3.5%；水分佔 12%。為了不致影響大米的利用率，並不希望大米有高的水分。

3. 糖

在德國，糖只限於用來釀造上面發酵的啤酒，且非經常採用。

糖與谷物相似，可加入麥汁煮沸鍋中，從而隨意提高可發酵的糖分比例，製出特別淡色的和發酵度高的啤酒。

在德國（德國南部除外）糖主要只用來釀造暢銷德國中部和北部的上面發酵的麥芽啤酒和魚糖啤酒。糖漿在灌瓶前或灌

瓶时加入低浓度的普通啤酒中——原麦汁量同时亦有所提高。

采用的糖有：葡萄糖、轉化糖、甜菜糖、甘蔗糖、淀粉糖漿；可用固体的或液体的，也可煉成焦糖，作为糖色。

4. 其他輔助原料

除了上面談到的，在許多国家里專門用来制造啤酒的谷物外，在战时或战后年代中还用过大量其他的植物，作为麦芽或麦芽淀粉的补充物。

这里广泛地提一提只在困难时期才想到使用的近乎补充物的原料。这些原料最真实地体现了“补充物”这个字眼。一旦中途有可能采用更好的和更合适的原料来酿造啤酒时，它便又被拋棄。因为所有此类补充物的成分都不符合啤酒酿造的要求，而排除这些成分又是不可能的。即使有可能，其成本亦太可觀。用这些补充物酿造的啤酒与用大麦麦芽制成的啤酒相比，有一股完全不正常的刺鼻的味道，簡直不值得飲用。

只是純粹为了利潤（指資本主义国家而言——譯註）而采用的此类原料有：

所有含淀粉的品种、淀粉漿、馬鈴薯淀粉、馬鈴薯和馬鈴薯干制品、蚕豆、橡子、小米（买伊罗粒）及其变种、稷子和糜子、荞麦、燕麦、羽扇豆、草籽、向日葵籽等^①。

三、釀造用水

1. 概 論

所有的生产用水皆含鹽类，只是数量不同而已。

这种現象应从自然界水的自然循环得到解釋。鹽的类别和数量主要由水所滲透流經的土壤的無机物質和化学性質决定。

^① 龔德爾加，維也納奧地利釀造工業学院畢業同学会年鑑，第七冊，1919。

当然事后渗入其他物质或生物并非不可能，但数量不会大，改变水的性质极少。几乎不含水溶性盐类的岩石，如原始岩石，渗出水极少；沉积岩石则相反，尤其在碳酸的影响下，能促使大量盐类溶入水中。

很明显，这些盐类在麦芽溶解和啤酒酿造过程中会产生某种坏的作用，盐类与麦芽或麦芽汁中所含的物质起反应，影响酶的能力。

这种反应的现象由下列各种因素决定：

- (1) 生产用水所含盐类的类别；
- (2) 水中盐类的浓度；
- (3) 麦芽的成分；
- (4) 造成盐类产生某种作用的各种因素。

一种生产用水所含的盐类相当稀淡，在水中不断游离，以至全部解离。

表 3 酿造用水中主要出现的盐类离子

阳 离 子	阴 离 子
H ⁺	OH ⁻
Na ⁺	Cl ⁻
K ⁺	HCO ₃ ⁻
NH ₄ ⁺	CO ₃ ⁻
Ca ⁺⁺	NO ₃ ⁻
Mg ⁺⁺	NO ₂ ⁻
Mn ⁺⁺	SO ₄ ⁻
Fe ⁺⁺ 或	PO ₄ ⁻
Fe ⁺⁺⁺	SiO ₃ ⁻
Al ⁺⁺⁺	

除上面列举的离子外，还存在有机物质、有机和无机胶体，如 SiO₂ 以及 O₂、N₂、CO₂ 等气体。

经过一次详细的化学分析就能知道盐类的种类和数量，但要准确掌握盐基和酸类的化合情况以及摸清水中盐类和气体的