

[德] 卡尔·舒史特

弗朗茨·伐恩富特纳 著

罗德维希·纳尔蔡茨

PIJIUCHANG MAIYAZHI
ZHIBEIGONGYIXUE

啤酒厂

麦芽汁制备工艺学

翁星华 译 宋尔康 校

轻工业出版社

啤酒厂麦芽汁制备工艺学

〔德〕

卡尔·舒史特

弗朗茨·伐恩富特纳 著

罗德维希·纳尔蔡茨

翁星华 译

轻工业出版社

内 容 简 介

本书专门介绍啤酒酿造中最复杂的工序——糖化工艺。内容包括：对各种原料的要求以及结合生产进行剖析，麦芽粉碎，麦汁制备，糖化操作，各种糖化方法的比较和选择，麦芽汁过滤，麦汁煮沸和添加酒花，麦汁冷却，凝固物的分离等。本书理论与实际并重，阐述极为深入具体，对糖化各阶段采用的多种方法和设备，系统地分别介绍，并比较其优缺点。

本书可供从事啤酒工业的技术人员及高等院校发酵专业师生阅读。

**Karl Schuster, Franz Weinfurtner,
Ludwig Narziss**

**Die Technologie der Würzebereitung
Ferdinand Enke Verlag Stuttgart**

本书根据德意志联邦共和国斯图加特市弗第南·恩克出版社1968年第五版译出。

啤酒厂麦芽汁制备工艺学

【德】 卡尔·舒斯特
弗朗茨·伐恩富特纳 著
罗德维希·纳尔奈茨
翁星华 译
宋尔康 校

轻工业出版社出版

(北京阜成路8号)

北京大兴中堡印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

787×1092毫米 印张：12^{2/3} 字数：350千字

1986年4月 第一版第一次印刷

印数：1—7,200 定价：2.65元

统一书号：15042·1983

译者的话

《啤酒厂麦芽汁制备工艺学》系德国近代著名酿造权威汉斯·列伯勒 (Hans Leberle) 博士遗留的三本巨著之一。第一本专门叙述麦芽制造工艺；本书论述啤酒酿造中最复杂的工序——麦芽汁制备工艺；第三本则关于啤酒的发酵工艺。原著总结了他一生呕心沥血从事啤酒酿造科学研究的丰硕成果，并收集了生产中的许多实例和经验，从理论到实践，作了深刻而具体的阐述。因此，他的遗著至今受到国际啤酒酿造界的推崇，公认为经典著作。

原著的第三版本曾于五十年代末以《啤酒生产糖化工艺学》的译本名，经轻工业出版社出版，受到酿造界不少同志的热情支持和鼓励。为了配合目前啤酒工业突飞猛进的发展，现将1968年的第五版（最新版）修订本译出，供有关部门参考。第五版修订本系由汉斯·列伯勒博士的高足和忠诚的合作者卡尔·舒史特博士和弗朗茨·伐恩富特纳工程师，与联邦德国慕尼黑工学院教授、巴伐利亚啤酒实验厂厂长罗德维希·纳尔蔡茨博士合作，进行了修订和补充，增添了新的篇幅。

译本中的化学化工名词，已根据中国科学院制订的统一名词作了订正。有不妥之处，恳请读者提出意见。

导 言

德国啤酒税法第9条规定：“下面发酵啤酒只能用大麦芽、酒花、酵母和水酿制”。上面发酵啤酒的酿造，虽也应符合上列规定，但容许采用其他麦芽作原料。除此之外，还容许采用纯净的甘蔗糖、甜菜糖或转化糖、淀粉糖以及用糖制成的着色剂。

德国啤酒酿造工艺法的一般规定，是通过《啤酒法》以法规的形式加以确认的。值得注意的是联邦德国南部，尤其是巴伐利亚州，制订的《啤酒法》甚为严格；而联邦德国的其他一些州，则容许所谓的“出口啤酒”和上面发酵啤酒添加谷物和糖。

根据数百年传统工艺技术制订的《啤酒法》之所以必须律之以衡，原因之一是基于近数十年来制麦和酿造的方法变化多端，出奇制胜，工业技术的突飞猛进又为酿造工艺开辟了创新立异的途径。可是与此同时，我们却看到啤酒酿造技术的千变万化，却万变未离其宗。因此通过法规加以规定，自有其必要性。尽管与其他国家宽大的法规相比，德国啤酒酿造要达到生产稳定，经济合理，有时会遇到较大困难。然而，法规的制订，为之提供了坚实的基础，并保证了德国啤酒的纯度和均衡性。

啤酒税法中关于上面发酵啤酒和下面发酵啤酒的概念，从经济和工艺技术两方面来看，还具有完全不同的意义：数百年以前，上面发酵啤酒的酿造技术是盛极一时的，随着时间的迁移，日趋没落，渐被淘汰。与迅猛发展的下面发酵啤

酒的酿造技术相比，今日的上发酵啤酒生产规模已是小巫见大巫了，只在局部地区，还保留一席之地。而上发酵型的小麦啤酒、莱茵河地区的阿尔特啤酒（Alt）和寇尔希啤酒（Kölsch）却越来越受到人们的喜爱。

本书关于啤酒酿造工艺的叙述，以下发酵啤酒为主，只在个别地方提到上发酵啤酒。德国啤酒工业是生产下发酵啤酒的先驱，对其酿造技术的发展起到推动作用，因而获得了世界声誉。

目 录

原 料

第一章 大麦麦芽.....	(1)
第二章 辅助原料.....	(3)
第一节 玉米.....	(3)
第二节 大米.....	(8)
第三节 糖.....	(9)
第四节 其他.....	(11)
第三章 酿造用水.....	(12)
第一节 概论.....	(12)
一、水的硬度.....	(13)
二、盐类的作用.....	(16)
三、盐类和酸度.....	(18)
四、碳酸盐和碳酸氢盐.....	(20)
五、降低酸度引起的反应.....	(24)
第二节 酿造用水的软化.....	(26)
一、酿造用水软化方法.....	(26)
二、石灰处理法.....	(30)
三、含镁量高的水处理法.....	(34)
四、其他水处理法.....	(35)
第三节 酿造用水处理后的效益.....	(44)
一、各种盐类的影响.....	(45)
二、水的净化.....	(49)

第四章 麦芽着色剂和特种麦芽.....	(51)
第一节 着色麦芽.....	(51)
第二节 焦糖麦芽.....	(54)
第三节 着色啤酒.....	(56)
第四节 糖色.....	(57)
第五节 特种麦芽和其他添加剂.....	(58)
第五章 酒花.....	(60)
第一节 酒花的形态.....	(60)
第二节 酒花的化学成分.....	(61)
一、酒花油.....	(63)
二、酒花苦味质.....	(65)
三、酒花树脂.....	(70)
四、单宁和鞣酐.....	(74)
五、其他成分.....	(78)
六、水分.....	(79)
七、酒花质量判断.....	(79)
第三节 酒花的品种和栽培.....	(81)
一、欧美主要的酒花产地.....	(81)
二、酒花干燥.....	(82)
三、硫熏处理.....	(84)
四、加工和贮藏.....	(84)
五、新的贮藏和加工方法.....	(86)

啤酒酿造工艺

概论.....	(87)
第一章 麦芽的粉碎.....	(88)
一、粉碎麦芽的组成和麦汁滤过的关系.....	(93)

二、粉碎麦芽的判断	(94)
第一节 麦芽粉碎机	(97)
一、新式麦芽粉碎机结构	(99)
二、麦芽粉碎机的能力和规格	(104)
三、生产和检测	(105)
四、影响粉碎麦芽性状和组成的因素	(108)
第二节 附属设备	(110)
一、称量装置	(110)
二、辅助设备	(110)
三、其他附属设备	(110)
第二章 麦芽汁的制备	(113)
一、糖化设备	(113)
二、糖化室的生产能力	(116)
第一节 糖化理论	(117)
一、淀粉在糖化时的分解	(118)
二、淀粉酶及其生效条件	(127)
三、蛋白质在糖化过程中的分解	(141)
四、麦芽其他成分的变化	(159)
第二节 糖化生产	(161)
一、概述	(161)
二、糖化设备	(165)
第三节 糖化室用水及其分配	(168)
一、糖化用水	(170)
二、洗槽用水	(177)
三、酿造用水的作用	(178)
第四节 麦水混和	(180)
第五节 糖化方法	(183)

一、煮出糖化法	(184)
二、浸出糖化法	(201)
第六节 谷物的糊化	(203)
第七节 糖化室的生产检测	(210)
第八节 糖化法的选择	(213)
第三章 麦芽汁过滤	(217)
第一节 过滤槽滤过麦芽汁	(217)
一、过滤槽滤过麦芽汁原理	(218)
二、过滤槽	(218)
三、过滤槽的特殊部件	(221)
四、其他附件	(229)
五、过滤槽的操作程序	(229)
第二节 过滤机滤过麦芽汁	(263)
一、过滤机滤过麦芽汁原理	(264)
二、过滤机	(264)
三、过滤机的操作程序	(271)
四、洗糟	(280)
五、卸机	(282)
六、过滤槽和过滤机在工艺上的比较	(283)
第三节 新技术发展趋势	(285)
一、现代化的糖化和过滤设备	(285)
二、连续糖化	(288)
第四章 麦芽汁煮沸和酒花添加	(290)
第一节 麦芽汁煮沸的目的	(290)
一、概述	(290)
二、煮沸锅	(291)
三、煮沸麦芽汁的效果	(296)

四、凝固物的性质	(300)
第二节 添加酒花	(302)
一、酒花成分在麦汁中的溶解	(303)
二、酒花成分溶解引起的麦汁变化	(309)
三、酒花添加量	(314)
四、麦芽汁中添加酒花的要求	(316)
第三节 还原物的生成	(323)
第四节 麦芽汁定型	(326)
第五节 最终麦芽汁	(329)
第六节 麦糟	(331)
第七节 糖化室的安全生产	(333)
一、概 述	(333)
二、生产检测	(333)
第五章 糖化收得率	(335)
第一节 糖化收得率的测算	(335)
第二节 糖化收得率的判断	(341)
第六章 麦芽汁冷却和凝固物分离	(349)
一、概述	(349)
二、麦芽汁吸氧	(349)
三、凝固物分离	(351)
第一节 冷却室设备	(356)
第二节 麦芽汁冷却	(357)
一、冷却盘	(357)
二、沉淀槽	(362)
三、麦芽汁冷却设备	(363)
第三节 凝固物分离	(368)
一、压滤机	(368)

二、离心分离机	(370)
三、麦芽汁过滤设备	(374)
结束语	(383)

原 料

第一章 大麦麦芽

麦芽是人工发芽的谷物，经过烘干和焙燥而制成。酿造啤酒主要采用大麦麦芽，少数采用小麦麦芽。

麦芽在啤酒酿造中起到如下作用：

- (1) 产生和活化一定量的酶；
- (2) 使酶分解大麦中的各种物质。

这两种作用是相互关联的。随着酶量的不断增加，酶解的作用也不断加强。其效果按发芽时间以及发芽三因素——温度、空气组成和空气湿度的不同而各异。

发芽期酶的作用主要表现在大麦颗粒的两点变化上：大麦通过溶解完全改变了胚乳的坚实性，以及某些高分子物质的分解。

大麦经发芽后的产物，称为绿麦芽。

绿麦芽主要分为两种类型：

- (1) 胚乳溶解不完全的绿麦芽；
- (2) 胚乳经完全溶解、含酶量高的绿麦芽。

不同类型的绿麦芽可按其叶芽和根芽组织的不同长度，予以区别。

溶解不完全的绿麦芽，含酶量少，可加工制成“淡色麦芽”。绿麦芽在大量空气和少量热能的作用下迅速脱出水分，从而使其中的生物化学状态在某种程度上固定下来。由此制

得的干麦芽，其内在物质基本保持绿麦芽中形成的状态，也就是说，淡色麦芽在烘干过程中发生的变化相当少。淡色麦芽的胚乳经烘干后呈白色，麦芽浸出液呈黄色或微黄绿色。

第二种绿麦芽的溶解度和含酶量均较高，经烘干后制成“深色麦芽”。它的烘干作业与淡色麦芽不同，主要应适当保持绿麦芽中的酶力，因此烘干过程必须缓慢进行，使麦芽颗粒内部产生化学变化，生成一种使胚乳变色的物质——黑色素，赋予深色麦芽以特有的色泽、口味和香味。深色麦芽的胚乳经烘干后呈黄色或淡褐色，溶于水，成为一种色泽相当深的溶液，“深色麦芽”由此而得名。然而，深色麦芽在烘干过程中引起的强烈的化学变化，却是不可避免的。

所谓的“维也纳型麦芽”，其性质介于淡色麦芽和深色麦芽之间，成为上述两种类型麦芽之间的一种。

第二章 辅助原料

制麦时，大量宝贵的淀粉在呼吸过程中遭受损失，部分则消耗于根芽生长过程中。

糖化过程主要是使淀粉变成糖。为了弥补发芽过程中的淀粉损失，必须在麦芽中添加部分含淀粉丰富的辅助原料，通过酶使淀粉变成糖。辅助原料的加量以不影响啤酒风味为限。如选用谷物作为麦芽的辅助原料，其作用只用于补充大麦淀粉或麦芽淀粉的不足，而谷物中缺少的酶，必须由麦芽供给。

一般而言，只要多含淀粉或糖分，且不含引起啤酒酿造困难的任何一种物质，皆可考虑用作麦芽的辅助原料。

由此看来，可以用作麦芽辅助原料的原料品种相当多，采用最广的是谷物，而在啤酒酿造中具有现实意义的只有玉米和小米。然而在某些国家，也有采用糖类作为辅助原料的。

第一节 玉 米

玉米亦称土耳其小麦，系一种重要的有益作物。玉米可供人食用，也可供牲畜饲用，或者用作制造淀粉和酒精的原料。

玉米来源于美洲。美洲和世界上具有与美洲类似气候条件的地区，均大量种植玉米。德国因气候寒冷，玉米难以成

熟，所种玉米只能作为青饲料。不同品种的玉米，其形状、大小、色泽均不相同。

美洲玉米呈红黄色或白色，颗粒上有沟纹；欧洲玉米基本上近似圆粒。

玉米的干物质约占84~91%。表1系玉米成分一览表^[2]。

表 1

成 分	全粒	皮	芽	胚乳
占全粒的比例 (%)	100	6	10	84
含氮物 (%)	12.6	6.6	21.7	12.4
脂肪 (%)	4.3	1.6	29.6	1.3
碳水化合物 (%)	79.4	74.1	34.7	85.0
粗纤维 (%)	2.0	16.4	2.9	0.6
无机物 (%)	1.7	1.3	11.1	0.7

与其他的禾本科作物一样，玉米的非氮物中主要是碳水化合物，其中大部分是玉米淀粉。玉米的浸出物基本上由玉米淀粉组成，其余的水溶性物质如糖、戊糖等，则占次要地位。

玉米淀粉由小颗粒组成，其形状与大麦淀粉颇不相同，呈多面形及圆形，粒的直径约介于8~35微米之间。

玉米淀粉的性质与大麦淀粉大致相同。

玉米淀粉于糖化过程中被淀粉酶分解成为麦芽糖和糊精，此点与大麦淀粉或麦芽淀粉完全相同。玉米浸出物的主要组成是淀粉，浸出物包括玉米全部的可溶物和被完全溶解的成分。

玉米的淀粉价和浸出率的差数，比大麦为小。

与大麦相似，玉米的蛋白质含量越高，浸出物含量便越小。当玉米的蛋白质几乎不再参与形成浸出物，且原有的蛋白质不再溶解或者业已在煮沸时大部凝固析出时，这种现象更为明显^[11]。

玉米的含氮物约占10~13%。酿造用的玉米碎粒含蛋白质较少，约7.5~8%。

玉米的蛋白质中已知的有卵白蛋白和球蛋白，相当于大麦的麻仁蛋白和大麦蛋白，此外还有一种醇溶性的玉蜀黍蛋白。

球蛋白溶于水或盐溶液，遇高温即凝固，于麦汁煮沸时被析出。卵白蛋白的情况大致相同。玉蜀黍蛋白不溶于水。

然而，上述几种蛋白质中的一部分是能水解的，所以经过蛋白质休止后，高分子蛋白质可转变成简单的水溶性蛋白质。

酵母所需的养料——氮，由大麦麦芽供给。

玉米与大麦不同的一点是含油量，玉米的含油量是啤酒厂决定它能否用作酿造原料的标尺。因为油脂对啤酒是有害的，它能破坏啤酒的泡持性，削弱啤酒的起泡能力，因此含油量超过指标的玉米，不能用于啤酒生产。新近的研究工作却证实，玉米油对啤酒泡沫性能的影响，并不象过去想象的那么严重^{[3][4]}。

玉米粒的胚乳一般含油极少，胚乳周围的部分也只能觉察到微量的油。胚芽含油较多，如果把胚芽和胚乳分开的话，就能除去极大部分的玉米油。

玉米的除芽和去油可用化学方法进行，也可用机械方法进行，特制的玉米除芽机就是一例。

分出的胚芽可以榨油。榨油后的渣饼，通常与多脂肪的