


中等专业学校教材

啤酒工艺学

秦耀宗 主编

PIJIU GONGYIXUE



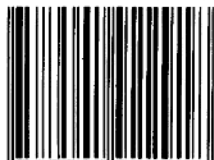
 中国轻工业出版社

中国轻工业出版社图书目录

酒精工艺学(中专教材)	18.00
白酒工艺学(中专教材)	15.00
啤酒工艺学(中专教材)	36.00
果酒工艺学(中专教材)	20.00
黄酒工艺学(中专教材)	18.00
啤酒生产工艺(技工教材)	48.00
黄酒生产工艺(第二版)	36.00
酒精与蒸馏酒工艺学	55.00
啤酒工业手册	98.00
白酒生产技术全书	120.00
固态法白酒生产技术	12.00
低度白酒生产技术	30.00
浓香型大曲酒生产技术(修订版)	35.00
酒精蒸馏技术(第二版)	56.00
白酒生产问答	40.00
啤酒生产问答(修订版)	32.00
白酒勾兑技术问答	16.00
酶制剂应用手册	28.00
酶制剂应用技术	20.00
新编调酒师手册	36.00
发酵工业概论	30.00
发酵生物技术专业英语	20.00

欲购图书者,请在邮局的汇款单上详细写清
您的邮编、地址、姓名、附言处注明书名、册数。
书款和邮挂费(书价的20%)汇至:
北京东长安街6号,中国轻工业出版社 三编室
邮编:100740 电话:010-65241695

ISBN 7-5019-2291-8



9 787501 922918 >

ISBN 7-5019-2291-8/TS · 1415

定价: 36.00元

中等专业学校教材

啤酒工艺学

秦耀宗 主编

图书在版编目(CIP)数据

啤酒工艺学/秦耀宗主编. —北京:中国轻工业出版社,
1999.3(2004.4重印)
中等专业学校教材
ISBN 7-5019-2291-8

I. 啤… II. 秦… III. 啤酒-酿造-专业学校-教材 IV.
TS262.5

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第40212号

责任编辑:唐是雯 白洁 责任终审:滕炎福 封面设计:赵小云
版式设计:赵益东 责任校对:郎静瀛 责任监印:吴京一

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

印刷:三河市艺苑印刷厂

经销:各地新华书店

版次:1999年3月第1版 2004年4月第3次印刷

开本:850×1168 1/32 印张:15

字数:389千字

书号:ISBN 7-5019-2291-8 / TS·1415 定价:36.00元

读者服务部邮购热线电话:010-65241695 85111729 传真:85111730

发行电话:010-88390721 88390722

网址:<http://www.chlip.com.cn>

Email:club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

40169J1C103ZBW

前 言

本书是根据轻工业中等专业学校工业发酵专业“啤酒工艺学”教学大纲编写而成的。书中系统地介绍了啤酒生产各工序的工艺原理、工艺控制、生产设备、操作方法、常见事故的分析与处理及啤酒生产物料衡算、啤酒生产中副产物的综合利用与三废治理等内容；对国内外已较成熟的啤酒生产新技术、新工艺也作了较为详细的介绍。

全书内容兼顾了系统性、科学性和实用性，注重于理论联系实际，并力求做到深入浅出、通俗易懂。

本书可作为轻工中专工业发酵专业教学用书，也可供职工中专、职业高中、技工学校等相关专业的师生使用，同时可供从事麦芽和啤酒生产与科研的工程技术人员、职工参考。

本书第一、五、六、七（不含第一节）、八章和附表由广州轻工业学校秦耀宗编写，第三、四章和第七章第一节由湖北省轻工业学校郭继义编写，第二、九章由四川省轻工业学校万萍编写。全书由秦耀宗担任主编，深圳金威啤酒有限公司副总工程师、高级酿酒师彭先才高级工程师担任主审。

本书中凡成分的含量、浓度等以%表示的，一般均指质量分数。

在本书编写及出版过程中，得到不少啤酒与麦芽生产工厂同行及中国轻工业出版社的帮助和支持，在此谨表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中如有错误或不当之处，恳切希望读者惠予批评指正，以便改进。

编 者

目 录

第一章 概论	1
一、啤酒发展简史	1
二、啤酒工业现状及发展趋势	3
三、啤酒的定义和分类	8
四、啤酒的营养价值	9
五、啤酒生产工艺流程	11
第二章 啤酒酿造原料	14
第一节 大麦	14
一、大麦的品种	14
二、大麦的产地	15
三、大麦的组织结构	15
四、大麦的化学组成	17
五、啤酒用大麦的质量要求	22
第二节 辅助原料	25
一、添加辅助原料的目的	25
二、辅助原料的种类	26
第三节 啤酒花	28
一、酒花的植物性状	28
二、酒花的成分	29
三、酒花的质量标准	31
四、酒花的贮存	32
五、酒花的加工制品	33
第四节 水	35
一、啤酒生产用水的性质	35
二、啤酒生产用水的水质要求	37
三、啤酒酿造用水的改良	38

第三章 麦芽制造	44
第一节 概述	44
第二节 大麦的贮藏及预处理	46
一、大麦的贮藏	46
二、大麦的预处理	49
三、精选大麦的质量控制	58
第三节 大麦的浸渍	59
一、浸渍的目的	59
二、浸渍的基本理论	60
三、浸麦设备	66
四、浸麦方法	69
五、露点率、浸麦度及其控制	74
第四节 大麦的发芽	79
一、大麦发芽的理论	79
二、发芽实践	93
三、发芽方法	105
四、加速发芽的措施	117
五、发芽设备	119
第五节 新鲜麦芽的干燥	125
一、麦芽干燥的目的	125
二、麦芽干燥理论	126
三、麦芽干燥设备	131
四、麦芽干燥操作和工艺控制	138
五、干燥麦芽的处理	144
六、干燥麦芽的贮藏	146
第六节 制麦损失	148
一、制麦损失	148
二、制麦中物质损失的一般范围及质量、容积变化	149
三、控制制麦损失的措施	149
第七节 麦芽质量的判定	151
一、感官特征	151

二、物理检验	151
三、化学检验	152
四、啤酒麦芽的行业标准	154
第八节 特种麦芽	155
一、着色麦芽	155
二、非着色麦芽	159
第九节 制麦技术的进展	162
一、强化洗麦、浸麦	162
二、发芽设备和技术的进展	163
三、焙燥设备的发展	164
四、绿麦芽焙燥工艺的探讨	164
第四章 麦汁制造	166
第一节 原料粉碎	166
一、粉碎的目的和粉碎度要求	166
二、粉碎设备	168
三、麦芽粉碎方法	172
四、粉碎度的调节	177
第二节 糖化室及糖化设备	181
一、糖化室	181
二、糖化设备组合	182
三、糖化设备及麦汁澄清设备	183
第三节 糖化	195
一、糖化理论	195
二、糖化方法	213
三、糖化工艺技术条件	221
第四节 麦汁过滤	228
一、过滤槽法	228
二、压滤机法	231
三、快速过滤设备	234
四、各种过滤方法的比较	235
第五节 麦汁的煮沸与酒花添加	236

一、麦汁煮沸	236
二、添加酒花	244
三、麦汁的定型	250
第六节 糖化浸出物收得率	252
一、浸出物收得率及原料利用率的计算公式	252
二、影响原料利用率的因素	253
第七节 麦汁冷却	255
一、麦汁冷却的目的	255
二、冷却过程中的基本变化	255
三、麦汁冷却与凝固物的分离方法	259
第八节 麦汁制备过程中的副产物及其利用	266
一、麦糟	267
二、酒花糟	268
三、冷、热凝固物	269
第九节 麦汁制造技术的进展	269
一、近代麦汁制造中的基本工艺改进	270
二、酶制剂的推广和使用	272
三、外加酶糖化法	274
第五章 啤酒发酵	276
第一节 啤酒酵母菌的培养	276
一、啤酒酵母的命名和分类	276
二、啤酒酵母的种类及其特性	277
三、啤酒酵母的形态和构造	279
四、啤酒酵母的繁殖方法	281
五、啤酒酵母的化学成分	283
六、啤酒酵母所含的主要酶类	283
七、啤酒酵母的营养	285
八、啤酒酵母的扩大培养	286
九、啤酒酵母的质量鉴别	292
第二节 啤酒发酵理论基础	296
一、啤酒发酵机理	296

二、发酵过程中的物质变化	301
三、影响发酵的几个因素	310
第三节 主发酵	312
一、主发酵设备	312
二、主发酵的工艺操作	316
三、主发酵过程	317
四、酵母的添加	318
五、发酵控制	320
六、酵母的回收及再利用	322
七、异常发酵及处理方法	323
第四节 后发酵	323
一、后发酵的作用	324
二、后发酵设备	326
三、后发酵的工艺操作及控制	327
四、提高啤酒稳定性的措施	330
五、后发酵异常现象及处理方法	332
第五节 其他发酵方法	333
一、缩短发酵周期法	334
二、高浓度麦汁发酵法	335
三、锥形罐发酵法	338
四、连续发酵法	347
第六节 啤酒发酵副产物的回收利用	355
一、啤酒酵母的回收和利用	355
二、CO ₂ 的回收和利用	358
第六章 成品啤酒	361
第一节 啤酒的过滤	361
一、过滤原理	361
二、过滤方法	363
三、各种过滤方法的比较	374
第二节 啤酒的包装	374
一、瓶装啤酒	375

二、罐装啤酒	385
三、桶装啤酒	387
第三节 成品啤酒的质量	392
一、啤酒的成分	392
二、构成啤酒质量的主要因素	395
三、成品啤酒的质量要求	398
四、啤酒国家标准 (GB 4927—91)	399
第四节 啤酒品评法	402
一、概述	402
二、品评要求	402
三、品评方法	404
第五节 啤酒的主要病害	405
一、啤酒的混浊	405
二、啤酒的喷泡	408
第七章 特种啤酒和新品种啤酒	411
第一节 淡爽型啤酒和干啤酒	411
一、淡爽型啤酒、干啤酒的兴起	411
二、3 种类型啤酒风格差异的实质	412
三、酿制淡爽型、干型啤酒的工艺特点	414
四、酿造原料的要求	415
五、麦汁制造工艺要点	416
六、啤酒发酵工艺	418
第二节 无醇啤酒	419
一、真空蒸馏法	420
二、透析法	421
三、反渗透法	421
四、低温接触法	423
五、限制发酵法	424
六、稀释法	425
第三节 黑啤酒	425
一、14°P 全麦黑啤酒的酿制工艺	426

二、高浓度 18°P 黑啤酒的酿制工艺	429
第四节 白啤酒	431
第五节 纯生啤酒	437
一、五星纯生啤酒	438
二、珠江纯生啤酒	439
第六节 白瓶啤酒	440
第七节 冰啤酒	443
一、冰啤酒酿制原理及其特点	444
二、冰啤酒生产工艺流程	444
三、冰啤酒生产技术要点	445
四、几个冰啤酒生产实例	446
第八节 粉末啤酒和固体啤酒	447
一、粉末啤酒	447
二、固体啤酒	447
第九节 微型啤酒厂	448
一、发展概况	448
二、生产工艺	449
三、发展趋势及应注意的问题	450
第八章 啤酒工厂的废水处理	451
第一节 我国工业废水的排放标准	451
第二节 啤酒厂的废水排放量及其污染强度	451
第三节 啤酒生产废水的处理方法	452
第九章 啤酒生产的物料计算	458
第一节 麦芽生产物料衡算	458
一、基础数据	458
二、100kg 精选大麦生产浅色麦芽的物料计算	458
三、麦芽生产物料衡算表	462
第二节 啤酒生产物料衡算	462
一、基础数据	462
二、100kg 原料(麦芽+大米)生产 12°P 淡色啤酒的物料计算	463

三、生产 100L 12°P 淡色啤酒的物料计算	464
四、啤酒生产物料衡算表	466

第一章 概 论

一、啤酒发展简史

啤酒是一种很古老的酒，是所有发酵食品中最古老的品种之一。

啤酒是一种世界性的酒，五大洲绝大多数国家都有生产和饮用，是当今世界产量最大的一种酒类。

啤酒究竟起源于何时何地，目前尚无定论。过去史书上都说啤酒发源于巴比伦，这从发掘巴比伦废墟中发现的啤酒酿造方法可资证明。在巴比伦的法典中，为啤酒的酿造和销售还立下了精确的酿造规章和法律。巴比伦是公元前二三千年在幼发拉底河畔建立的古国（在今伊拉克境内），因此，根据此说啤酒的历史已有四五千年了。最近又有的学者研究认为，啤酒发源于古亚述（即今叙利亚）。根据古代文献记载，古亚述人向女神尼哈罗献酒用的就是啤酒。如以此说，那啤酒的历史就有四五千年之久了。

在巴比伦时代，埃及也会制造啤酒了（也有说埃及的啤酒酿造术系由巴比伦传入）。以后，啤酒生产技术逐渐传入欧美及东亚等地。

在古代，人们用发过芽的大麦、小麦或荞麦来酿造啤酒，并且能酿造出好多不同类型的啤酒，有些是甜的，有些是酸的。后来，德国人把原料固定下来，只使用大麦的麦芽酿造啤酒。从公元8世纪起，直至今天，世界各国制造啤酒基本上都是使用大麦芽作为酿造原料。

所有古代的啤酒都不用啤酒花酿造。当时，在啤酒中使用了许多不同种类的香料和草药，尤其在德国，用得更多。后来，有

的国家或地区可能已逐渐知道采用啤酒花作香料，但直到公元736年，才在巴伐利亚，第一次在文献中明确提到啤酒花。公元14世纪至15世纪起，德国的啤酒酿造普遍使用了啤酒花。以后，其他国家也陆续先后效法，于是逐步统一了啤酒花用作啤酒的香料。

啤酒传到欧洲以后，法国人的祖先古哥尔人进行仿制，在夏尔王朝时得到了很大发展，每一个采邑都建立了啤酒作坊，这对欧洲许多国家啤酒的发展起了促进作用。后来每个国家从州、县到村庄都有自己的啤酒作坊，并生产出具有自己独特风格的啤酒。到9世纪，欧洲的啤酒生产进一步盛行起来，在农村，家家户户都能做啤酒。时至今日，欧洲啤酒生产的厂家之多、产量之大，仍名列各洲之前茅。

啤酒生产技术，由于相互保守秘密，一直到17世纪还停留在经验阶段。18世纪初勒沃米发明温度计，1830年发现了各种酶对大麦发芽的作用，才有了初步的理性认识。19世纪中叶，由于加热方法和蒸汽机的改进，啤酒生产才步入工业化。1870年啤酒工业应用了冷冻机，对啤酒生产技术的发展起了更大的推动作用。同一时期，由于法国科学家巴斯德对啤酒酵母的研究，解决了“有生发酵”问题，并肯定了发酵是生物化学作用。从此，啤酒学在世界上才成了一门科学，开始设立啤酒学校和啤酒科学研究机构。

中国和亚述是世界上用粮食原料酿酒的两个最古老的国家。据考证，我国用谷物酿酒的历史已有六七千年了，至少也有四五千年了。我国的黄酒和白酒均闻名于世。啤酒酿造最基本的两种原料——大麦和酒花都源于我国。啤酒大麦是由我国西藏的大麦原始品种散布到全世界的。并且早在3200多年前，我们的祖先已经用麦子发芽酿酒了，当时生产的酒，称为“醴”，是一种类似今天啤酒的甜淡的酒。啤酒花分亚洲与欧美两个品系。亚洲系统的酒花，原生地在中国，日本的酒花（日本称“唐花草”）原

种是从中国移植过去的；欧洲系统的酒花是公元 8 世纪前从中国沿着丝绸之路传播过去的。南宋朱翼中著的《北山酒经》中所述的造曲法中，有好几种曲都加有酒花（蛇麻花），随后在酿酒时带入酒中，这就确凿证明，我国已早在 12 世纪就使用酒花制曲酿酒了。

以工业化方法生产的现代啤酒，是从国外传入我国的。我国出现的第一个啤酒厂是 1900 年帝俄在哈尔滨开办的乌尔卢布列斯基啤酒厂（现已无此厂），1901 年俄德合办建立哈尔滨啤酒公司。其后，1903 年英德合资在青岛开设英德啤酒酿造股份有限公司（青岛啤酒厂前身），1910 年法国人在上海建立了国民啤酒厂（上海啤酒厂前身），接着犹太商人在天津建立了大美啤酒厂，1920 年丹麦在上海开办了斯堪的那维亚啤酒厂。1936 年日本在沈阳先后建立了 3 个啤酒厂，即太阳、麒麟两啤酒厂（现沈阳啤酒厂一、二车间）和亚细亚啤酒厂（沈阳酿酒厂前身）。1936 年英商怡和洋行在上海开办了怡和啤酒厂（华光啤酒厂前身）。日帝侵占华北后于 1941 年在北京又建立了一个北京啤酒厂。我国自建的第一家啤酒厂是 1904 年由我国民族资产阶级在哈尔滨开办的东三省啤酒厂，1914 年哈尔滨又建起了五洲啤酒汽水厂，1915 年北京建立了双合盛五星啤酒厂，1920 年山东烟台建成了醴泉啤酒厂（烟台啤酒厂前身），1934 年建成了广州五羊啤酒厂（广州啤酒厂前身），它采用了当时比较先进的生产设备。这些民族啤酒企业的生产能力一般都较小，但大的达到了每年二三千吨。

二、啤酒工业现状及发展趋势

啤酒是全球产量最大、消费最多的一个酒种。60 年代以来，啤酒的发展十分迅猛，特别是 1972 年第九届世界营养食品会议推荐啤酒为营养食品之一后，更是身价倍增，并在 70 年代向蒸馏酒和葡萄酒发起猛烈冲击，获得了突破性的进展。据联合国的

一份报告得知，从 1960 年到 1980 年的 20 年中，世界啤酒产量翻了一番，而 1962 年世界啤酒产量仅比 10 年前增长 40.5%。

进入 80 年代以后，世界啤酒的发展速度放慢，主要是因为西欧、北美、大洋洲各发达国家的啤酒市场已趋饱和；加工受到诸如凉汽酒等新的酒种和软饮料的冲击，人们的消费习惯逐渐转移，啤酒消费也就相对下降，导致啤酒产销停滞不前，甚至欧洲的啤酒产量近年还稍有下降。只是由于第三世界国家啤酒增产，才使世界总产量仍有少量增长。预计今后一段时期南美洲仍将以 3% 左右的年增长速度发展，亚洲的年增长速度可以达到 6% 左右，其中中国更可以达到 8%~10% 的较高速度。世界啤酒总产量的年增长速度在 1%~3% 之间。

据统计，1993 年世界五大洲共有 151 个国家（地区）生产啤酒。其中美洲 37 个，欧洲 29 个，亚洲 29 个，非洲 47 个，大洋州 9 个，它们分别占世界啤酒产量的 36.42%、36.34%、20.85%、4.49%、1.90%。1993 年世界啤酒总产量为 11886000 万升，以美国的产量最大，为 2373000 万升，其次是中国、德国、日本、巴西，以上五大啤酒生产国的产量占世界总产量的 50.43%。1996 年世界啤酒产量为 12600000 万升，人均年消费量为 22L，其中捷克的人均年消费量最高，达 160L。

我国啤酒工业的发展十分迅速，啤酒产量的增长速度远远超过世界水平，年均增长速度 50 年代约为 38%，60 年代约为 20%，70 年代约为 14%，进入 80 年代以后加速发展，直至 1993 年止，年增长速度均高达 20%~30% 以上，令世人所瞩目。

新中国成立前夕，全国只有七八家啤酒厂，年产啤酒仅六七千吨。而如今，全国各省、市、自治区都有了啤酒厂，至 1988 年全国有啤酒生产企业 813 家；进入 90 年代以后，啤酒生产企业的规格不断扩大，数量逐渐减少，至 1996 年企业数减为 589 家。1990 年我国啤酒产量增加到 692.2 万吨，是 1980 年的 68.8 万吨的 10.06 倍；1993 年更达到 1225 万吨，一跃而为世界第二