

现代啤酒生产工艺

Modern Technology of Beer Production

李秀婷 主编



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

北京市属高等学校人才强教计划资助项目(No. PHR 20110872)
北京市食品添加剂工程技术研究中心

现代啤酒生产工艺

李秀婷 主编



NLIC2970938763

中国农业大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

《现代啤酒生产工艺》是一本系统介绍啤酒发展及其现代工艺基础研究的书籍。书中纳入最近十年啤酒工业出现的新技术、新工艺、新设备、新品种以及质量控制和副产物利用方面的最新内容。从原料、生产到包装对现代啤酒工艺技术进行了系统的介绍。

全书共分 15 章,内容注重理论与实践技术的紧密结合,依据现代啤酒生产流程,将工艺、技术与设备并重,内容翔实,通俗实用。

本书不仅适用于啤酒工业的技术人员与生产人员阅读,也可供从事啤酒研究开发以及有关大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代啤酒生产工艺/李秀婷主编. —北京:中国农业大学出版社,2013. 6

ISBN 978-7-5655-0752-6

I. ①现… II. ①李… III. ①啤酒-生产工艺 IV. ①TS262. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 137707 号

书 名 现代啤酒生产工艺

作 者 李秀婷 主编

策划编辑 童 云

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

电 话 发行部 010-62818525,8625

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2013 年 6 月第 1 版 2013 年 6 月第 1 次印刷

规 格 787×1 092 16 开本 26.5 印张 656 千字

定 价 68.00 元

责任编辑 田树君

责任校对 陈 莹 王晓凤

邮政编码 100193

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

e-mail [cbsszs @ cau. edu. cn](mailto:cbsszs@cau.edu.cn)

图书如有质量问题本社发行部负责调换

编写人员

主 编 李秀婷

参 编 朱运平 滕 超 熊 科

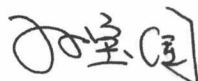
序

啤酒是世界上继水和茶之后消费量排名第三的饮料,同时也是人类最古老的酒精饮料之一。啤酒作为世界上生产和消费量最大的酒种,于20世纪初传入中国。至今,全世界已经有150多个国家和地区生产啤酒,而啤酒的类型也已发展到数以万计。

啤酒以大麦芽、大米为原料,加入少量酒花,经糖化、低温发酵而成,因其营养丰富被称为“液体面包”,是一种低浓度酒精饮料。另外,由于啤酒乙醇含量较其他酒类更少,故啤酒的饮用不但不易醉人伤人,少量饮用反而有益身体健康。最近几年我国已经成为世界上啤酒产量最大的国家。2012年,行业累计产量已达4 902万 kL,约占全球产量的1/4。2012年啤酒产量位居全国前三名省市——山东、河南和广东产量均已超过400万 kL。因此我国在提升生产能力的同时,注重生产工艺的完善及现代技术的革新也应该成为本行业的重点予以关注。

经过几千年的发展,世界传统食品尤其是发酵食品正在完成着自身的“进化”,尤其最近几十年来随着科技的飞速发展,包括啤酒制造行业也正在进行着全方位的革新。例如为了更充分挖掘现代生产设备的能力,提高糖化、发酵、储酒甚至啤酒澄清设备的利用率,以最小的成本扩充啤酒产量,高浓酿造稀释技术应运而生。从20年前的16~24°P高浓酿造技术到当代的24~32°P超高浓酿造技术的研用,技术的革新极大地提高了啤酒行业的生产能力,同时也对传统的工艺提出新的改革课题。另外,现代生活的飞速发展和人们观念的日新月异同样给啤酒行业不断提出要求,相应的淡爽型啤酒、低醇啤酒、黑啤酒、冰啤酒、果味鲜啤酒、低热量啤酒等各种啤酒新品种也因此而不断被推出。

基于啤酒行业近几十年的各种变化,长期从事发酵食品相关研究的李秀婷教授组织相关专家、学者进行了本书的编撰。书中不仅有对现代啤酒生产流程的详细介绍,同时还着重对最近几十年啤酒酿造行业出现的一些新的变化和发展趋势进行了汇总,参与编撰人员在创作过程中加入了很多新理论、新观念,体现了最近几十年啤酒行业发展的特点。本书既适合啤酒生产的技术人员、生产人员阅读,也适合有关大专院校师生参考。相信本书对啤酒酿造行业从业人员的生产实践及生产技术水平的提高均能起到积极作用。



2013. 5. 18

前 言

近几十年来我国啤酒工业发展很快。1993年,我国啤酒产量已经超过德国跃居世界第二,仅次于美国。自2002年以来我国啤酒总产量超过美国跃居世界第一啤酒生产大国。随着社会的进步和人民生活的改善,我国啤酒人均消费量也逐渐接近世界水平,并以每年5%的速度增长。旺盛的市场需求带动了产业的快速发展,我国啤酒工业生产工艺及装备也不断升级,进一步促进了行业的快速发展。

随着啤酒工业的快速发展,生产工艺也不断创新,现代啤酒酿造技术的发展给传统工艺带来了深刻的革新。为满足人们生活品味及需求,新型啤酒产品也层出不穷。在此形势下,为了及时更新和总结啤酒工业的研究成果,满足广大从事相关技术研究人员及实际生产人员的需求,我们编写了这本《现代啤酒生产工艺》。书中系统详细介绍啤酒发展及其现代工艺基础研究,包括原辅料、菌种、生产工艺、副产物利用、安全质量体系和包装等内容。同时详细介绍了现代啤酒生产新的工艺技术,内容已基本涵盖各类新品种啤酒的研究。

本书在编写的过程中,参考了国内外大量的研究资料,加以对比、归纳、筛选和整理,凝结了所有编写人员的心血。啤酒的生产酿造过程是连续的,每个过程都不可分,本书也基本上按照实际生产过程顺序编辑。为了增加本书的实用性,本书在介绍具体的生产工艺时运用了大量的图、表进行说明,同时穿插了最基本的理论和知识。全书共15章节,编写者均为食品发酵领域的研究人员,编写分工:滕超编写第二至第六章;朱运平编写第七至第十二章及第十四章;熊科编写第一、十三、十五章等。李秀婷对全书内容进行了统一编写。

本书适宜作为有关食品专业大专院校的教材,也可以作为啤酒工业的工艺技术材料提供相关专业的研究和技术人员参考。

鉴于作者水平有限,书中难免存在不足和错误之处,恳请广大同行及读者提出宝贵意见和建议。

主编 李秀婷

2013年4月于北京工商大学

目 录

第一章 啤酒概论	1
第一节 啤酒的定义和分类	1
一、啤酒的定义	1
二、啤酒的分类	1
第二节 啤酒的营养价值	4
一、啤酒的基本营养成分	4
二、啤酒的营养价值	4
三、啤酒的保健作用	6
第三节 啤酒和酒度	8
一、适量饮用啤酒	8
二、酒度的表示方法	9
第四节 啤酒发展简史	10
一、世界发展简史	10
二、中国发展简史	11
第五节 当前世界啤酒工业的发展特点	11
一、市场基本饱和	11
二、生产高度集中	12
三、品种多样化	12
四、进出口量呈现增长趋势	13
第六节 中国啤酒工业现状及发展趋势	13
一、中国啤酒工业现状	13
二、中国啤酒工业发展趋势	14
三、我国啤酒工业健康发展应注意解决的几个问题	21
参考文献	22
第二章 啤酒酿造用水	23
第一节 水的重要性	23
一、水源	23
二、天然水源中溶解的无机盐及其特性	24
三、水中无机离子对啤酒酿造的影响	26
第二节 活性炭过滤及其工艺设计	28
一、水处理方法的选择	28
二、活性炭过滤	29

第三节 其他过滤方法	31
一、机械过滤	31
二、精密过滤	31
三、砂滤棒过滤	31
第四节 啤酒酿造水、稀释水标准	32
一、啤酒酿造用水的要求	32
二、啤酒稀释用水	35
第五节 啤酒生产中的微生物控制	38
一、啤酒生产过程中的微生物控制	38
二、纯生啤酒的微生物管理	44
第六节 水处理流程档案	49
一、井水处理系统	49
二、高浓稀释水处理系统	50
三、纯生酒洗瓶机用水处理系统	51
参考文献	51
第三章 酿造用大麦	53
第一节 大麦及啤酒酿造用大麦	53
一、大麦的分类	53
二、大麦的形态	54
三、大麦的化学成分	55
四、鉴别大麦质量的方法	59
五、酿造大麦的质量标准	62
六、大麦的收获与贮藏	63
第二节 制麦	65
一、大麦预处理	65
二、浸麦的方法及控制	69
三、发芽	76
四、绿麦芽干燥及除根	86
五、包装、储存及运输	89
六、技术及质量标准	89
七、制麦过程中的指标控制	94
八、麦芽质量指标异常的处理技术	98
九、麦芽缺陷对啤酒酿造的影响	102
参考文献	105
第四章 酒花及酒花制品	106
第一节 植物性状及栽培分布	106
一、酒花的植物性状	106
二、酒花的栽培分布	107



第二节 酒花化学成分及其作用	108
一、酒花树脂及其作用	108
二、酒花油及其作用	111
三、多酚物质及其作用	111
第三节 酒花对啤酒酿造的作用	112
第四节 啤酒花制品	113
一、全酒花	113
二、酒花粉	114
三、颗粒酒花	114
四、酒花浸膏	115
五、异构酒花浸膏	116
六、酒花油制品	116
七、其他酒花制品	116
参考文献	117
第五章 啤酒酵母的构造、选育及保藏	118
第一节 酿酒酵母类别	118
一、所属分类	118
二、上面酵母和下面酵母	118
三、凝聚酵母和粉状酵母	119
四、啤酒工厂常用的传统酵母菌种	120
第二节 构造及作用原理	121
一、啤酒酵母的形态	121
二、啤酒酵母细胞的结构	122
第三节 酵母选育	123
一、单细胞菌株的获得	123
二、啤酒酵母的分离培养	127
三、啤酒酵母的扩大培养	130
第四节 保藏与回收	134
一、纯种原菌的保藏法	135
二、生产现场酵母保藏法	136
第六章 主要辅料	138
第一节 大米	139
一、大米的品种和特点	139
二、大米在啤酒酿造中的应用	140
第二节 玉米	143
一、玉米作为辅料的可行性	143
二、脱胚玉米酿造啤酒的优点	143
三、玉米淀粉	143



四、使用玉米的特点和要求	144
第三节 小麦	146
一、小麦的分类	147
二、小麦的特点及对啤酒酿造的影响	147
第四节 淀粉	148
第五节 糖类	151
一、蔗糖	151
二、葡萄糖	152
三、转化糖	152
四、糖浆	152
第六节 化工原料	155
一、硅藻土	155
二、酶制剂	156
三、稳定剂、澄清剂	157
四、食品添加剂	159
参考文献	161
第七章 麦汁制备	164
第一节 原料粉碎	165
一、麦芽的粉碎	165
二、麦芽粉碎设备	167
三、麦芽粉碎后的组成分析和体积变化	170
四、影响麦芽粉碎的技术条件	172
第二节 辅助原料的粉碎	172
一、辅助原料的粉碎度	173
二、大米和玉米粉碎的技术条件	173
三、原料粉碎过程中应用的自动化技术	174
第三节 糖化、糊化	175
一、糖化	175
二、糖化的设备	181
三、麦芽糖化过程的技术条件控制	186
四、糖化车间的控制系统	187
第四节 麦汁过滤	189
一、麦汁过滤的目的	189
二、麦汁过滤的基本要求	189
三、麦汁过滤的方法及设备	189
第五节 麦汁煮沸与酒花添加	195
一、麦汁煮沸	195
二、酒花的添加	197



第六节 麦汁冷却、凝固物分离与充氧技术	200
一、热凝固物的分离	200
二、冷凝固物的分离	202
三、麦汁冷却	203
四、麦汁充氧技术	204
参考文献	205
第八章 啤酒发酵	208
第一节 酵母扩培	208
一、优质的酵母	208
二、酵母功能特性对啤酒质量的影响	208
第二节 啤酒发酵机理	211
一、糖类的发酵	211
二、含氮物质的同化与转化	212
三、发酵副产物的形成与分解	213
第三节 传统发酵法(主发酵与后发酵)	218
一、主发酵	218
二、后发酵	219
第四节 工艺技术	219
一、主发酵工艺控制条件	219
二、影响发酵度及风味的因素	220
三、自动化系统在啤酒发酵过程中的使用	224
第五节 啤酒酿造新方法	226
一、浓醪发酵	226
二、快速发酵法	228
三、露天锥形发酵罐	231
四、纯生啤酒的开发	234
五、连续发酵法	238
六、缩短发酵周期法	254
参考文献	257
第九章 啤酒澄清与稳定性处理	259
第一节 啤酒过滤	259
一、啤酒过滤的目的	259
二、啤酒过滤的原理	259
三、啤酒过滤的方法	259
四、影响啤酒过滤澄清度的因素	261
五、啤酒过滤中应注意的问题	262
第二节 稳定性处理	262
一、非生物稳定性	262

二、生物稳定性	264
三、啤酒的风味稳定性	264
第三节 甲醛、单宁酸等的使用	266
一、甲醛的使用	266
二、单宁酸的使用	268
参考文献	269
第十章 高浓度稀释啤酒酿造(HGB)及啤酒后修饰技术	270
第一节 高浓度啤酒稀释技术	270
一、高浓度酿造稀释的主要生产方法	270
二、高浓度麦汁的制备	270
三、高浓度麦汁的发酵	271
四、高浓度发酵液的稀释	271
五、高浓度啤酒稀释技术应注意的几个问题	272
六、高浓度啤酒酿造过程的技术难点及突破方法	272
第二节 高浓度稀释啤酒的缺陷	273
一、持泡性差	273
二、口味太浅	274
三、风味不协调	275
第三节 后修饰技术	275
一、啤酒的修饰剂	276
二、后修饰类型	278
参考文献	279
第十一章 啤酒灌装	280
第一节 商标	280
一、啤酒商标的分类	280
二、啤酒商标标志的特性	281
三、商标材料的特性	281
四、啤酒商标的技术要求	282
五、啤酒商标质量标准	283
六、啤酒商标的发展现状	284
第二节 啤酒容器	285
一、玻璃瓶	285
二、易拉罐	286
三、啤酒桶	287
四、PET瓶	288
五、散装	292
第三节 啤酒灌装线	293
一、灌装的主要步骤	294



二、国产灌装线	295
三、主要设备的合理使用	296
四、无菌灌装	297
第四节 成品啤酒外包装	300
一、纸箱	300
二、可回收塑料包装箱	301
三、塑料膜热收缩包装	302
参考文献	303
第十二章 副产物的综合利用	304
第一节 废啤酒酵母的综合利用	304
一、在制药工业方面的应用	304
二、在食品工业方面的应用	307
三、在饲料工业方面的应用	310
四、啤酒废酵母滤液中回收酒精	311
五、利用啤酒酵母处理豆制品生产废水	311
第二节 啤酒糟的综合利用	311
一、在酶制剂方面的应用	312
二、在食品工业方面的应用	312
三、在饲料工业中的应用	314
第三节 其他废弃物的综合利用	316
一、酒花糟的综合利用	316
二、活性污泥的综合利用	316
三、麦芽根的综合利用	318
四、啤酒废水的综合利用	319
参考文献	319
第十三章 质量检测	321
第一节 感官指标	321
一、淡色啤酒	323
二、浓色啤酒、黑色啤酒	323
第二节 理化指标	324
一、淡色啤酒	324
二、浓色啤酒、黑色啤酒	325
第三节 卫生指标	325
一、原料要求	325
二、理化指标	329
三、微生物指标	330
第四节 啤酒品评(专业)管理及品酒员培训	331
一、啤酒感官评价的基础知识	331

二、啤酒品评的目的	333
三、啤酒品评系统的建立	333
四、影响啤酒感官评定的因素	338
参考文献	340
第十四章 啤酒质量控制	342
第一节 啤酒的常见质量问题	342
一、啤酒的混浊	342
二、啤酒的喷泡	346
三、风味异常	347
第二节 食品安全控制体系概述	351
第三节 GMP、SSOP、HACCP 安全控制体系概念及相互关系	351
一、良好操作规范	351
二、标准卫生操作程序	352
三、危害分析和关键控制点	352
四、GMP、SSOP、HACCP 的相互关系	352
第四节 食品安全控制体系与我国啤酒工业的可持续发展	353
一、食品安全控制体系有助于提高啤酒企业管理水平	353
二、食品安全控制体系有助于加强产品质量控制	353
三、食品安全控制体系有助于啤酒产品的出口,保护和促进啤酒国际贸易	353
第五节 啤酒质量关键控制点	353
一、HACCP 系统的主要内容	353
二、确立啤酒生产工艺过程中的 HACCP 体系的 CCP	354
第六节 食品安全控制体系在我国啤酒工业的应用和发展	355
参考文献	357
第十五章 新品种啤酒	359
第一节 淡爽型啤酒	359
一、淡爽型啤酒简介	359
二、工艺流程及操作方法	360
三、酿造原料的要求	363
四、麦汁制造工艺要点	364
五、发酵工艺	365
第二节 低醇啤酒	366
一、起源发展	366
二、生产工艺原理	367
第三节 黑啤酒	371
一、黑啤简介	371
二、生产工艺	371



第四节 冰啤酒·····	375
一、冰啤酒的定义·····	375
二、冰啤酒生产工艺及流程·····	376
第五节 果味鲜啤酒·····	378
一、果味鲜啤酒简介·····	378
二、果味鲜啤酒生产技术·····	379
三、果味鲜啤酒生产工艺·····	383
第六节 固体和粉末啤酒·····	386
一、固体和粉末啤酒简介·····	386
二、啤酒的粉末化技术·····	388
第七节 低热量啤酒·····	390
一、低热量啤酒简介·····	390
二、低热量啤酒的特点·····	390
三、低热量啤酒的生产原材料及综合技术·····	391
参考文献·····	395
附录 啤酒设备明细·····	397
一、制麦工序设备·····	397
二、麦芽汁制备工序设备·····	401
三、发酵工序设备·····	404
四、包装工序设备·····	405



第一章 啤酒概论

第一节 啤酒的定义和分类

一、啤酒的定义

啤酒是人类最古老的酒精饮料,是水和茶之后世界上消耗量排名第三的饮料。啤酒于 20 世纪初传入中国。

1. 传统说法

啤酒是以麦芽为主要原料,以大米或者其他谷物为辅助原料,经过麦汁的制备,加酒花煮沸,并经过酵母发酵酿制而成的,含有二氧化碳、起泡的、低酒精度(2.5%~7.5%)的各类熟鲜酒类。

现在国际上的啤酒大部分均添加辅助原料。有的国家规定辅助原料的用量总计不超过麦芽用量的 50%。在德国则禁止使用辅料,所以典型的德国啤酒,只利用大麦芽、啤酒花、酵母和水酿制而成。小麦啤酒则是以小麦为主要原料酿制而成的。

2. 广义说法

啤酒是以发芽的大麦或小麦,有时添加生大麦或其他谷物,利用酶工程制取物提取液,加入啤酒花进行煮沸,并添加酵母发酵而制成的一种含有二氧化碳、低酒精度的饮料。

二、啤酒的分类

啤酒是世界上生产和消费量最大的酒种,全世界约有 150 多个国家和地区生产啤酒。啤酒的类型很多,分类的方法也有多种,现在我们介绍几种主要的分类方法。

(一)根据啤酒酵母的性质分类

根据啤酒酵母的性质,人们将啤酒分为下面发酵啤酒和上面发酵啤酒。

下面发酵啤酒:传统的下面发酵啤酒大多利用煮出糖化法制取麦汁,近代酿造工艺多为煮出糖化法和浸出糖化法兼用,并采用下面酵母发酵而成。我国啤酒多属于此类。

上面发酵啤酒:上面发酵啤酒大多采用浸出糖化法制备麦汁,采用上面酵母发酵而成。每一种酵母进行的发酵都产生酒精和一系列发酵副产品,但其在生产过程中的发酵副产物因酵母品种不同而有所区别,因此,这两类啤酒的口味和气味有很大的区别。

(二)根据啤酒色泽分类

啤酒色泽是啤酒质量的一项重要指标,按色度的深浅可将啤酒分为 4 类。

1. 淡色啤酒

色度为 5~14 EBC(啤酒浊度单位),是产量最大的啤酒品种,约占 98%,根据地区的嗜好,淡色啤酒又分为淡黄色啤酒、金黄色啤酒和棕黄色啤酒 3 种类型。

(1)淡黄色啤酒:色度为 7 EBC 以下,大多采用色泽极浅,溶解度不甚高的麦芽为原料,糖化时间短,麦汁接触空气少,而且多经过非生物稳定剂的处理,除去酒体内的一部分多酚物质,因此色泽不带红棕色,而带黄绿色,在口味上多属淡爽型,酒花香突出。

(2)金黄色啤酒:色度为 7~10 EBC,采用的麦芽溶解度一般较淡黄色啤酒高些,非生物稳定性的处理也较轻,口味清爽醇和,要求酒花香突出。

(3)棕黄色啤酒:色度为 10~14 EBC,采用的麦芽大多溶解度较高,或者焙焦温度高,通风不良,色泽较深,糖化时间较长,麦汁冷却时间长,接触空气多。其口感较为粗重,色泽黄中略带棕色,严格来说,不应称其为淡色啤酒。

2. 浓色啤酒

色度为 15~40 EBC,色泽呈红棕色或红褐色,特点是麦芽香突出、口味醇厚、酒花苦味较轻。酿制浓色啤酒除采用溶解度较高的深色麦芽外,尚需加入部分特种麦芽。如焦香麦芽、巧克力麦芽等。根据其色度深浅,浓色啤酒又可分为以下 3 种。

棕色啤酒色度为 15~25 EBC。

红棕色啤酒色度为 25~35 EBC。

红褐色啤酒色度为 35~40 EBC。

3. 黑色啤酒

色度大于 40 EBC,色泽深红褐色乃至黑褐色。特点是一般原麦汁浓度较高,麦芽香味突出,口味醇厚,泡沫细腻,苦味则根据产品的类型有较大的差异。

4. 白啤酒

白啤酒是以小麦芽为主要原料生产的啤酒,酒液呈白色,清凉透明,酒花香气突出,泡沫持久。

(三)根据原麦汁浓度分类

根据啤酒原麦汁浓度,啤酒分为:①低浓度啤酒,原麦汁浓度小于 7°P(原麦汁浓度);②中浓度啤酒,原麦汁浓度 7~11°P;③全啤酒,原麦汁浓度 11~14°P;④强烈啤酒,原麦汁浓度大于 16°P。

也有资料这样分类:①营养啤酒,原麦汁浓度为 2.5~5°P,啤酒酒度为 0.5%~1.8%;②佐餐啤酒,原麦汁浓度为 4~9°P,啤酒酒度为 1.2%~1.5%;③贮藏啤酒,原麦汁浓度为 10~14°P,啤酒酒度为 3.2%~4.2%,这是世界各国畅销的啤酒类型,我国的啤酒其原麦汁浓度大多在 12°P 左右;④高浓度啤酒,原麦汁浓度为 13~22°P,啤酒酒度为 3.5%~5.5%。

(四)根据杀菌处理情况分类

(1)生啤酒。不经巴氏灭菌或瞬时高温灭菌,而采用物理过滤方法除菌,达到一定生物稳定性的啤酒。

(2)鲜啤酒。不经过巴氏灭菌或瞬时高温灭菌,成品中允许含有一定量活酵母菌,达到一

