

W. J. N. E.

酒类工艺与技术丛书



关 苑 童凌峰 童忠东 编著



化学工业出版社

W T N

酒类工艺与技术丛书



关苑 童凌峰 童忠东 编著



化学工业出版社

北京·



本书是酒类工艺与技术丛书之一。

全书共分为十一章，主要内容包括啤酒酿造基础知识，啤酒酿造的原料辅料，麦芽制造，啤酒酿造，啤酒发酵，啤酒的后处理，啤酒包装与灭菌，特种啤酒酿造，啤酒酿造过程弊病分析与质量控制，啤酒副产物的综合利用与水处理技术及质量指标，啤酒的检测技术与解决方案。

本书可供从事啤酒生产、研究的技术人员和管理人员阅读，也可供相关院校的师生参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

啤酒生产工艺与技术/关苑, 童凌峰, 童忠东编著. —北京: 化学工业出版社, 2014

(酒类工艺与技术丛书)

ISBN 978-7-122-22519-3

I. ①啤… ②关… ③童… ④童… III. ①啤酒酿造 IV. ①TS262.6



中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 083336 号

责任编辑: 夏叶清  
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 荣世芳  
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)  
印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司  
710mm×1000mm 1/16 印张 23 $\frac{3}{4}$  字数 478 千字 2014 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899  
网址: <http://www.cip.com.cn>  
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 89.00 元

版权所有 违者必究

## 编委会

主任：关苑

副主任：张嘉涛 贺伏娟 童忠东

委员：马雪芬 关苑 宋文 宋胥晨 余忠友

杨经洲 张嘉涛 张林爽 岑冠军 贺伏娟

高占义 夏天水 崔春玲 童忠东 童凌峰

谢义林

# 丛书序

国家发布的《食品工业“十二五”发展规划》中指出，到2015年，酿酒工业销售收入将达到8300亿元，年均增速达到10%以上；酒类产品产量年均增速控制在5%以内，非粮原料酒类产品比重提高1倍以上。

“十二五”期间，酿酒工业的发展应以“优化酿酒产品结构，重视产品的差异化创新”为重点，针对不同区域、不同市场、不同消费群体的需求，精心研发品质高档、行销对路的品种，宣传科学知识，倡导健康饮酒。注重挖掘节粮生产潜力，推广资源综合利用，大力发展循环经济，推动酿酒产业优化升级。

为加强企业食品安全意识，提高抵御金融危机能力，加快行业信息化建设，促进酿酒行业的可持续发展。中国酿酒工业协会针对不同酒种要求按照“控制总量、提高质量、治理污染、增加效益”的原则，确保粮食安全的基础上；根据水果特性，生产半甜型、甜型等不同类型的果酒创新产品。

编写《酒类工艺与技术》丛书的宗旨，希望对我国酿酒行业进一步发展与科技进步起到积极的推动作用。

节能、可再生能源和碳利用技术已成为当今世界应对环境和气候变化挑战的重要手段，伴随着新技术在工业化生产中的应用，传统经济模式将逐步被低碳经济模式所替代。为加快中国酿酒行业产业链低碳化进程，加速中国酿酒行业在节能减排新技术领域的发展是当今科学与工程研究领域的重要前沿。

生态酿酒是个系统工程，也是一个重要的责任工程，每个酿酒企业乃至整个酿酒行业理应重视。诚然，做好生态酿酒需要大量的人力、物力、财力投入，更需要先进的技术支撑、配套设备的跟进，甚至是社会相关方方面面的系统配合和支持。

丛书共分六册，包括《白酒生产工艺与技术》、《啤酒生产工艺与技术》、《红酒生产工艺与技术》、《黄酒生产工艺与技术》、《果酒生产工艺与技术》、《药酒生产工艺与技术》。

为了有效地推动酒类生产与加工和技术研究领域的发展步伐，从而促进我国酿酒行业经济发展，从前瞻性、战略性和基础性来考虑，目前应更加重视酿酒行业的应用技术与产业化前景的研究。因此，本丛书的特点是以技术性为主，兼具科普性和实用性，同时体现前瞻性。

为了帮助广大读者比较全面地了解该领域的理论发展与技术进步，我们在参阅大量文献资料的基础上进行了编写。相信本丛书的出版对于广大从事酒类生产与加工和开发研究的科技人员会有所帮助。

丛书编委会

# 前言

我国的啤酒工业从起步到现在，已经走过了一个多世纪。从 20 世纪以来，我国就开始重视啤酒行业的发展，提出政府要支持啤酒行业的发展，以带动酿酒工业的蓬勃发展。有关专家表示，我国的啤酒行业成本相对较低，啤酒行业日趋成熟，工业化生产技术水平不断提高，人员素质大幅提高，国内投资环境越来越好，各种有利因素使越来越多的国外企业选择我国作为酿酒工业的基地。至今中国啤酒产量已连续十二年位居世界第一。中国啤酒行业已经向集团化、规模化发展，啤酒企业也走向现代化、信息化。

另外，国家发改委与工业和信息化部联合发布的《食品工业“十二五”发展规划》指出，到 2015 年，酿酒工业销售收入将达到 8300 亿元，年均增速达到 10% 以上；酒类产品产量年均增速控制在 5% 以内，非粮原料酒类产品比重提高 1 倍以上。“十二五”期间，酿酒工业的发展应以“优化酿酒产品结构，重视产品的差异化创新”为重点，针对不同区域、不同市场、不同消费群体的需求，精心研发品质高档、行销对路的品种，宣传科学知识，倡导健康饮酒。注重挖掘节粮生产潜力，推广资源综合利用，大力发展循环经济，推动酿酒产业优化升级。

本书是作者在三十多年专业教学经验的基础上，吸收国内外先进的啤酒生产理论、技术等，精心编写而成。



本书共分为十一章，内容主要包括啤酒酿造基础知识、啤酒酿造原料、麦芽制造、啤酒酿造、啤酒发酵、啤酒的后处理、啤酒包装与灭菌、特种酿造啤酒、啤酒酿造过程弊病分析与质量管理等，作者对啤酒工业技术进行了分类和总结。

全书内容翔实，通俗易懂，图文并茂，实用性强，专业应用实例众多，是一本十分有价值的“啤酒生产工艺与技术”的科普著作。

在本书编写过程中，得到中国酿酒工业协会、青岛啤酒、燕京啤酒、华润雪花啤酒、哈尔滨啤酒、珠江啤酒、钱江啤酒、中国农业大学、山东农业大学、《华夏酒报》等单位及许多啤酒酿造专家和同仁的热情支持和帮助，提供有关资料并对本书内容提出了宝贵意见。高占义、余忠友、岑冠军等参加了本书的编写与审核工作。安凤英、来金梅、王秀凤、吴玉莲、黄雪艳、杨经伟、杨经涛、王书乐、高新、周雯、耿鑫、陈羽、董桂霞、张莹、杜高翔、丰云、蒋洁、王素丽、王瑜、王辰、王雷、王月春、韩文彬、周国栋、陈小磊、方芳、高巍、冯亚生、周木生、赵国求、吕仙贵、冯路等为本书的资料收集及整理付出了大量精力，在此一并致谢！

由于编写时间仓促，加之编者水平有限，不妥之处在所难免，恳请读者指正。

**编者**

**2013年7月**

# 目录



## 第一章 啤酒酿造基础知识

### 第一节 概述 / 1

一、酒、酒度与啤酒 / 1

二、啤酒分类 / 2

三、啤酒特征与质量标准及质量问题 / 3

四、啤酒的功能性 / 4

五、保健性能成啤酒行业发展新动向 / 8

六、啤酒的成分 / 10

七、世界十大最好的啤酒 / 11

八、中国著名啤酒 / 12

### 第二节 啤酒酿造原理、过程与生产工艺流程 / 14

一、啤酒的酿造原理 / 14

二、啤酒酿造过程的演变 / 14

三、啤酒的酿制过程 / 15

四、啤酒生产工艺流程 / 16

五、啤酒生产技术 / 17

## 第二章 啤酒酿造原料

### 第一节 酿造用水 / 19

一、精化用水的质量要求 / 20

二、不同啤酒品种对水的残碱度 RA 值的要求 / 21

三、糖化用水的处理 / 23



四、其他用水的处理要求 / 24
第二节 啤酒大麦 / 24
一、大麦的品种 / 25
二、大麦子粒的构造组成 / 25
三、大麦的化学组成 / 25
四、啤酒酿造对大麦的要求 / 26
五、啤酒大麦的质量标准 / 27
第三节 啤酒麦芽 / 28
一、概述 / 28
二、麦芽质量指标 / 29
第四节 辅助原料 / 33
一、概述 / 33
二、大米 / 34
三、玉米 / 34
四、小麦 / 35
五、黍米 / 36
六、大豆 / 36
七、糖与糖浆 / 36
第五节 其他辅助原料 / 38
一、酶制剂 / 38
二、常用杀菌剂 / 42
第六节 啤酒花 / 44
一、啤酒花的作用 / 44
二、酒花花朵的结构 / 44
三、酒花的组成与性质 / 45
四、酒花品种及其典型性 / 46
五、酒花制品与性质 / 47
六、酒花(制品)的贮藏 / 51
七、提高啤酒酒花香气的办法 / 52
第七节 酵母 / 53
一、酵母细胞的结构和组成 / 53
二、酵母的新陈代谢 / 55
三、酵母的繁殖和生长 / 57

- 四、啤酒酵母的分类 / 58
- 五、啤酒酵母生产过程的监控 / 60

## 第 三 章 麦芽制造

- 第一节 大麦的预处理 / 63
  - 一、大麦的要求与清选 / 63
  - 二、大麦的分级 / 65
- 第二节 浸麦操作与方法 / 67
  - 一、浸麦的目的与要求 / 67
  - 二、浸麦操作理论 / 68
  - 三、浸麦设备与方法 / 72
- 第三节 发芽操作与方法 / 74
  - 一、发芽的目的与方式 / 75
  - 二、发芽条件 / 77
  - 三、催芽 / 78
  - 四、发芽技术 / 78
  - 五、发芽设备 / 81
- 第四节 鲜麦芽干燥与焙焦操作 / 82
  - 一、干燥和焙焦的定义 / 82
  - 二、干燥目的、过程与要求 / 82
  - 三、干燥期间的物质变化 / 83
  - 四、焙焦操作与技术方法 / 87
  - 五、绿麦芽的干燥技术问题举例 / 88
  - 六、发芽干燥设备 / 89
- 第五节 干燥麦芽的除根和贮藏 / 91
  - 一、干燥麦芽的处理 / 91
  - 二、干燥麦芽的贮存 / 92
- 第六节 制麦技术经济指标计算 / 93
  - 一、制麦损失 / 93
  - 二、降低制麦损失的措施 / 94
  - 三、影响浸麦质量高低的因素 / 94
  - 四、对麦芽质量的要求 / 95

第七节 成品麦芽分析与评价 / 95

一、麦芽样品分析 / 95

二、麦芽分析方法 / 96

三、麦芽的质量评价 / 97

第八节 特种麦芽 / 100

一、概述 / 100

二、着色麦芽 / 101

三、非着色麦芽 / 101

## 第 四 章 啤酒酿造

第一节 麦芽与谷物辅料的粉碎 / 102

一、粉碎的工艺与要求 / 103

二、粉碎设备 / 103

三、影响麦芽粉碎的因素 / 106

四、影响大麦芽淀粉分解的主要因素 / 107

第二节 糖化 / 108

一、糖化的基本概念 / 108

二、糖化时的物质变化及其条件 / 109

三、糖化设备 / 113

四、糖化方法 / 116

第三节 麦汁过滤 / 123

一、过滤槽法 / 123

二、压滤机法 / 124

三、快速过滤槽法 / 125

四、麦汁理化质量指标 / 125

第四节 麦汁煮沸与酒花添加 / 125

一、麦汁煮沸 / 125

二、酒花的添加 / 126

三、酒花添加量及添加法 / 126

四、麦汁与酒花在煮沸过程中的变化 / 126

五、原浆啤酒酿造过程中常用的添加剂 / 127

六、麦汁煮沸热能回收系统 / 128

## 第五节 麦汁冷却与分离和澄清 / 128

### 一、麦汁冷却的目的、作用和方法 / 128

### 二、热凝固物及其分离 / 128

### 三、麦汁冷却 / 129

### 四、麦汁通氧 / 129

### 五、凝固物及其分离 / 129

## 第五章 啤酒发酵

### 第一节 啤酒酵母 / 130

#### 一、在分类学上的地位 / 130

#### 二、啤酒酵母的种类 / 130

#### 三、啤酒酵母的形态和构造 / 131

#### 四、优良啤酒酵母的要求 / 132

#### 五、啤酒酵母 / 132

#### 六、发酵罐灭菌 / 133

### 第二节 啤酒酵母的扩大培养 / 134

#### 一、啤酒酵母扩大培养过程 / 134

#### 二、啤酒酵母扩大培养要求 / 134

#### 三、废酵母的回收贮养与控制方法 / 135

#### 四、啤酒酵母的质量检查 / 137

### 第三节 啤酒发酵机理 / 138

#### 一、概述 / 138

#### 二、发酵过程各种物质变化 / 138

#### 三、乙醇的生成 / 141

#### 四、酯类的形成 / 142

#### 五、硫化物的形成 / 143

#### 六、高级醇的形成 / 143

#### 七、连二酮 (VDK) 的形成及消失 / 145

#### 八、醛类形成与浓度变化 / 145

### 第四节 传统啤酒发酵工艺 / 147

#### 一、酵母增殖 / 147

#### 二、主发酵 / 147

- 三、后发酵 / 149
- 第五节 圆筒体锥底发酵罐 (C. C. T) 发酵 / 150
  - 一、概述 / 150
  - 二、圆筒体锥底发酵罐 / 150
  - 三、圆筒体锥底发酵罐发酵工艺 / 151
- 第六节 啤酒大罐发酵 / 152
  - 一、进罐方法 / 152
  - 二、接种量和起酵温度 / 152
  - 三、主发酵温度 / 152
  - 四、VDK 还原 / 152
  - 五、冷却、降温 / 153
  - 六、罐压控制 / 154
  - 七、酵母的排放和收集 / 155
  - 八、单酿罐发酵贮酒 / 155
- 第七节 啤酒发酵新技术 / 155
  - 一、高浓度麦汁发酵 / 155
  - 二、连续发酵 / 156
  - 三、酶制剂在啤酒发酵中的应用 / 157
- 第八节 啤酒发酵罐的清洗和灭菌 / 157
  - 一、发酵罐特点 / 157
  - 二、发酵罐的清洗和灭菌 / 158

## 第 六 章 啤酒的后处理

- 第一节 啤酒过滤分离及稳定性处理 / 161
  - 一、过滤方法原理 / 162
  - 二、啤酒的稳定性与抗氧化处理 / 163
- 第二节 啤酒后修饰 / 164
  - 一、概述 / 164
  - 二、啤酒修饰剂 / 164
  - 三、风味、胶体泡沫稳定性修饰 / 165
- 第三节 啤酒过滤材料与技术 / 165
  - 一、概述 / 165

- 二、过滤材料和介质 / 166
- 三、啤酒过滤技术的新突破 / 167
- 四、双流过滤系统技术 / 168
- 五、错流过滤 / 170
- 六、无菌过滤 / 175
- 第四节 啤酒的过滤方法 / 180
  - 一、啤酒的过滤 / 180
  - 二、棉饼过滤方法 / 180
  - 三、硅藻土过滤方法 / 180
  - 四、微孔薄膜过滤方法 / 182
  - 五、原浆啤酒膜过滤技术 / 183

## 第七章 啤酒包装与灭菌

- 第一节 概述 / 185
  - 一、包装容器的质量要求 / 185
  - 二、桶装啤酒 / 186
  - 三、瓶装啤酒 / 186
  - 四、啤酒塑料包装 / 187
- 第二节 啤酒罐装 / 189
  - 一、概述 / 189
  - 二、啤酒灌装技术 / 189
  - 三、啤酒灌装形式 / 190
  - 四、啤酒灌装过程 / 190
- 第三节 啤酒的巴氏灭菌方法 / 192
  - 一、啤酒除菌方法 / 192
  - 二、啤酒巴氏灭菌的工艺要求 / 193
- 第四节 验酒、贴标、装箱 / 194
  - 一、验酒 / 194
  - 二、贴标 / 194
  - 三、装箱 / 194

## 第 八 章 特种酿造啤酒

### 第一节 概述 / 195

#### 一、啤酒命名 / 195

#### 二、中国啤酒向特种啤酒方向发展 / 196

#### 三、特种啤酒质量标准 / 197

### 第二节 干啤酒（淡爽型）的生产工艺 / 198

#### 一、概述 / 198

#### 二、干啤酒的主要特点 / 199

#### 三、微型干啤生产工艺的制备 / 200

#### 四、干啤酒常见的质量问题 / 201

### 第三节 纯生啤酒酿造技术 / 203

#### 一、概述 / 203

#### 二、纯生啤酒的酿造工艺及技术特点 / 204

#### 三、纯生啤酒应用 / 204

#### 四、纯生啤酒生产方式 / 205

#### 五、纯生啤酒生产基本要求 / 205

#### 六、纯生啤酒生产过程中的微生物管理 / 206

#### 七、纯生啤酒的生产过程要确保可靠的无菌条件 / 207

### 第四节 高浓度稀释啤酒 / 208

#### 一、概述 / 208

#### 二、高浓度稀释啤酒的优点 / 208

#### 三、高浓度稀释啤酒存在的问题 / 208

#### 四、高浓度稀释啤酒的生产工艺 / 209

#### 五、稀释用水的处理 / 212

### 第五节 无醇啤酒和低醇啤酒 / 213

#### 一、概述 / 213

#### 二、无醇啤酒应用 / 213

#### 三、无醇啤酒生产方式 / 213

#### 四、低醇啤酒生产工艺 / 214

### 第六节 冰啤酒生产技术 / 216

#### 一、概述 / 216

#### 二、冰啤酒的特点 / 216

- 三、冰啤酒生产工艺 / 216
- 第七节 全麦芽啤酒、小麦啤酒 / 217
  - 一、小麦啤酒的类型 / 217
  - 二、小麦啤酒的主要特点 / 217
  - 三、酿造用小麦的基本要求 / 218
  - 四、小麦发芽工艺条件及小麦芽的主要指标 / 218
  - 五、酵母小麦啤酒（浑浊小麦啤酒）的酿造工艺要点 / 219
  - 六、小麦啤酒的生产工艺与技术 / 220
- 第八节 黑啤酒和微色度啤酒 / 222
  - 一、概述 / 222
  - 二、酒品溯源 / 222
  - 三、著名黑啤酒 / 223
  - 四、中国四大黑啤品牌 / 225
  - 五、黑啤酒和微色度啤酒作用 / 226
  - 六、黑啤酒酿造的生产工艺与技术 / 227
- 第九节 果味型啤酒、保健型啤酒 / 228
  - 一、水果啤酒的营养价值 / 228
  - 二、生产水果啤酒的效益 / 228
  - 三、水果啤酒的原料要求 / 228
  - 四、水果啤酒的生产工艺 / 229
  - 五、水果啤酒酿造的质量标准 / 229
- 第十节 用玉米作辅料/主料生产啤酒的新技术 / 229
  - 一、概述 / 229
  - 二、玉米酿制啤酒试验的新技术 / 229
  - 三、玉米作辅料生产啤酒 / 231
  - 四、玉米作主料生产啤酒 / 233
  - 五、试用 70% 玉米酿造啤酒的新技术 / 235
- 第十一节 其他生产啤酒的新技术 / 237
  - 一、甘薯啤酒饮料的新技术 / 237
  - 二、大豆肽啤酒生产的新技术 / 237
  - 三、6°P 柠檬啤酒生产的新技术 / 238
  - 四、德国黑啤酒与特点 / 239
  - 五、慕尼黑干啤酒生产工艺与新技术 / 240



## 第十二节 自酿特种啤酒设备简介 / 241

- 一、自酿啤酒机 / 241
- 二、啤酒机设备组成 / 241
- 三、组合糖化系统 / 241
- 四、配套设备 / 242
- 五、发酵酿酒设备 / 242
- 六、啤酒生产成本 / 242
- 七、生产的鲜啤种类 / 242
- 八、自酿啤酒的营养价值 / 243
- 九、自酿发酵罐发酵法及发酵方式 / 244
- 十、自酿啤酒设备发酵罐能酿出酵母味的原因 / 244

## 第九章 啤酒酿造过程弊病分析与质量管理

### 第一节 概述 / 246

- 一、啤酒酿造技术变革 / 246
- 二、酿造酒损的控制方法 / 247
- 三、发酵生产过程中微生物控制 / 247
- 四、啤酒生产二次污染的预防 / 249
- 五、啤酒保鲜技术的进展 / 250
- 六、彻底消除啤酒和果汁的氧化与老化 / 252
- 七、啤酒浊度的原因与控制 / 252

### 第二节 啤酒的色度与形成因素及关键的控制 / 254

- 一、啤酒的色度 / 254
- 二、啤酒生产过程色度物质的形成因素 / 254
- 三、影响啤酒色度的关键控制点 / 256

### 第三节 啤酒酵母自溶的原因及解决措施 / 256

- 一、酵母自溶原因 / 256
- 二、影响酵母自溶的因素 / 257
- 三、酵母自溶对啤酒风味的影响 / 257
- 四、防止酵母自溶的措施 / 258

### 第四节 啤酒酿造过程中 pH 值的影响与控制 / 261

- 一、概述 / 261