



ZHONGDENG ZHIYE JIAOYU GUIHUA JIAOCAI

• 中等职业教育规划教材 •

啤酒酿造工职业技能鉴定培训教材  
**啤酒酿造技术**

主编 赵金海



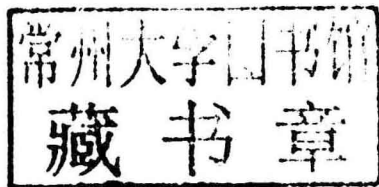
 中国轻工业出版社

中等职业教育规划教材  
啤酒酿造工职业技能鉴定培训教材

# 啤酒酿造技术

主 编 赵金海

副主编 杨天英 吴玉荣



## 图书在版编目 (CIP) 数据

啤酒酿造技术/赵金海主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2011. 3

中等职业教育规划教材 啤酒酿造工职业技能鉴定培训教材

ISBN 978-7-5019-8022-2

I. ①啤… II. ①赵… III. ①啤酒-酿造-专业学校-教材②啤酒-酿造-技术培训-教材 IV. ①TS262.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 262419 号

责任编辑: 白洁

策划编辑: 白洁 责任终审: 唐是雯 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 宋振全 责任校对: 李靖 责任监印: 张可

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: 航远印刷有限公司

经销: 各地新华书店

版次: 2011年3月第1版第1次印刷

开本: 720×1000 1/16 印张: 16

字数: 322千字

书号: ISBN 978-7-5019-8022-2 定价: 28.00元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: [club@chlip.com.cn](mailto:club@chlip.com.cn)

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

090800J3X101ZBW

# 前 言

啤酒的名称来源于外文，英文为 Beer，法文为 Biere，德文为 Bier。

全世界啤酒年产量高居各种酒类之首，目前世界主要啤酒生产国的总产量达到 1.811 亿 kL。自 20 世纪 90 年代，中国啤酒行业进入了快速发展的阶段，2002 年我国啤酒年产量达 2386 万 kL，首次超过美国成为世界啤酒第一生产大国，2009 年中国啤酒产量为 4236.38 万 t，至今中国啤酒产量已连续八年位居世界第一。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。

本教材内容有：项目一 啤酒酿造基础知识（包括啤酒酿造基本知识，啤酒酿造设备知识，啤酒酿造微生物基础知识，机械和电气设备知识，安全及环境保护知识，相关法律法规知识）；项目二 麦芽制造（包括大麦的贮存与预处理，浸麦操作，发芽操作，鲜麦芽干燥与焙焦操作，干麦芽处理操作——除根和包装，特种麦芽的制备，制麦技术经济指标计算和麦芽质量检验）；项目三 啤酒酿造（包括原料粉碎操作，标准协定法糖化实验，啤酒酵母生产扩大培养用 8°P 麦芽汁的制备，实验室啤酒酵母的扩大培养，细胞数测定和质量评定，10°P 浅色下面发酵啤酒的酿造，啤酒酿造工艺计算，麦芽汁和啤酒发酵液的质量检验和啤酒新产品开发）；项目四 成品啤酒（包括啤酒的澄清操作，瓶装熟啤酒的包装操作，瓶装纯生啤酒的包装技术、成品啤酒质量检验、啤酒包装技术开发和啤酒的市场调查）。并附有提高练习题与答案、自测题等。同时对未涉及的内容采取阅读材料、附录等形式提供给读者。

本教材是根据国家职业标准啤酒酿造工的要求，结合基于工作过程的行动导向教学法如项目教学法、案例教学法等现代职业教育教学方法的理念，在作者 20 多年的专业教学经验基础上，吸收国内外先进的啤酒生产理论、技术和设备等，精心编写而成。

本教材适用于高职、中职食品生物技术（工艺）专业教学和高级、中级、初级啤酒酿造工职业技能鉴定的培训以及啤酒企业职工在职提高性技术培训，也可供啤酒或相关企业技术管理人员或啤酒销售人员参考。

本教材由赵金海任主编，杨天英、吴玉荣任副主编，全书由赵金海统稿。编写过程中得到金星啤酒集团、河南维雪啤酒集团、河南蓝牌啤酒集团和河南食品科学技术学会的大力支持，在此表示衷心感谢，同时对河南轻工业出版社编辑的支持和帮助表示深深的谢意。

由于对现代职业教育教学方法的有限理解，教材编写有不当之处欢迎同仁批评指正。

编者

# 目 录

项目一 啤酒酿造基础知识	1
任务一 啤酒酿造基本知识	1
一、啤酒品种的分类	1
二、啤酒的功能性	3
三、原辅材料的性能、质量要求	4
四、啤酒酿造基础知识	17
五、灌装基础知识	46
六、原位自动清洗 (CIP)	49
七、啤酒高浓稀释系统	51
任务二 啤酒酿造设备知识	55
一、啤酒生产设备的种类	55
二、粉碎、糖化设备的结构和特性	56
三、发酵设备的结构和特性	64
四、过滤设备的结构和特性	69
五、灌装等设备的结构和特性	71
六、CIP 清洗系统主要设备	75
七、啤酒生产设备的使用和维护	76
任务三 啤酒酿造微生物的基础知识	76
一、啤酒酵母的特性	76
二、啤酒酿造有害菌的基本知识	77
三、微生物给啤酒带来的危害	78
四、啤酒厂的微生物污染	78
五、啤酒厂的微生物检测特点	79
六、样品的检测	79
七、生产车间的薄弱点	80
八、啤酒生产过程中污染的关键控制点	80
任务四 常用量具、工程制图、识图及电气仪表使用知识	82
一、常用量具的使用方法	82
二、制图、读图的基本知识	88
三、电气仪表使用基础知识	95
四、自控系统在啤酒生产中的应用	100
任务五 安全及环保知识	102
一、职业安全知识	102
二、啤酒酿造业清洁生产标准 (摘录)	103

三、环境保护 .....	108
任务六 相关法律、法规知识 .....	111
<b>项目二 麦芽制造</b> .....	<b>116</b>
任务一 大麦的贮存与预处理 .....	116
一、原料大麦保存注意事项 .....	116
二、贮藏要求 .....	116
三、贮藏方式 .....	117
四、清选和分级 .....	117
任务二 浸麦操作 .....	118
一、工艺要求 .....	118
二、操作规程 .....	118
任务三 发芽操作 .....	121
一、工艺要求 .....	121
二、操作规程 .....	121
三、萨拉丁箱式发芽法操作过程 .....	122
任务四 鲜麦芽干燥与焙焦操作 .....	123
一、工艺要求 .....	123
二、操作规程 .....	123
三、麦芽干燥的三个阶段 .....	124
任务五 干麦芽处理操作——除根和包装 .....	125
一、工艺要求 .....	125
二、操作规程 .....	125
任务六 特种麦芽的制备 .....	125
一、深色麦芽的制备 .....	125
二、小麦麦芽的制备 .....	126
三、小型制麦操作 .....	127
任务七 制麦技术经济指标计算 .....	128
任务八 麦芽质量检验 .....	128
一、样品 .....	128
二、分析方法 .....	129
<b>项目三 啤酒酿造</b> .....	<b>134</b>
任务一 原料粉碎操作 .....	134
一、工艺要求 .....	134
二、操作规程 .....	134
任务二 标准协定法糖化实验 .....	135
一、协定法糖化实验 .....	135
二、实验器材和试剂 .....	135
三、操作步骤 .....	135
四、注意事项 .....	136

任务三 啤酒酵母生产扩培用8°P 麦芽汁的制备	137
任务四 实验室啤酒酵母的扩大培养、细胞数测定和质量评定	138
一、实验室啤酒酵母的扩大培养	138
二、细胞数测定	138
三、啤酒酵母的质量检查	140
任务五 10°P 浅色下面发酵啤酒的酿造	141
一、教学目标与要求	142
二、教学内容	142
三、教学方法与媒体	142
任务六 啤酒酿造工艺计算	144
一、糖化阶段的工艺计算	144
二、酒花用量的计算	145
三、浸出物收得率和原料利用率的计算	145
任务七 麦芽汁和啤酒发酵液的质量检验	146
一、麦芽汁的质量检验	146
二、发酵液的质量检验	146
三、清酒的质量检验	147
任务八 啤酒新产品开发	148
一、我国啤酒市场现状	148
二、目前新产品开发的一些误区	149
三、新产品的开发流程	150
<b>项目四 成品啤酒</b>	<b>153</b>
任务一 啤酒的澄清操作	153
一、硅藻土过滤	153
二、精滤机——板式过滤机操作规程	154
三、微孔薄膜过滤操作规程	155
任务二 瓶装熟啤酒的包装操作	155
一、洗瓶	155
二、灌装压盖	156
三、杀菌	157
四、验酒、贴标	158
五、装箱	159
任务三 瓶装纯生啤酒的包装技术	159
一、长期正常生产纯生啤酒的条件	160
二、瓶装纯生啤酒无菌灌装技术关键	160
任务四 成品啤酒质量检验	162
一、相对密度的测定	162
二、酒精度的测定及原麦芽汁浓度的计算	164
三、双乙酰含量的测定	169

四、色度的测定	170
五、苦味质的测定	171
六、二氧化碳含量的测定	172
七、微生物检验	172
八、啤酒卫生指标测定	175
任务五 成品啤酒工艺计算	175
一、啤酒的酒损（总损失率）	175
二、如何减少啤酒总损失率	176
任务六 啤酒包装技术开发	177
任务七 啤酒的市场调查	178
一、市场调查的类型	178
二、市场调查的方法	178
三、设计调查方案	179
四、市场调查报告的内容	180
附录一 提高练习题与答案	182
附录二 自测题	192
附录三 啤酒企业良好操作规范（GB/T 20942—2007）	197
附录四 啤酒酿造工国家职业标准（摘要）	206
附录五 相对密度与浸出物质量分数或糖液柏拉图度（°P）对照表	214
附录六 中华人民共和国合同法（摘要）	219
附录七 中华人民共和国产品质量法（摘要）	226
附录八 食品安全法（摘要）	230
附录九 中华人民共和国商标法（摘要）	236
附录十 食品添加剂使用卫生标准（选自 GB 2760—2007）	238



# 项目一 啤酒酿造基础知识

## 任务一 啤酒酿造基本知识

学习目标:

- 了解啤酒的概念与品种分类知识。
- 掌握啤酒生产原辅料的性能和质量要求。
- 了解麦芽汁制备过程。
- 掌握原料粉碎、辅料糊化、糖化、醪液过滤、麦芽汁煮沸、凝固物分离、麦芽汁冷却和充氧的方法。
- 掌握啤酒酿造各工序的工艺过程和技术条件,加深对理论知识的理解,以及对麦芽汁质量标准的认识。
- 了解灌装基础知识。
- 了解原位自动清洗(CIP)知识。

啤酒的定义:以麦芽、水为主要原料,加啤酒花(包括酒花制品),经酵母发酵酿制而成的、含有二氧化碳的、起泡的、低酒精度的发酵酒,包括无醇啤酒(脱醇啤酒)。

### 一、啤酒品种的分类

#### 1. 按酵母的性质不同分类

酵母属并列两个种,即上面啤酒酵母和下面啤酒酵母。典型的上面啤酒酵母在发酵时随CO<sub>2</sub>漂浮在液面上,发酵终了形成酵母泡盖,经长时间放置,酵母也很少下沉。而典型的下面啤酒酵母发酵时悬浮在发酵液内,发酵终了时,很快凝结成块并沉积在容器底部,形成紧密的沉淀物——酵母泥。两种酵母形成不同的发酵方式,即上面发酵和下面发酵,酿制出以下两种不同类型的啤酒:①上面发酵啤酒:是以上面啤酒酵母进行发酵的啤酒。生产上面发酵啤酒的国家主要有英国、加拿大、比利时、澳大利亚等少数国家。其代表性的啤酒主要有英国著名的淡色爱尔啤酒(Ale)、司陶特(Stout)黑啤酒、波特(Porter)黑啤酒、浓色爱尔啤酒等。②下面发酵啤酒:是以下面啤酒酵母进行发酵的啤酒。世界上大多数国家采用下面发酵法酿造啤酒。其典型代表有著名的捷克比尔森(Pilsen)啤酒,德国的慕尼黑啤酒、维也纳啤酒、多特蒙德啤酒和博克啤酒,丹麦嘉士伯啤酒等。我国啤酒多属于此类型,如青岛淡色啤酒及波打黑啤酒、燕京啤酒等。

#### 2. 按色泽分类

根据色泽不同,可将啤酒分为以下几种类型:

- (1) 淡色啤酒(色度2~14EBC) 是各类啤酒中产量最大的一种,约占98%。根据地区的嗜好,淡色啤酒又可分为淡黄色啤酒(色度7EBC以下)、金黄色啤酒(色度7~10EBC)和棕色啤酒(色度10~14EBC)三种。
- (2) 浓色啤酒(色度15~40EBC) 呈红棕色或红褐色,酒体透明度较低,产量较

淡色啤酒少。根据色泽的深浅，又可划分成三种：棕色（色度 15 ~ 25EBC）、红棕色（色度 25 ~ 35EBC）和红褐色（色度 35 ~ 40EBC）。特点是麦芽香突出、口味醇厚、酒花苦味较轻。

（3）黑色啤酒（色度大于 40EBC） 色泽呈深棕色或黑褐色，酒体透明度很低或不透明。一般原麦芽汁浓度高，酒精质量分数 5.5% 左右，口味醇厚，泡沫多而细腻，苦味根据产品类型而有轻重之别。此类啤酒产量较少。

### 3. 按是否经过灭菌分类

根据啤酒是否经过灭菌分为以下三种类型：

（1）鲜啤酒 是指不经过巴氏杀菌或瞬时高温灭菌，成品中允许含有一定数量活的酵母菌，达到一定生物稳定性的啤酒。鲜啤酒是地销产品，口感新鲜，但保质期短，多为桶装啤酒，也有瓶装者。鲜啤酒具有爽口美味的优点。

（2）熟啤酒 经过巴氏杀菌或瞬时高温灭菌的啤酒。经过杀菌处理后的啤酒，稳定性好，而且便于运输。熟啤酒均以瓶装或罐装形式出售。

（3）纯生啤酒 不经巴氏杀菌或瞬时高温灭菌，而是采用无菌膜过滤技术滤除酵母菌、杂菌，达到一定生物稳定性的啤酒。生啤酒避免了热损伤，保持了原有的新鲜口味，最后一道工序进行严格的无菌灌装，避免了二次污染。啤酒稳定性好，非生物稳定性 4 个月以上。

### 4. 按原麦芽汁浓度不同分类

世界各国啤酒的原麦芽汁浓度相差很大，主要有以下三大类型：

（1）低浓度啤酒 原麦芽汁浓度（质量分数，下同）为 2.5% ~ 8%，酒精含量（体积分数，下同）为 0.8% ~ 2.2%。

（2）中浓度啤酒 原麦芽汁浓度为 9% ~ 12%，酒精含量为 2.5% ~ 3.5%。其中原麦芽汁浓度 10% ~ 14%，酒精含量 3.2% ~ 4.2% 的啤酒称为贮藏啤酒（或淡色贮藏啤酒），它是一种清爽、金色的啤酒。它现在是国际上畅销的大众化啤酒，占全球啤酒消费总量的 96%。

（3）高浓度啤酒 原麦芽汁浓度 14% ~ 20%，最高 22%，酒精含量 4.2% ~ 5.5%，少数酒精含量达到 7.5%。黑色啤酒即属此类型，这种啤酒生产周期长，含固形物较多，稳定性强，适宜贮存或远销。其甜味较重，黏度较大，苦味小，口味浓醇爽口，色泽较深。

### 5. 特种啤酒

（1）干啤酒（dry beer） 是指酒的发酵度极高，酒中残糖极低，口味清淡爽口，后味干净，无杂味的一类啤酒。1987 年首先由日本推出，之后风靡世界。一般来说干啤酒的真正发酵度应达 72% 以上，口味干爽，除特征性外，其他要求符合相应类型啤酒的规定。

（2）无醇（低醇）啤酒 酒精度  $\leq 0.5\%$ 、原麦芽汁浓度  $\geq 3.0^{\circ}\text{P}^*$  的啤酒，可以称为无醇啤酒；酒精度为 0.6% ~ 2.5% 的啤酒，称为低醇啤酒。

（3）稀释啤酒 稀释啤酒是“高浓度麦芽汁酿造后稀释啤酒”的简称，即制备高浓

\* 柏拉图度（°P）是原麦芽浓度的一种国际通用表示单位，即表示 100g 麦芽汁中含有浸出物的克数。

度麦芽汁(15°P以上),进行高浓度麦芽汁发酵,然后再稀释成传统的8~12°P的啤酒。

(4) 冰啤酒 经冰晶化(将啤酒经过专用的冷冻设备进行超冷冻处理,形成细小冰晶的再加工过程)工艺处理,口味纯净,浊度 $\leq 0.8\text{EBC}$ 的啤酒。

(5) 小麦啤酒 以小麦芽(占麦芽的40%以上)、水为主要原料酿制,具有小麦芽经酿造所产生的特殊香气的啤酒。除特征性外,其他要求应符合相应类型啤酒的规定。

(6) 浑浊啤酒 在成品中含有一定量的酵母菌或显示特殊风味的胶体物质,浊度 $\geq 2.0\text{EBC}$ 的啤酒。除特征性外,其他要求应符合相应类型啤酒的规定。

#### (7) 果蔬类啤酒

① 果蔬汁型啤酒:这种啤酒添加一定量的果蔬汁,具有其特征性理化指标和风味,并保持啤酒基本口味。除特征性外,其他要求应符合相应啤酒的规定。

② 果蔬味型啤酒:在保持啤酒基本口味的基础上,添加少量食用香精,具有相应的果蔬风味。除特征性外,其他要求应符合相应啤酒的规定。

## 二、啤酒的功能性

### (一) 啤酒的生理功能

啤酒俗称“液体面包”,所含营养成分非常均衡,对人健康有益。啤酒维生素及矿物质含量非常均衡,蛋白质中所含人体必需氨基酸占12%~20%,并且成为一种极易吸收的胶体状态,所溶 $\text{CO}_2$ 或酒花刺激消化器官,促进对营养成分的吸收,起到增强体质的作用。所含酒精成分也有刺激血液循环等作用。

(1) 脚气的防治 人体缺乏了维生素,就会发生对应的特有生理机能缺乏症状,如缺乏维生素 $\text{B}_1$ 就会患脚气或多发性神经炎症状而感到疲劳。

(2) 防治动脉硬化 啤酒含盐低,酒精浓度低,有预防动脉硬化的说法。

(3) 促进血液循环 适度饮用啤酒,使血液循环加快,可以预防血栓的形成。少量饮用啤酒可以使产妇的乳量增加,增加母乳中维生素的含量。在妊娠期内应控制饮酒,产后适当饮用啤酒可以促进血液循环,加速产后体力的恢复。

(4) 消解不眠、诱导安眠 啤酒含有酒花,酒花有增加食欲、入睡、安眠作用。

(5) 活化胃的作用 啤酒中含有种种活化胃作用的成分,首先含有适量酒精,促进食物从胃流向小肠,并且很容易吸收,这是其最大特征。碳酸气刺激胃壁,促进胃液的分泌,增进食欲;酒花的爽快苦味也刺激食欲,有助于消化。啤酒所含蛋白质成分也有刺激胃酸分泌的作用。

(6) 促进胃酸的分泌 啤酒促进胃酸分泌效果强与其中所含蛋白质有关。酒精也与胃酸分泌有关。啤酒中酒精浓度在4%左右,与其他含酒精饮料相比相当低,低浓度的酒精刺激胃促进了胃酸的分泌,进一步促进胰脏分泌出胰蛋白酶。

(7) 防止便秘 啤酒的整肠作用,即防止便秘的效果是其他酒精饮料所没有的,这与啤酒中所含维生素 $\text{B}_1$ 、维生素 $\text{B}_2$ 、泛酸、生物素(Biotin)等水溶性维生素有关。啤酒中的维生素呈胶体状,易于吸收,作为肠内双歧乳杆菌、嗜酸乳酸菌、粪链球菌等乳酸菌的营养成分,起到促进乳酸菌繁殖的作用。

(8) 促进激素的分泌 饮用啤酒,可以增加促胃酸激素(gastrin)、缩胆囊素等激素的分泌,这些激素促进了胆汁的分泌,起到缓泻的作用而缓解便秘的发生。

(9) 利尿作用 啤酒具有促进尿排泄的作用。已知啤酒中含有异黄酮配糖体的槲皮素 (quercitrin,  $C_{12}H_{20}O_{12}$ ) 具有利尿作用。另外, 啤酒中的酒精也有利尿作用。

## (二) 啤酒中的生理有效成分

(1) 酒精 啤酒的酒精含量不高, 其所含维生素、矿物质以及均衡的营养成分比较容易进入肠内, 很快被人体吸收, 补充体力弱者所需的营养, 并且促进了血液循环, 促进了胆汁的分泌, 所以说啤酒是一种整肠剂, 且有利尿效果。啤酒中的酒精含量低, 适量饮啤酒有预防心脏病的效果。其理由是适量酒精可以提高血中高密度脂蛋白的浓度, 防止血中胆固醇的积蓄。

(2) 二氧化碳 啤酒中含有大量二氧化碳, 二氧化碳刺激味觉神经, 饮后使人有清凉爽快感, 使胃膨胀, 显出空腹感, 帮助其他成分的吸收, 并且刺激胃壁、促进胃液的分泌, 使胃肠的作用更加活跃。刺激味觉神经也是二氧化碳的作用之一。

(3) 酒花 酒花所含的苦味、芳香的萜草酮在欧洲作为芳香性苦味健胃药、利尿药、镇静药使用。萜草酮 ( $\alpha$ -酸) 是苦味的主要成分, 在麦芽汁煮沸时转变成同分异构体异  $\alpha$ -酸, 对酵母、革兰氏阳性细菌有抗菌能力。酒花的苦味成分具有激素、单宁等种种药理效果, 有镇静、催眠、抗菌、抗生物物质、健胃等作用。这些成分有促进胃液分泌、助消化、增进食欲的作用。

(4) 绿原酸 绿原酸除有使中枢神经兴奋作用外, 还有促进胃液、胆汁分泌的作用。在体内加水分解后, 生成奎尼酸、咖啡酸。

(5) 生物黄酮类 橙皮苷又名维生素 P, 与芦丁同属黄酮诱导体, 均有强化毛细血管的作用, 总称为生物黄酮类。这种化合物常用于毛细血管壁抵抗力减弱、透过性增大而发生的紫斑病、脑血管出血、视网膜出血的预防及治疗。将其水溶性化合物进行静脉注射, 由于动脉的扩张可降低血压。生物黄酮素可以抑制透明质酸酶扩散。

(6) 咖啡酸 咖啡酸的作用与绿原酸相似, 并有抗菌抗病毒的功能。

## 三、原辅材料的性能、质量要求

### (一) 大麦和麦芽

#### 1. 大麦

自古以来大麦就是酿造啤酒的主要原料。其主要原因是: 大麦易于发芽, 并产生大量的水解酶类; 大麦种植面积广泛; 大麦的化学成分适合酿造啤酒; 大麦是非人类食用主粮。

大麦按大麦籽粒在麦穗上断面分布形态, 可分为二棱大麦和多棱大麦, 其中多棱大麦包括四棱大麦和六棱大麦。

六棱大麦: 大麦的原始形态。麦穗断面呈六角形, 有 6 行麦粒围绕 1 根穗轴而生, 其中只有中间对称的 2 行籽粒发育正常, 其左右 4 行籽粒发育迟缓, 粒形不正。六棱大麦蛋白质含量稍高, 适合于制高糖化力麦芽, 它的淀粉含量相对较低, 浸出物稍低。

四棱大麦实际上也是六棱大麦, 只是它的籽粒不像一般六棱大麦那样对称, 有 2 对籽粒互为交错, 麦穗断面呈四角形, 看起来像是在穗轴上形成 4 行籽粒, 故而得名。四棱大麦蛋白质含量较高, 麦皮较厚, 发芽力较强。

二棱大麦: 是六棱大麦的变种, 麦穗扁形, 沿穗轴只有 2 行籽粒, 粒子均匀饱满且整

齐。二棱大麦的淀粉含量较高，蛋白质的含量相对较低，浸出物收得率高于六棱大麦，所以，一般都用二棱大麦。

(1) 大麦的形态 大麦粒可粗略分为胚、胚乳及谷皮三大部分。

胚：由原始胚芽、根胚、盾状体和上皮层组成，占麦粒质量的2%~5%。它位于麦粒背部下端，是大麦器官的原始体，根茎叶即由此生长发育而成。胚是麦粒中有生命的部位，一旦胚被破坏，大麦即失去发芽能力。

胚乳：是由许多胚乳细胞组成，这些胚乳细胞含有淀粉颗粒。胚乳占麦粒质量的80%~85%。在发芽过程中，胚乳成分不断地分解成小分子糖和氨基酸等，可提供营养，呼吸消耗并放出热量。胚乳部分适当分解的产物是酿造啤酒最主要的成分。

谷皮：由腹部的内皮和背部外皮组成，两者都是一层细胞。外皮的延长部分为麦芒。谷皮占谷粒总质量的7%~13%，谷皮内面是果皮，果皮外表面有一层蜡质，它对赤霉菌和氧是不透性的，这与大麦的休眠性质有关。

(2) 大麦的化学成分

淀粉：是大麦的主要贮藏物，存于胚乳细胞壁内。啤酒大麦的浸出物含量为72%~80%，其中淀粉含量为58%~65%。淀粉存在形式可分为：直链淀粉（葡萄糖残基以 $\alpha-1, 4$ -葡萄糖苷键相连形成大分子的淀粉长链）和支链淀粉（除 $\alpha-1, 4$ -葡萄糖苷键外，在支点的连接键为 $\alpha-1, 6$ -葡萄糖苷键）；大麦淀粉在胚乳中存在的形式有大颗粒（20~40 $\mu\text{m}$ ，椭圆形）和小颗粒（2~10 $\mu\text{m}$ ，弹丸形）之分。

蛋白质：大麦中蛋白质含量高低及其类型直接影响制麦、麦芽质量、酿造工艺及啤酒质量。传统淡色啤酒使用的大麦，其蛋白质含量以10%~11.5%为宜，既可为啤酒酵母繁殖提供充足的氮源，且啤酒泡沫较好，又有利于啤酒的非生物稳定性。大麦蛋白质含量小于8%，制成麦芽中的 $\alpha$ -氨基氮量低，影响酵母繁殖和代谢，还不利于双乙酰的还原，同时啤酒泡沫也会变差，口味清淡。当大麦蛋白质含量大于15%时，对麦芽加工不利，发芽发热量大、升温快，制成的麦芽硬质粒多，淀粉含量及糖化收得率较低，啤酒色泽深，口味冗长，容易发生混浊沉淀，但泡沫很好。

半纤维素：是胚乳细胞壁的组成部分，它含有高的葡聚糖和少量戊聚糖。半纤维素不溶于水而溶于稀碱溶液，其组成和相对分子质量取决于品种、种植地区和气候。半纤维素溶于热水中的部分称为麦胶物质，在40~80 $^{\circ}\text{C}$ 范围内，温度越高，溶解度越大，呈胶体溶解，会造成麦芽汁黏度增大、麦芽汁过滤困难，其含量约为大麦干物质的2%。麦胶物质包括：以葡萄糖单位构成的 $\beta$ -葡聚糖，以阿拉伯糖和木糖构成的戊聚糖，微量半乳糖、甘露糖和糖醛酸。

多酚类物质：主要存在于皮壳中，占大麦干重的0.1%~0.3%。对啤酒质量危害最大的是具有黄烷基（flavan nucleus）的多酚类物质，如花色素原（anthocyanogen）或称原花色素（proanthocyanidin）及儿茶酸等。这些物质经聚合和氧化，具有单宁的性质，易和蛋白质通过共价-交联作用而沉淀析出。这有利于在麦芽汁制备、麦芽汁煮沸或发酵过程中将某些凝固性蛋白质沉淀而除去，并能提高啤酒稳定性。

(3) 啤酒酿造对大麦的质量要求 啤酒大麦的质量应符合国家标准 GB/T 7416—2008 的要求，见表 1-1、表 1-2。卫生要求应符合国家标准 GB 2715—2005 粮食卫生标准，见表 1-3。

## 啤酒酿造技术

表 1-1

啤酒大麦的感官要求

项目	类别	二棱、多棱		
		优级	一级	二级
外观		淡黄色具有光泽, 无病斑粒 <sup>a</sup>	淡黄色或黄色, 稍有光泽, 无病斑粒 <sup>a</sup>	黄色, 无病斑粒 <sup>a</sup>
气味		有原大麦固有的香气, 无霉味和其他异味	无霉味和其他异味	无霉味和其他异味

a 此处指检疫对象所规定的病斑粒。

表 1-2

酿造大麦的理化要求

项目	类别	二棱			多棱		
		优级	一级	二级	优级	一级	二级
夹杂物含量/%	≤	1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0
破损率/%	≤	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5
水分/%	≤	12.0		13.0	12.0		13.0
千粒重 (以干基计) /g	≥	38.0	35.0	32.0	37.0	33.0	28.0
3d 发芽率/%	≥	95	92	85	95	92	85
5d 发芽率/%	≥	97	95	90	97	95	90
蛋白质含量 (以干基计) /%	≥	10.0 ~ 12.5		9.0 ~ 13.5	10.0 ~ 12.5		9.0 ~ 13.5
饱满粒 (腹径 2.5mm 以上) 量/%	≥	85	80	70	80	75	60
水敏感性/%		≤10		10 ~ 25	≤10		10 ~ 25

表 1-3

啤酒大麦的卫生要求

项 目	指标/ (mg/kg)
铅 (以 Pb 计) (以原粮计) ≤	0.2
无机砷 (以 As 计) (以原粮计) ≤	0.2
汞 (以 Hg 计) (以成品粮计) ≤	0.02
镉 (以 Cd 计) ≤	0.1
黄曲霉毒素 B <sub>1</sub> (以成品粮计) ≤	5 μg/kg
脱氧雪腐镰刀菌烯醇 (DON)	1
磷化物 (以 PH <sub>3</sub> 计) (以原粮计) ≤	0.05
溴甲烷 (以原粮计) ≤	5
甲基毒死蜱 ≤	5
溴氰菊酯 ≤	0.5
氯化苦 (以原粮计) ≤	2
六六六 (以成品粮计) ≤	0.05
滴滴涕 (以成品粮计) ≤	0.05
七氯 (以原粮计) ≤	0.02
艾氏剂 (以原粮计) ≤	0.02
狄氏剂 (以原粮计) ≤	0.02
其他农药	按 GB 2763 的规定执行

① 感官要求：

色泽：良好大麦有光泽，淡黄，不成熟大麦呈微绿色；受潮大麦发暗，胚部呈深褐色；受霉菌侵蚀的大麦则呈灰色或微蓝色。

气味：良好大麦具新鲜稻草香味，受潮发霉的则有霉臭味。

谷皮：优良大麦皮薄，有细密纹道；厚皮大麦则纹道粗糙。

麦粒形态：麦粒以短胖者比瘦长者为佳，前者浸出物高，蛋白质低，发芽快。

夹杂物：杂谷粒和砂土等应在2%以下。

② 物理检验：

千粒重：千粒重指1000颗麦粒的绝对质量。千粒重（以绝干计）为32~40g。二棱大麦较六棱大麦重。千粒重越大，浸出物量相应亦越大。

麦粒均匀度：按国际通用标准，麦粒腹径可分为2.8mm、2.5mm、2.2mm三级。2.5mm以上麦粒占85%者属一级大麦，2.5~2.2mm者为二级，2.2mm以下为次大麦，用作饲料。

胚乳性质：胚乳断面可分为粉状、玻璃质和半玻璃质三种状态。胚乳断面为粉白色者为粉质粒，淀粉含量高，吸水性好，易于分解。胚乳断面呈玻璃状或半玻璃状的，吸水性差，淀粉不易分解。优良大麦粉状粒应达80%以上。

发芽率：3d发芽率（3d后发芽粒占总麦粒的百分数，主要表示大麦发芽的整齐程度）85%以上，5d发芽率（5d后发芽粒占总麦粒的百分数，主要表示可发芽的大麦百分数）90%以上。

③ 化学检验：

水分：原料大麦水分在13%以下，否则不易贮存，易发生霉变，呼吸损失大。

蛋白质：蛋白质含量一般为9%~13.5%（以绝干计）。蛋白质含量高，发芽操作升温快不易管理，易形成玻璃质，溶解差，浸出物量相应偏低，酿制的成品啤酒易混浊。

水敏感性：水敏感性是指大麦吸收较多的水分后，抑制发芽的现象。一般为<10%或在10%~25%之间。取两组样品，分别加入4mL和8mL水，保温发芽，两组发芽麦粒的百分数之差，即为水敏感性。

2. 麦芽

麦芽的化学成分与大麦相近，主要的不同是麦芽中含有丰富的水解酶类，且麦芽的胚乳结构疏松，胚乳中的淀粉、蛋白质等在糖化时易于分解。发芽过程的主要变化就是：大麦原有酶的活化和大量酶的产生，胚乳成分在发芽过程中得到一定程度的分解。大麦中含酶极少且以没有活力的酶原形式存在，发芽后酶活力大幅度提高。同时在酶的作用下，胚乳中的半纤维素、蛋白质和淀粉等大分子物质得到适当分解。麦芽在啤酒生产中的作用：既是生产原料，又是糖化时分解大分子物质所需酶的来源，也是啤酒风味物质来源之一。

麦芽的性质决定啤酒的性质，为了使麦芽能在啤酒酿造中得到合理的利用，应充分了解其特性。麦芽的性质复杂，不能通过个别的方法或凭个别的数据来判断其质量，要想对麦芽质量做比较准确的评价，必须对它的外观特征及其一系列的物理和化学特性进行全面判断才能做出比较确切的评价。

麦芽质量要求主要包括感官分析、物理分析、化学分析。

(1) 感官分析

- ① 夹杂物：除根彻底，无半粒、霉粒、杂草、石子等。
- ② 色泽：淡黄色，具有光泽（浅色麦芽）。
- ③ 香味：与麦芽类型相符合，香味应纯净。深色麦芽香味要比浅色麦芽浓。

## (2) 物理分析

① 千粒质量：麦芽溶解越好，千粒质量越小，制麦损失越大，风干麦芽为 28 ~ 38g，绝干麦芽为 25 ~ 35g。

② 沉浮实验：是衡量麦芽溶解好坏的一项指标，与麦芽密度有关。麦芽溶解越好，相对密度越小，沉降麦粒就越少。参考指标如下：

<10% 很好，10% ~ 25% 好，25% ~ 50% 满意，>50% 不好

③ 切断实验：取 200 粒麦芽，沿麦粒纵向切开，观察胚乳状态。按玻璃质粒含量评价如下：

<2.5% 很好，2.5% ~ 5% 好，5% ~ 7.5% 满意，>7.5% 不好

④ 脆度值：能综合反映麦粒溶解状况。

>81% 优，78% ~ 81% 好，75% ~ 78% 一般，<75% 差

⑤ 平均叶芽长度：反映发芽的均匀程度。浅色麦芽：0.7 ~ 0.8，3/4 者占 75% 左右。深色麦芽：0.8 以上，3/4 ~ 1 者占 75% 左右。

⑥ 再发芽率：一般要求 <10%，超过 10% 说明焙焦温度和时间不够。

## (3) 化学分析

① 水分：刚出炉的浅色麦芽 3.5% ~ 4.2%；刚出炉的深色麦芽 2.0% ~ 2.8%；麦芽贮存后，一般水分可以增加 0.5% ~ 1.0%。使用时水分不超过 6%。

② 浸出率（绝干）：优质麦芽浸出率应为 78% ~ 82%。浸出率低，说明糖化收得率低。

③ 糖化时间：糖化时间为采用标准协定法糖化时温度达到 70℃ 碘试颜色反应完全的时间。浅色麦芽：正常值 10 ~ 15min；深色麦芽：正常值 20 ~ 30min。

④ 色度：色度指未煮沸的标准协定法糖化麦芽汁的色度。浅色麦芽正常值 2.5 ~ 4.5EBC，中等色度麦芽正常值 5.0 ~ 8.0EBC，深色麦芽正常值 9.5 ~ 15.0EBC。

⑤ 粗细粉差：粗细粉差反映麦芽的溶解程度，此值越小，说明浸出率越高，糖化速度越快，但过小又说明溶解过度。采用 EBC 粉碎机评价如下：<1.5，优；1.5 ~ 1.8，好；1.9 ~ 2.4，一般；2.5 ~ 3.2，差；>3.2，特差。

⑥ 黏度 (mPa·s)：麦芽汁黏度说明麦芽中半纤维素的分解情况。黏度越低，麦芽溶解越好，麦芽汁过滤速度越快。以 8.6% 协定法麦芽汁的黏度计，其中：<1.53，优；1.53 ~ 1.61，良好；1.62 ~ 1.67，一般；>1.67，差。

⑦ 蛋白质溶解度（库尔巴哈值）：标准协定法麦芽汁中的含氮量为可溶性氮，麦芽中的含氮量为总氮，评价标准为：>41%，很好；38% ~ 41%，好；35% ~ 38%，满意；<35%，一般。

⑧ 隆丁区分：按照隆丁区分把麦芽汁中可溶性含氮物质分为高分子氮（A 区，为可溶性蛋白质，约占 25%），中分子氮（B 区，为蛋白质分解的高级产物，约占 15%）和低分子氮（C 区，氨基酸、短肽和其他含氮物质，约占 60%）。高分子氮含量不能过高，否则会影响啤酒的非生物稳定性；中分子氮含量不要过低，否则啤酒口味过于淡薄，泡沫粗大不持久；低分子氮是氮源，含量过低会造成酵母繁殖困难，发酵迟缓。



⑨  $\alpha$ -氨基氮 (mg/100g 麦芽干物质): 是用茚三酮法测定  $\alpha$ -碳原子上联有氨基的含氮物质的总值, 是可以被酵母吸收利用的低分子氮。 $\alpha$ -氨基氮含量下降 15%, 发酵时间将延长 20% ~ 30%。 $>150$ , 很好;  $135 \sim 150$ , 好;  $120 \sim 135$ , 满意;  $<120$ , 差。

⑩ 甲醛氮 (mg/100g 麦芽干物质): 是利用甲醛滴定法测定的低分子含氮物质量, 比  $\alpha$ -氨基氮值高。 $>220$ , 很好;  $200 \sim 220$ , 好;  $180 \sim 200$ , 满意;  $<180$ , 差。

⑪ 糖: 非糖: 是麦芽汁中还原糖与其他成分 (非糖) 的比例, 反映淀粉的分解情况, 是控制生产的一项重要指标。根据啤酒类型不同, 可以选择不同的糖与非糖的比值, 常见为: 浅色麦芽: 糖: 非糖 = 1: (0.3 ~ 0.5), 浓色麦芽糖: 非糖 = 1: (0.5 ~ 0.7)。

⑫ 糖化力: 反映麦芽中  $\alpha$ -淀粉酶和  $\beta$ -淀粉酶共同作用分解淀粉为还原糖的能力。一般浅色麦芽为  $200 \sim 300^{\circ}\text{WK}^*$  (糖化力单位), 其中  $>250^{\circ}\text{WK}$  为优,  $220 \sim 250^{\circ}\text{WK}$  为良好,  $200 \sim 220^{\circ}\text{WK}$  为合格; 深色麦芽为  $80 \sim 120^{\circ}\text{WK}$ 。

⑬ 哈同值: 是一种测定麦芽溶解度的方法。将麦芽在  $20^{\circ}\text{C}$ 、 $45^{\circ}\text{C}$ 、 $65^{\circ}\text{C}$ 、 $80^{\circ}\text{C}$  下, 分别糖化 1h, 求得 4 种麦芽汁的浸出率与协定法麦芽汁浸出率之比的百分率的平均值, 减去 58 所得的差数即为哈同值。 $0 \sim 3.5$  表示溶解不足,  $4.0 \sim 4.5$  表示溶解一般, 5 左右表示满意,  $5.5 \sim 6.5$  表示溶解好,  $6.5 \sim 10$  表示麦芽高酶活力。

⑭ pH: 溶解良好和干燥温度高的麦芽, 其协定法麦芽汁的 pH 低; 溶解不良和干燥温度低的麦芽, 其协定法麦芽汁的 pH 偏高。浅色麦芽协定法麦芽汁的 pH 为 5.90 左右, 深色麦芽为 5.65 ~ 5.75。

### 3. 啤酒酿造用水

啤酒生产用水包括酿造用水 (直接进入产品中的水如糖化用水、洗槽用水、啤酒稀释用水) 和洗涤、冷却用水及锅炉用水。成品啤酒中水的含量最大, 俗称啤酒的“血液”, 因此水质的好坏将影响啤酒质量的好坏, 酿造优质的啤酒必有优质的水源。酿造用水的水质好坏主要取决于水中溶解盐的种类与含量、水的生物学纯净度及气味, 其将对啤酒酿造、啤酒风味和稳定性产生很大影响, 因此必须重视酿造用水的质量。

啤酒酿造用水的性质, 主要取决于水中溶解盐类的种类和含量、水的生物学纯净度及气味。它们将对啤酒酿造全过程产生很大的影响, 如糖化时水解酶的活力和稳定性、酶促反应的速度、麦芽和酒花在不同含盐水中溶解度的差别、盐和单宁-蛋白质的絮凝沉淀、酵母的毒物 (如重金属铅等)、发酵风味物质的形成等, 最终还将影响到啤酒的风味和稳定性。

酿造用水大都直接参与工艺反应, 又是啤酒的主要成分。在麦芽汁制备和发酵过程中, 许多物理变化、生化反应都直接与水质有关。因此, 酿造用水的水质是决定啤酒质量的重要因素之一, 必须符合饮用水和啤酒特殊要求, 见表 1-4。

表 1-4 酿造用水的要求

水质项目	单位	理想要求	最高限度	测试频率	超标对酿造的影响
混浊度		透明无沉淀	透明无沉淀	每日	影响麦汁浊度, 啤酒容易混浊、沉淀
色		无色	无色	每日	有色的水是污染的水, 腐殖酸、铁、锰多
味		20 $^{\circ}\text{C}$ 无味 50 $^{\circ}\text{C}$ 无味	20 $^{\circ}\text{C}$ 异味 50 $^{\circ}\text{C}$ 无味	每日	污染啤酒, 口味恶劣

\* 100g 无水麦芽在  $20^{\circ}\text{C}$ , pH4.3 条件下分解可溶性淀粉 30min, 产生 1g 麦芽糖为  $1^{\circ}\text{WK}$  糖化力单位。