



高等职业教育酿酒技术专业系列教材  
GAODENG ZHIYE JIAOYU NIANGJIU JISHU ZHUANYE XILIE JIAOCAI

BTA  
SINCE 1988

# 啤酒生产 理化检测技术

PiJiu ShengChan  
LiHua JianCe JiShu

张祖莲 主编

 中国轻工业出版社

高等职业教育酿酒技术专业教材

# 啤酒生产理化检测技术

张祖莲 主编

 中国轻工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

啤酒生产理化检测技术/张祖莲主编. —北京:  
中国轻工业出版社, 2012. 6  
高等职业教育酿酒技术专业系列教材  
ISBN 978-7-5019-8694-1

I. ①啤… II. ①张… III. ①啤酒酿造—物理化学性  
质—检测—高等教育—教材 IV. ①TS262. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 020355 号

责任编辑: 江 娟

策划编辑: 李亦兵 江 娟 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: 晋 皓 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: 河北高碑店市德裕顺印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2012年6月第1版第1次印刷

开 本: 720×1000 1/16 印张: 15.25

字 数: 307千字

书 号: ISBN 978-7-5019-8694-1 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

111239J2X101ZBW

高等职业教育酿酒技术专业（啤酒类）系列教材  
编 委 会

主 任 刘少清

副主任 杜波涛

委 员(按姓氏笔画排序)

万 莉、刘光成、吴长春、张祖莲、杨 颖、周 亮、  
索 江、高 欣、唐 谦、崔汉斌、黄杰涛、程汉生、  
程 康、谢恩润、熊志刚

# 序

随着中国啤酒工业的不断发展，企业在激烈的市场竞争中，一直致力于不断提高产品质量，降低生产成本。为此，企业的生产设备在不断更新，自动化程度在不断提升。因此，企业对技能型人才的需求越来越多，要求也越来越高。这样，企业迫切希望高等职业院校能够培养大量符合企业需要的技能型人才。

目前，我国职业教育正处在发展时期，人们还在积极探索职业院校的人才培养模式和教学模式，积极寻求与之相配套的教材建设方向。中德合作的湖北轻工职业技术学院中德啤酒学院，积极借鉴德国成功的职业教育经验，努力探索适合中国国情的职业教育模式，积极深化教学改革，在企业员工培训、学生实习、学生就业、课程建设和教材建设等方面，不断加强与企业的合作，积极推进专业课程体系 and 教材的有机衔接。此次该院组织编写的高等职业教育酿酒技术专业（啤酒类）系列教材（即，《啤酒生产原料》、《麦芽制备技术》、《麦汁制备技术》、《啤酒发酵技术》、《啤酒过滤技术》、《啤酒包装技术》、《啤酒生产理化检测技术》和《啤酒生产微生物检测技术》），是该院在认真总结了二十多年办学成功经验的基础上，收集了大量的国内外教学资料 and 行业信息，在青岛啤酒股份有限公司等国内大型啤酒集团的大力支持和协作下，校企合作开发的专业教材。该教材图文并茂，将理论和实践有机地融合起来，注重专业与产业对接、教学内容与职业标准对接，教学过程与生产过程对接，突出强调了专业的知识目标，特别是技能目标，为学生的专业学习和教师的授课指明了方向。

这套专业系列教材，适合我国高等职业院校酿酒技术专业学生使用，也适合啤酒生产企业在员工培训中作为辅助学习资料使用。我相信，这套酿酒技术专业系列教材的出版发行，对提高我国高等职业院校相应专业学生的学习效果，提高企业员工的培训质量，提高技能型人才的培养质量都能起到相当大的作用，对中国啤酒工业的发展将发挥积极的作用。

青岛啤酒股份有限公司副总裁兼制造中心总裁

樊伟

二零一二年五月

# 前 言

《啤酒生产理化检测技术》是高等职业教育酿酒技术专业教材之一，是高等职业教育发酵专业的一门核心课。

为了适应当前啤酒行业高技能人才的需要，充分体现高等职业教育的特点，我们编写了这本高等职业教育的特色教材。本教材系统地介绍了啤酒生产原辅材料、半成品、副产物、成品的分析和检测及质量控制，同时介绍了一些啤酒生产工艺的控制和检测。本教材所述分析方法都从原理、试剂（包括配制和标定）、仪器、操作过程、结果计算和注意事项等方面进行了详细的介绍。在很多地方融入了编者多年来从事啤酒生产理化检测和分析化学的教学经验和体会，本教材的编写，实际上是对编者多年来在教学思想、教学内容和教学方法所做探索的一次总结。

本教材的特点如下：① 理论和实用并重：既重视检测方法的介绍，又重视理论的探讨；② 实用性强：注重理论联系实际，力求系统性和实用性，同时，针对高职高专的学习特点，内容力求通俗易懂，易教易学，深入浅出，有利于提高教学效果，体现人才培养的实用性。通过设置“知识目标”、“技能目标”、“复习思考题”等内容，既方便教学，也便于学生把握学习目标，了解和掌握教学内容的知识点和能力点；③ 内容全面：对啤酒酿造过程中所涉及的原辅材料、半成品、副产物、成品的控制指标和分析方法以及生产工艺的控制进行全面的论述，融入了一些啤酒生产理化检测的新知识、新技术和发展方向；④ 适用面广：本教材可作为高职高专发酵专业的教学用书，也可作为生物工程、食品工程、工业分析与检验等专业的教学用书，还可作为啤酒酿造工程技术人员和实验室技术人员参考用书，或作为其他类型院校相关专业师生的参考用书。

本教材由湖北轻工职业技术学院张祖莲担任主编，湖北轻工职业技术学院吴长春、万莉担任副主编。张祖莲编写第一、二、三、四、五、七章，万莉编写第六章，吴长春编写第八章。

限于编者的学识和水平，书中不当甚至错漏之处在所难免，恳请读者不吝指教。

# 目 录

## 第一章 大麦分析

---

第一节	酿造大麦的质量要求 .....	1
第二节	大麦样品的采集 .....	3
第三节	大麦的感官检验 .....	5
第四节	大麦的物理检验 .....	7
第五节	大麦的生理特性检验 .....	12
第六节	大麦的化学检验 .....	19

## 第二章 水分析

---

第一节	酿造用水的质量要求 .....	26
第二节	水样的采集和保存 .....	29
第三节	酿造用水的感官评价和 pH .....	30
第四节	水碱度 .....	33
第五节	水硬度和残余碱度 .....	38
第六节	水中氯离子、二氧化碳的测定 .....	49
第七节	啤酒厂洗瓶机碱浓度的测定 .....	58

## 第三章 麦芽分析

---

第一节	麦芽的质量要求 .....	63
第二节	麦芽样品的采集和感官评价 .....	65
第三节	麦芽的物理检验 .....	67
第四节	麦芽的化学检验 .....	73

## 第四章 酒花分析

---

第一节	酒花的质量要求 .....	100
-----	---------------	-----

第二节	取样、样品处理和样品的保存 .....	102
第三节	酒花的感官评价 .....	103
第四节	酒花的物理检验 .....	104
第五节	酒花的化学检验 .....	107

## 第五章 大米分析

---

第一节	大米的质量要求 .....	118
第二节	大米的取样及感官检验 .....	120
第三节	大米的化学检验 .....	121

## 第六章 麦汁分析

---

第一节	麦汁的质量要求 .....	137
第二节	麦汁样品的采集和处理 .....	139
第三节	麦汁的感官检验 .....	140
第四节	麦汁的 pH 和总酸 .....	141
第五节	麦汁中固形物和冷、热凝固物的测定 .....	142
第六节	麦汁中含氮物质的测定 .....	148
第七节	麦汁的碘值和最终发酵度 .....	160
第八节	麦汁中酚类化合物及苦味质的测定 .....	163
第九节	麦汁中其他理化分析 .....	165

## 第七章 麦糟分析

---

第一节	麦糟的质量要求 .....	168
第二节	麦糟的取样及样品处理 .....	169
第三节	麦糟的理化分析 .....	169

## 第八章 发酵液和成品啤酒分析

---

第一节	啤酒的质量标准 .....	175
第二节	样品的采集和处理 .....	178



第三节	啤酒的感官评价和净含量的测定 .....	179
第四节	啤酒的理化分析 .....	181
第五节	啤酒中氧含量的测定 .....	198
第六节	啤酒非生物稳定性的评价和预测 .....	201
第七节	巴氏杀菌单位(PU 值)的测定 .....	205

## 附录

附录一	理化分析常用指示剂的配制 .....	208
附录二	理化分析常用缓冲溶液的配制 .....	209
附录三	实验室常用酸碱溶液的物理性质 .....	210
附录四	常用有机溶剂的物理常数 .....	210
附录五	大麦百升质量对照表 .....	211
附录六	麦汁黏度与浸出物含量对照表 .....	212
附录七	啤酒黏度与啤酒原麦汁浓度对照表 .....	214
附录八	苦味质含量和苦味单位换算表 .....	215
附录九	相对密度与浸出物含量对照表 .....	216
附录十	酒精水溶液的相对密度与酒精度对照表 .....	225

参考文献 .....	233
------------	-----

# 第一章

## 大麦分析

### 知识目标

1. 通过本章的学习掌握大麦分析中的基本概念；
2. 掌握大麦样品的采集方法；
3. 了解大麦的感官评价和机械物理检验方法；
4. 掌握大麦生理检验和化学检验的原理和方法。

### 技能目标

1. 正确使用大麦分析中的各种仪器；
2. 准确进行大麦的全分析；
3. 正确进行大麦分析数据的处理；
4. 正确评价啤酒大麦的质量。

## 第一节 酿造大麦的质量要求

大麦作为啤酒生产的主要原料，其质量直接影响制麦过程和麦芽的质量。麦芽厂或啤酒厂的制麦车间对大麦质量进行分析和评价，对啤酒酿造有极其重要的意义。

作为啤酒酿造大麦，除了要符合 GB/T 7416—2008《啤酒大麦》的要求（见表 1-1、表 1-2 和表 1-3）外，还要满足不同制麦设备和不同麦芽种类的工艺要求。

表 1-1 大麦感官要求

项目	优级	一级	二级
外观	淡黄色具有光泽, 无病斑粒*	淡黄色或黄色, 稍有光泽, 无病斑粒*	黄色, 无病斑粒*
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

注: \* 此处指检疫对象所规定的病斑粒。

表 1-2 二棱大麦理化要求

项目	优级	一级	二级
夹杂物/%	≤ 1.0	1.5	2.0
破损率/%	≤ 0.5	1.0	1.5
水分/%	≤ 12.0		13.0
千粒质量 (以干基计) /g	≥ 38.0	35.0	32.0
3d 的发芽率/%	≥ 95	92	85
5d 的发芽率/%	≥ 97	95	90
蛋白质含量 (以干基计) /%	10.0 ~ 12.5		9.0 ~ 13.5
饱满粒 (腹径 ≥ 2.5mm) /%	≥ 85.0	80.0	70.0
瘦小粒 (腹径 < 2.2mm) /%	≤ 4.0	5.0	6.0

表 1-3 多棱大麦理化要求

项目	优级	一级	二级
夹杂物/%	≤ 1.0	1.5	2.0
破损率/%	≤ 0.5	1.0	1.5
水分/%	≤ 12.0		13.0
千粒质量 (以干基计) /g	≥ 37.0	33.0	28.0
3d 的发芽率/%	≥ 95	92	85
5d 的发芽率/%	≥ 97	95	90
蛋白质含量 (以干基计) /%	10.0 ~ 12.5		9.0 ~ 13.5
饱满粒 (腹径 ≥ 2.5mm) /%	≥ 80.0	75.0	60.0
瘦小粒 (腹径 < 2.2mm) /%	≤ 4.0	6.0	8.0

## 第二节 大麦样品的采集

### 一、样品的采集原则

样品的分析步骤应包括从采样到报告结果的全过程，其中每一个环节都直接影响分析结果的准确度和精密度，而样品的采集又是分析的基础，因此，样品的采集与分析操作具有同等的重要性，只有样品采集得均匀、有代表性，才能确保准确、可靠的分析结果。

### 二、取样工具和容器

#### 1. 取样工具

(1) 包装取样器 全长700mm，探口长450mm，口宽为10mm，头尖形，最大外径约15mm。

(2) 散装取样器 粗套管或细套管取样器，有全长1m或2m两种取样器，三个孔，每孔口长约150mm，口宽约18mm，头长约70mm，外径约28mm。

(3) 取样铲 小铁铲，用于流动状况下取样或倒包取样。

#### 2. 容器

样品容器应密封性能良好，清洁干燥。常用的容器有样品袋、磨口的广口瓶等。

### 三、取样方法

大麦样品的采集应根据样品的包装形式，按不同的要求用取样器进行取样。

#### 1. 袋装大麦的取样

(1) 取样袋数不少于总袋数的5%。

(2) 取样点要分布均匀。

(3) 每袋取样次数要一致，每次的取样量要相同。

例如，一堆垛大麦共有500袋，则应在堆垛不同的部位均匀地取出25袋，在每袋的不同位置，将包装取样器槽口向下，插入袋中，然后槽口向上取出。

#### 2. 散装大麦的取样

(1) 仓库取样 根据仓库的高度进行分层，根据仓库的面积分区设点。

① 分层：根据堆高分层，堆高2m以下分上、下两层；堆高2~3m分3层；堆高3~5m分4层；堆高在5m以上的酌情增加层数。上层距堆面10~20cm处，

下层距离底部 20cm 处。

② 分区设点：根据堆形和面积大小分区，每区面积不超过  $50\text{m}^2$ ，各区设中心四角 5 个点。区数在两个或两个以上的，两区界线上的两个点为共有点，即两个区设 8 个点，三个区设 11 个点，四个区设 14 个点，依此类推。麦堆边缘的点设在距边缘约 50cm 处。

③ 取样：按区按点，从上到下逐层用取样器取样，要求每一点的取样量相同。

(2) 立仓取样 根据立仓的高度进行分层，根据立仓的直径按圈设点。

① 分层：根据立仓的高度分层，堆高 2m 以下分上、下两层；堆高 2 ~ 3m 分 3 层；堆高 3 ~ 5m 分 4 层；堆高在 5m 以上的酌情增加层数。上层距堆面 10 ~ 20cm 处，下层距离底部 20cm 处。

② 按圈设点：每层按立仓的直径分内（中心）、中（半径的 1/2 处）、外（距仓边缘 30cm 左右）三圈，直径在 8m 以下的立仓，每层按内、中、外分别设 1、2、4 共 7 个点；直径在 8m 以上的立仓，每层按内、中、外分别设 1、4、8 共 13 个点。

③ 取样：按层按点，从上到下逐层取样，要求每一点的取样量相同。

### 3. 流动状态下的取样

(1) 在机械输送过程中，将需要检测的大麦按输送的时间和数量，确定取样次数和每次的取样量，一般要求至少取样 20 次。

(2) 定时从输送终点横断面接取样品，或利用输送装置上的自动取样器进行取样，要求每次的取样量相同。

## 四、样品的处理和保存

将原始样品充分混合均匀，从混合均匀的样品中取一定量的样品用于分析和保存。通常大麦分析需要 500 ~ 1000g 样品。

### 1. 四分法

(1) 混匀 将所取的全部大麦样品倒在光滑平坦的盘中或玻璃上，用长尺或两块分样板将样品摊成正方形，然后从样品左右两边铲起样品，对准中心同时倒落。换一个方向同样操作（中心点不动），如此反复操作 4 ~ 5 次。

(2) 缩分 将混合均匀的样品摊成等厚的正方体，用长尺或分样板在样品上划两条对角线，将样品分成四等分，弃去两个对角部分的样品，剩下的样品按上述方法反复分取，直到最后剩下的两个对角的样品接近所需试样的质量为止。

### 2. 分样器法

分样器由漏斗、分样格和接样斗等部件组成，样品通过分样格时，就被均匀地分成对等的两部分。

(1) 混匀 分样时，首先将分样器清扫干净，放稳，关闭漏斗开关，放好

接样斗。将所取的全部样品从高于漏斗口约 5cm 处倒入漏斗内，刮平，打开漏斗开关。待样品流尽后轻拍分样器，关闭漏斗开关，将两个接样斗中的样品同时倒入漏斗内。重复进行两次，使所取的样品充分混合均匀。

(2) 分样 将混合均匀的样品倒入漏斗，刮平，打开漏斗开关，去掉一个接样斗中的样品。将另一个接样斗中的样品倒入漏斗内，反复分取，直到一个接样斗的样品接近所需试样质量时为止。

### 3. 样品的存放

缩分后的样品立即用一密封的样品瓶（样品袋）装好，贴好标签，标明样品名称、样品来源、取样时间及地点等。样品进入实验室后应放置一段时间，使其温度与室温一致，从而避免在大气中很快吸收水分。

取样时，应同时取出两份样或将分析未用完的样品进行保存，用来做对照实验。

## 第三节 大麦的感官检验

大麦的感官检验是询价和购买时的重要依据，是大麦分析的基础，感官不符合要求的大麦，没有必要做其他的检验。

大麦的感官检验是通过看、闻等进行判断和评价的。

### 一、感官检验

#### 1. 色泽

检验方法：在自然光线明亮的地方观看大麦样品的色泽。

颜色记录为：淡黄色、黄色、黄色夹有绿色、褐色和暗褐色等。

光泽记录为：有光泽、稍有光泽或无光泽。

#### 2. 气味

检验方法：将大麦样品在手中握 5min，用鼻闻其气味。

记录为：气味正常（仅有麦秆香味）、有异味（稍有霉味、霉味、严重霉味）。

#### 3. 麦粒形状

检验方法：在自然光线明亮的场所观看大麦样品的麦粒形状。

记录为：粒大、饱满、整齐；粒大、大小不均；籽粒瘦小等。

#### 4. 谷皮特征

检验方法：在自然光线明亮的场所观看大麦的谷皮，并记录。皮薄的大麦浸出率高，未成熟的大麦皮厚，多酚物质含量高。

记录为：皮薄、有细小均匀的皱纹，谷皮完整；皮厚，有粗大不均匀的皱纹，谷皮不完整等。

## 5. 品种的纯净度

检验方法：通过麦粒的大小及形状、谷皮的厚薄、色泽等来判断。

记录为：品种纯净、品种不纯净。

## 6. 夹杂物

检验方法：取大麦样品观察是否含有夹杂物，如有则称取 200g 大麦样品，精确至 0.1g，拣出其中的杂谷粒（如小麦、燕麦等）、杂草、麦秆、麦芒、石块、沙子、破损粒、已发芽粒等夹杂物，并称其质量，计算夹杂物所占的百分率。

计算：

$$\text{夹杂物}(\%) = \frac{m}{200} \times 100$$

式中  $m$ ——夹杂物的质量，g

所得结果表示至一位小数。

## 7. 破损率

检验方法：称取 200g 大麦样品，精确至 0.1g，拣出其中的破粒、半粒，称其质量，计算其所占的百分率。

计算：

$$\text{破损率}(\%) = \frac{m}{200} \times 100$$

式中  $m$ ——破损麦粒的质量，g

所得结果表示至一位小数。

## 8. 湿度

检验方法：将大麦放在手心，让其自然滑落。

记录为：手感干燥、手感潮湿。

## 9. 病虫粒

检验方法：取大麦样品观察是否含有被病虫害侵袭的大麦。

记录为：无病斑粒、有病斑粒、有虫蛀粒等。

## 二、感官检验记录表

感官检验记录表见表 1-4。

表 1-4 大麦感官检验记录表

项目	检验结果	要求
色泽		酿造大麦应呈淡黄色而且具有光泽。无绿色、灰色、棕色或大麦胚部呈深褐色以及红斑点的麦粒；麦粒的颜色不应过淡

续表

项目	检验结果	要求
气味		酿造大麦应具有新鲜的麦秆香味，稍升温，气味非常明显。不应有霉味、潮湿味、陈旧味等异味
麦粒形状		酿造大麦应颗粒饱满，呈短肥状，大小均匀
谷皮特征		酿造大麦应皮薄，具有细密的褶皱，而且有完整的谷皮
品种纯净度		品种纯净，不含有不同品种的大麦、不同产地的大麦、不同年度生长的大麦
夹杂物		大麦应不含杂草、杂种谷粒、石头、灰尘、谷皮碎片、半粒、霉粒等；夹杂物 < 2%
破损率		酿造大麦的破损率 < 1.5%
湿度		酿造大麦应手感干燥，大麦能从手中滑落出来
病虫粒		酿造大麦应无有斑点和明显虫蛀处的大麦

## 第四节 大麦的物理检验

### 一、百升质量

大麦的百升质量指每 100L 大麦的质量 (kg)。

百升质量与单位体积麦粒的数量和麦粒的绝对质量有关。一般来说大麦的百升质量越高，其浸出率就越高。但是，大麦的百升质量受许多因素的影响，所以必须把百升质量与大麦的其他分析指标结合起来评价大麦质量。

#### (一) 影响百升质量的因素

颗粒的大小及形状；大麦的含水量；打谷形式；杂质的含量。

#### (二) 测定方法

##### 1. 仪器

- (1) 百升质量测定仪 体积为 1/4L。
- (2) 天平 感量 0.1g。

##### 2. 操作

- (1) 正确安装好百升质量测定仪，注意金属塞应在卡尺上方。
- (2) 用带底的圆筒装取大麦样品至刻度。
- (3) 将大麦倒入金属塞上方的圆筒中。
- (4) 将卡尺慢慢抽出，大麦随金属塞一起落入下部圆筒中。
- (5) 再次插入卡尺，倒出卡尺上部的大麦。
- (6) 取下上部圆筒和卡尺。



(7) 将下部装有大麦的圆筒挂在秤杆上, 另一端加砝码, 称量其质量 (或者将圆筒中的大麦倒入一干燥的容器中, 用天平称其质量)。

(8) 根据称出的质量, 从附录 5 中查出相应的百升质量。

## 二、千粒质量

大麦的千粒质量指每 1000 粒大麦的质量 (g)。大麦的千粒质量比百升质量更能反映大麦淀粉的含量, 因为测定千粒质量时大麦的水含量、半粒及夹杂物都不影响其结果。

### (一) 测定大麦千粒质量的目的

(1) 千粒质量能反映大麦的平均大小, 千粒质量越大, 则饱满大麦 (>2.5mm) 所占的百分数越高, 浸出率越高。

(2) 大麦的千粒质量和大麦的蛋白质含量一起可以反映大麦的淀粉含量。

(3) 通过大麦和麦芽的千粒质量可以计算制麦损失。

例如, 大麦的千粒质量: 45g (风干), 麦芽的千粒质量: 35g (风干), 则制麦损失 (% , 风干) =  $\frac{45 - 35}{45} \times 100 = 22.2\%$ 。

### (二) 测定方法

#### 1. 仪器

(1) 计数器。

(2) 天平 感量 0.1g。

#### 2. 操作

(1) 拣出大麦样品中的夹杂物。

(2) 随机数出 1000 粒大麦颗粒, 在天平上称其质量 (g)。

(3) 做平行试验。

#### 3. 计算

$$m_2 = m_1 (1 - w)$$

式中  $m_2$ ——试样的千粒质量 (绝干), g

$m_1$ ——直接称量得到的试样风干千粒质量, g

$w$ ——试样水分的质量分数, %

所得结果表示至一位小数。

同一样品两次测定结果的绝对差值不得超过算术平均值的 2%。

## 三、切粒试验 (胚乳的性质)

### (一) 胚乳的性质

通过切粒试验可以确定大麦胚乳的性质。大麦胚乳的性质不仅影响大麦的浸