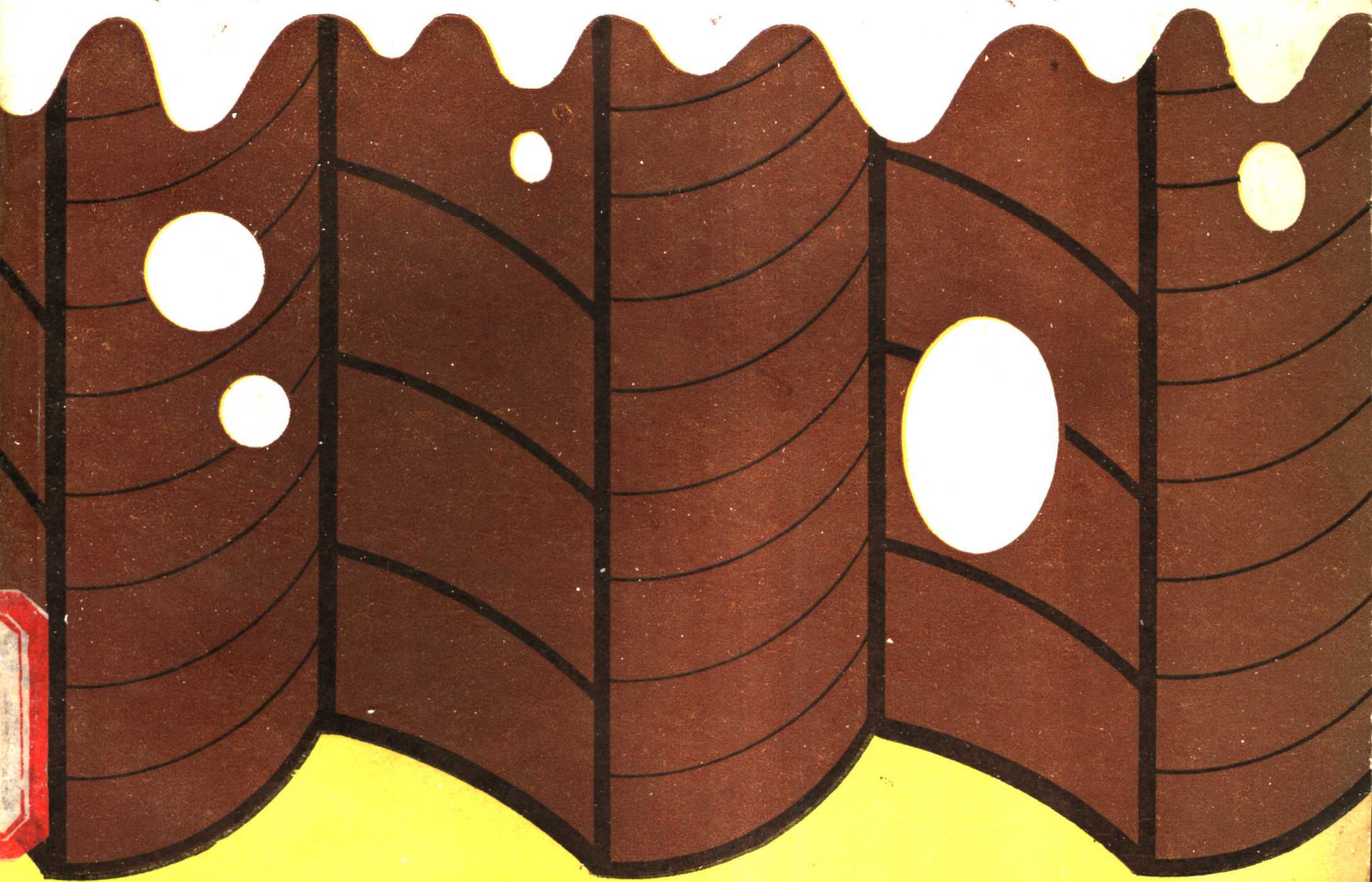


上海市“星火计划”培训教材

徐同兴 胡叔平 王智方 编著

啤酒 生产

PI JIU SHENG CHAN



上海科学普及出版社

啤 酒 生 产

徐同兴 胡叔平 王智方 编著

上海科学普及出版社

内 容 提 要

本书比较系统地叙述了啤酒生产的工艺。内容包括：啤酒概论，啤酒生产的原辅材料及麦芽生产；麦芽汁制造，啤酒发酵及包装质量；啤酒新技术，综合利用，食品卫生检验，工业卫生和啤酒成品检验等。且每章附有复习思考题，可作为培训啤酒生产技术骨干的教材。

本书内容翔实，深入浅出，适合于啤酒行业技术操作工人，科研、技术人员、管理人员和啤酒酿造专业师生阅读、参考。

责任编辑：张建德

啤 酒 生 产

徐同兴 胡叔干 王智方 编著

上海科学普及出版社出版发行

(上海曹杨路500号)

各地新华书店经销

上海科学普及出版社太仓印刷分厂印刷

开本787×1092 1/16 印张22.5 字数560000

1988年5月第1版 1988年8月第1次印刷

印数 1—9000本

ISBN7-5427-0078-2/TS·1 定价：6.95元

前 言

啤酒是低酒精度、含二氧化碳和营养丰富的饮料酒，深受广大消费者的欢迎。近年来随着人们生活水平的不断提高，对啤酒的需求日益增大。自1980年以来，我国的啤酒工业发展迅猛，各地纷纷建立啤酒工厂和麦芽工厂，但是，由于技术力量薄弱，操作人员素质较低，致使啤酒质量欠佳，这与亟待发展的形势是不相适应的。啤酒工厂的有关人员迫切希望有一本通俗易懂并能解决生产问题的书籍，作为工作中随时借鉴的参考用书和培训技术骨干的教材。我们编写《啤酒生产》这本书的宗旨即在于此。本书内容简洁、实用，并附有部分思考复习题可供复习之用。此外，对于啤酒专业的师生也有一定的参考价值。

本书由上海啤酒厂徐同兴、胡叔平、王智方三位同志编写。内容分三大部分共十章，第一部分包括：啤酒概论、啤酒生产的原辅材料及麦芽生产；第二部分包括：麦芽汁制造、啤酒发酵及包装质量；第三部分包括：啤酒新技术、综合利用、食品卫生检验、工业卫生和啤酒成品检验等。在编写过程中参考了《啤酒手册》、《微生物学》等有关资料。由于作者水平有限，资料的收集不广和生产经验欠丰富，因此本书会出现不足之处甚至错误，恳切希望啤酒界前辈、同行以及广大读者给予批评指正。

编 者

1987年12月

1~3万吨/年啤酒生产设备介绍

我厂是有十多年生产啤酒设备的专业厂，是中国啤酒协会会员厂，上海经济区轻工机械(集团)公司常务董事厂，上海海鹰饮料机械(集团)公司成员厂之一。我厂设备精良、技术先进、工艺考究、质量可靠，用户遍布浙江、江苏、辽宁、湖北、江西、福建、陕西、吉林、内蒙、四川、山东、安徽、新疆、湖南等省 200 多家啤酒厂。我厂生产的啤酒设备是根据轻工部广州轻工设计院的图纸生产，可向用户提供年产 5 千至 3 万吨啤酒厂的糖化、发酵、包装车间的整套设备及单机，并可承包筹建啤酒厂工程设计、设备安装、调试和技术培训等项目。

我厂主要产品有年产 5 千至 3 万吨啤酒糖化车间的糖化过滤槽、糊化煮沸锅、旋涡沉淀槽及复式糊化锅、糖化锅、过滤槽、煮沸锅等整套设备，尤其是煮沸锅和沉淀槽采用先进内加热与带锥底的结构。

发酵车间有麦汁杀菌罐、酵母培养罐、酵母扩大培养罐、酵母洗涤槽和 30~100m³ 的露天发酵罐。此外还有配套使用洗棉机、压棉机、20~40 片棉饼过滤机、BP₂-JW-6 及 BP₂-JZH₁₀₋₂₀ 系列板式换热器等。

以上产品我厂对用户实行质量三包。我厂生产宗旨是：用户至上、信守合同。欢迎惠顾！

浙江省温州市饮料机械厂

厂长：施德成 经营科长：邱加静

厂址：温州市小墨斗

电话：24356 22385

电挂：0124

目 录

第一章 概 论.....	1	(八) 酚类物质.....	12
第一节 啤酒工业概况.....	1	四、制啤酒麦芽用大麦的要求.....	12
第二节 啤酒的分类.....	2	(一) 大麦感官特征.....	12
一、按酵母品种分类.....	2	(二) 机械检验.....	12
(一) 上面发酵啤酒.....	2	(三) 化学检验.....	13
(二) 下面发酵啤酒.....	2	五、啤酒大麦质量标准.....	14
二、按生产方式分类.....	3	(一) 分类.....	14
(一) 鲜啤酒.....	3	(二) 技术要求.....	14
(二) 熟啤酒.....	3	第二节 酒花.....	15
三、按产品浓度分类.....	3	一、酒花的概况.....	15
四、按啤酒色泽深浅分类.....	3	二、干燥酒花的化学成分.....	16
(一) 浅色啤酒.....	3	(一) 酒花油.....	16
(二) 浓色啤酒.....	3	(二) α -苦味酸与甲种树脂.....	16
五、按消费对象分类.....	3	(三) β -苦味酸与乙种树脂.....	16
六、按包装容器分类.....	4	(四) 酒花单宁.....	17
(一) 瓶装啤酒.....	4	三、酒花品种分类.....	17
(二) 罐装啤酒.....	4	(一) 以茎的颜色分类.....	17
(三) 桶装啤酒.....	4	(二) 以成熟分类.....	18
第三节 啤酒工业发展趋向.....	4	四、酒花的选用与贮藏.....	18
第二章 啤酒酿造原料.....	7	五、酒花的质量标准(部颁).....	18
第一节 大麦.....	7	第三节 辅助原料.....	19
一、大麦的品种.....	7	一、概述.....	19
(一) 六棱大麦.....	7	二、未发芽谷类.....	20
(二) 四棱大麦.....	7	(一) 大米.....	20
(三) 二棱大麦.....	7	(二) 玉米.....	20
二、大麦籽粒的构造.....	7	(三) 小麦.....	21
(一) 胚.....	7	(四) 大麦.....	21
(二) 胚乳.....	7	三、糖类和糖浆.....	22
(三) 皮层.....	8	四、采用辅助原料应注意的问题.....	22
三、大麦的化学组成.....	8	第四节 水.....	22
(一) 水分.....	8	一、啤酒酿造用水.....	22
(二) 碳水化合物.....	8	(一) 酿造用水的质量要求及其对啤酒	
(三) 蛋白质.....	10	质量的影响.....	24
(四) 脂肪.....	11	(二) 水中钙、镁离子对啤酒酿造的影响.....	25
(五) 磷酸盐.....	11	(三) 水的硬度.....	26
(六) 无机盐.....	11	(四) 酿造用水的硬度分类.....	28
(七) 维生素.....	12	二、啤酒酿造用水的改良和处理.....	28

(一) 煮沸法处理水	29	三、浸麦设备及管理和保养	67
(二) 加石灰法处理水	30	(一) 传统的浸麦槽	67
(三) 加石膏改良糖化用水	31	(二) 新型的自动化平底浸麦槽	68
(四) 加酸改良糖化用水	32	(三) 浸麦设备的管理和保养	69
(五) 离子交换法处理糖化用水	32	四、浸麦度	69
(六) 离子交换膜电渗析法处理水	37	(一) 浸麦度计算	69
(七) 反渗透法处理水	41	(二) 浸麦度的控制	70
(八) 活性炭吸附处理水	45	(三) 确定浸麦度的一些条件	70
三、啤酒生产用水的消毒和灭菌	47	(四) 浸麦时间和要求	71
(一) 概述	47	(五) 浸麦度	71
(二) 砂滤棒过滤器除菌	47	五、浸麦方法	71
(三) 加氯杀菌	49	(一) 浸水断水交替浸麦法	71
(四) 紫外线杀菌	49	(二) 长断水浸麦法(快速浸麦法)	72
四、啤酒生产过程用水	50	(三) 喷淋浸麦法	73
(一) 啤酒生产过程用水的水质要求	50	(四) 各种浸麦方法的比较	73
(二) 啤酒工厂水的消耗量	51	六、浸麦工艺过程的控制	73
(三) 年产万吨啤酒厂冷水消耗情况	53	七、浸麦损失	75
(四) 小型啤酒厂生产用水量	53	第四节 大麦的发芽	75
第三章 麦芽的制造	56	一、大麦发芽的基本理论	75
第一节 概述	56	(一) 发芽现象	75
一、麦芽制造的目的	56	(二) 发芽时的呼吸作用	76
二、麦芽制造的工艺过程	56	(三) 酶的形成和麦粒的代谢作用	76
第二节 大麦的处理	57	(四) 胚乳的溶解	76
一、概述	57	(五) 发芽过程中的各种物质变化	77
二、清选设备	57	(六) 发芽期间的物质损失	83
(一) 清麦机	57	二、发芽的基本条件	83
(二) 杂谷分离机(精选机)	58	(一) 水分	84
(三) 分级机	60	(二) 发芽温度	84
三、精选大麦的质量控制	62	(三) 氧气	84
(一) 工艺要求	62	三、发芽方法	85
(二) 控制方法	62	(一) 地板式发芽	85
四、精选大麦的整齐度及原大麦的精选率	62	(二) 通风箱式发芽	86
(一) 精选大麦的整齐度	62	四、发芽设备的管理和保养	89
(二) 精选率	62	五、发芽工艺条件的控制和质量检查	90
五、大麦精选设备的管理与保养	62	(一) 发芽工序一般工艺要求	90
第三节 大麦的浸渍	63	(二) 工艺条件的控制	90
一、浸渍的目的	63	(三) 绿麦芽的质量要求	92
二、浸渍的基本理论	63	第五节 绿麦芽的干燥	92
(一) 浸渍时的吸水	63	一、干燥的基本理论	92
(二) 影响大麦浸渍吸水速度的因素	64	(一) 绿麦芽干燥的变化过程	92
(三) 浸渍时通风	65	(二) 麦芽干燥期间的物质变化	93
(四) 浸渍时化学药品的使用	66	二、干燥设备	95
		(一) 单层、双层、三层干燥炉的主	

要构造	96	(七) 黑色素的形成	121
(二) 通风式单层高效干燥炉	96	三、糖化设备	121
三、麦芽干燥操作和工艺的控制	97	(一) 糊化锅	122
(一) 干燥过程与操作	97	(二) 糖化锅	123
(二) 浅色麦芽的干燥	97	(三) 煮沸锅	124
(三) 浓色麦芽的干燥	99	(四) 过滤槽与压滤机	125
四、麦芽的除根与贮藏	101	四、糖化方法及其比较	126
(一) 麦芽的除根	101	(一) 糖化方法	126
(二) 干麦芽的贮藏	102	(二) 煮出糖化法与浸出糖化法比较	131
第六节 制麦芽的物质损失	103	五、糖化操作及其注意事项	131
第七节 干麦芽质量检查与质量标准	104	(一) 糖化操作	131
一、干麦芽质量检查	104	(二) 注意事项	132
二、干麦芽质量标准	104	六、影响原料利用率的因素	132
第八节 特种麦芽	106	七、糖化用水与洗糟用水	133
一、特种麦芽的用途	106	(一) 酿造用水的分配原则	133
二、特种麦芽的加工方法	106	(二) 糖化用水量	133
(一) 焦糖麦芽(结晶麦芽)的制法	106	(三) 糖化用水量的计算	133
(二) 着色麦芽(黑麦芽)的制法	107	(四) 洗糟用水	134
第四章 麦芽汁制造	108	第三节 麦芽汁的过滤	135
第一节 粉碎	108	一、过滤槽法	135
一、粉碎的目的和要求	108	(一) 头号麦芽汁的过滤	135
(一) 粉碎的目的	108	(二) 麦糟的洗涤	136
(二) 粉碎的要求	108	(三) 影响麦汁过滤速度的因素	136
二、粉碎方法	109	(四) 加速麦汁过滤速度的因素	137
三、影响麦芽粉碎的因素	109	(五) 麦汁过滤洗涤和啤酒质量的关系	137
(一) 麦芽性质对粉碎度的影响	109	(六) 造成过滤麦芽汁混浊的原因	138
(二) 糖化方法对粉碎度的影响	110	二、过滤机法	138
(三) 过滤设备对粉碎度的影响	110	(一) 压滤前的准备	138
四、粉碎设备及其操作	111	(二) 糖化醪的进机阶段	138
(一) 麦芽粉碎机的种类及操作	111	(三) 头号麦芽汁过滤阶段	138
(二) 大米粉碎设备	112	(四) 麦糟的洗涤阶段	138
(三) 粉碎机的附属设备	113	(五) 压滤后的整理	139
五、粉碎操作及注意事项	113	三、二种麦芽汁过滤方法的比较	139
第二节 糖化	114	第四节 麦汁煮沸与酒花添加	140
一、糖化的目的与要求	114	一、麦汁煮沸的目的和作用	140
二、糖化时的主要物质变化	114	二、麦汁煮沸的方法	140
(一) 淀粉的分解	115	(一) 传统的煮沸方法	140
(二) 蛋白质在糖化时的分解	117	(二) 加压煮沸	141
(三) 半纤维素的分解	121	(三) 体外煮沸	141
(四) 谷皮成分的溶解	121	三、麦汁煮沸的技术要求	142
(五) 滴定酸度的变化	121	(一) 麦汁煮沸时间	142
(六) 无机盐的变化	121	(二) 煮沸强度	143
		(三) pH值	143

四、酒花的添加	144	(三) 林德奈氏单细胞分离法(小滴培养法)	164
(一) 酒花的作用	144	(四) 单孢子分离法	164
(二) 酒花的添加量	144	七、啤酒酵母的扩大培养	165
(三) 酒花的添加方法	114	(一) 酵母扩大培养过程	165
(四) 节约酒花的措施	144	(二) 啤酒酵母扩大培养过程的要求	166
第五节 麦芽汁的冷却	145	八、酵母的检查与鉴定	166
一、麦汁冷却的目的和要求	145	九、啤酒酵母的保藏	169
(一) 麦汁冷却的目的	145	(一) 纯种原菌的保藏	169
(二) 麦汁冷却时的要求	145	(二) 接种酵母的保藏法	170
二、冷却时的物理化学变化	145	十、啤酒酵母退化的防治方法	170
(一) “吸氧”的作用	145	第二节 啤酒发酵过程中的酵母的代谢作用	171
(二) 凝固物的析出	145	一、麦汁发酵过程中各种物质变化	172
三、冷却设备	146	(一) 糖的变化	172
(一) 麦汁预冷却设备	146	(二) 含氮物的变化	172
(二) 麦汁冷却设备	148	(三) 酸度(pH)的变化	173
第六节 最终麦芽汁	150	(四) CO ₂ 的生成	173
一、麦芽汁的浓度	151	(五) 氧和 rH 值(氧化还原势)的变化	173
二、麦芽汁的成分	151	(六) 其它变化	174
第五章 啤酒发酵与后熟	153	二、乙醇与 CO ₂ 的生成	174
第一节 啤酒酵母	153	三、发酵副产物的形成	175
一、啤酒酵母菌的形态和构造	153	第三节 主发酵	175
(一) 啤酒酵母菌的形态	153	一、主发酵的工艺操作	175
(二) 酵母细胞的构造	154	(一) 酵母添加法	175
二、啤酒酵母的成分	155	(二) 酵母添加量	176
(一) 啤酒酵母的化学成分	155	(三) 主发酵的发酵阶段	176
(二) 啤酒酵母体内的主要酶类及其性质	157	(四) 发酵温度的调节	177
三、啤酒酵母的营养	158	(五) 发酵时间	177
(一) 水	158	(六) 发酵情况的检查方法	179
(二) 碳素化合物	158	(七) 酵母的回收和处理	180
(三) 氮素化合物	158	二、主发酵中的异常现象	181
(四) 生长素	158	三、发酵设备	182
(五) 矿质元素	158	(一) 发酵室	182
四、啤酒酵母的繁殖与生长	159	(二) 发酵池	183
(一) 啤酒酵母的繁殖	159	(三) 涂料	183
(二) 啤酒酵母的生长	160	四、主发酵室的安全与卫生要求	183
五、啤酒酵母的种类	161	第四节 后发酵	184
(一) 上面酵母和下面酵母	161	一、后发酵的目的	184
(二) 凝集酵母和粉状酵母	162	二、后发酵的管理	185
六、啤酒酵母的分离培养	162	(一) 后发酵的工艺操作	185
(一) 双重皿平面分离法	162	(二) 下酒的方法	185
(二) 汉生氏单细胞分离法(又称湿室培养法)	163		

(三) 贮酒室的温度调节	186	(四) 灭菌机	206
(四) 贮酒罐压力的调节	186	(五) 贴标机	206
(五) 后发酵的异常现象和处理方法	186	(六) 输送装置	207
三、啤酒的贮藏时间	187	四、啤酒包装的工艺操作	207
(一) 贮藏时间的确定	187	(一) 进瓶与洗瓶	207
(二) 贮藏时间长短对产品质量的影响	187	(二) 验瓶	209
(三) 影响贮藏时间长短的各种因素	188	(三) 灌酒	209
四、啤酒的澄清	188	(四) 压盖	210
(一) 影响啤酒澄清的各种因素	189	(五) 灭菌	211
(二) 啤酒的澄清方法	189	(六) 验酒	213
五、后发酵的设备	190	(七) 贴标	214
(一) 后发酵室	190	(八) 装箱和存放	214
(二) 贮酒槽	190	第二节 罐装啤酒	215
六、贮酒室与贮酒槽的清洁卫生工作	191	一、罐装啤酒的工艺流程	216
(一) 贮酒室的清洁卫生	191	二、制罐	216
(二) 贮酒桶的清洁卫生	192	三、包装	216
第五节 啤酒过滤	192	第三节 桶装啤酒	217
一、过滤原理	192	一、桶装啤酒的工艺流程	217
(一) 筛分作用	193	二、桶装啤酒的设备和操作	217
(二) 深度效应	193	第四节 成品啤酒的质量	219
(三) 吸附作用	193	一、啤酒质量要求	219
二、过滤设备	193	二、国家啤酒质量标准试行与技术要求	220
(一) 洗棉机	193	三、典型的啤酒质量因素	221
(二) 压棉机	194	(一) 啤酒的色泽	221
(三) 合流机	194	(二) 啤酒的香气	221
(四) 过滤器	194	(三) 啤酒的泡沫	223
(五) 过冷却器	195	(四) 啤酒的风味与酒体	223
(六) 过滤机	195	(五) 啤酒的混浊	224
(七) 过滤酒贮存桶	195	第七章 啤酒生产新技术	227
(八) 尼龙布套除粒器	196	第一节 麦芽生产新技术	227
三、过滤操作	196	一、大型锥底浸麦槽和平底浸麦槽	227
(一) 滤棉过滤	196	二、连续发芽式	227
(二) 离心分离机分离法	199	三、缩短制麦周期	228
四、影响过滤的因素	199	第二节 麦汁制备新工艺	229
第六章 啤酒的包装质量	201	一、原料粉碎方法的改进	229
第一节 瓶装熟啤酒	201	二、新型糖化设备	229
一、瓶装啤酒生产流程	201	三、一次糖化法与快速糖化法	235
二、空瓶质量与检验	201	四、外加酶糖化法	236
三、瓶酒包装设备	204	五、麦芽汁冷却新技术	237
(一) 洗瓶机	205	第三节 发酵和后熟新技术	238
(二) 灌装机	205	一、缩短酒龄工艺	238
(三) 压盖机	206	二、连续发酵工艺	239

三、露天大罐发酵新工艺·····	243	第九章 食品卫生检验(微生物学部分)···	270
(一)圆柱锥底形罐·····	244	第一节 微生物基础知识简介·····	270
(二)朝日罐·····	245	一、何谓微生物·····	270
(三)球形锥底罐·····	248	二、细菌·····	270
第四节 高浓度稀释啤酒生产工艺·····	248	(一)球菌·····	270
第五节 固相酵母新工艺·····	250	(二)杆菌·····	270
第六节 啤酒包装新工艺·····	251	三、霉菌·····	271
一、啤酒过滤新工艺·····	251	四、大肠杆菌及大肠菌群·····	271
二、包装新工艺、新材料·····	254	五、食品卫生检验(微生物学部分)·····	272
第八章 综合利用·····	258	(一)细菌总数·····	272
第一节 麦根的综合利用·····	258	(二)大肠菌群·····	272
一、简介·····	258	第二节 食品卫生微生物检验的准备·····	272
二、复合磷酸酯酶的制备·····	258	一、菌检室的要求及消毒·····	272
(一)工艺流程·····	258	(一)无菌室的要求·····	272
(二)主要设备·····	259	(二)无菌室的无菌指标·····	272
(三)操作和要点·····	259	(三)无菌室消毒方法·····	273
三、复合磷酸酯酶片的制备·····	260	(四)消毒剂的配制·····	273
(一)工艺流程·····	260	二、器皿的清洁·····	273
(二)说明·····	260	(一)玻璃器皿的消毒·····	273
四、复合磷酸酯酶、酶片的活力测定·····	261	(二)各种器具的清洁与准备·····	273
(一)质量标准·····	261	三、采样与检验方法·····	275
(二)活力测定方法·····	261	四、培养基的配制·····	275
第二节 酒花的综合利用·····	262	(一)培养基的主要成分·····	275
一、酒花浸膏的提取和制备·····	262	(二)培养基的灭菌·····	276
(一)工艺流程和说明·····	262	(三)常用培养基及革氏染色液	
(二)操作要点·····	262	的配制·····	277
(三)质量标准与检查方法·····	262	五、无菌操作的要求·····	280
(四)作用与用途·····	263	第三节 食品卫生微生物检验的方法·····	280
(五)制剂·····	263	一、发酵酒卫生标准·····	280
二、酒花素片及酒花素油剂的制备·····	263	二、细菌总数的测定·····	281
(一)酒花素片的制备·····	263	(一)检验程序·····	281
(二)酒花素油剂的制备·····	264	(二)操作步骤·····	281
(三)菌落计数方法及报告原则·····	282	三、大肠菌群测定·····	284
(一)采样要求·····	284	(一)采样要求·····	284
(二)检验程序·····	284	(二)检验程序·····	284
(三)操作步骤·····	284	(三)操作步骤·····	284
(四)革兰氏染色及镜检·····	287	(四)革兰氏染色及镜检·····	287
(五)显微镜使用注意事项·····	288	(五)显微镜使用注意事项·····	288
四、啤酒冷杀菌方法介绍·····	288	四、啤酒冷杀菌方法介绍·····	288
(一)工艺流程及说明·····	267	第四节 工业卫生检验·····	289
(二)干酵母片的配比及操作方法·····	267	一、啤酒生产的病毒微生物·····	289
(三)质量标准与检验方法·····	268		
(四)用量与贮藏·····	269		

(一) 杂菌的来源	289	(一) 水分的测定	305
(二) 常见野生酵母	290	(二) 浸出物含量的测定	305
(三) 野生酵母的检验方法	290	四、酒花	306
二、细菌	291	(一) 取样与处理	306
(一) 啤酒工厂常见的细菌	291	(二) 水分的测定	306
(二) 造成污染细菌的主要来源	291	(三) 酒花树脂的测定	307
三、啤酒生产中病害微生物的防治	291	(四) α -酸的测定	310
(一) 对工业卫生(微生物)检验工作的 要求	291	第二节 啤酒的分析	312
(二) 啤酒工厂的清洁灭菌方法	292	一、取样方法	312
(三) 重点部位的取样和检验	292	二、感官检查方法	312
(四) 啤酒工厂常用灭菌剂的配制方法	292	三、理化指标分析方法	313
四、啤酒工厂的清洁卫生要求与操作	293	(一) 酒精度的测定	313
(一) 前主发酵	293	(二) 真正浓度的测定	313
(二) 后发酵贮酒室	294	(三) 原麦汁浓度的计算	313
(三) 后发酵贮酒罐	294	(四) 外观浓度的测定	314
(四) 下酒用的橡皮管和工具	294	(五) 发酵度的计算	314
第十章 啤酒分析化验	295	(六) 二氧化碳的测定	314
第一节 原料的分析	295	(七) 色度的测定	315
一、水质分析	295	(八) 总酸的测定	316
(一) 电位法测定pH值	295	(九) 双乙酰及连二酮类的测定	318
(二) 酸度的测定	296	(十) 苦味质的测定	319
(三) 色度的测定	297	(十一) 溶解氧的测定	319
(四) 总硬度的测定	297	(十二) 总多酚类物质的测定	322
(五) 氯离子的测定	298	(十三) 铁的测定	322
(六) 钙的测定	300	(十四) 混浊度的测定(保存期试验)	323
二、大麦的分析	300	(十五) 啤酒中铜的测定	324
(一) 外观检查	301	(十六) Cuprethol快速测铜	325
(二) 夹杂物的测定	301	附录	327
(三) 千粒重量的测定	301	一、浸麦度速检表	327
(四) 水分的测定	301	二、廉·爱浓法糖类定量表	329
(五) 发芽力和发芽率的测定	302	三、比重和浸出物对照表	330
(六) 总氮的测定	303	四、比重和酒精度对照表	340
三、大米或玉米谷物辅助原料的分析	305	五、常用试剂的分子量及其对数	341
		六、常用酸碱指示剂及其溶液的配制	347

第一章 概 论

第一节 啤酒工业概况

啤酒是以大麦和水为主要原料，大米或谷物、酒花为辅料，经制成麦芽，糖化、发酵酿制而成的一种含有二氧化碳、低酒精浓度和多种营养成分的饮料酒。一九七二年七月二日在墨西哥举行的第九届“国际营养食品会议”上被正式列为营养食品。它是世界上产量最高的酒种之一。

啤酒有着同人类文化同样悠久的历史。啤酒和其它酒一样，也是大自然赋予人类的。据说当初人们用麦芽煮粥，吃剩的倒在外面，经自然发酵，结果产生芳香的液体，喝起来其味无穷，也许这就是人类与啤酒接触的开始。

公元前三千年在现在伊朗附近建国的闪米人，把啤酒的酿制方法刻在粘土板上，奉献给农耕女神，这项纪录至今还保存着。在法国巴黎的罗浮宫博物馆保存的“兰色纪念碑”上，记载了公元前三世纪巴比伦居民苏爱尔人在梅斯波塔茵以啤酒祭祀女神表示忠诚的历史。他们采用小麦或大麦为原料，以肉桂为香料，酿制约20种啤酒。

巴比伦是古代文明发祥地，啤酒盛行的时候，除了作为饮食外，还用它当药。

新巴比伦时代（公元前六百年左右）可能已组织合作社形式大规模生产，有使用肉桂、椰子、蜂蜜加香及野生蛇麻草的迹象。

古埃及人也喝啤酒，金字塔背面有制作啤酒的浮雕流传下来，一般都用杏仁、姜等香料制作啤酒，也有作为药用的特种啤酒。

到中世纪，欧洲领主已拥有大规模的酿造厂，利用燕麦、大麦、小麦，大量制成自用啤酒。

十二世纪，正式采用蛇麻草——酒花的德国啤酒诞生了，喝起来带清爽的口味和芳香，世界各地的啤酒都不可缺少它，所以说，蛇麻草是啤酒的灵魂。

在啤酒发展史上，路易·巴士德发明的灭菌技术为啤酒生产技术工业化奠定了基础。1880年，汉逊以及耶尔逊研究了酵母纯粹培养和分类后，对控制啤酒生产的质量和保证工业化生产作出了贡献。

十八世纪后叶，因欧洲产业革命的影响，科学技术得以迅速发展，啤酒工业从手工生产方式跨进大规模机械化生产。十九世纪中叶，发电机和冷冻机的发明，进一步更新了啤酒酿造生产的工业基础。

我国是世界上用谷物原料酿酒历史最悠久的国家，但我国的啤酒工业迄今只有八十多年的历史，八十年前即1903年，英德资本家合资在山东青岛开设英德啤酒公司（青岛啤酒厂前身）；而后，沙皇俄国资本家又在哈尔滨，日本资本家在沈阳及1921年英德资本家在上海开设了啤酒厂；斯堪的奈维亚啤酒厂——上海啤酒厂前身，怡和啤酒厂——华光啤酒厂前身。我国民族资本家于1915年筹资开建了我国第一个啤酒厂：双合盛啤酒厂——五星啤酒厂。

解放前，我国只有七、八个啤酒厂，绝大多数操纵在帝国主义手里，酒花、麦芽都由国

外进口。由于国民党对民族工业的摧残及帝国主义的侵略，我国啤酒工业日趋衰落。啤酒销售的主要对象是在华外国商人及其军队、侨民和我国的买办官僚资本家，因此产量不高，全国啤酒总量不足万吨，品种不多，啤酒工业几乎陷于停顿状态。

解放后，党和政府对发展啤酒生产给予高度关注，培养了一大批啤酒专业技术人才，大力推广新技术、新工艺、新设备、新材料，建立原料基地，扩大原料来源，改进设备、操作，促使啤酒生产大幅度增长，从解放前只有七、八个啤酒厂，发展到现在大、中、小型啤酒厂700多家，一九八四年总产量240多万吨，预计到1990年全国啤酒总产量可达750万吨。

啤酒产量虽有了大幅度的增长，但无论是内销，还是外销，远远不能满足需要，1954年我国啤酒开始组织出口，外销量不断增大，在香港市场上占有重要地位，外销地区主要是港、澳、新加坡，其他如联邦德国、毛里求斯等。1972年开始试销加拿大、比利时、美国等国家。

在生产技术上也有很大改进，首先建立了酒花和大麦基地，现已满足生产的需要，在产品质量方面有了很大提高，品种也增加不少；在制麦芽方面，采用箱式发芽，两用箱代替地板式发芽，减轻了劳动强度，可全年生产；在糖化方面，改进了糖化操作，糖化次数由过去每日3~4次，增加到每日7~8次，糖化采用酶制剂，减少了麦芽用量，降低了粮耗和成本；在啤酒稳定性方面，由于采取了糖化时加甲醛，后酵加蛋白酶，过滤经尼龙的处理以及添加维生素C等措施，啤酒的保存期由过去2~3个月，提高到半年甚至一年以上。今后随着新工艺、新设备的迅速推广和普及，将为我国啤酒工业的发展和赶超国际先进水平作出新的贡献。

复习思考题

1. 什么是啤酒？
2. 简述国内外啤酒工业发展概况。

第二节 啤酒的分类

啤酒的品种虽然繁多，但其主要化学成分大致相同。由于生产啤酒所用的酵母品种，生产方式，产品浓度，色泽，消费者对象等的不同而形成多种品种，一般可分为以下几种类型。

一、按酵母品种分类

(一) 上面发酵啤酒

所谓上面发酵啤酒是指以上面酵母进行发酵的啤酒。例：英国著名的淡色爱尔(Ale)啤酒，就是上面发酵啤酒。

上面酵母指发酵结束时酵母悬浮在发酵液上面的一类酵母，也叫顶面酵母。其形态和生理特性主要表现在多呈圆形，对密二糖不能发酵利用，可发酵利用1/3棉子糖，易形成孢子，适宜较高发酵温度。用这种方法可生产浅色啤酒，也可生产浓色啤酒。

(二) 下面发酵啤酒

所谓下面发酵啤酒是指以下面酵母进行发酵的啤酒。例：著名的捷克比尔森(Pilsen)浅

色啤酒，丹麦的嘉士伯（Carlsberg）啤酒，德国慕尼黑啤酒和多特蒙德啤酒等均属下面发酵啤酒，国内啤酒绝大多数属此类型。

下面酵母指发酵结束时酵母凝聚沉于器底，形成紧密的酵母沉淀，这种酵母称为下面酵母，也叫底面酵母或贮藏酵母。下面酵母的形态和生理特性主要是发酵终了，绝大部分酵母凝聚沉淀下来，细胞呈卵圆形。它可以全部发酵棉子糖，也可发酵密二糖，一般培养方法不易形成孢子。适宜发酵温度比上面酵母要低。

二、按生产方式分类

（一）鲜啤酒

啤酒包装后，不经巴氏灭菌而销售的啤酒称为鲜啤酒。这类啤酒一般供就地销售，过滤卫生条件必须严格（无杂菌污染），可低温保存一周左右。

（二）熟啤酒

啤酒经过滤、包装后，经巴氏灭菌的啤酒称熟啤酒。可供贮存和市销。熟啤酒可瓶装亦可罐装，国内大多以瓶装为主。

三、按产品浓度分类

可分为高浓度型、中浓度型和低浓度型三类。一般原麦汁浓度在16%以上者称高浓度型，原麦汁浓度在8—16%是中浓度型，原麦汁浓度低于8%是低浓度型。国内浅色啤酒多属中浓度型。

四、按啤酒色泽深浅分类

（一）浅色啤酒

典型的浅色啤酒色浅，呈淡黄或淡黄带绿色，酒精含量为3.3~3.8%，酒花用量高，原麦汁浓度在8~12%。糖化方法多采用二次煮出糖化法，糖化用水硬度低，产品酒花香气浓郁，口味纯正爽口，其色度一般控制在1毫升碘液以下（0.1N碘液比色法）。

丹麦的嘉士伯，香港的生力，日本的太阳牌啤酒均属此类型。

（二）浓色啤酒

典型的浓色啤酒色呈深红褐色、黑褐色，酒精含量为4~5%，原麦芽汁浓度在12~14%，所用大麦原料总氮含量高，发芽温度也高，周期长，使蛋白质充分溶解，麦芽焙焦温度达104℃，糖化用水碳酸盐可高些，酒花用量少，这类啤酒具有突出的麦芽香味，回味醇厚，杀口力强，其色度在1毫升以上（0.1N碘液比色法）。

德国的慕尼黑型啤酒，英国的斯陶脱型黑啤酒均属此类型。

五、按消费对象分类

按不同消费对象而生产的啤酒有无酒精啤酒，无糖或低糖啤酒，酸啤酒等。

六、按包装容器分类

(一) 瓶装啤酒

国内分350毫升和640毫升两种，近年国际市场有500毫升和330毫升规格。

(二) 罐装啤酒

常见的有铝镁合金材料和马口铁两种。因空罐加工工艺不同，又有二片罐（罐身与底相联合为一片，罐盖为二片）和三片罐（罐身、罐盖、罐底分开加工制成）之分，以马口铁为多。

(三) 桶装啤酒

国内以30升铝质桶为多，又称巴尔桶，近年销售量扩大，多采用500升、300升铝质槽供应鲜啤酒。国外有用木桶和不锈钢桶的。

复习思考题

1. 啤酒如何分类？
2. 何谓上面发酵啤酒，下面发酵啤酒？有何区别？
3. 何谓鲜啤酒，熟啤酒？
4. 举例说明浅色啤酒和浓色啤酒的区别。

第三节 啤酒工业发展趋向

啤酒含有丰富的蛋白质、碳水化合物和人体所需的无机盐类等成分，酒精含量甚低（只有3.5%左右），啤酒还含有多种维生素，有医药价值，二氧化碳能帮助食物消化，酒花的苦味刺激人的胃口，增进食欲。因此，啤酒是一种营养丰富清洁卫生的低酒精浓度的饮料酒。解放后，随着人民生活水平的不断提高，对啤酒的需要量大大增加，而且啤酒不同于烈性酒类，对人体健康有一定帮助，逐步为人们所喜爱。酿制啤酒还可以节约粮食，一般情况下，2吨粮食只能生产1吨白酒，而啤酒可酿制10~12吨。酿制啤酒用的主要原料是大麦，又不是主粮。啤酒生产对国民经济和国家资金的积累占有重要的地位。我们可以预计，啤酒将成为今后酿酒工业的发展方向。

从世界啤酒工业发展趋势来看，五大洲啤酒的产量都是逐步增加的。详见表1-2-1。

表1-2-1 1970~1978年世界五大洲啤酒产量 单位：万吨

	欧洲	美洲	亚洲	非洲	澳洲	合计
1970	3464	1887	320	67	198	5956
1975	4131	2648	567	158	235	7739
1976	4264	2852	558	280	238	8192
1977	4278	3003	620	300	237	8438
1978	4302	3440	673	310	238	8963
1978年世界五大洲啤酒消费单位升/人/年	39.4	53.7	2.7	7.3	103.5	

表1-2-2 世界十个啤酒产量最高的国家及其占世界总产量的比例数

国 名	产 量 (万吨)		1969年产量 占世界总产量(%)	以1953年基数的 增长率(%)
	1953年	1969年		
美 国	1061.11	1439.20	24.19	135.9
联邦德国	266.77	787.95	13.44	295.4
英 国	408.88	538.43	9.05	131.2
苏 联	183.02	397.06	6.06	216.9
日 本	38.78	276.09	4.64	712.0
法 国	83.96	207.81	3.49	247.5
民主德国	83.91	160.00	2.69	190.7
澳大利亚	83.44	148.40	2.50	169.7
加 拿 大	96.72	148.07	2.40	153.1
捷 克	109.82	208.17	3.50	190.0

以上十个国家 1969 年的啤酒产量占世界的 72.46%，各国啤酒业的发展是不平衡的，其中日本的增长率较快，1969 年比 1953 年增长约 6 倍。三十年代日本的啤酒年消费量只有 20 万吨，占当时日本酒类消费量的 20.0%，1968 年消费量已达 239.6 万吨，占日本酒类消费量的 56%，税收占全部酒类的 53.7%。

近年来国外啤酒工业发展的主要特点是：生产规模大，研究采用高效能单元设备，生产自动化和生产过程质量控制仪表化、电子化方面有显著进展。

(一) 糖化方面

1. 有的工厂采用过滤机替代过滤槽，提高了过滤麦汁的效果，过滤麦汁次数每日达 14~15 次，增大了设备能力。

2. 增大了一次糖化麦汁的量，达 100 吨以上，整个糖化自动控制。

(二) 麦汁澄清方面

改用回旋澄清槽替代沉淀槽，提高了分离热凝固物的效果。

(三) 冷却方面

薄板冷却器替代喷淋冷却。冷却效率高，且不易污染。

(四) 发酵贮酒方面

罐的容量大至 200 吨以上，温度调节及罐的清洗工作全部遥控管理。

采用硅藻土过滤机和薄板（纸板）滤酒机替代滤棉过滤机，操作简化，便于自动控制，生产能力达 10 吨/小时，滤酒过程中还设有测浊器，可以自动控制啤酒的澄清度。

(五) 包装方面

采用新式联合包装设备，能力达 7000 瓶/小时以上，除灌装机和装箱机须人工控制以外，其他全部生产过程发生故障，自动停机。

(六) 包装材料方面

罐装啤酒的比例逐步提高，美国罐装啤酒的比例已接近 50%，新的包装材料在陆续研究应用，如联邦德国啤酒工厂试用聚氯乙烯塑料瓶代替玻璃瓶，其优点破损少、重量轻，它的