

Food

A Series of Food Science
& Technology Textbooks

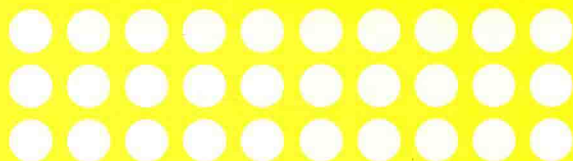
食品科技
系列

普通高等教育“十三五”规划教材



酿酒工程 专业实验

张楷正 罗惠波 主编



化学工业出版社

非
外
借

Food

A Series of Food Science
& Technology Textbooks

食品科技
系列

普通高等教育“十三五”规划教材

酿酒工程 专业实验

张楷正 罗惠波 主编

邹伟 王洋 副主编



化学工业出版社

·北京·

本书是在四川理工学院酿酒工程专业所开设实验的基础上,结合酿酒行业发展的新特点,整理编写的一本专业实验指导教材。本书涵盖了白酒、葡萄酒、黄酒、啤酒、果酒、露酒酿制及酒精生产等内容,包括专业实验(含相关分析实验)和综合设计实验共30个,书后摘编了有关酒类的国家(行业)标准。

本书可作为高等院校酿酒工程专业实验教学用书,也可作为高等院校生物工程、食品工程等相关专业的教学用书和企业技术人员学习参考用书。实验教学时,可根据实验教学的总学时安排和各校条件的差异,进行有关实验的选择取舍。

图书在版编目(CIP)数据

酿酒工程专业实验/张楷正,罗惠波主编. —北京:
化学工业出版社, 2017.12
ISBN 978-7-122-30797-2

I. ①酿… II. ①张…②罗… III. ①酿酒-生产工艺-
实验-高等学校-教材 IV. ①TS261.4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 252778 号

责任编辑:魏巍 赵玉清
责任校对:王素芹

文字编辑:周侗
装帧设计:关飞

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)
印刷:北京云浩印刷有限责任公司
装订:三河市瞰发装订厂
710mm×1000mm 1/16 印张13½ 字数228千字
2018年1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: 32.00 元

版权所有 违者必究

《酿酒工程专业实验》编委会

主 编 张楷正 罗惠波

副主编 邹 伟 王 洋

编 委 (以姓名笔画为序)

王 洋 王 陶 边名鸿 刘 君

杨建刚 邹 伟 张楷正 罗惠波

前言

酿酒工程是国家 2011 年的新设专业，全国目前约有 10 余所高校开设本科层次的酿酒工程专业。由于是新设专业，相应的专业教材较为欠缺。鉴于行业的特殊性，酿酒工程专业在培养过程中不仅要求学生掌握基本的理论知识，更强调其实践操作能力的养成。专业实验教学是培养学生掌握专业技能的重要实践环节，酿酒工程开设专业实验，是培养、提高学生动手能力和工程素养的重要手段。

酒类酿造是四川理工学院的优势学科，在西南地区甚至全国具有较高的影响力。酿酒工程是我校具有鲜明特色的专业，经过 5 年的专业建设，进行了酿酒工程实验教学方面的一些研究与实践探索，取得了较好的效果。本书是在四川理工学院酿酒工程专业所开设实验的基础上，结合酿酒行业发展的新特点，整理编写的一本专业实验指导教材。本书涵盖了白酒、葡萄酒、黄酒、啤酒、果酒、露酒酿制及酒精生产等内容，包括专业实验（含相关分析实验）和综合设计实验共 30 个，书后摘编了有关酒类的国家（行业）标准。

本书可作为高等院校酿酒工程专业实验教学用书，也可作为生物工程、食品工程等相关专业的教学用书和企业技术人员学习参考用书。实验教学中，可根据实验教学的总学时安排和各校条件的差异，进行有关实验的选择取舍。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2017 年 6 月于四川理工学院汇东校区

目 录

第一章 酿酒工程专业实验基础知识	1
第一节 实验规则	3
第二节 实验室的安全	4
第三节 酿酒工程专业实验室建设	7
第二章 专业实验	11
实验一 小曲的制作	13
实验二 生麦曲的制作	16
实验三 麸曲制作工艺	19
实验四 浓香型大曲的制作	23
实验五 固态法小曲酒的酿造	28
实验六 液态法小曲白酒的酿造	33
实验七 黄酒的酿造	36
实验八 浊酒的酿造	40
实验九 麦芽汁的制备	44
实验十 酒精发酵	49
实验十一 葡萄酒的酿造	55
实验十二 红枣果酒的酿制	65
实验十三 苹果酒的酿制	68
实验十四 梨酒的酿造	72
实验十五 柑橘果酒的酿制	77
实验十六 青梅露酒的制作	80
实验十七 樱桃果酒的酿制	83
实验十八 大曲芽孢杆菌的分离	87
实验十九 酒曲中霉菌的分离	90

实验二十	果酒酿酒酵母的分离纯化	93
实验二十一	酒曲糖化酶活力的测定	96
实验二十二	酒曲蛋白酶活力的测定	99
实验二十三	黄酒(葡萄酒)中总酚的测定	104
实验二十四	白酒的品评	107
实验二十五	啤酒的品评	114
实验二十六	黄酒(清酒)的品评	119
第三章	综合设计实验	123
实验二十七	谷物蒸馏酒综合设计实验	125
实验二十八	水果白兰地综合设计实验	127
实验二十九	酿造酒综合设计实验	130
实验三十	露酒综合设计实验	133
附录		137
附录一	白酒(4大主体香型)国家标准	139
附录二	白酒分析方法	150
附录三	黄酒国家标准(GB/T 13662—2008)	173
附录四	绍兴酒(绍兴黄酒)国家标准(GB/T 17946—2008)	180
附录五	葡萄酒国家标准(GB 15037—2006)	188
附录六	葡萄酒的通用检测	197
附录七	食品安全国家标准 酒中乙醇浓度的测定 (GB 5009.225—2016)	201
参考文献		209

第一章 实验基础知识

第一章

酿酒工程专业实验 基础知识

第一节 实验规则

酿酒工程专业实验是酿酒工程专业学生必修的一门综合实验课程，为保证实验教学顺利进行，培养学生良好的实验习惯和工作作风，要求学生遵守以下实验规则：

(1) 实验前必须认真预习有关实验的全部内容，明确实验目的和要求，掌握实验原理，了解实验中的注意事项，写好实验预习报告。如果是设计性实验，需要学生提前2周将方案交给指导老师，待审核通过后方可开展实验。

(2) 实验预习报告须经实验指导老师检查通过后，方可进入实验室。

(3) 备齐实验记录本及与实验有关的其他用品后方可进行实验。

(4) 必须遵守实验室的纪律和规章制度。实验时保持安静，不大声说笑和喧哗，不乱拿乱放，损坏东西应如实登记，出现问题必须及时报告。

(5) 实验进行中要听从指导教师安排，严格按照实验步骤和操作规程进行实验。仔细观察、积极思考、认真动手，如实记录整理实验数据，按时上交实验报告。

(6) 保持实验室整洁，做到实验台面、地面、出水池干净卫生及各种实验仪器洁净。

(7) 公用药品、仪器和工具应在指定地点使用，用后立即归还原处并保持其整洁，严禁药瓶盖及药勺混杂。

(8) 注意节约原则。配制试剂时按实验实际使用量配制，可回收、重复利用的药品及器材应及时回收，不得丢弃。

(9) 使用贵重精密仪器应严格遵守操作规程。仪器发生故障应立即报告教师，未经许可不得自己随意检修。

(10) 实验室内严禁吸烟、进食。

(11) 实验完毕，必须及时做好后处理工作。洗净并放好各种玻璃仪器，处理废物，检查安全，并将实验记录交指导教师审阅，通过后方可离开实验室。

(12) 实验完毕，值日生主要负责整理公用仪器、药品，认真做好实验室的卫生值日工作。协助实验室工作人员检查并关好水、电、门、窗。

第二节 实验室的安全

总体上，酿酒工程专业实验的高危操作，与其他化学化工类实验相比，不是很多，主要集中在蒸煮、灭菌、蒸馏等环节。但是，实验中有时也会使用一些易燃、易爆甚至有毒药品，同时，实验中会接触各种微生物，进行一定的高温、高压等操作，因此实验室也具有一定的危险因素。如不加以重视，这些危险因素可能引发各种事故，造成环境污染和人身伤害，甚至危及人的生命安全。所以，我们要熟悉各种药品、仪器、设备的性能，提高警惕，严格按照操作规程进行实验，加大安全防护措施，避免事故的发生。

一、化学药品的正确使用和安全防护

实验过程中可能会用到的易燃、易爆及有毒物质有：可燃气体如氢气、甲烷、乙烯、液化石油气等；可燃液体如乙醚、丙酮、苯、乙醇等；可燃性固体如石蜡、合成纤维、五硫化磷、三硫化磷等；爆炸性物质如过氧化物、硝基或亚硝基化合物、乙炔类化合物等；有毒物质如酸类蒸气、氯气、苯胺类等。

1. 防火防爆

防火防爆措施应针对易燃易爆物的用量和蒸气浓度进行有效控制。当发生火灾时必须根据火灾的大小、燃烧物的类别及环境情况选用合适的灭火器材。当电器发生火灾时，应立即切断电源，再进行灭火，如不能切断电源，切忌用水灭火以防二次事故发生，应立即报火警，并说明情况。

2. 防灼伤

在实验室中，高温、液氮、强酸、强碱、强氧化剂、苯酚等物质都会灼伤皮肤，应注意避免与皮肤直接接触，尤其应防止化学药品溅入眼中。如不慎接触，应立即用大量自来水冲洗，降低其浓度及伤害性。

3. 防毒

大多数化学药品都有一点毒性。在使用有毒物质时，首先要了解所用药品的毒性性能及防护措施。采用通风、排毒、隔离等安全防范措施。尽可能

用无毒或低毒物质替代高毒物质。发生中毒事件时，应在现场做一些必要的处理，同时应尽快送医。

二、设备的正确使用

酿酒工程实验中，制备培养基、接种发酵及提取分离过程都会用到大量设备，在使用相关设备前，一定要认真阅读设备的操作规程，严格按照操作规程进行操作，确保设备使用过程中水、电、气的正确使用。如小型发酵罐的供水压力在 0.1MPa，而中试规模发酵罐的供水压力在 0.5MPa。另外，生物实验中会产生大量废水，冷却水可以直接排放，有毒废水应按照有关规定进行处理后排放。电气设备要接地线，要安装漏电保护装置，严禁用潮湿的手接触电器按钮；修理或安装电器时，应先切断电源，不带电操作。实验室内严禁随意拖拉电线，使用马弗炉等电热设备时，应由专人负责看守，不得离开现场。实验室中使用蒸汽的地方主要有发酵罐的杀菌，培养基的高压蒸汽灭菌和大型发酵罐的温度控制等。实验室内的蒸汽管路系统应具有防护套，在实验操作时应熟悉蒸汽管路，正确开启或关闭蒸汽阀门，确保灭菌或温度控制效果。

当发生触电事故时，应迅速切断电源。如不能及时切断电源，应立即用绝缘的东西使触电者脱离电源，在将触电者移至适当地方后，及时解开衣服，使全身舒展，并立即找医生进行处理。如触电者已处于休克状态等危急情况下，应立即实施人工呼吸及心脏按压，直至救护医生到现场。

三、生物安全性

酿酒工程实验往往涉及各类微生物，而有一部分微生物会对人体健康造成危害。生物危害可分为四类：第一类微生物为已经确定，并且有特征表明，不一定使健康成人致病的活菌株，对实验人员和周围环境影响极小，如蜡状芽孢杆菌、家禽阿米巴原虫以及犬瘟热病毒等。第二类微生物为天生具有中等危险的广谱病原学因子，存在于公众之间，并与人类多种严重疾病有着联系，如肝炎病毒（甲型、乙型、丙型）、沙门菌属和弓形虫属以及常见的葡萄球菌、链球菌和麻疹、肠炎等的病原体，在敞开的实验室工作台操作这类微生物时，即使具备熟练的微生物实验技巧，也会导致潜在的生物危害。第三类微生物为能够引起严重或致命性感染的病原体，不管是天生的还

是外来的，如结核分枝杆菌、圣路易型脑炎病毒以及贝拉克次体等。第四类微生物为能够引起高度危险甚至威胁生命的疾病的病原体，不管它是天生的还是外来的，如 Marburg（青猴病）或 Congo-Crimean（刚果-克里米亚）出血热病毒等的病原体。

因此，在进行酿酒工程实验时，要注意生物安全性。实验室产生的废水、废渣都必须经过处理才能排放。在实验中要遵守以下规定：

- ① 禁止在实验室内吸烟、吃东西。
- ② 微生物必须在封闭的容器中培养，接种环使用后必须烧灼，移液器头和其他污染物必须放在专用容器内。
- ③ 如果微生物沾染衣物、工作设备或工作地点，必须用消毒液消毒。
- ④ 移液操作时，不能用嘴吸液管，可使用移液枪。
- ⑤ 使用各种塞盖时，不允许沾上培养物。
- ⑥ 结束工作后，清理并清洁工作台。在工作台上应只有必需材料和设备，使用后的废物、废渣等须在指定地点及时清理。

第三节 酿酒工程专业实验室建设

酿酒工程实验室承担酿酒专业实验的学生实验教学功能，同时适当兼顾科学研究的需要，应充分考虑酿酒工艺全流程步骤、酿酒专业实验的特殊性，做到布局合理、动静分离、功能完备。总体上应具备以下几个部分：原料处理加工室、制曲室、发酵室、理化检测分析室、酒类品评室。配备实验仪器、装置或设备，一般应满足一个自然教学班（30~40人）同时开展酿酒工程专业实验。

一、原料处理加工室

原料处理加工室承担酿酒原料压榨、破碎、粉碎及清洗、浸泡和蒸煮等功能，室内面积较大，需80~100m²。应分为两区：前区承担原料的清洗、压榨、破碎、粉碎作业，后区承担原料的清洗、浸泡及蒸煮等操作，做到生熟分离、动静分开。前区应配备简易的原料清洗设备、实验教学用压榨机、破碎（打浆）机、粉碎机，以及台秤、电子天平等；后区配备原料清洗用具、不锈钢浸泡罐、不锈钢蒸煮器及摊晾设备或用具，其中不锈钢浸泡罐、不锈钢蒸煮器及摊晾设备尽量做到2人一套，其他设备或用具可以共用。

二、制曲室

由于涉及的酒类较多，制曲室需兼顾大曲、麦曲、小曲的制作，同时应分为三区，前区主要承担酒曲的培养阶段任务，中区是酒曲的成熟阶段的培养间，后区是贮曲间。当然，中区还可根据制曲工艺流程，进一步细分为5~7个功能不同的小间（小型培养间），便于不同自然班学生制曲实验的顺次或轮流进行。

制曲室的四周墙壁应用保温材料包覆，面材应平坦光洁，房顶需适当倾斜并在低处设置引水槽，以利汇集屋顶凝结水。门窗开设位置要求能形成空气自然对流，以利制曲后期的排潮。

制曲室应配备曲模、不锈钢或木质酒曲架、贮曲箱,以及控温加湿装置(最好能做到自动控湿)、灭菌紫外灯或熏蒸杀菌装置。酒曲原料的前期处理,应在原料处理加工室进行,所以制曲室面积需 $60\sim 70\text{m}^2$ 。

三、发酵室

发酵室分为发酵产酒区及酒类后处理区,面积需 $90\sim 110\text{m}^2$ 。其中发酵产酒区可分为发酵区和蒸馏区(酿造酒为后发酵区),配备实验教学发酵罐或发酵池(2人一组,15~20台,最好能控温)、蒸馏装置(15台左右,可为固液两用蒸馏,以满足不同酒类蒸馏的需要);酒类后处理区需配备小型压榨设备(5~8台)、小型过滤设备(硅藻土过滤机、精滤机4~5台、移动式微型不锈钢防爆泵2~3台)、贮酒罐(15~20台)、灭菌装置(如超级恒温水浴锅,4~6台)、手动灌装机(2~3台)、手动压盖机(2~3台)、玻璃酒瓶若干。另外小型器材如温度计、比重计、酒精计等,也应满足一个自然教学班的实验开展而进行配备。

四、理化检测分析室

根据酿酒工程专业实验的性质,对学生教学实验所酿酒品,主要检测酒精度、pH值、酸度、糖度、色度、非糖固形物(酿造酒)、氨基酸态氮(酿造酒)等指标,以及酵母和菌类形态、活度等的检测。其他指标如香气成分检测,如有必要,可到其他专业分析实验室进行测量。对教学实验的酒曲,主要检测糖化力、液化力、蛋白酶活力等指标。所以,理化检测分析室需配备合适数量的酒精计、pH计、手持式糖度计、浊度计、精密电子天平、分光光度计、显微镜及必要的玻璃仪器和检测用试剂药品。

理化检测分析室面积为 $40\sim 50\text{m}^2$ 。

五、酒类品评室

酒类品评室是对教学实验所得的成熟酒品进行感官品评分析的地方。品评室的面积根据条件不同,可大可小,一般应设置30~40个的尝评单间,每个单间宽 $60\sim 70\text{cm}$,以利实验教学;同时,应有足够大的地方供样品准备、尝评后的讨论以及各种器具的安放等。

品酒室的建设，需满足以下条件：

① 应有适宜的光线，使人感觉舒适。评酒室的光源可用自然光或日光灯，但光线应为均匀的散射光，推荐的色温为 6500K。

② 在评酒室内，应保持使人舒适的、稳定的温度与湿度。如果可能，温度和相对湿度应能分别保持在 20~22℃ 和 60%~70%。

③ 墙壁的颜色最好是能形成轻松气氛的浅色。

④ 应便于清扫，且离噪声源较远，最好是隔音的。

⑤ 无任何气味，并便于通风或排气。

⑥ 品尝单间设置在评酒室内，最好能设置相互隔离、并排排列的品尝单间。品尝间的种类很多，可仿照视听室的座位间一样进行设置。品尝间应使人感到舒适、轻松。内部设施应便于清洗，便于比较酒的颜色；还应有可饮用的自来水龙头（自来水龙头的开关最好是脚踏式的，以便于品尝员的双手工作）。

如果条件不允许设置品尝单间，也可在能满足品尝的最低要求（光线、无噪声、无气味）的室内，在正常工作台上，用可折叠的隔板将品尝员隔开，形成简易品尝单间。

