



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



21 世纪农业部高职高专规划教材

发酵工艺 第二版

■ 孙俊良 主编

FAJIAO GONGYI
FAJIAO GONGYI
FAJIAO GONGYI



中国农业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
21 世纪农业部高职高专规划教材

发 酵 工 艺

第 二 版

孙俊良 主编



中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

发酵工艺 / 孙俊良主编. —2 版. —北京: 中国农业出版社, 2008. 1

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 21 世纪农业部高职高专规划教材

ISBN 978-7-109-12016-7

I. 发… II. 孙… III. 发酵-工艺学-高等学校: 技术学校-教材 IV. TQ920.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 005227 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

责任编辑 郭元建 刘 梁

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2002 年 5 月第 1 版 2008 年 3 月第 2 版

2008 年 3 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 21.5

字数: 372 千字

定价: 30.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

第二版编写人员

主 编 孙俊良

副主编 钱志伟 吕玉珍

编 者 (按姓氏笔画为序)

王洪波 (潍坊职业学院)

吕玉珍 (黑龙江农业职业技术学院)

孙俊良 (河南科技学院)

李 刚 (河南科技学院)

李光磊 (河南科技学院)

李金宝 (黑龙江生物科技职业学院)

钱志伟 (河南农业职业学院)

主 审 张 鑫 (郑州轻工业学院)

莫海珍 (河南科技学院)

第一版编写人员

主 编 孙俊良

副主编 李 龙

编 者 (按姓氏笔画为序)

孙俊良 李 龙 侯红萍 党建章

钱志伟 惠 明

主 审 张 鑫

第 二 版 前 言

本教材是普通高等教育“十一五”国家级规划教材，是根据“教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见”的精神重新修订第二次出版的。本教材以就业为导向，走产学结合发展道路，培养高素质技能型专门人才为指导思想，以提高学生实践能力、创造能力、就业能力和创业能力为目标。

本教材章节分布以全国各地区域经济中发酵工业企业市场占有率较大的产品类别来区分。本次修订突出了实践性、开放性和职业性，加大了实验、实训、实习的内容和比例，把工学结合作为教学内容修订的切入点，对基础理论以够用为度，重点学习当前在发酵企业中正在使用的新工艺和新技术，介绍在近期有可能推广的新技术、新方法，重视校内学习和实际工作的一致性，修订并完善实训内容。

本教材共分为 10 章，包括啤酒生产工艺，葡萄酒生产工艺，黄酒生产工艺，酒精生产工艺，白酒生产工艺，氨基酸，生物制药，酶制剂，酱油、食醋生产工艺和发酵副产物综合利用。其中第一、八章由孙俊良编写，第二、三章由钱志伟编写，第四、五章由吕玉珍编写，第六章由李金宝编写，第七章由李光磊编写，第九章由李光磊、王洪波编写，第十章、实验实训由李刚编写，最后由孙俊良统稿，在统稿过程中，对某些章节做了一定的修改，并由张鑫教授、莫海珍教授主审。

由于编者水平有限，加之时间仓促，不妥之处在所难免，希望使用本教材的师生与读者给予批评指正。

编 者

2007 年 10 月

第一版前言

本教材是面向 21 世纪农业部食品科学与工程高职高专规划教材，是根据我国高等职业教育发展的需要和人才培养目标与规格的要求而编写的。对基础理论以够用为度，对生产工艺和技术以应用为重点，突出现代发酵工业生产中正在使用的技术和新近有可能推广的新技术。

本教材章节分布以全国发酵工业企业市场占有率较大的产品类别来区分，章节内容主要考虑高职高专毕业生就业岗位所必须掌握的基本理论和基本技能为依据，内容侧重考虑全国同类企业提供的就业岗位的多少和质量来划分。

本教材共分 10 章，包括啤酒生产工艺，葡萄酒生产工艺，黄酒生产工艺，酒精生产工艺，白酒生产工艺，氨基酸生产工艺，生物制药，酶制剂，酱油、食醋生产工艺和发酵副产物综合利用。其中第 1、5 章由孙俊良编写，第 2 章由钱志伟编写，第 3、9 章由李龙编写，第 4 章由党建章编写，第 6、8 章由侯红萍编写，第 7、10 章由惠明编写，最后由主编孙俊良等统稿，在统稿过程中，对某些章节作了一定的修改，并由张鑫教授主审。在这里对为这本教材付出了辛勤劳动的高晗、张浩等老师表示感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，错误疏漏之处在所难免，希望使用本教材的师生与读者给予批评指正。

编 者

2001 年 11 月

目 录

第二版前言

第一版前言

第一章 啤酒生产工艺	1
第一节 概述	1
一、酒和酒度	1
二、世界啤酒工业	1
三、中国啤酒工业发展历史	1
四、中国啤酒工业未来	3
第二节 原料	3
一、大麦	3
二、大米	5
三、玉米	6
四、酒花	6
五、水	7
第三节 麦芽制备	8
一、制麦目的	8
二、制麦工艺流程	8
三、生产方法	8
第四节 麦芽汁制备	12
一、麦芽及其辅料的粉碎	12
二、糖化时的主要物质变化	12
三、糖化方法	13
四、麦芽醪的过滤	17
五、麦汁煮沸与酒花的添加	19
六、麦汁处理	20
第五节 啤酒发酵	21

一、啤酒酵母	21
二、啤酒发酵机理	24
三、传统啤酒发酵工艺	26
四、啤酒大罐发酵	27
第六节 成品啤酒	31
一、啤酒的过滤	31
二、啤酒包装	35
三、啤酒质量标准	37
复习思考题	38
第二章 葡萄酒生产工艺	39
第一节 概述	39
一、我国葡萄酒工业的发展	39
二、葡萄酒的分类	40
第二节 酿酒葡萄	42
一、葡萄的构造及其成分	42
二、主要酿酒用葡萄品种及其酿酒特性	43
三、葡萄的采摘与运输	45
第三节 葡萄原浆、原汁的制取	46
一、葡萄酒酿制前的准备工作	46
二、分选	46
三、破碎与除梗	46
四、压榨和渣汁的分离	46
五、葡萄汁成分的调整	47
第四节 二氧化硫的添加	48
一、二氧化硫的作用	48
二、二氧化硫的添加	48
第五节 葡萄酒酵母及其培养	49
一、葡萄酒酵母的特征	49
二、葡萄酒酵母的培养与添加	49
三、葡萄酒活性干酵母的应用	50
第六节 葡萄酒的发酵	51
一、发酵机理	51
二、红葡萄酒发酵工艺	52

三、白葡萄酒发酵工艺	56
四、桃红葡萄酒发酵工艺	57
五、半干型、半甜型、甜型葡萄酒的发酵	58
第七节 葡萄酒的苹果酸-乳酸发酵	58
一、苹果酸-乳酸发酵的原理及特征	58
二、苹果酸-乳酸发酵的控制	59
三、苹果酸-乳酸发酵的管理	60
第八节 葡萄酒的贮存	61
一、贮存的目的	61
二、贮存条件	62
三、贮存中的管理	62
四、葡萄酒的瓶贮	63
第九节 葡萄酒的后处理	63
一、葡萄酒的澄清	63
二、热处理和冷处理	65
三、过滤	65
第十节 葡萄酒的再加工	65
一、起泡葡萄酒	65
二、白兰地	68
复习思考题	71
 第三章 黄酒生产工艺	 72
第一节 概述	72
一、我国黄酒工业概况	72
二、产品分类	72
第二节 黄酒生产原料	73
一、米类原料	74
二、水	75
三、小麦	76
第三节 糖化发酵剂的制备	76
一、麦曲和米曲	76
二、酒药和酒母	79
第四节 稻米黄酒酿造工艺	83
一、原料处理	83

二、发酵	84
三、发酵后的处理	86
第五节 非稻米类黄酒酿造工艺	87
一、黍米黄酒酿造工艺	87
二、玉米黄酒生产工艺	89
复习思考题	90
第四章 酒精生产工艺	91
第一节 概述	91
一、酒精生产技术发展史	91
二、酒精工业的发展趋势	91
三、酒精的种类和工业生产的方法	92
第二节 原料及其处理	93
一、原料选择	93
二、常用原料的化学组成	94
三、原料处理	98
第三节 蒸煮	99
一、蒸煮的目的	99
二、蒸煮过程中的物理化学变化	99
三、蒸煮工艺流程	101
第四节 糖化	106
一、糖化的目的	106
二、淀粉水解的基本原理	106
三、糖化过程物质变化	107
四、糖化工艺	108
第五节 发酵	110
一、发酵机理	110
二、酒精发酵工艺	111
三、酒精发酵醪成熟的质量指标	112
第六节 蒸馏	113
一、蒸馏的基本原理	113
二、蒸馏的工艺流程	115
复习思考题	120

第五章 白酒生产工艺	121
第一节 概述	121
一、白酒的定义	121
二、白酒的起源和发展	121
三、白酒的分类	122
四、白酒的用途	123
第二节 固态法白酒生产特点	124
一、低温双边发酵	124
二、配醅蓄浆发酵	124
三、多菌种混合发酵	124
四、固态蒸馏	124
五、界面复杂	125
第三节 大曲生产	125
一、大曲定义	125
二、大曲特点和类型	125
三、制曲工艺	126
第四节 大曲酒的生产	131
一、续渣法大曲酒生产工艺	131
二、清渣法大曲酒生产工艺	136
第五节 白酒的贮存和勾兑	138
第六节 中国、外国名酒简介	141
一、外国名酒简介	141
二、中国八大名白酒简介	143
复习思考题	144
 第六章 氨基酸	145
第一节 概述	145
一、氨基酸的种类及其应用	145
二、氨基酸的生产方法	147
三、氨基酸工业发展现状及趋势	148
第二节 发酵法谷氨酸生产原料及淀粉水解糖液的制备	150
一、谷氨酸产生菌的特征和分类	150
二、淀粉水解糖液的制备工艺	151
第三节 谷氨酸生产菌及菌种的扩大培养	154

一、谷氨酸生产菌的种类及特征	154
二、谷氨酸菌种的扩大培养	156
第四节 谷氨酸发酵机制及工艺控制	157
一、谷氨酸生物合成途径	157
二、谷氨酸发酵条件的控制	158
三、提高谷氨酸发酵产率的措施	161
第五节 谷氨酸生产过程中噬菌体与杂菌的防治	162
一、谷氨酸发酵中噬菌体的污染与防治	162
二、谷氨酸发酵中杂菌的污染与防治	163
第六节 谷氨酸的提取	165
一、概述	165
二、等电点法提取谷氨酸	166
三、谷氨酸其他提取法	167
第七节 由谷氨酸制成味精	168
一、谷氨酸的中和、脱色和除铁	168
二、中和液的浓缩和结晶	170
三、干燥、包装和成品的质量标准	171
第八节 赖氨酸的生产	171
一、赖氨酸的生产	171
二、其他氨基酸生产	174
复习思考题	176
第七章 生物制药	177
第一节 抗生素生产	177
一、概述	177
二、抗生素生产实例	179
第二节 核酸类药物	184
一、概述	184
二、肌苷的发酵法生产	185
三、辅酶 A 的发酵生产	187
第三节 维生素类药物	188
一、概述	188
二、类胡萝卜素发酵生产工艺	190
三、维生素 B ₂ 发酵	191

第四节 糖类药物	194
一、D-甘露醇发酵生产	194
二、右旋糖酐发酵生产	196
第五节 酶类药物	197
一、概述	197
二、重要微生物酶类药物	199
第六节 基因工程药物	201
一、概述	201
二、基因工程药物生产实例—— α 型干扰素的生产	202
第七节 药用真菌的发酵生产	206
一、概述	206
二、麦角	206
三、冬虫夏草	207
复习思考题	208
 第八章 酶制剂	 209
第一节 概述	209
一、酶制剂发展概况	209
二、酶制剂的工业生产方法	211
三、酶制剂的应用前景	212
第二节 酶的发酵生产	213
一、酶生物合成的基本理论	213
二、产酶微生物及其选育	215
三、酶发酵工艺条件及控制	217
第三节 酶的分离与纯化	218
一、发酵液预处理	218
二、发酵液过滤	219
三、酶液浓缩	220
四、盐析沉淀法	221
五、有机溶剂沉淀法	221
六、酶的干燥	222
第四节 酶的固定化	223
一、固定化技术	223
二、固定化酶的用途	224

第五节 几种常用酶制剂的生产	225
一、 α -淀粉酶的生产	225
二、葡萄糖淀粉酶(糖化酶)	229
三、脱支酶	230
四、蛋白酶	231
五、纤维素酶	233
六、脂肪酶	235
复习思考题	236
 第九章 酱油、食醋生产工艺	237
第一节 酱油生产	237
一、概述	237
二、原料	237
三、酱油酿造用微生物	239
四、种曲制备	241
五、制曲	244
六、发酵	248
第二节 食醋	251
一、概述	251
二、原料及原料预处理	251
三、食醋酿造用微生物	252
四、酿醋过程中色、香、味、体的形成	253
五、糖化剂及糖化工艺	255
六、常用酿醋方法	256
复习思考题	259
 第十章 发酵副产物综合利用	260
第一节 啤酒生产副产物的利用	260
一、麦糟的利用	260
二、二氧化碳的回收	261
三、啤酒酵母的回收和利用	262
第二节 葡萄酒生产副产物的综合利用	264
一、酒石酸盐的提取	265
二、从皮渣中蒸馏制取白兰地	266

三、利用葡萄皮渣作饲料	266
四、葡萄籽榨油	266
五、康酿克油的提取和应用	266
六、其他	267
第三节 黄酒糟的综合利用	267
一、酒糟的成分	267
二、黄酒糟的利用	268
第四节 酒精发酵副产物的综合利用	269
一、杂醇油和醛酯馏分的利用	269
二、淀粉质原料酒糟的综合利用	270
三、糖质原料酒糟的综合利用	276
第五节 味精厂废水废物的综合利用	277
一、味精废水废物治理的技术途径	278
二、谷氨酸废液生产饲料酵母	278
三、谷氨酸废液制造有机肥料	281
复习思考题	282
实验实训	283
实验实训一 淡色啤酒酿制	283
实验实训二 啤酒酵母单细胞分离培养	284
实验实训三 酒精度的测定	284
实验实训四 白酒酿制	285
实验实训五 酒的品评	286
实验实训六 酒精发酵试验及测定	292
实验实训七 糖化曲的制作	294
实验实训八 食醋的酿造——固态法制醋工艺	296
实验实训九 参观葡萄酒酿造厂与电化教学	297
实验实训十 葡萄酒的品评	298
实验实训十一 淀粉水解糖液的制备	301
实验实训十二 苏芸金芽孢杆菌的发酵生产	301
实验实训十三 麸曲糖化酶活力的测定	304
实验实训十四 柑橘渣微生物发酵生产饲料蛋白	305
附录	308
附录一 食用酒精国家标准 (GB 10343—2002)	308

附录二	工业酒精国家标准 (GB/T 394.1—1994)	309
附录三	无水酒精国家标准 (GB 678—1990)	309
附录四	变性燃料酒精国家标准 (GB 18350—2001)	310
附录五	国家蒸馏酒卫生标准规定的卫生指标 (GB 2757—1981)	311
附录六	浓香型白酒的质量标准	311
附录七	酱香型白酒的质量标准	312
附录八	清香型白酒的质量标准	312
附录九	米香型白酒的质量标准	313
附录十	酒精计温度浓度换算表	314
主要参考文献		321