



全国高职高专生物类课程
“十二五”规划教材

教育部高等学校高职高专生物技术
类专业教学指导委员会推荐教材



工作过程导向

工业发酵分析与**检**验

GONGYE FAJIAO FENXI
YU JIANYAN

● 翁鸿珍 主编



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

内 容 提 要

本书是以最新国标为依据,结合企业生产实际进行编写的,是作者多年经验的总结,内容涉及工业发酵原料和产品中各类物质成分的分析测定,主要介绍其测定原理、仪器的使用方法和试剂的配制方法、检验的方法和步骤、结果的计算方法及检验过程中容易出现的问题及其解决方法的讨论,并介绍了色谱技术、荧光分光光度法、原子吸收分光光度法等检测原理、仪器的操作方法及在工业发酵产品分析测定中的应用,同时对样品的采集与处理、实验数据的处理与分析结果的可靠性评价进行了介绍。

本书可作为生物工程、发酵工程、食品生物技术、工业分析与检验等专业的教材,也可作为有关企业技术人员的参考用书和职业技能鉴定的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

工业发酵分析与检验/翁鸿珍 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2012.7
ISBN 978-7-5609-7929-8

I. 工… II. 翁… III. 工业发酵-分析-高等职业教育-教材 IV. TQ920.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 086055 号

工业发酵分析与检验

翁鸿珍 主编

策划编辑:王新华

责任编辑:程芳

封面设计:刘卉

责任校对:代晓莺

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北新华印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:25.25

字 数:598千字

版 次:2012年7月第1版第1次印刷

定 价:46.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

全国高职高专生物类课程“十二五”规划教材编委会

主任 闫丽霞

副主任 王德芝 翁鸿珍

编委 (按姓氏拼音排序)

陈芬 陈红霞 陈丽霞 陈美霞 崔爱萍 杜护华 高荣华 高爽 公维庶 郝滌非
何敏 胡斌杰 胡莉娟 黄彦芳 霍志军 金鹏 黎八保 李慧 李永文 林向群
刘瑞芳 鲁国荣 马辉 瞿宏杰 尚文艳 宋冶萍 苏敬红 孙勇民 涂庆华 王锋尖
王娟 王俊平 王永芬 王玉亭 许立奎 杨捷 杨清香 杨玉红 杨玉珍 杨月华
俞启平 袁仲 张虎成 张税丽 张新红 周光姣

全国高职高专生物类课程“十二五”规划教材建设单位名单

(排名不分先后)

天津现代职业技术学院	山东畜牧兽医职业学院	广东新安职业技术学院
信阳农业高等专科学校	山东职业学院	汉中职业技术学院
包头轻工职业技术学院	阜阳职业技术学院	河北化工医药职业技术学院
武汉职业技术学院	抚州职业技术学院	黑龙江农业经济职业学院
泉州医学高等专科学校	南阳师范高等专科学校	黑龙江生态工程职业学院
济宁职业技术学院	贵州轻工职业技术学院	湖北轻工职业技术学院
潍坊职业学院	沈阳医学院	湖南生物机电职业技术学院
山西林业职业技术学院	郑州牧业工程高等专科学校	江苏农林职业技术学院
黑龙江生物科技职业学院	广东食品药品职业学院	荆州职业技术学院
威海职业学院	温州科技职业学院	辽宁卫生职业技术学院
辽宁经济职业技术学院	黑龙江农垦科技职业学院	聊城职业技术学院
黑龙江林业职业技术学院	新疆轻工职业技术学院	内江职业技术学院
江苏食品职业技术学院	鹤壁职业技术学院	内蒙古农业大学职业技术学院
广东科贸职业学院	郑州师范学院	南充职业技术学院
开封大学	烟台工程职业技术学院	南通职业大学
杨凌职业技术学院	江苏建康职业学院	濮阳职业技术学院
北京农业职业学院	商丘职业技术学院	七台河制药厂
黑龙江农业职业技术学院	北京电子科技职业学院	青岛职业技术学院
襄阳职业技术学院	平顶山工业职业技术学院	三门峡职业技术学院
咸宁职业技术学院	亳州职业技术学院	山西运城农业职业技术学院
天津开发区职业技术学院	北京科技职业学院	上海农林职业技术学院
江苏联合职业技术学院淮安 生物工程分院	沧州职业技术学院	沈阳药科大学高等职业技术学院
保定职业技术学院	长沙环境保护职业技术学院	四川工商职业技术学院
云南林业职业技术学院	常州工程职业技术学院	渭南职业技术学院
河南城建学院	成都农业科技职业学院	武汉软件工程职业学院
许昌职业技术学院	大连职业技术学院	咸阳职业技术学院
宁夏工商职业技术学院	福建生物工程职业技术学院	云南国防工业职业技术学院
河北旅游职业学院	甘肃农业职业技术学院	重庆三峡职业学院

前 言

进入 21 世纪以来,我国高等教育迅猛发展,现在已经处于全面提升质量、加强内涵建设的新阶段。本书是以教育部有关高职高专教材建设的文件精神以及“十二五”国家教材规划的精神为指导,根据我国高职高专人才培养目标,以“够用、实用”为宗旨,以项目式教学为思路,将基本理论和技能操作有机地相结合来进行编写的。

本书是在使用多年的讲义的基础上整理编写而成的,内容涉及工业发酵原料和产品中各类物质成分的分析测定,共七章,重点介绍了工业发酵分析与检验的基础知识、常规物理分析、常规成分分析、酒的感官分析、成品中特定成分的分析、食品添加剂分析、微生物分析与检验。本书可作为生物工程、发酵工程、食品生物技术、工业分析与检验等专业的教材,也可作为有关企业技术人员的参考用书和职业技能鉴定的培训教材。

本书在编写过程中突出“新”的特点,强调先进性。在编写各项目时,以最新国家标准、法规、技术、方法为中心,结合企业生产实际,力求做到应用性强、内容简洁、技术新,以适应当前职业教育的需要。

本书的编写实际上是编者多年来在教学思想、教学内容和教学方法等方面作探索的一次总结。本书以工业发酵为主线,从物理、化学、微生物三大角度去讲清概念、理顺脉络、阐述方法,突出“三点”,即重点、难点、要点,以国家标准为基础,做到理论联系实际,对其中重要的内容尽量以自行设计或精选的简明、直观和形象化的图示、表格等形式来表达,进而有利于达到学生加深理解、增强记忆和乐于自学等目的。

我们根据学科理论的发展,针对高职教育人才培养的特点,精心选择实验、实训内容。根据国家标准介绍了检验方法的原理、试剂的制备,详细介绍了操作步骤以及结果的计算,在每个项目后,细化了关于检验的说明及注意事项,更便于学生在学习过程中自学。

本书由包头轻工职业技术学院翁鸿珍教授主编,包头轻工职



业技术学院袁静宇统稿,参与编写的有天津现代职业技术学院的孙勇民、武汉职业技术学院的陈芬、阜阳职业技术学院的孙世英、四川工商职业技术学院的李华、包头轻工职业技术学院的袁静宇和王芳、潍坊职业学院的王洪波、信阳农业高等专科学校的黄雅琴和李尽哲、烟台工程职业技术学院的刘禾蔚。

本书在编写过程中得到了华中科技大学出版社的大力支持和热心帮助,编者在此表示衷心的感谢。限于编者的学识和水平,书中不当之处在所难免,望读者随时指正,以待日后再版时改进。

编 者
2012年2月



项目二 利用浸入式折光仪测定啤酒酒精度和浸出物	47
模块三 旋光法	49
项目一 味精成品纯度的测定	51
项目二 谷物淀粉含量的测定	53
模块四 分光光度法	55
项目一 啤酒中乳酸含量的测定	56
项目二 酒中锰离子的测定	59
项目三 果胶物质的测定	60
项目四 游离 α -氨基氮的测定	62
项目五 单核苷酸的定磷法测定	64
项目六 单核苷酸的分光光度法测定	65
项目七 谷氨酸发酵醪中总酮酸的测定	67
项目八 啤酒中花色苷原的测定	68
项目九 啤酒中异 α -酸的测定	69
模块五 原子吸收分光光度法	71
项目一 果酒中铁的测定	73
项目二 果酒中铜的测定	75

第三章 常规成分分析 78

模块一 水分的测定	78
项目一 原料中水分测定的方法	79
项目二 近红外法测定原料中的水分含量 (GB/T 24896—2010)	84
模块二 酸和酯的分析	86
项目一 白酒中总酸的测定(GB/T 10345—2007)	87
项目二 啤酒中总酸的测定(GB/T 4928—2008)	90
项目三 葡萄酒(果酒)中总酸的测定 (GB/T 15038—2006)	92
项目四 葡萄酒(果酒)中挥发酸的测定 (GB/T 15038—2006)	96
项目五 黄酒中总酸、氨基酸态氮的测定	98
项目六 白酒中总酯的测定(GB/T 10345—2007)	100
项目七 原料酸度的测定(GB/T 5517—2010)	103
模块三 灰分分析	107
项目一 原料中灰分的测定(GB/T 5505—2008)	107

模块四 碳水化合物的分析	112
项目一 葡萄酒(果酒)中总糖、还原糖的测定 (GB/T 15038—2006)	112
项目二 原料中还原糖和非还原糖的测定 (GB/T 5513—2008)	117
项目三 原料中淀粉含量的测定 (GB/T 5514—2008)	124
模块五 含氮化合物的分析	127
项目一 原料中氮含量测定和粗蛋白的计算 (GB/T 5511—2008)	128
项目二 稻谷中粗蛋白质的测定——近红外法 (GB/T 24897—2010)	133
项目三 啤酒中蛋白质的测定	135
模块六 脂肪含量的分析	139
模块七 酶活力的分析	144
项目一 蛋白酶活力的测定	145
项目二 糖化酶活力的测定	151
项目三 耐高温 α -淀粉酶活力的测定	154
模块八 水质的分析	157
项目一 水的硬度的测定	159
项目二 水的溶解氧的测定	162
模块九 固形物的分析	165
项目一 白酒中固形物的测定	165
项目二 可溶性固形物分析	166
项目三 黄酒中非糖固形物分析	170
模块十 金属含量的分析	171
项目一 样品中铅的含量的测定	172
项目二 样品中汞的含量的测定	180
项目三 葡萄酒中铁的含量的测定	186
项目四 葡萄酒中铜的含量的测定	190
项目五 蒸馏酒中锰的含量的测定	193
第四章 酒的感官分析	196
模块一 中国白酒的感官评定	197
模块二 啤酒的感官评定	205



模块三	果酒的感官评定	209
模块四	黄酒的感官评定	216
第五章	成品中特定成分的分析	220
模块一	白酒中特定成分的分析	220
项目一	香味物质的分析(气相色谱法)	221
项目二	甲醇的分析	223
项目三	杂醇油的分析	225
模块二	啤酒中特定成分的分析	227
项目一	双乙酰的分析	227
项目二	苦味质的分析	228
项目三	浊度的分析	233
项目四	色度的分析	234
项目五	泡持性的分析	235
项目六	二氧化碳的分析	237
项目七	原麦汁浓度的分析	242
项目八	啤酒中甲醛含量的分析	245
模块三	果酒(葡萄酒)中特定成分的分析	248
项目一	干浸出物的分析	248
项目二	甲醇的分析	249
项目三	果酒(葡萄酒)中的二氧化硫的测定 (GB/T 15038—2006)	253
项目四	糖分和有机酸的分析	259
模块四	黄酒中特定成分的分析	261
项目一	黄酒中氧化钙的测定(GB/T 13662—2008)	262
项目二	黄酒中氨基酸的测定	267
第六章	食品添加剂分析	269
模块一	食品中防腐剂的测定	269
项目一	山梨酸、苯甲酸含量的测定 (GB/T 5009.29—2003)	270
项目二	食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定 (GB/T 5009.33—2010)	273
模块二	食品中甜味剂的分析	278
项目一	食品中糖精钠的测定 (GB/T 5009.28—2003)	278

项目二 食品中环己基氨基磺酸钠(甜蜜素)的测定 (GB/T 5009.97—2003)	281
模块三 食品中着色剂的测定	286
项目一 食品中焦糖色的测定(DB13/T 1116—2009) ..	286
项目二 食品中合成着色剂的测定 (GB/T 5009.35—2003)	289
模块四 食品中抗氧化剂的测定	292
模块五 食品中漂白剂的测定	294
项目一 葡萄酒、果酒中二氧化硫含量的测定 (GB/T 15038—2006)	294
项目二 食品中亚硫酸盐的测定 (GB/T 5009.34—2003)	298
模块六 食品中可能违法添加的非食用物质分析	301
项目一 禁用防腐剂硼酸、硼砂和水杨酸的定性试验 (GB/T 5009.29—2003)	301
项目二 原料乳与乳制品中三聚氰胺的测定 (GB/T 22388—2008)	303
项目三 食品中苏丹红染料的检测 (GB/T 19681—2005)	309
第七章 微生物分析与检验	313
模块一 细菌总数的分析与测定	314
项目一 水中细菌总数测定	314
项目二 啤酒菌落总数检验	315
模块二 大肠菌群的分析与检测	318
模块三 致病菌的分析	323
项目一 沙门氏菌的检验	323
项目二 志贺氏菌的检验	330
项目三 金黄色葡萄球菌的检验	334
附录	341
附录 A 锤度计读数与温度校正表	341
附录 B 酒精度与温度校正表	342
附录 C 酒精水溶液的相对密度(比重)与酒精度 (乙醇含量)对照表(20℃)	348
附录 D 相对密度与浸出物对照表	357



附录 E 糖液折光率温度校正表	362
附录 F 相当于氧化亚铜质量的葡萄糖、果糖、 乳糖、转化糖质量表	363
附录 G 吸光度与测试 α -淀粉酶浓度对照表	370
附录 H 原麦汁浓度经验公式校正表	374
附录 I 培养基和试剂	374
参考文献	392

绪 论

随着生物技术和国家对生物高科技产业的支持力度的加大,发酵相关产业得到了长足的发展,目前各类发酵产品已达 5000 多种,不仅包括传统发酵制品,如酒、调味品(酱油、醋)等,还包括新型食品、饲料添加剂、药物等,以及用一般化学方法很难生产的特殊化学产品,这必将在解决人类面临的人口、粮食、健康、环境等重大问题的过程中发挥积极的作用。

一、工业发酵分析与检验的性质、任务

工业发酵分析与检验是研究和评定酒类品质及其变化的学科,是运用物理、化学、生物化学等学科的基础理论及各种科学技术,对酒类等发酵产品组成成分的检测原理、检测方法和检测技术进行研究的一门应用性科学,具有很强的技术性和实践性,发酵分析在专业技术中起着非常重要的作用。

工业发酵分析与检验的主要任务是对发酵产业的原料、辅料、半成品和成品的主要组成进行定量的分析测定;对生产工艺过程中的有关工艺参数进行控制,保证产品的质量水平,掌握生产技术,为提升工厂成本、改善计划提供参考数据;为资源、新产品的开发提供可靠依据等。随着经济发展和社会需求的增加,发酵工厂的规模不断扩大,由于操作不当或检测分析手段不合理引起的投资风险也急剧增加。要规避这种风险,就必须对发酵过程及产品进行各种分析,如原料的含水量、灰分、蛋白、糖类、脂肪测定,产品的微生物检测等,通过一系列的检测对生产进行监控。

本书是以国家标准(见表 0-1)、行业标准、地方标准和企业标准为依据,以实际生产为指导进行编写的,突出了新标准中的新方法、新技术,将理化分析与仪器分析更好地结合用于实际检测。

二、工业发酵分析与检验的内容、要求

1. 工业发酵分析与检验的内容

1) 工业发酵分析与检验的基础知识

把工业发酵分析相关的基础知识进行整理,包括常用试剂的基础知识及溶液的配制、



表 0-1 部分酒类产品的国标更替情况

新 国 标	旧国标(已废止)
GB/T 10781.3—2006 米香型白酒	GB/T 11859.3—1989 低度米香型白酒 GB/T 10781.3—1989 米香型白酒
GB/T 10781.2—2006 清香型白酒	GB/T 11859.2—1989 低度清香型白酒 GB/T 10781.2—1989 清香型白酒
GB/T 10781.1—2006 浓香型白酒	GB/T 11859.1—1989 低度浓香型白酒 GB/T 10781.1—1989 浓香型白酒
GB/T 17946—2008 绍兴酒	GB 17946—2000 绍兴酒
GB/T 13662—2008 黄酒	GB/T 13662—2000 黄酒
GB 4927—2008 啤酒	GB 4927—2001 啤酒
GB/T 7416—2008 啤酒大麦	GB/T 7416—2000 啤酒大麦
GB/T 4928—2008 啤酒分析方法	GB/T 4928—2001 啤酒分析方法
GB/T 15038—2006 葡萄酒果酒通用分析方法	GB/T 15038—1994 葡萄酒果酒通用试验方法
GB 15037—2006 葡萄酒	GB/T 15037—1994 葡萄酒
NY/T 274—2004 绿色食品 葡萄酒	NY/T 276—1995 绿色食品 干红葡萄酒 NY/T 278—1995 绿色食品 干桃红葡萄酒 NY/T 277—1995 绿色食品 半干红葡萄酒 NY/T 275—1995 绿色食品 半干白葡萄酒 NY/T 274—1995 绿色食品 干白葡萄酒

常用玻璃仪器的使用、分析数据的处理方法及实验报告的填写、样品的采集、样品的前处理技术等,以最新国标为依据,对旧的知识进行整理更新,结合目前企业要求,使书中阐述的基础知识更准确、更实用。

2) 常规成分检测与特殊成分检测

根据国标对产品的要求,对检测项目进行重新划分,不仅对常规成分如原料(水分、粗蛋白、灰分等)、成品(酸度、酒精度、固形物)等检测项目进行了阐述,也对不同发酵制品所进行特有的检测进行了详细的讲解,例如啤酒中双乙酰的测定、白酒中固形物的测定、果酒中糖含量的测定等。

3) 添加剂的测定

随着食品添加剂工业的不断发展,食品添加剂的种类和数量也就越来越多,对人们健康的影响也越来越大。因此必须严格执行国家食品添加剂的卫生标准,加强对食品添加剂的卫生管理,规范、合理、安全地使用添加剂,保证食品的安全、卫生,保证食品的质量,保证消费者的身体健康。

本书详细讲述食品添品剂的分析与检测,尤其是对合法食品添加剂添加剂量的检测和禁用添加剂的检测,能对食品的安全、食品的质量起到很好的监督和保证作用。

4) 微生物检验

微生物检验是食品监测必不可少的重要组成部分。微生物是衡量食品卫生质量的重要指标之一,也是判定被检食品能否食用的科学依据之一。通过微生物检验,可以判断食品加工环境及食品卫生环境,能够对食品被细菌污染的程度作出正确的评价,为各项卫生管理工作提供科学依据,提供传染病和人类、动物和食物中毒的防治措施。本书对发酵产品微生物的检测也做了明确的讲述。

2. 工业发酵分析与检验的目的要求

通过本课程的学习,使学生能够掌握主要的分析原理和分析方法,具备一定的分析问题和解决问题的能力。主要的目的要求有以下几个方面:

- (1) 掌握工业发酵分析的基础理论和基本实践技能;
- (2) 掌握仪器分析的基本原理与方法,具备较强的分析检验的操作能力;
- (3) 具备按模块项目要求,合理选择分析方法和分析技术,出具检验报告的能力;
- (4) 掌握发酵工业中一线检验要求和检验分析情况,掌握一线发酵分析能力;
- (5) 能够掌握发酵工业检验技师所需要的知识和能力,为获得发酵行业的分析检验技师资格证书奠定基础(例如,食品检验员、质量工程师等等)。

三、工业发酵分析与检验的地位

工业发酵分析与检验课程是高等职业院校生物技术专业、生物化工专业、生物制药专业、生物工程专业以及工业分析与检验专业的一门专业必修课程,是在学完无机化学、有机化学、微生物等基础课程后开设的后续课程,是与发酵工艺、生物制药和酶制剂生产等专业课程平行进行的一门综合多门学科知识,进行工业发酵分析方法的实际应用、研究和操作技能训练的专业课程,在整个专业和课程体系中占有重要的地位。

工业发酵分析与检验主要向学生系统讲授样品的采集、制备和分解方法,各类样品中组分或元素的测定方法以及分析结果的计算方法和审查方法,同时进行实际样品的分析测定操作训练,使学生掌握获得正确分析数据的基本方法,切实培养学生分析问题和解决问题的能力。

通过工业发酵分析与检验的教学,培养在食品、化工、医药、环保、轻工等部门从事检验及实验室组织管理的应用型高级技术人才。通过项目教学及情境教学,切实提高学生一线发酵分析能力,为培养学生严谨的科学作风、实际动手能力和拓宽就业渠道(见表0-2)奠定良好的基础。

四、工业发酵的分析方法

1. 感官分析法

感官分析又叫品尝,是在理化指标分析的基础上,集心理学、生理学、统计学、工程学的知识发展起来的一门学科,也即利用感官(视觉、嗅觉、味觉,有时也包括听觉)评价、鉴定食品质量好坏的一种分析方法。感官鉴评能明显反映工艺中原料的表观物理状态;感官检验作为食品检验的重要方法之一,具有简便易行、快速灵敏、不需要特殊器材等特点,



表 0-2 工业发酵分析从业一览表

从事行业	生物化工、海洋化工、乳业、食品行业、医药生产、环境监测等
专业范围	工业发酵分析与检验、食品营养与检测技术、药物分析技术、药品质量检测技术、食品分析技术、农产品质量监测
从事岗位	生物化工、海洋化工、乳业、食品饮料和医药卫生等行业岗位的原料和产品分析，生产过程在线分析，车间化验室分析，工厂中心化验室分析和科研院所化验室分析
职业资格证书	食品检验工、质量工程师、水环境监测工等

特别适用于目前还不能用仪器定量评价的某些食品特性的检验，如水果滋味的检验、食品风味的检验，以及烟、酒、茶的气味检验等。

依据所使用的感觉器官的不同，感官检验可分为视觉检验、嗅觉检验、味觉检验、触觉检验和听觉检验五种。

感官分析法存在一定缺陷，由于感官分析是以经过培训的评价员的感觉器官作为一种“仪器”来测定食品的质量特性或鉴别产品之间的差异的，因此，判断的准确性与检验者的感觉器官的敏锐程度和实践经验密切相关。同时检验者的主观因素（如健康状况、生活习惯、文化素养、情绪等），以及环境条件（如光线、声响等）都会对鉴定结果产生一定的影响。另外，感官检验的结果在大多数情况下只能用比较性的用词（优、良、中、劣等）表示或用文字表述，很难给出食品品质优劣程度的确切数值。

感官检验是与仪器检验并行的重要的检测手段，其重要性不仅在于有些产品的特性目前还不能用仪器检验，只能靠感官，即使能够得到先进的测量仪器，感官检验的重要性也不会随之降低，因为感官指标与理化指标是互相补充的，只有仪器分析与感官分析相结合才能得到产品的完整信息。因此，感官检验法是工业发酵分析重要的分析手段之一。

2. 物理分析法

物理分析法是根据物质的某些物理常数与组分之间的关系进行鉴定和测定的分析方法。如通过测定密度、折光率、旋光度等物理常数，可以对生产原料、半成品及成品组成成分和含量进行评价。物理分析法简便、实用，在实际工作中应用广泛。如密度法可测定糖液的浓度、酒的酒精度等；折光法可测定葡萄酒中葡萄汁浓度、啤酒浸出物等；旋光法可测定饮料中蔗糖含量、味精纯度、谷物中淀粉含量等。

3. 化学分析法

化学分析法是以化学反应为基础的分析方法，可以分为定性分析和定量分析两类。在分析中，借助于化学反应来确定被测物质中含有何种组分的分析方法称为定性分析。而通过某种测定方法测出被测物质中某一组分的含量的方法称为定量分析。由于发酵分析中样品的定性组成及其含量的大致范围是已知的，因而生产中主要进行定量分析而不进行定性分析。

定量分析包括的基本内容如图 0-1 所示。

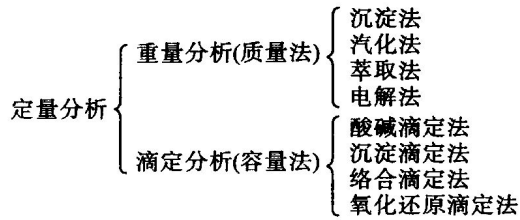


图 0-1 定量分析基本内容

化学分析法是发酵分析中最基础的分析方法,具有常量分析结果较准确、仪器操作简单、有完整理论支撑、计算方便等优点,是常量分析检验中的主要方法。

4. 仪器分析法

仪器分析法(近代分析法或物理分析法)是通过测量物质的光学性质、电化学性质等物理化学性质来求出被测组分含量的方法,包括色谱分析法、光学分析法、电化学分析法、质谱分析法和光电化学分析法等,工业发酵分析中常用的是前三种方法。光学分析法又分为紫外-可见分光光度法、原子吸收分光光度法、荧光分析法等,可用于分析原料中无机元素、碳水化合物、蛋白质、氨基酸、食品添加剂、维生素等成分。电化学分析法又分为电导分析法、电位分析(离子选择电极)法、极谱分析法等。电导分析法可测定成品灰分和水的纯度等;电位分析法广泛应用于测定 pH、无机元素、酸根、食品添加剂等;极谱分析法已应用于测定重金属、维生素、食品添加剂等。这些方法解决了一些食品的前处理和干扰问题。色谱分析法是近些年迅速发展起来的一种分析技术,极大地丰富了工业发酵分析的内容,解决了许多常规化学分析法不能解决的微量成分分析的难题,为工业发酵分析技术开辟了新途径。色谱分析法包含许多分支,常用的如薄层层析法、气相色谱法和高效液相色谱法,可用于测定有机酸、氨基酸、糖类、维生素、食品添加剂、农药残留量等。

仪器分析包括的基本内容如图 0-2 所示。

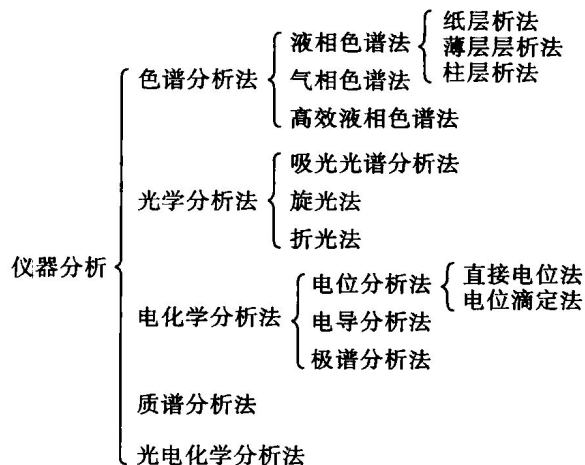


图 0-2 仪器分析基本内容



仪器分析法是一种较为灵敏、快速、准确的分析方法。其特点是灵敏度高,检出限可降低,如样品用量由化学分析的 mL、mg 级降低到仪器分析的 μg 、 μL 级,甚至更低;适合于微量、痕量和超痕量成分的测定;选择性好;很多的仪器分析法可以通过选择或调整测定的条件,使共存的组分测定时相互间不产生干扰;操作简便,分析速度快,容易实现自动化。所以现代分析越来越多地使用仪器分析法进行分析。

五、工业发酵分析与检验的发展与前景

随着科学技术的进步与发展,工业发酵分析与检验越来越多地借助于各类精密仪器对发酵中间物与成品进行全方位、多项目的检测,既节省了人力,又提高了精准度。在现代仪器分析技术中,分离技术和检测方式是影响分析仪器发展的两个关键问题。一方面,科技领域对分析仪器不断提出更高的要求;另一方面,随着科学技术的发展,新材料不断涌现,又大大推动了分析仪器的快速更新。分析仪器的发展趋势主要有以下几点。

1. 向多功能、自动化、智能化方向发展

以色谱仪为例,当前气相色谱仪的制作工艺已达全新水平,由于微机的使用,仪器对温度、压力、流量的控制全部实现自动化,由计算机键盘输入操作参数,仪器就可正常运行。如气相色谱仪、高效液相色谱仪、质谱仪等,可以同时测定多种有机组分,如酒精、双乙酰等,原子吸收分光光度计可以测定许多种金属或非金属的含量,且准确度高,分析迅速,但仪器的价格高。

2. 向专用型、小型化方向发展

多种发酵产品检测都有全自动的全分析仪,例如啤酒分析仪,采用模块化测量的方法,集合多个不同测量模块,罐装样品直接进样的方式,一次进样后,可得到七种不同的参数,实现了高度自动化测量。只需要一个人,单个样品测试可在 4 min 内完成,并显示全部数据结果。因此可以节省宝贵的人力、物力及时间。

3. 向多维分离仪器方向发展

气相色谱仪、高效液相色谱仪、超临界流体色谱仪和毛细管电泳仪已在相对分子量、沸点、热稳定性测定中发挥了重要作用,但随着分析任务复杂性的增加,只用一种分离方法已不能完全分离。20 世纪 70 年代中期首先出现了二维气相色谱技术,它可再进行一次色谱分析的过程,获得双重分析信息。在 80 年代中期又发展了二维高效液相色谱和二维超临界流体色谱技术,它们都显示出超强的分离能力。

4. 向联用分析仪器方向发展

随着先进分析仪器的不断涌现,每一类分析仪器只在一定范围内起独特作用,并且要求在一定的条件下使用。如色谱作为一种分析方法,其最大特点在于能将一个复杂的混合物分离为各种单一组分,但它的定性、确定结构的能力较差,而质谱(MS)、红外光谱(IR)、紫外光谱(UV)等技术对于一个纯组分的结构确定变得越来越容易。因此,只有将色谱、固相萃取等技术与质谱等鉴定、检测仪器联用才能得到一个完整的分析结果,取得丰富的信息与准确的结论。

目前,联用技术已得到快速发展,随着研究分析工作的深入,各种联用技术不断涌现,并且越来越多地应用于工业发酵分析与检验。