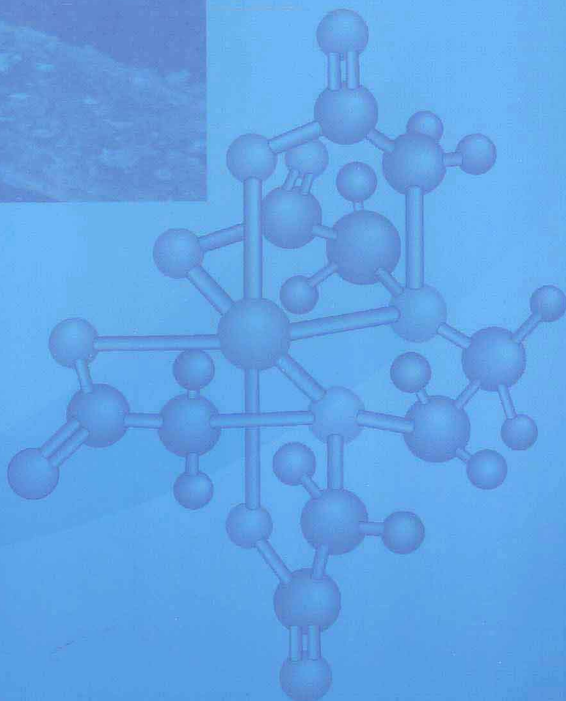


SHENGWUZHI HUAXUE FENXI JISHU

生物质化学 分析技术

蒋建新 主 编
朱莉伟 唐 勇 副主编



化学工业出版社

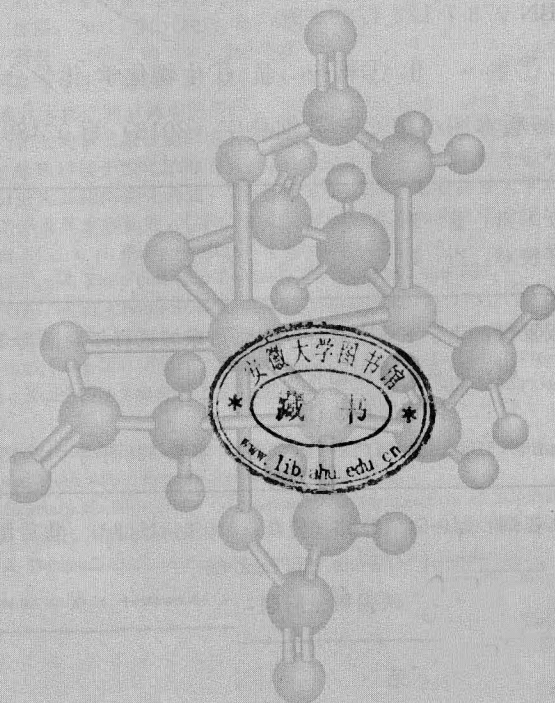
SHENGWUZHI HUAXUE FENXI JISHU

生物质化学 分析技术



蒋建新 主 编

朱莉伟 唐 勇 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书分为3篇18章。第1篇生物质化学实验技术基础,介绍了与生物质紧密相关的化学实验室安全与防护,仪器和试剂,实验基本操作,试样采集与制备,数据记录与处理。第2篇生物质化学实验与分析技术,介绍了生物质资源化学分析技术含纤维素、半纤维素和木质素的分析,生物质化工综合实验技术含植物提取物、树脂、香料、多糖、蛋白质及天然日化产品的定性定量分析,并且还重点介绍了生物质糖化、纤维乙醇、生物柴油和生物热解油的实验过程及分析手段。第3篇现代仪器与生物质化学分析,主要介绍了元素分析、紫外可见光、红外光谱、色谱分析、质谱分析、核磁共振波谱分析、X射线衍射、热重/差热分析、电子扫描电镜和比表面积等分析技术原理、分析方法及在生物质领域的应用。

本书可用作高等院校与生物质相关专业(如能源工程、制浆造纸、林产化工、生物工程、化学工程、应用化学)的本科生或研究生教材,也适用于从事生物质产业研发的科研人员,以及从事生物质能源及化学品生产的技术人员参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

生物质化学分析技术/蒋建新主编. —北京:化学工业出版社, 2013.6

ISBN 978-7-122-17030-9

I. ①生… II. ①蒋… III. ①生物化学-化学分析 IV. ①Q5

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第074898号

责任编辑:董琳

文字编辑:焦欣渝

责任校对:边涛

装帧设计:刘丽华

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:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张20 字数538千字 2013年9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: 85.00 元

版权所有 违者必究

本书编写人员名单

主 编 蒋建新

副主编 朱莉伟 唐 勇

编写人员 (按姓氏汉语拼音排序)

卜令习 冯 月 李 瑞 潘丕克

苏肇秦 孙达峰 于海龙

前言

F O R E W O R D

生物质是地球上存在最广泛的物质，是指所有动物、植物和微生物，以及由这些生命体排泄和代谢的所有物质。通常概念的生物质主要包括薪炭林、经济林、用材林、农作物秸秆、林业加工残余物和各类有机垃圾等，这些物质所蕴藏的能量相当可观。根据估算，地球上每年生长的生物能总量超过 1400 亿吨（干重），潜力十分巨大。我国生物质资源品种丰富，资源总量不低于 30 亿吨干物质每年，相当于 10 亿多吨油当量，约为我国目前石油年消耗量的 3 倍。生物质产业是指利用可再生的生物质原料，通过工业性加工转化，进行生物基产品、生物燃料和生物能源生产的一种新兴产业。生物质产业的形成和发展将有助于缓解化石能源危机，优化能源结构，减少温室气体排放，保护生态环境，促进社会可持续发展。

生物质转化利用途径主要包括直接燃烧、物理转化、化学转化和生物转化等，可以转化为二次能源，也可以转化为高附加值的化学品。化学转化过程的可设计性和选择性转化使后期操作更具可调性，比如葡萄糖酸能通过氧化葡萄糖获得，众多酸催化过程直接生产 5-羟甲基糠醛。此外，化学转化是平台化学品转化为衍生物最常见的转化过程，12 种生物精炼平台化合物中有 6 种主要以化学转化得到，分别是甘油、3-羟基丁内酯、乙酰丙酸、2,5-呋喃二甲酸、葡萄糖二酸及山梨醇。生物转化可以准确地得到有特定分子结构的化合物，并且转化条件相对温和。生物转化过程较易实现生物质全利用，同时碳水化合物具有热不稳定性，若采用化学转化方法，过程中条件苛刻，使副反应增多。

生物质化学分析技术对正在兴起的生物质产业具有重要作用，由于生物质原料具有分散性、组成结构的复杂性、转化过程的新颖性和生物质产品的多样性，生物质化学分析技术是对生物质原料、中间体及转化产品进行定性分析和定量分析的重要基础，直接关系到生物质产业过程的可行性。

本书分为 3 篇 18 章。第 1 篇生物质化学实验技术基础，介绍了与生物质紧密相关的化学实验室安全与防护，仪器和试剂，实验基本操作，试样采集与制备，数据记录与处理。第 2 篇生物质化学实验与分析技术，介绍了生物质资源化学分析技术含纤维素、半纤维素和木质素的分析，生物质化工综合实验技术含植物提取物、树脂、香料、多糖、蛋白质及天然日化产品的定性定量分析，并且还重点介绍了生物质糖化、纤维乙醇、生物柴油和生物热解油的实验过程及分析手段。第 3 篇现代仪器与生物质化学分析，主要介绍了元素分析、紫外可见光、红外光谱、色谱分析、质谱分析、核磁共振波谱分析、X 射线衍射、热重/差热分析、电子扫描电镜和比表面积等分析技术原理、分析方法及在生物质领域的应用。

本书编写得到了国家自然科学基金项目（31070510）、国家“十二五”科技支撑计划课题（2012BAD36B01，2012BAD32B06）、国家特色专业建设项目（TS2425）和国家林业局项目（2012-03，2006-4-122）等支持。在本书编写过程中，参考了国内外有关资料，在此一并表示衷心感谢。

本书可用作高等院校与生物质相关专业（如能源工程、制浆造纸、林产化工、生物工程、化学工程、应用化学）的本科生或研究生教材，也适用于从事生物质产业研发的科研人员，以及从事生物质能源及化学品生产的技术人员参考阅读。

本书所涉及的内容广泛，限于编者水平及编写时间有限，书中难免存在不妥之处，欢迎读者批评指正。

编者

2013年3月

目 录

C O N T E N T S

第 1 篇 生物质化学实验技术基础

第 1 章 生物质化学实验室安全与防护

1.1 化学实验室安全使用规则	1	1.4.1 危险化学品分类	4
1.2 化学实验意外事故的紧急处理	2	1.4.2 危险化学品储存	4
1.3 实验室安全用电与灭火常识	3	1.5 实验室废弃物的处理	5
1.3.1 实验室安全用电	3	1.5.1 实验室废弃物的收集、存放	5
1.3.2 实验室灭火常识	3	1.5.2 实验室废弃物的处理方法	5
1.4 危险化学品的使用	4		

第 2 章 常用仪器和试剂

2.1 常用玻璃仪器	7	2.2.10 超声波清洗器	30
2.1.1 玻璃仪器种类	7	2.2.11 高压灭菌锅	31
2.1.2 玻璃仪器洗涤	13	2.2.12 恒温摇床	33
2.1.3 玻璃仪器干燥与存放	15	2.2.13 恒温恒湿培养箱	34
2.2 常用实验设备	16	2.2.14 超净工作台	34
2.2.1 电子天平	16	2.2.15 光学显微镜	35
2.2.2 搅拌器	18	2.3 化学试剂一般知识	36
2.2.3 加热设备	19	2.3.1 试剂分类	36
2.2.4 循环水真空泵	21	2.3.2 试剂包装与储存	37
2.2.5 pH 计	22	2.3.3 试剂取用方法	38
2.2.6 干燥箱	24	2.4 水和常用气体	39
2.2.7 粉碎机	27	2.4.1 实验室用水	39
2.2.8 离心机	28	2.4.2 气体的获得与纯化	41
2.2.9 马弗炉	28		

第 3 章 生物质化学实验基础操作

3.1 配制标准溶液	46	3.2 加热与冷却	47
3.1.1 配制原料	46	3.2.1 加热方法	47
3.1.2 使用仪器	46	3.2.2 冷却方法	49
3.1.3 配制步骤	46	3.3 溶解、蒸发和结晶	50
3.1.4 注意事项	46	3.3.1 溶解	50

3.3.2 蒸发	50	3.6.2 减压蒸馏	57
3.3.3 结晶	51	3.6.3 水蒸气蒸馏	58
3.4 过滤和洗涤	51	3.6.4 分馏	60
3.4.1 普通过滤	52	3.7 萃取	62
3.4.2 减压过滤	53	3.7.1 液-液萃取	62
3.4.3 保温过滤	53	3.7.2 液-固萃取	63
3.4.4 离心分离	54	3.8 滴定分析	64
3.5 烘干和灼烧	54	3.8.1 仪器装置	64
3.6 蒸馏	55	3.8.2 操作方法	65
3.6.1 常压蒸馏	55	3.8.3 注意事项	65

第4章 试样的采集与制备

4.1 固体试样的采集与制备	67	4.2.1 液体试样采集的有关知识	71
4.1.1 采样目的	67	4.2.2 液体试样的采集方法	72
4.1.2 采样原则	67	4.3 气体试样的采集	74
4.1.3 采样方案	67	4.3.1 气体试样采集的器具	75
4.1.4 固体试样的制备	69	4.3.2 气体试样的采集方法	77
4.2 液体试样的采集	71		

第5章 化学实验数据记录与处理

5.1 数据记录与处理	79	5.2.1 Excel 在数据处理中的应用	83
5.1.1 实验数据表达方式	79	5.2.2 Origin 在数据处理中的应用	84
5.1.2 有效数字及运算法则	80	5.2.3 ChemOffice 在数据处理中的应用	85
5.1.3 误差及表征	81	5.2.4 Design-Expert 在响应曲面法中的	
5.2 计算机软件在数据处理中的应用	83	应用	85

参考文献	86
-------------------	----

第2篇 生物质化学实验与分析技术

第6章 生物质资源化学分析技术

6.1 针阔叶材的细胞形态	88	6.3 生物质试材采集及分析用试样的	
6.1.1 木材纤维原料的生物结构及细胞		制备	93
形态	88	6.3.1 试材的采集	93
6.1.2 实验技术	92	6.3.2 试样的制备	94
6.2 木材细胞的分离和纤维细胞的测定	93	6.3.3 生物质分析实验	94
6.2.1 实验目的	93	6.4 生物质水分测定	94
6.2.2 实验材料	93	6.4.1 水分测定目的	94
6.2.3 实验方法	93	6.4.2 水分测定原理	94
6.2.4 纤维细胞长度和宽度	93	6.4.3 测定仪器和试剂	95
6.2.5 绘制试材纤维细胞形态图	93	6.4.4 测定方法和计算	95

6.5 生物质灰分测定	95	6.9.4 测定方法和计算	100
6.5.1 灰分测定目的	95	6.9.5 注意事项	100
6.5.2 灰分测定原理	95	6.10 木质素显色反应	101
6.5.3 测定仪器和试剂	95	6.10.1 木质素显色反应实验目的	101
6.5.4 灰分测定方法和计算	95	6.10.2 木质素显色反应原理	101
6.5.5 灰分测定注意事项	96	6.10.3 实验仪器和试剂	101
6.6 甲苯-醇抽提物测定	96	6.10.4 测定方法	101
6.6.1 抽提物实验目的	96	6.11 戊聚糖含量测定	101
6.6.2 抽提原理	96	6.11.1 戊聚糖含量测定目的	101
6.6.3 实验仪器和试剂	96	6.11.2 戊聚糖含量测定原理	101
6.6.4 测定方法和计算	96	6.11.3 实验仪器和试剂	102
6.6.5 注意事项	97	6.11.4 测定方法和计算	103
6.7 纤维素含量测定	97	6.11.5 注意事项	103
6.7.1 纤维素含量测定实验目的	97	6.12 生物质 pH 值测定	104
6.7.2 纤维素含量测定原理	97	6.12.1 生物质 pH 值测定目的	104
6.7.3 实验仪器和试剂	97	6.12.2 生物质 pH 值测定原理	104
6.7.4 测定方法及计算	98	6.12.3 实验仪器和试剂	104
6.7.5 注意事项	98	6.12.4 测定方法	104
6.8 综纤维素含量测定	98	6.12.5 注意事项	105
6.8.1 综纤维素含量测定目的	98	6.13 黏度法测定植物纤维素聚合度	105
6.8.2 综纤维素含量测定原理	98	6.13.1 植物纤维素聚合度测定目的	105
6.8.3 实验仪器和试剂	99	6.13.2 植物纤维素聚合度测定原理	105
6.8.4 测定方法和计算	99	6.13.3 实验仪器和试剂	105
6.8.5 注意事项	99	6.13.4 测定方法与计算	106
6.9 木质素含量测定	99	6.13.5 注意事项	106
6.9.1 木质素含量测定目的	99	6.14 可溶性木质素含量测定方法	107
6.9.2 木质素含量测定原理	99	6.14.1 可溶性木质素测定原理	107
6.9.3 实验仪器和试剂	100	6.14.2 可溶性木质素测定步骤	107

第 7 章 生物质化工综合实验技术

7.1 植物细胞内含物有效组分的定性预试	112	7.4 化学法单离丁香酚香料	122
7.1.1 定性预试验目的	112	7.4.1 单离丁香酚实验目的	122
7.1.2 定性预试验原理	112	7.4.2 单离丁香酚原理	123
7.1.3 实验仪器和试剂	112	7.4.3 仪器与试剂	123
7.1.4 实验方法	113	7.4.4 实验步骤	123
7.2 松香、松节油国标测定	116	7.4.5 实验要求	123
7.2.1 松香松节油测定实验目的	116	7.5 β-蒎烯合成诺卜醇	123
7.2.2 松香松节油测定原理	116	7.5.1 β -蒎烯合成诺卜醇实验目的	123
7.2.3 松香、松节油质量指标	117	7.5.2 反应方程式	123
7.2.4 实验仪器和试剂	117	7.5.3 仪器与试剂	123
7.3 松油醇、α-紫罗兰酮的制备	121	7.5.4 实验步骤	124
7.3.1 松油醇的制备	121	7.6 樟脑合成樟脑醌	124
7.3.2 α -紫罗兰酮的制备	122	7.6.1 樟脑合成樟脑醌实验目的	124
		7.6.2 反应方程式	124

7.6.3 实验步骤	124	7.13.5 注意事项	137
7.7 糠酸甲酯合成	125	7.14 各种表面活性剂复配护肤、洗涤用品	137
7.7.1 糠酸甲酯合成实验目的	125	7.14.1 实验目的	137
7.7.2 糠酸甲酯合成反应方程式	125	7.14.2 实验原理和反应方程式	137
7.7.3 实验仪器和试剂	125	7.14.3 实验仪器和试剂	137
7.7.4 实验步骤	126	7.14.4 实验操作步骤	137
7.8 果胶提取和果酱制备	126	7.15 易水解糖和难水解多糖含量测定	139
7.8.1 果胶的性质与应用	126	7.15.1 多糖含量测定实验目的	139
7.8.2 实验技术	129	7.15.2 多糖含量测定原理	139
7.9 从番茄中提取番茄红素和β-胡萝卜素	130	7.15.3 实验试剂与仪器	139
7.9.1 提取番茄红素和 β -胡萝卜素实验目的	130	7.15.4 实验步骤	139
7.9.2 提取番茄红素和 β -胡萝卜素实验原理	130	7.15.5 注意事项	140
7.9.3 实验仪器和试剂	131	7.16 总还原物(糖)测定	140
7.9.4 实验步骤	131	7.16.1 总还原物测定实验目的	140
7.9.5 注意事项	131	7.16.2 总还原物测定原理	140
7.10 色素性能实验	132	7.16.3 实验试剂与仪器	141
7.10.1 色素性能实验目的	132	7.16.4 实验步骤	141
7.10.2 实验仪器和试剂	132	7.16.5 注意事项	142
7.10.3 实验步骤	132	7.17 酵母蛋白质含量测定——微量凯氏定氮法	143
7.11 落叶松缩合单宁含量测定	132	7.17.1 蛋白质含量测定实验目的	143
7.11.1 单宁含量测定实验目的	132	7.17.2 蛋白质含量测定原理	143
7.11.2 单宁含量测定原理	133	7.17.3 实验试剂与仪器	144
7.11.3 实验仪器和试剂	133	7.17.4 实验步骤	144
7.11.4 实验方法	133	7.17.5 注意事项	146
7.12 壳聚糖脱乙酰度测定	134	7.18 天然皂素紫外可见分光光度法定量测定	146
7.12.1 壳聚糖脱乙酰度测定实验目的	134	7.18.1 皂素含量测定实验目的	146
7.12.2 壳聚糖脱乙酰度测定原理	134	7.18.2 香草醛-浓硫酸显色机理	146
7.12.3 实验仪器和试剂	134	7.18.3 实验试剂与仪器	146
7.12.4 实验方法	134	7.18.4 最大吸收波长	147
7.13 活性炭吸附性能测定	135	7.18.5 显色温度和显色时间	148
7.13.1 活性炭吸附性能测定实验目的	135	7.18.6 稳定性	149
7.13.2 活性炭吸附性能测定原理	135	7.18.7 标准曲线	149
7.13.3 实验试剂和仪器	135	7.18.8 加标回收率	149
7.13.4 实验步骤	136		

第8章 生物质糖化实验分析技术

8.1 DNS法测定总还原糖	151	8.2.1 纤维素酶结构与性质	152
8.1.1 测定总还原糖实验目的	151	8.2.2 酶活分析基本原理	154
8.1.2 总还原糖测定原理	151	8.2.3 酶活分析用试剂和仪器	154
8.1.3 实验试剂和仪器	151	8.2.4 纤维素酶滤纸酶活性的测定	154
8.1.4 实验步骤	151	8.2.5 纤维素酶二糖酶(β -葡萄糖苷酶)活力的测定	155
8.2 纤维素酶活评价与分析	152		

8.2.6 纤维素酶内切酶活力的测定	155	8.3.2 糖化实验试剂与仪器	156
8.2.7 纤维素酶外切酶活力的测定	155	8.3.3 实验程序	156
8.2.8 纤维素酶溶液中蛋白浓度的测定	156	8.3.4 糖化率数据计算	157
8.3 生物质酶解糖化过程实验	156	8.3.5 注意事项	157
8.3.1 生物质糖化实验目的	156		

第9章 纤维素乙醇转化实验分析技术

9.1 纤维素乙醇概述	158	组成	166
9.2 培养基配制	159	9.6.1 糖组成分析实验目的	166
9.2.1 培养基配制实验目的	159	9.6.2 糖组成分析原理	166
9.2.2 实验仪器和试剂	159	9.6.3 分析仪器和试剂	167
9.2.3 培养基配方	159	9.6.4 分析方法	167
9.2.4 培养基配制操作步骤	159	9.7 液相色谱法分析纤维原料处理液及发酵	
9.3 灭菌	161	液乙醇、抑制物和副产物	168
9.3.1 实验目的	161	9.7.1 乙醇等分析实验目的	168
9.3.2 灭菌原理	161	9.7.2 乙醇等分析原理	168
9.3.3 实验仪器和试剂	161	9.7.3 实验仪器和试剂	168
9.3.4 实验操作步骤	161	9.7.4 实验方法	168
9.3.5 注意事项	162	9.8 变性燃料乙醇国家标准与测定	169
9.4 酵母菌形态观察	162	9.8.1 变性燃料乙醇技术要求	169
9.4.1 酵母菌形态观察实验目的	162	9.8.2 燃料乙醇密度	169
9.4.2 酵母菌形态观察实验原理	162	9.8.3 变性燃料乙醇外观	169
9.4.3 实验仪器和试剂	163	9.8.4 变性燃料乙醇中乙醇、甲醇含量的	
9.4.4 实验操作步骤	163	测定方法(气相色谱法)	170
9.4.5 注意事项	163	9.8.5 变性燃料乙醇中水分含量的测定方法	
9.5 纤维原料同步糖化发酵生产乙醇	164	(卡尔·费休滴定法)	173
9.5.1 实验目的	164	9.8.6 变性燃料乙醇中氯离子含量的测定	
9.5.2 实验仪器与试剂	164	方法(电位滴定法)	175
9.5.3 实验程序	164	9.8.7 变性燃料乙醇酸度的测定方法	176
9.5.4 乙醇转化率的计算	166	9.8.8 变性燃料乙醇中铜含量的测定方法	
9.5.5 注意事项	166	(原子吸收石墨炉法)	177
9.6 液相色谱法分析纤维原料及发酵液糖		9.8.9 变性燃料乙醇 pHe 值的测定方法	178

第10章 生物柴油实验分析技术

10.1 生物柴油概述	180	10.3 生物柴油原料油性质分析	187
10.1.1 生物柴油特点及生产应用现状	180	10.3.1 相对密度的测定	187
10.1.2 木本油脂是未来发展生物柴油的理想		10.3.2 油脂化学常数酸值的测定	187
原料	181	10.3.3 皂化值的测定	188
10.1.3 生物柴油转化工艺	182	10.3.4 植物油平均相对分子质量的计算	188
10.2 生物柴油原料油预处理	182	10.3.5 油脂组成定性定量分析	188
10.2.1 原料预处理	182	10.4 液体碱催化生物柴油转化实验	189
10.2.2 油脂提取	183	10.4.1 碱催化转化生物柴油实验目的	189
10.2.3 油脂精炼	183	10.4.2 实验试剂与仪器	189

10.4.3 实验程序	189	10.7.2 液相色谱法生物柴油分析原理	195
10.4.4 生物柴油转化率计算	190	10.7.3 实验仪器和试剂	195
10.4.5 注意事项	190	10.7.4 实验方法	195
10.5 负载型固体碱催化剂制备生物柴油	190	10.7.5 分析方法特点	197
10.5.1 固体碱催化转化生物柴油实验目的	190	10.8 生物柴油质量标准	197
10.5.2 固体碱催化原理	190	10.8.1 生物柴油主要性能指标	197
10.5.3 实验步骤	191	10.8.2 生物柴油质量标准	199
10.6 气相色谱法分析生物柴油脂肪酸甲酯组成	191	10.9 生物柴油主要指标测定方法	201
10.6.1 气相色谱法分析生物柴油实验目的	191	10.9.1 生物柴油指标测定实验目的	201
10.6.2 气相色谱法生物柴油分析原理	191	10.9.2 实验仪器与试剂	201
10.6.3 实验仪器和试剂	191	10.9.3 运动黏度	201
10.6.4 实验方法	191	10.9.4 十六烷指数	201
10.6.5 分析方法特点	194	10.9.5 凝点	201
10.7 液相色谱法分析生物柴油及甘油	194	10.9.6 倾点	202
10.7.1 液相色谱法分析生物柴油实验目的	194	10.9.7 浊点	202
		10.9.8 冷滤点	203
		10.9.9 馏程	203
		10.9.10 闪点和燃点	203
		10.9.11 相对密度	204

第11章 生物质快速热解实验分析技术

11.1 生物质热解概述	205	11.4 热解油产品分离实验	210
11.2 生物质快速热解反应器冷态实验	206	11.4.1 热解油分离实验目的	210
11.2.1 反应器冷态实验目的	206	11.4.2 热解油分离意义	210
11.2.2 实验原理	206	11.4.3 实验仪器	211
11.2.3 实验装置	207	11.4.4 实验步骤	211
11.2.4 实验操作步骤	207	11.4.5 注意事项	212
11.3 生物质热解实验	208	11.5 热解油及主要产品指标测定	212
11.3.1 生物质热解实验目的	208	11.5.1 热解油测定实验目的	212
11.3.2 生物质热解实验原理	208	11.5.2 热解油测定内容	212
11.3.3 实验装置	208	11.5.3 气相色谱法测量热解油组成	212
11.3.4 实验操作步骤	209	11.5.4 其他指标及测量仪器	215
参考文献	216		

第3篇 现代仪器与生物质化学分析

第12章 元素含量分析技术

12.1 概述	219	12.2.4 有机元素分析法	223
12.2 金属元素分析方法	220	12.3 样品前处理	225
12.2.1 原子吸收光谱法	220	12.3.1 分析一般过程	225
12.2.2 原子发射光谱法	221	12.3.2 采集	225
12.2.3 原子荧光光谱法	222	12.3.3 预处理中的富集	226

12.4 元素含量分析技术在生物质化学分析领域的应	226	12.4.2 生物质产品中金属元素分析	226
12.4.1 生物质中金属元素分析	226	12.4.3 氮元素含量及形态分析	227
		12.4.4 元素表面形态分析	227

第13章 紫外/可见(UV/VIS)分光光度分析技术

13.1 有机化合物的UV吸收光谱	229	13.4.3 检测波长的选择	236
13.1.1 跃迁类型	229	13.4.4 待测样品浓度范围	237
13.1.2 不同类型有机物紫外可见吸收	230	13.4.5 显色反应的条件	237
13.2 紫外-可见分光光度计	231	13.5 分光光度法在生物质化学分析领域的应用	237
13.3 紫外可见光谱法的分析基础	232	13.5.1 离子浓度及形态的分析	238
13.3.1 定量分析	232	13.5.2 生物质中有机物含量分析	238
13.3.2 显色反应及其测量方法	234	13.5.3 还原糖的测定以及基于还原糖测定的酶活评价	239
13.3.3 定性分析	234	13.5.4 对蛋白含量的测定	239
13.4 分析条件的选择	235	13.5.5 其他仪器分析的检测手段	239
13.4.1 溶剂的选择	235		
13.4.2 参比的选择	236		

第14章 红外吸收光谱法

14.1 红外光谱的概述	240	14.7 样品制备	248
14.1.1 基本概念	240	14.7.1 固体样品	248
14.1.2 红外光谱谱图的表示方法	240	14.7.2 液体样品	248
14.1.3 红外光谱波长范围	240	14.7.3 气体样品	249
14.1.4 红外光谱的主要特点	241	14.7.4 压片法制样的注意事项	249
14.2 红外光谱的基本原理	241	14.8 傅里叶红外光谱在生物质化学中的应用	249
14.2.1 双原子分子振动	241	14.8.1 红外光谱法对木质素的表征	249
14.2.2 多原子分子振动	242	14.8.2 红外光谱对纤维素的表征	250
14.3 红外吸收峰及其影响因素	243	14.8.3 用于天然改性产品的表征	252
14.3.1 峰数	243	14.9 近红外光谱分析	252
14.3.2 红外光谱的吸收强度	243	14.9.1 近红外光谱概述	252
14.4 红外光谱与分子结构	244	14.9.2 近红外光谱在生物质化学分析中的应用	252
14.4.1 红外光谱的分区	244	14.10 远红外光谱分析	253
14.4.2 影响基团频率的因素	244	14.11 拉曼光谱法	253
14.5 红外光谱的定性定量分析	245	14.11.1 拉曼光谱法概述	253
14.6 红外光谱仪	246	14.11.2 拉曼光谱的应用	254
14.6.1 色散型红外光谱仪	246		
14.6.2 傅里叶变换红外光谱仪	247		

第15章 色谱分析技术

15.1 色谱基础知识	255	15.1.4 色谱分离效能及其影响因素	260
15.1.1 色谱法的分类	255	15.1.5 影响柱效能的因素	260
15.1.2 色谱常用术语	256	15.2 气相色谱仪	261
15.1.3 色谱分析的基本理论	258	15.2.1 气相色谱仪	261

15.2.2	气相色谱固定相	262	15.5	色谱分析方法在生物质化学分析领域的应用	270
15.2.3	气相色谱检测器	263	15.5.1	气相色谱用于油料生物质脂肪酸的检测	270
15.3	液相色谱仪	265	15.5.2	气相色谱用于生物柴油组分的检测	271
15.3.1	高压输液系统	265	15.5.3	液相色谱用于糖及其转化产物分析	271
15.3.2	进样系统	266	15.5.4	液相色谱用于高分子物质分子量的测定	273
15.3.3	分离系统	266			
15.3.4	检测系统	266			
15.4	色谱分析方法的建立	269			
15.4.1	气相分析方法的确立	269			
15.4.2	液相分析方法的确立	269			

第16章 质谱分析

16.1	质谱仪器结构与工作原理	274	16.3.1	GC-MS 分析方法	282
16.1.1	进样系统	274	16.3.2	LC-MS 分析方法	283
16.1.2	离子源	275	16.3.3	质谱联用	283
16.1.3	质量分析器	276	16.4	质谱分析技术在生物质化学分析领域的应用	284
16.1.4	检测器和记录系统	277	16.4.1	GC-MS 在松节油改性产品中的应用	284
16.1.5	质谱仪的主要技术参数	278	16.4.2	GC-MS 测定植物低沸点物质	284
16.2	有机质谱解析	279	16.4.3	GC-MS 测定生物柴油制备过程	284
16.2.1	EI 源质谱	279	16.4.4	GC-MS 对生物质热解产物的表征	285
16.2.2	CI 源质谱	281	16.4.5	LC-MS 用于低聚糖的检测	285
16.2.3	FAB 源质谱	281			
16.2.4	EL 和 APCI 源质谱	281			
16.3	质谱联用技术	281			

第17章 核磁共振波谱分析

17.1	基本原理	286	17.3.5	谱图解析	290
17.1.1	原子核的自旋和磁矩	286	17.4	核磁共振波谱分析在生物质化学分析领域的应用	291
17.1.2	外磁场中的磁性核	286	17.4.1	纤维素核磁共振分析	291
17.1.3	核磁共振	287	17.4.2	半纤维素核磁共振分析	291
17.1.4	饱和和弛豫	287	17.4.3	木质素核磁共振分析	292
17.2	核磁共振波谱仪	288	17.4.4	糖类的核磁共振谱	292
17.3	核磁共振波谱	289	17.4.5	木质素-碳水化合物复合体的核磁共振分析	293
17.3.1	化学位移	289	17.4.6	二维核磁共振分析	293
17.3.2	影响化学位移的因素	289			
17.3.3	化学位移与分子结构的关系	290			
17.3.4	自旋-自旋偶合	290			

第18章 其他现代分析技术

18.1	其他现代分析技术	295	18.1.3	扫描电子显微镜和电子探针微分析	297
18.1.1	X 射线衍生技术	295	18.1.4	透射电子显微镜	297
18.1.2	热分析技术	296			

18.1.5 扫描探针显微技术	298	300
18.1.6 X射线光电子能谱 (XPS) 和俄歇 电子能谱 (AES)	299	18.3 X射线衍射仪表征催化剂晶体特征	301
18.1.7 比表面积及孔径测定技术	299	18.4 木质素的热重分析	302
18.2 X射线衍射仪测定纤维原料的结晶度		18.5 电子扫描电镜用于表面形态的观察	303
		18.6 比表面积仪对固体催化剂的表征	304
参考文献			305

第1篇

生物质化学实验技术基础

生物质是指利用大气、水、土地等通过光合作用而产生的各种有机体，即一切有生命的可以生长的有机物质通称为生物质。它包括植物、动物和微生物。广义概念：生物质包括所有的植物、微生物以及以植物、微生物为食物的动物及其生产的废弃物。有代表性的生物质如农作物、农作物废弃物、木材、木材废弃物和动物粪便。狭义概念：生物质主要是指农林生产过程中除粮食、果实以外的秸秆、树木等木质纤维素、农产品加工业下脚料、农林废弃物及畜牧业生产过程中的禽畜粪便和废弃物等物质。生物质有可再生性、低污染性和广泛分布性等特点。

生物质化学实验室的主要工作是通过化学、生物以及物理等手段将生物质转化为各种化学品、化学原料、燃料、食品、药物以及新材料等，以实现对石油产品的替代。实验方法的跨领域性，决定了生物质化学实验不能仅依靠传统的物理、化学或生物的手段，而是要将几者有机地结合起来。生物质化学实验室的工作人员要拓宽实验思路、增强实验技能，才能很好地完成实验。本篇在实验室安全与防护、仪器与试剂、实验基本操作方法、样品的采集与制作、数据的收集与整理几个方面介绍了生物质化学实验技术，希望可以给读者提供一些参考。

第1章

生物质化学实验室安全与防护

1.1 化学实验室安全使用规则

化学实验室中摆放了很多电子仪器、玻璃仪器和化学药品等。此外，实验室属公共场所，来往的人员较多，稍微不慎就会发生事故，对人体或仪器造成伤害或损坏。因此，实验室人员

要严格遵守下列规则,以保证实验安全、有序、有效地进行。

(1) 实验前做好预习,充分了解实验内容和实验步骤,不得擅自修改实验方案。设计性实验的实验方案要提交教师审查,经过允许后方可开始实验。

(2) 实验室内要穿实验服或长衣长裤。禁止赤膊或穿短袖上衣以及短裤、拖鞋等。长发的同学要将头发扎起或盘起,衣物上的飘带等装饰品亦要系好。

(3) 实验室禁止吸烟、进食、大声喧哗、到处乱跑等,以免伤害自己或他人。

(4) 实验操作中不允许离开。如果必须离开,需委托他人照管。

(5) 实验操作中需要用到有毒有害或腐蚀性药品以及产生有害气体的,要在通风橱内进行,并戴好橡胶手套和防护眼镜。实验后及时洗手。

(6) 实验时严格按照实验方案取用药品,杜绝浪费。药品取用后放回原位。实验后的废弃物要倒入指定地点,按照实验室废弃物的处理方法进行销毁。

(7) 保持实验台的清洁、整齐。打碎的玻璃器皿及时处理并登记。仪器出现故障要立刻报告教师。

(8) 实验结束后及时清理仪器和实验台。值日生认真打扫实验室,检查煤气、水、电和门窗关好后方可离开实验室。

1.2 化学实验意外事故的紧急处理

化学实验室中危险的实验试剂很多,很容易造成人体伤害。在伤害发生后采取正确的急救方法可以减少伤害扩大。下面介绍化学实验室的一些应急处理方法:

(1) 玻璃割伤 首先用消毒棉签或纱布将伤口清理干净,并用镊子小心取出伤口中的玻璃碎片,涂上红药水或碘酒,必要时可包上创可贴或用纱布包扎。如果伤口较深,血流不止,可在伤口上部10cm出扎上止血带,用纱布包扎伤口,送往医院治疗。

(2) 一般烫伤或烧伤 用90%~95%乙醇涂抹伤处,或用3%~5%高锰酸钾溶液擦拭伤处直到皮肤变为棕色,再涂上凡士林或烫伤膏。伤情严重者不要弄破水泡,要包上纱布后送往医院治疗。

(3) 强酸强碱灼伤 若酸碱浓度较低,可先用大量的水冲洗,再用低浓度的弱碱或弱酸冲洗(酸性灼伤一般用2%NaHCO₃溶液,碱性灼伤用1%硼酸或2%醋酸溶液)。干石灰或浓硫酸等浓酸浓碱烧伤时,一定要先用干布擦拭干净后再参照稀酸稀碱的处理方法。

(4) 氢氟酸灼伤 氢氟酸(包括氟化物)具有强烈腐蚀性,其不仅腐蚀皮肤和组织,甚至能腐蚀骨骼,形成难以治愈的烧伤,所以使用时要非常注意。一旦灼伤,应立即用大量清水冲洗20min以上,再敷上新配制的20%MgO甘油悬浮液。

(5) 溴灼伤 应立即用乙醇洗涤,涂上甘油。

(6) 眼睛灼伤或进入异物 灼伤后要用大量的清水冲洗眼睛,时间不少于15min,如有必要应立即送往医院。眼睛进入异物后应及时取出,不要用手揉擦,可任其流泪将异物带出。

(7) 吸入毒气 应立即转移到通风处或室外,解开衣领呼吸新鲜空气。休克者要进行人工呼吸,但不要使用口对口法,之后送往医院救治。

(8) 吞入毒物 毒物未咽下时要立即吐出,并用大量水漱口。咽下毒物后要根据毒物性质采取措施:刺激性或神经性毒物入口要服用牛奶或鸡蛋清缓和,之后用5~10mL稀硫酸铜溶液加一杯温开水送服,再经过催吐后送往医院;误食酸或碱的,先喝大量的水,再饮牛奶或鸡蛋清,不能催吐;重金属中毒,服用一些硫酸镁稀溶液,立即就医。

(9) 有人触电 应立即切断电源,对触电者采取人工呼吸进行急救。