



高等院校教材
GAODENG YUANXIAO JIAOCAI

淀粉与淀粉制品 工艺学

高嘉安 主编

中国农业出版社

高等院校教材

淀粉与淀粉制品工艺学

高嘉安 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

淀粉与淀粉制品工艺学/高嘉安主编. —北京: 中国农业出版社, 2001.9

高等院校教材

ISBN 7-109-06985-0

I. 淀... II. 高... III. 淀粉-食品工艺学-高等学校-教材 IV. TS23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 043041 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)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 郑剑玲

北京忠信诚胶印厂印刷 新华书店北京发行所发行

2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 22.25

字数: 502 千字

定价: 33.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 高嘉安 (吉林农业大学)
副主编 刘长江 (沈阳农业大学)
编 者 陈 光 (吉林农业大学)
张 陆 (吉林省轻工设计研究院)
郑鸿雁 (吉林农业大学)
余 平 (吉林粮食专科学校)

内 容 简 介

本书比较全面地介绍了淀粉及其相关产品的生产工艺和应用，内容包括：淀粉的基础理论，谷物和薯类淀粉的生产工艺与设备，淀粉水解工艺，淀粉糖的生产、性质及应用，淀粉的改性方法与应用，以及原淀粉和淀粉制品的常规分析、质量控制技术等。

本书可作为食品科学与工程、农产品加工等专业的教材使用，亦可供淀粉生产厂、食品加工企业及从事淀粉深加工的技术、科研、产品推广使用人员学习参考。

前 言

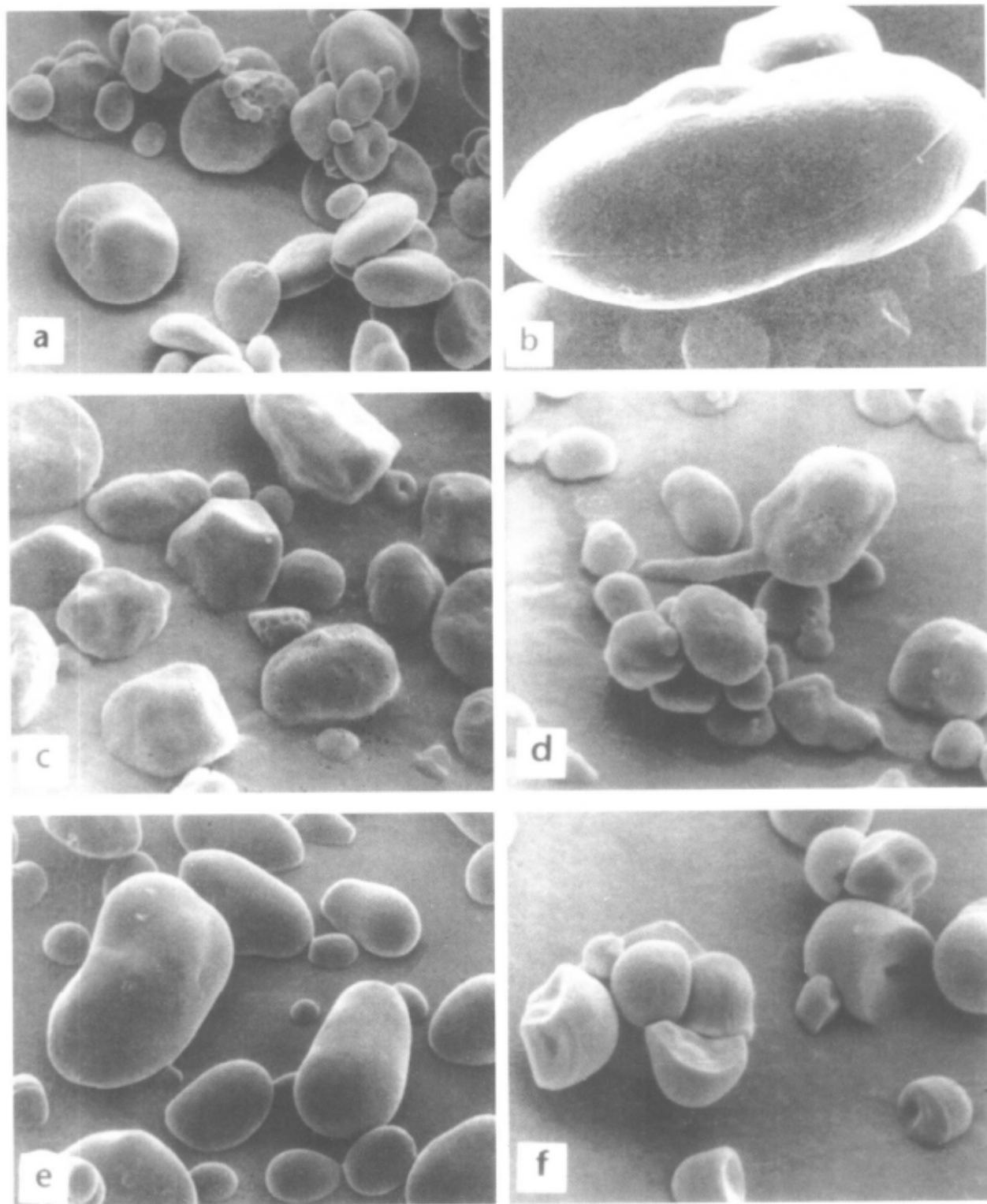
淀粉是食品加工和生产的重要原料，淀粉及其制品在造纸、纺织、医药、石油钻井、胶粘剂、精细化工、环境保护等方面有着广泛的用途。1989年我国的淀粉生产仅有111.7万t，到了1999年已达470万t，10年间年平均增长高达13.55%。与此同时，淀粉深加工产品也有较快的发展。当前，淀粉及淀粉制品工业正处于蓬勃发展时期，对于淀粉、淀粉糖和变性淀粉生产的技术人才、推广使用人才的需求量猛增。为了满足社会的需要，许多高等院校和职业师范教育院校都陆续开设了专门的淀粉生产工艺课程，或在某门课程内用较大的篇幅介绍这方面的知识，这些做法正是拓宽专业、加强素质教育办学指导思想的具体体现。

近年来，虽有一些淀粉及其相关知识的专业书籍问世，但在内容选择、语言表达方式、科学性上适合作为教材使用者为数甚少。为适应教学需要，我们结合多年教学实践，编写本教材，以供广大师生学习参考。

淀粉的生产和深度加工是以淀粉理论知识为基础的。因此，本书对淀粉理论方面的内容做了较多的安排。考虑到玉米淀粉占我国全部商品淀粉的90%以上，在淀粉生产工艺中基本上是围绕玉米淀粉生产介绍的。淀粉衍生物的种类繁多，受课时数和教材篇幅的限制，仅重点介绍与食品工业关系密切的淀粉糖类和变性淀粉。国内相关企业对淀粉衍生物还比较陌生，一定程度上限制了淀粉深加工的发展。因此，在讲述各种淀粉制品生产工艺的同时，对其性质和应用，也逐一加以说明。本书由高嘉安编写第一、二、三、五、六章，余平编写第四章，张陆编写第七章，郑鸿雁编写第八章，陈光编写第九章，刘长江编写第十章。全书由高嘉安、刘长江负责统编和审核。在编写过程中，得到张凤宽教授的大力支持，于海参与了第三章的部分编写工作。在此一并表示感谢。受业务水平所限，书中定有许多不当之处，敬请广大读者批评指正。

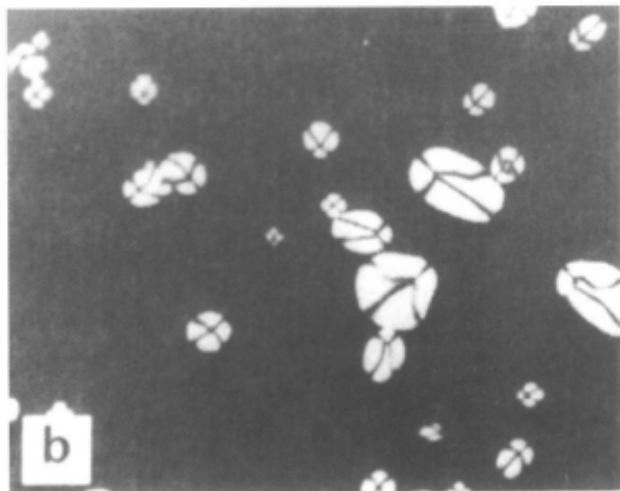
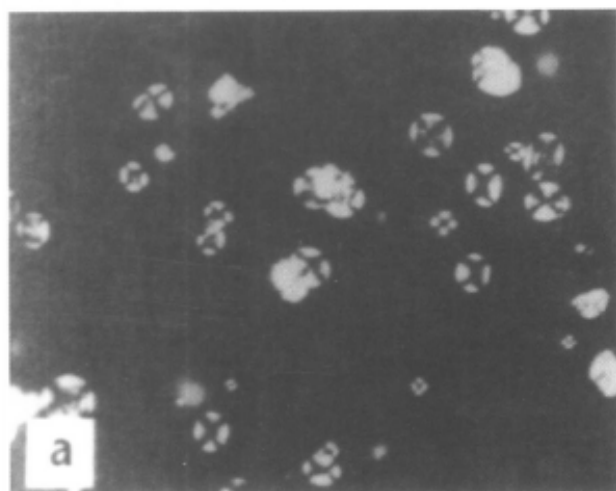
编 者

2001年7月



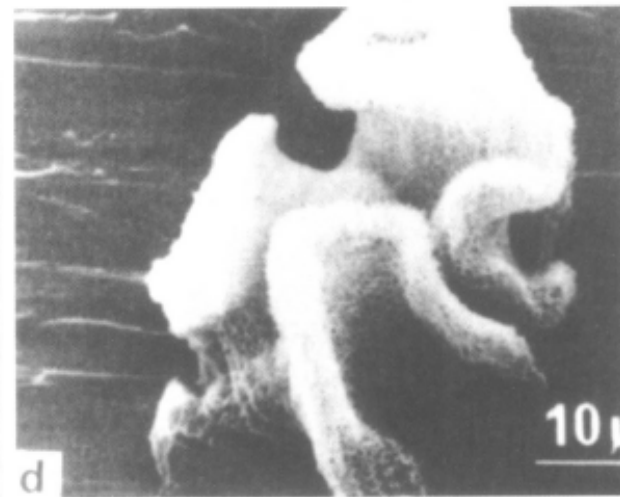
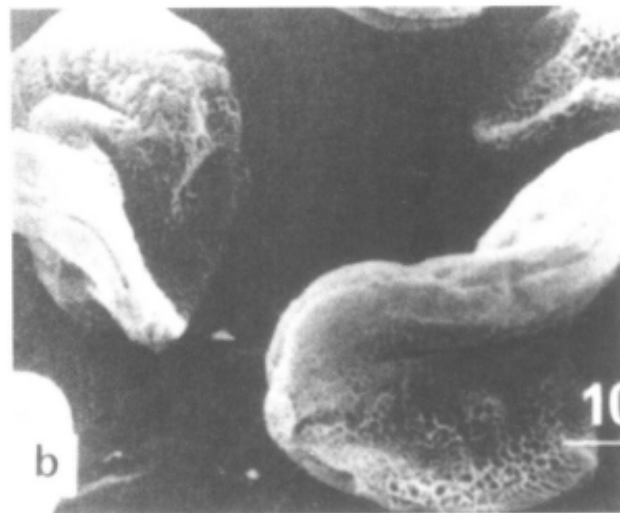
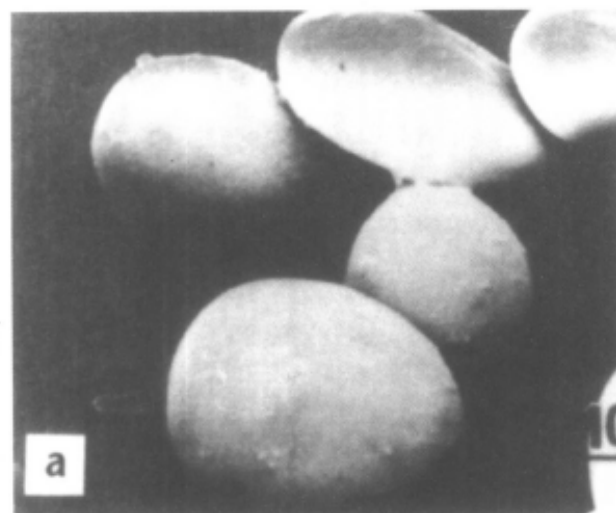
淀粉颗粒扫描电镜图

a. 小麦 (1000 ×) b. 小麦 c. 普通玉米 (2000 ×)
 d. 高直链玉米 (2000 ×) e. 马铃薯 (600 ×) f. 木薯 (2000 ×)



淀粉颗粒偏光十字图

a. 小麦 b. 马铃薯



经湿热处理后小麦淀粉颗粒 SEM 图

a. 20 °C b. 60 °C c. 80 °C d. 97 °C

目 录

前言

第一章 淀粉的结构	1
第一节 淀粉的构成单位和组分	1
一、淀粉的基本构成单位.....	1
二、直链淀粉和支链淀粉.....	3
第二节 淀粉结构化学的研究方法	6
一、分子量的测定.....	6
二、末端基的定量.....	8
第三节 直链淀粉的分子结构	12
一、平均聚合度 (\overline{DP}) 和分子量.....	12
二、直链淀粉分子的分枝构造.....	13
三、直链淀粉分子的螺旋结构.....	14
四、直链淀粉与碘、脂肪酸的反应.....	16
第四节 支链淀粉的分子结构	17
一、支链淀粉的分子结构模型.....	17
二、聚合度和分子量.....	19
三、直链淀粉和支链淀粉结构、性质比较.....	22
第五节 淀粉颗粒的晶体结构	22
一、淀粉颗粒的形状与大小.....	22
二、淀粉颗粒的轮纹结构.....	23
三、淀粉颗粒的偏光十字.....	24
四、淀粉颗粒的微结晶结构.....	24
第二章 淀粉的物理化学性质	29
第一节 淀粉颗粒的化学组成	29
一、水分.....	29
二、脂类化合物.....	30
三、含氮物质.....	31
四、磷.....	31
五、灰分.....	32
第二节 淀粉的润胀和糊化	32
一、淀粉的润胀.....	32
二、淀粉的糊化.....	32

三、淀粉颗粒的膨胀能力和临界浓度	38
四、淀粉糊的性质	39
第三节 淀粉的回生	41
一、淀粉回生的概念	41
二、回生机理	41
三、各种淀粉的回生速率	43
四、影响淀粉回生作用的因素	43
第四节 淀粉的其他物理性质	44
一、淀粉的密度	44
二、淀粉的溶解度	45
三、淀粉对碘的吸附作用	46
四、淀粉膜	47
第五节 淀粉的化学性质	47
一、水解	47
二、淀粉与试剂的化学反应	48
第六节 原淀粉的品种和特性	49
一、谷类淀粉	49
二、薯类淀粉	50
三、豆类淀粉	50
第三章 玉米淀粉生产工艺与设备	51
第一节 玉米淀粉生产原料和工艺流程	51
一、玉米淀粉生产原料	51
二、玉米淀粉生产的工艺流程	53
三、玉米淀粉生产的物料平衡	54
第二节 玉米的净化和浸泡	54
一、玉米净化工艺	54
二、玉米浸泡工艺	55
三、玉米的清理和浸泡设备	59
四、玉米净化和浸泡的工艺参数	61
第三节 玉米破碎与胚芽分离	62
一、浸后玉米的输送和除砂	62
二、玉米破碎	62
三、胚芽分离	63
四、玉米破碎、胚芽分离的工艺流程	65
五、玉米破碎与胚芽分离的工艺参数	67
第四节 玉米精磨与纤维分离	68
一、精磨	68
二、纤维的分离与洗涤	69

三、精磨与纤维分离、洗涤工艺流程	70
四、纤维脱水	71
五、玉米精磨与纤维分离、洗涤、脱水的工艺参数	72
第五节 淀粉与麸质分离及淀粉洗涤	72
一、淀粉与麸质的分离方法	73
二、淀粉的洗涤	75
三、分离洗涤的工艺流程	77
四、麸质的浓缩和脱水	78
五、淀粉与麸质分离的影响因素	80
六、淀粉与麸质分离及淀粉洗涤工艺控制参数	81
第六节 淀粉乳脱水与湿淀粉干燥	82
一、淀粉乳的脱水	82
二、湿淀粉干燥	83
三、淀粉脱水和干燥工艺参数	85
第七节 玉米淀粉生产副产品的生产工艺	86
一、胚芽的脱水和干燥	86
二、纤维干燥	87
三、麸质干燥	87
四、浸泡液的蒸发与干燥	88
五、玉米淀粉生产中副产品的综合利用	89
第八节 湿法生产玉米淀粉工艺中的几个问题	90
一、玉米淀粉湿磨法加工的水环流	90
二、玉米淀粉生产工艺流程实例	93
三、工艺过程的消毒灭菌	94
四、计算机操作和控制	95
第四章 薯类和小麦淀粉生产工艺	96
第一节 马铃薯淀粉生产工艺	96
一、马铃薯块茎结构、化学组成及贮藏	96
二、马铃薯淀粉生产工艺流程	98
三、原料预处理	101
四、破碎及细胞液分离	101
五、纤维的分离与洗涤	104
六、淀粉乳的洗涤	106
七、淀粉乳的脱水与干燥	107
八、淀粉生产副产品的综合利用	108
第二节 木薯和甘薯淀粉生产工艺	108
一、木薯淀粉生产工艺	108
二、甘薯淀粉生产工艺	110

第三节 小麦淀粉生产工艺	111
一、概述	111
二、马丁法生产工艺	113
三、拉西奥法生产工艺	114
四、旋流法生产工艺	114
五、淀粉和湿面筋的干燥处理	116
第五章 淀粉水解工艺	119
第一节 淀粉水解糖的制备方法	119
一、酸解法	119
二、酸酶结合法	120
三、双酶法	120
第二节 淀粉酸水解法原理	121
一、淀粉的水解反应	121
二、葡萄糖的复合反应	124
三、葡萄糖的分解反应	127
第三节 淀粉酸水解工艺	128
一、酸水解淀粉糖浆的种类	128
二、酸水解淀粉糖浆生产工艺流程	128
三、间断糖化	128
四、连续糖化	132
第四节 淀粉酶	135
一、 α -淀粉酶	135
二、葡萄糖淀粉酶	138
三、 β -淀粉酶	140
四、真菌 α -淀粉酶	142
五、脱支酶	142
六、葡萄糖异构酶	144
七、麦芽低聚糖生成酶	144
第五节 淀粉酶的水解液化	145
一、液化方法	145
二、液化条件和液化程序的控制	146
三、液化方法的选择	147
四、低压蒸汽喷射液化工艺	148
第六节 酶法糖化技术	150
一、糖化机理	150
二、糖化方法	151
三、糖化工艺条件	151
四、糖化酶固定化及连续糖化技术	152

第七节 糖化液的精制	153
一、糖液中杂质的来源和影响	153
二、中和	153
三、过滤	154
四、脱色	156
五、离子交换	156
六、蒸发浓缩	158
第六章 淀粉糖生产工艺与应用	160
第一节 麦芽糊精	160
一、生产方法	160
二、麦芽糊精产品特性	162
三、麦芽糊精的应用	164
第二节 葡萄糖浆	165
一、葡萄糖浆分类	165
二、葡萄糖浆生产工艺	166
三、葡萄糖浆的性质	167
四、葡萄糖浆的应用	169
第三节 结晶葡萄糖	169
一、葡萄糖产品种类	169
二、葡萄糖水溶液的平衡体系	171
三、结晶技术原理	172
四、结晶葡萄糖的主要生产设备	173
五、含水 α -葡萄糖生产工艺	176
六、无水 α -葡萄糖生产工艺	179
七、全糖	180
第四节 麦芽糖	181
一、麦芽糖浆产品的组成与生产用酶	181
二、普通麦芽糖浆	181
三、高麦芽糖浆	183
四、超高麦芽糖浆	184
五、结晶麦芽糖	185
六、麦芽糖的性质与用途	185
第五节 果葡糖浆和结晶果糖	186
一、葡萄糖和果糖异构化反应	186
二、果葡糖浆生产工艺	187
三、果葡糖浆的性质和应用	190
四、结晶果糖	191
第六节 低聚糖	191

一、麦芽低聚糖	191
二、异麦芽低聚糖	194
第七章 变性淀粉生产工艺	196
第一节 绪论	196
一、变性淀粉的基础知识	196
二、淀粉变性的反应类型和产品分类	197
三、淀粉变性的物理化学原理	199
四、变性淀粉的生产工艺与设备	201
第二节 预糊化淀粉 (α-化淀粉)	203
一、生产方法	203
二、生产工艺与设备	204
三、原材料规格	207
四、产品的特性与用途	207
第三节 糊精	208
一、糊精的分类	208
二、糊精的制备	209
三、转化过程的化学反应	210
四、性质	211
五、应用	211
第四节 酸变性淀粉	211
一、制备的工艺条件和方法	212
二、性质和产品质量标准	213
三、应用	215
第五节 氧化淀粉	215
一、次氯酸钠氧化机理	216
二、次氯酸钠氧化淀粉生产工艺	217
三、次氯酸钠氧化淀粉的性质和应用	218
四、双醛淀粉	220
第六节 交联淀粉	221
一、交联反应机理	222
二、交联淀粉的制备方法	223
三、交联淀粉的性能	224
四、交联淀粉的用途	225
第七节 酯化淀粉	226
一、淀粉磷酸酯	226
二、淀粉酪酸酯	230
第八节 醚化淀粉	233
一、羧甲基淀粉	233

二、羟烷基淀粉	237
三、阳离子淀粉	240
第九节 接枝共聚淀粉	242
一、接枝共聚反应	242
二、淀粉与丙烯腈的接枝共聚物 (SPAN)	244
三、水溶性高分子接枝共聚物	246
四、热塑性高分子接枝共聚物	246
第八章 淀粉实验技术和工业分析方法	248
第一节 淀粉颗粒形态观察与结构特征分析技术	248
一、光学显微镜观察	248
二、电子显微镜观察	250
三、X射线衍射分析与淀粉颗粒结晶结构	251
四、凝胶渗透色谱 (GPC) 与淀粉颗粒的分子量分布	255
五、直链淀粉与支链淀粉的测定	256
第二节 淀粉理化检验方法	258
一、水分含量	258
二、细度	258
三、酸度	259
四、灰分	259
五、斑点	260
六、白度	261
七、蛋白质	261
八、脂肪	262
九、二氧化硫	263
十、铁盐	265
第三节 淀粉黏度及糊化特性的测定	266
一、黏度测定	266
二、糊化特性的测定	269
三、淀粉凝胶的测定	270
第四节 淀粉生产的原、辅料质量要求与检验	271
一、原料的质量要求与检验	271
二、淀粉生产辅料硫磺的质量要求和检验	273
第五节 中间产品的检验与分析	273
一、中间产品检验项目和控制指标	274
二、中间产品的检验方法	275
第六节 成品的检验与分析	277
一、工业玉米淀粉	277
二、食用玉米淀粉	278

三、药用玉米淀粉·····	279
第九章 淀粉糖的测定技术 ·····	281
第一节 淀粉糖制品的理化检验 ·····	281
一、水分测定方法·····	281
二、DE 值的测定·····	285
三、酸度和 pH·····	289
四、灰分·····	289
五、色度和透光度的测定·····	290
第二节 淀粉糖品中各种糖组分的测定 ·····	290
一、葡萄糖组分的测定·····	290
二、果糖组分的测定·····	292
三、麦芽糖和糊精含量的测定·····	293
第三节 淀粉糖类的色谱分析 ·····	294
一、气相色谱分析·····	295
二、高效液相色谱分析·····	296
第四节 淀粉糖的质量标准与检测 ·····	298
一、无水注射葡萄糖的质量标准·····	298
二、一水葡萄糖注射液质量标准 and 检测方法·····	299
三、口服葡萄糖质量标准·····	303
四、液体葡萄糖的质量标准和检验方法·····	304
五、麦芽糖饴(饴糖)的质量标准和试验方法·····	307
六、果葡糖浆质量标准及其试验方法·····	309
七、高果糖质量标准·····	310
第十章 变性淀粉的检测技术 ·····	311
第一节 淀粉α化度的测定 ·····	311
一、酶水解法·····	311
二、膨胀法·····	312
第二节 淀粉氧化度的测定 ·····	313
一、羧基含量的测定·····	313
二、羰基含量的测定·····	314
三、双醛淀粉中双醛含量的测定·····	315
第三节 酸变性淀粉的流度和碱值测定 ·····	315
一、流度·····	315
二、碱数·····	316
第四节 交联淀粉交联度的测定 ·····	317
一、溶解度和膨胀力·····	317
二、沉降体积·····	317
第五节 酯化淀粉取代度的测定 ·····	317

一、淀粉磷酸酯中磷含量的测定.....	317
二、淀粉醋酸酯乙酰基含量的测定.....	320
第六节 醚化淀粉取代度的测定.....	322
一、羟烷基淀粉取代度的测定.....	322
二、羧甲基淀粉取代度的测定.....	326
三、阳离子淀粉取代度的测定.....	329
附录	331
参考文献	339