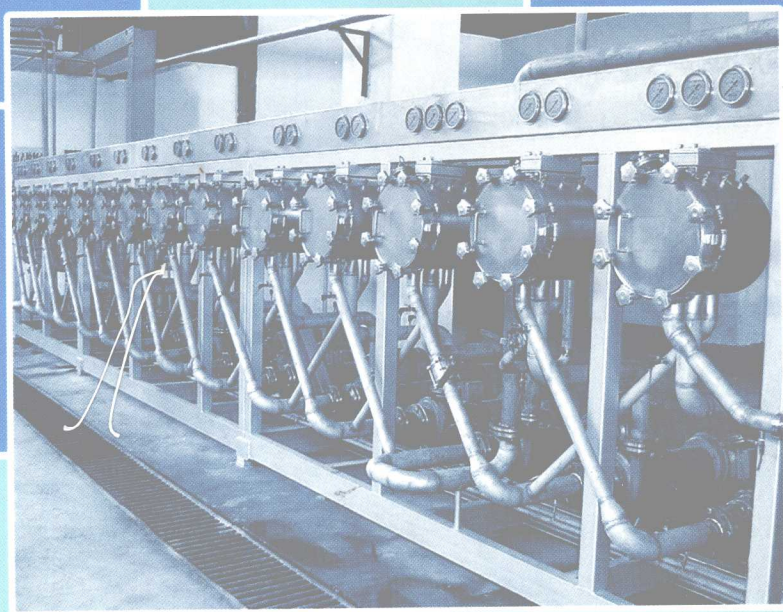


普通高等院校教材

淀粉制品工艺学

● 石彦忠 张浩东 主编



吉林科学技术出版社

普通高等院校教材

淀粉制品工艺学

石彦忠 张浩东 主编
李凤祥 韩颖 魏贞伟 副主编

吉林科学技术出版社

内容简介

本书以谷物淀粉、淀粉糖及变性淀粉的生产为重点,较系统地介绍了淀粉制品生产的基本理论、生产工艺和生产设备等专业知识,并涉及了某些产品的新工艺、新技术。本书内容丰富,资料新,实用性强,理论与实践密切结合。可使学生比较全面地了解我国淀粉制品行业的历史、现状及发展前景,掌握必备的生产技术。

本书共分九章,主要包括淀粉基础知识,玉米、薯类淀粉生产技术,淀粉糖生产技术,变性淀粉生产技术。

本书可作为高等院校发酵工程专业、粮食工程专业、食品工程专业、生物工程专业的教学用书,也可供从事淀粉、淀粉糖、变性淀粉及淀粉发酵制品生产、应用与研究的有关专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

淀粉制品工艺学/石彦忠,张浩东主编.—长春:吉林科学技术出版社,2008.2

ISBN 978-7-5384-3782-9

I.淀… II.①石…②张… III.淀粉—生产工艺 IV.TS234

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 018741 号

淀粉制品工艺学

主编:石彦忠 张浩东

责任编辑:王旭辉 封面设计:创意广告

*

吉林科学技术出版社出版、发行

长春市康华彩印厂印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 17.625 印张 448 千字

2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷

定价:39.80 元

ISBN 978-7-5384-3782-9

社址 长春市人民大街 4646 号 邮编 130021

电话/传真 0431-85635185

电子信箱 JLKJCBS@public.cc.jl.cn

网址 www.jlstp.com 实名 吉林科学技术出版社

《淀粉制品工艺学》编委会

主 编：石彦忠 张浩东

副主编：李凤祥 韩 颖 魏贞伟

编写人员(按姓氏笔画为序)：

才晓梅 石彦忠 余 平

李凤祥 张浩东 金明海

姜长征 韩 丹 韩 颖

魏贞伟

前 言

随着粮食等作物产量不断提高以及可再生资源利用的被重视，近年来淀粉及其深加工行业发展极其迅速，其产品广泛应用于食品、医药、纺织、造纸、建筑、燃料、化工等行业，并且应用领域不断拓宽，但与行业发展相适应的科学、系统、实用的教材甚少。

《淀粉制品工艺学》是根据当前淀粉及淀粉深加工工业的发展，结合目前我国高等院校教学与科研的实际需要，收集近几年国内外相关领域的大量文献资料，由多年从事该专业教学与科研的教师以及生产一线的技术人员编写。本书在内容选择、顺序安排、知识深浅度等方面遵循教学规律，可满足专业教学的需要。

淀粉制品种类繁多，应用范围极其广泛。根据多数企业产品结构特点和高校相关专业教学计划安排，本书共阐述了以下四部分内容。

第一部分为本书的第一章，比较详细地叙述了淀粉的基础理论知识，它是淀粉提取和淀粉深加工的技术基础。

第二部分为本书的第二章~第六章，详尽论述了不同淀粉质原料的湿法淀粉提取技术以及淀粉副产物的综合利用技术。考虑玉米即是主要的淀粉资源，也是提取淀粉所需工艺最复杂的原料，因此玉米淀粉提取技术作为叙述的重点。考虑干法玉米粉应用的发展潜力，增设了干法玉米粉提取技术。

第三部分为本书的第七章和第八章，详细介绍了淀粉糖生产的基本方法和各种淀粉糖生产的关键技术。淀粉糖即是食品、制药、化工等行业的原料，也是微生物发酵的底物。利用微生物可将淀粉糖进一步转化为乙醇、多元醇、酮、有机酸、氨基酸、微生物多糖、酶制剂、单细胞蛋白、抗生素、激素等多种产品，相关技术可参阅有关专著。

第四部分为本书的第九章，系统地阐述了各种变性淀粉的生产方法、性质及应用。

以上各部分所述内容，包括了各类产品生产的基本原理、工艺流程、典型设备和技术参数。

本书由石彦忠编写第二章、第三章和绪论，张浩东编写第一章和第九章，李凤祥编写第八章，韩颖编写第七章，魏贞伟编写第六章和第一章第四节，韩丹编写第四章和第五章。娄长征参与了第二章的部分内容编写，金明海参与了第七章部分内容编写，余平参与了第八章部分内容编写，才晓梅参与了第六章部分内容编写。

全书由石彦忠、张浩东统稿。本书在编写过程中，得到了吉林工商学院领导的大力支持和指导，有关学者和专家对本书提出了许多宝贵意见，在此一并致谢。

由于编者水平有限，书中缺陷与错误在所难免，恳切希望读者批评指正。

编 者

于吉林工商学院

2008年1月

绪 论

淀粉是仅次于纤维素的具有丰富来源的可再生资源，是植物能量贮存的形式之一，主要存在于植物的果实、种子、块根、块茎中，是空气中二氧化碳和水经光合作用合成的产物。

淀粉及其深加工工业是国民经济中重要的产业之一，淀粉是人类食物或动物饲料的重要能量来源，淀粉及其制品在造纸、食品、纺织、医药、石油、化工等领域也有着广泛的应用，随着相关行业技术的进步，产品应用范围仍在不断拓宽，因此充分研究淀粉的资源结构、转化技术和应用技术，对拉动工业、农业技术进步和经济发展，满足人民生活日益增长的需要，具有重要的经济效益和社会效益。

禾谷类（玉米、小麦、大米等）和薯类（甘薯、木薯、马铃薯等）是重要的淀粉资源，它们干基成分的 70% 左右是淀粉。淀粉质原料的深加工主要是指对它们所含的淀粉成分的加工利用，其次是对其所含其它成分的综合利用。

玉米是最主要的淀粉资源，世界淀粉总产量的约 80% 来自玉米。中国是世界上主要玉米主产国之一，2006 年国内玉米总产量达到 1.42 亿吨，约占世界玉米总产量的 20%。

薯类、豆类和玉米以外的谷类是淀粉资源的重要补充。

一、淀粉及其深加工产品的种类与应用

1. 淀粉及其深加工产品的种类

淀粉质原料通过浸渍、破碎、分离、精制等工序可以获得高纯度的原淀粉。按原料来源不同，原淀粉分为谷类淀粉（玉米、小麦、高粱和大米）、薯类淀粉（马铃薯、木薯和甘薯）和豆类淀粉（绿豆、豌豆和蚕豆）。我国的商品淀粉主要是玉米淀粉、马铃薯淀粉、小麦淀粉和木薯淀粉。

原淀粉可以直接利用，也可以进行进一步深加工。淀粉深加工产品主要包括淀粉糖及其衍生物、变性淀粉和淀粉发酵产品三大类。

淀粉糖品及其衍生物包括葡萄糖（结晶葡萄糖、液体葡萄糖和葡萄糖粉）、淀粉糖浆（不同 DE 值的淀粉糖）、果葡糖浆、低聚异构糖和糖醇等。美国年产淀粉糖量（折合成干基）在 1000 万吨以上，其中果葡糖浆占有很大的比例。

变性淀粉包括酸解、氧化、酯化、醚化、交联、预糊化、焙炒糊精、接枝共聚淀粉等多品种、多系列的产品。目前世界变性淀粉产量在 500 万吨左右，主要集中在北美和欧洲。其中美国变性淀粉产量约占世界变性淀粉产量的一半。

淀粉发酵产品包括麦芽糊精、黄原胶、酒精、味精、甘油、维生素 C、各种有机酸（柠檬酸、乳酸、苹果酸、衣康酸等）和各种氨基酸（赖氨酸、缬氨酸、亮氨酸等）等产品。酒精分为工业酒精、食用酒精和燃料酒精 3 大类，是淀粉的主要发酵产品之一。美国和巴西从 2000 年开始大量生产燃料酒精，约占本国酒精产量的 80% 以上。美国 ADM 公司和嘉吉

(Cargill) 公司是世界知名淀粉深加工企业, 这两个公司在柠檬酸、赖氨酸、黄原胶、衣康酸等深加工产品产量上占世界产量的 1/4~1/2。世界味精生产大国主要在亚洲, 并以日本、韩国和中国为主。

2. 淀粉及其深加工产品的应用

淀粉及其深加工产品应用领域十分广泛, 几乎涉及到工农业生产和人们日常生活的方方面面。医药行业用淀粉为原料生产抗生素、维生素等。各种淀粉糖品、食品用变性淀粉、味精、酒精、黄原胶、各种氨基酸和有机酸等是食品工业的重要原辅料或加工助剂, 直接影响着食品的食用品质和贮存品质。变性淀粉是造纸、食品、纺织、石油、医药、精细化工、铸造等工业的重要辅料。变性淀粉在造纸工业中用作施胶、涂布、助留、助滤剂以改善纸张的强度等, 在食品工业中用作增稠剂和黏合剂, 在纺织工业中用作经纱上浆, 等等。赖氨酸是重要的饲料添加剂, 柠檬酸是“绿色环保”无磷洗衣粉的重要原料。乳酸除作为生产食品用的乳酸锌、乳酸钙和硬脂酸乳酸钙产品外, 还是生产生物降解塑料聚乳酸的重要原料。酒精可代替部分或全部汽油作为汽车的燃料。亦可利用淀粉生产纤维聚酯、树脂等生物化工产品替代石油化工产品。原淀粉可以直接用于表面涂敷粉、模压粉、充填剂、疏松剂和食品稳定剂等。

可见, 淀粉及其深加工产品市场十分巨大。

二、淀粉深加工技术

1. 物理加工技术

物理加工技术多是依据淀粉不溶于冷水、湿热膨胀和可剪切等特性, 以生产满足不同需要的预糊化淀粉、变性淀粉或复合变性淀粉。物理加工最明显的特点是淀粉一般不发生化学性质的变化, 而以改变物理特性为主。

物理加工技术包括以下三种:

(1) 湿热加工技术

利用滚筒干燥机、挤压膨化机或喷雾干燥机的湿热作用生产预糊化淀粉、膨化淀粉等。所得产品冷水溶解性好、不易老化, 特别适用于方便食品。

(2) 电离辐射技术

用 α 、 β 、 γ 或中子射线对淀粉进行照射, 生产变性淀粉。所得产品易糊化, 胶凝性、流动性和透明度好, 可用于食品和医药工业, 也可用于淀粉进一步转化前的预处理。

(3) 超微粉化与均质化加工技术

此技术用于生产结构性淀粉, 所得产品表面积大、水合速度快、凝胶紧密、口感好, 常用作食品的强化剂、稳定剂。

2. 化学加工技术

化学方法处理淀粉是以改变淀粉的化学性质为目的, 以便获得可满足所需性能的淀粉产品。此技术可变性最大, 获得产品类型最为丰富。常用的化学加工技术有酸化、酯化、醚化、离子化及复合等技术。所得产品称为变性淀粉, 主要品种有酸化淀粉、氧化淀粉、磷酸酯淀粉、醋酸酯淀粉、交联淀粉、羧甲基淀粉、羟乙基淀粉、阳离子淀粉和接枝共聚淀粉等。

3. 酶法加工技术

酶法加工技术是利用 α -淀粉酶、 β -淀粉酶、葡萄糖淀粉酶和异构酶等对淀粉进行转化,获得葡萄糖、麦芽糖、果葡糖浆等淀粉糖产品。若对所得产品作进一步氢化等处理,可以获得氢化糖浆等淀粉衍生物。

4. 生物加工技术

即利用微生物发酵技术对淀粉进行转化,获得酒精、有机酸、氨基酸等品种多样的发酵产品。

值得注意的是,对淀粉的深加工还常采用复合加工技术,即利用物理方法、化学方法或其它加工方法将淀粉转化所得产物再进一步转化为其它衍生物产品。

三、国外淀粉工业现状与发展方向

美国是世界淀粉及其深加工产品最发达的国家。玉米是美国的主要农作物,美国玉米的总产量、出口量、加工量和人均消费量均为世界第一。在淀粉深加工上,主要以玉米淀粉为原料,因此美国的玉米淀粉转化水平影响着世界淀粉转化的整体水平。

1. 美国淀粉工业发展历史

了解美国淀粉工业发展历史,对提高我国玉米产业化水平,构建“玉米经济”具有重要的参考价值。

美国淀粉工业发展大约经过三个阶段:

(1) 19世纪美国国内战争以后

1848年,ThomasKingsford首先建立了仅有70个雇员的玉米加工厂,到了1880年,在玉米加工业方面它已成为世界上最大的公司。该公司生产的“银光”牌玉米淀粉销售到整个美国和英国,公司员工近千人,每天可生产玉米淀粉35吨。ThomasKingsford的工厂所以被认为是美国玉米加工业的起源,是因为当时它具备了规模化生产,并使用了广告手段,有大量的出口贸易。该公司在商业上的成功,吸引了人们对玉米加工业的投资,竞争开始出现,到1879年美国已出现了大约140家玉米淀粉工厂。

当时,玉米淀粉主要用于洗衣店和食品原料。19世纪末,以玉米淀粉为原料生产甜味剂实现了商业化。它标志着玉米淀粉已从一种终端产品变成了中间产品,玉米糖浆以其低廉的价格在糖果、啤酒、酿造等其它工业部门打开了市场。巨大的利润导致了对玉米加工业投资的大量增加,其中包括对淀粉研究的投资。

(2) 第二次世界大战前的玉米加工业

虽然“一战”对西方文明和经济是一场可怕的灾难,但它却给美国商人带来了利益。蔗糖的短缺导致了对玉米甜味剂需求的大量增加,制造商开始用玉米糖浆代替蔗糖用于糖果、面包和果酱的制作。战时的特殊条件刺激了美国玉米糖浆业的繁荣,给美国玉米淀粉和玉米葡萄糖制造商带来了可观的利益。然而,随着战争的结束,和其它工业一样很快便进入19世纪20年代的经济大萧条。直到1922年一些较大的工厂才重新扩大经营,并开始在国外建立贸易机构,少数大的公司开始在国外建厂。

二次世界大战前的40多年期间,美国的玉米加工技术有了新的进展,一是玉米开始走向综合利用,如玉米胚油进入市场;二是利用糯玉米淀粉经化学改性生产一系列衍生物,用

于食品等行业；三是在玉米糖浆的生产工艺方面 Staley 公司开发了用酸和淀粉酶相结合的专利技术生产玉米糖浆。与传统的酸水解相比，玉米糖浆在甜度、风味和粘稠度等方面质量明显提高。

(3) 20 世纪 40 年代玉米加工业的繁荣

“二战”以后，美国玉米产业迅速崛起，除了畜牧业消耗和原粮出口外，在食品、化学工业领域的应用达到了相当高的水平。

“二战”又一次给美国玉米加工业带来了经济效益，吸取“一战”后的教训，“二战”后美国玉米加工业，并未出现上次战争后的生产过剩危机。这期间的技术进步，主要反映在玉米加工过程实现了自动控制。一些新的变性淀粉，如阳离子淀粉、羟乙基淀粉、交联淀粉在造纸和食品等工业打开了更大的市场。战争期间，玉米酒精作为替代能源用于添加到汽油当中。

2. 美国淀粉工业现状与发展趋势

2003 年美国玉米产量 2.56 亿吨，占世界产量的 42%，淀粉产量 2490 万吨，约占世界产量的 50%。

从 1999 年到 2003 年，美国深加工消费玉米量平均年递增 7.5%，到 2003 年深加工玉米消费量的比例达到 24.5%。玉米深加工产品主要是淀粉糖、发酵酒精、玉米食品和其它，所占比例 2003 年为 30.5、51.48、10.44 和 7.55。

美国玉米深加工的产品，由 19 世纪的淀粉、葡萄糖、饲料、玉米油，到 20 世纪的变性淀粉、淀粉糖和燃料酒精，尤其是目前作为玉米深加工的两大主导产品淀粉糖和燃料酒精，成为推动美国玉米深加工产业发展的主要动力。

美国玉米深加工产品出口仍以淀粉厂的副产品玉米蛋白粉、玉米纤维饲料、玉米油、玉米饼、玉米麸质饲料为主，约占总出口量的 80% 以上。虽然 2003 年出口数量比前几年减少，但由于出口附加值较高的变性淀粉、结晶葡萄糖、葡萄糖浆以及玉米蛋白粉的数量增加，出口创汇比 2002 年提高 8100 万美元。

在美国，较大的玉米深加工企业有 6 家，从玉米深加工产业的发展趋势看，其规模将继续扩大，技术更加先进，产品更加多样化，生产成本进一步降低。另外，生物技术的应用将有利于玉米深加工领域的进一步发展。总之，玉米深加工呈现出稳步增长，竞争激烈，生产趋于集中，逐步形成大企业集团化经营的趋势。

四、国内淀粉工业现状与发展形势

我国是世界上玉米产量仅次于美国的第二大生产国。近年来，玉米产量已达 1.2 亿吨以上，占世界玉米产量的 20% 左右。这 1 亿多吨的玉米消费领域大体是：饲料约 9000 万吨，口粮约 1500 万吨，种子约 120 万吨，工业消耗约 1100 万吨，储运消耗约 500 万吨。

近年来，由于淀粉应用的多样性，国内玉米淀粉业发展较快。根据国家“十一五”发展规划预测，到“十一五”末期粮食加工比重将提高到总产量的 15%，其中玉米的加工比重到 2010 年将提高到 20%，淀粉产量将达 1560 万吨，其中玉米淀粉占 86%，为 1360 万吨。

目前我国淀粉深加工产品主要品种为淀粉糖、味精、柠檬酸、酶制剂、酵母及变性淀粉。我国已成为味精产量世界第一，柠檬酸产量和出口量世界第一，淀粉糖产量世界第二的

生产国家，变性淀粉产量也逐年提高。

2005年我国玉米淀粉产量为900万吨，消耗玉米1400万吨，居世界第二位。但人均消费淀粉只有7.2kg，仅仅是美国人均消费淀粉的8%，欧盟的32%。淀粉糖及变性淀粉是近年来发展最快的淀粉深加工产业，主要体现在我国淀粉糖产量由2000年67万吨，已经发展到2005年的450万吨以上，增长6.7倍。变性淀粉由2000年的35万吨发展到2006年的57万吨。我国玉米淀粉加工业仍将保持较高增长趋势。

考虑到当前石油价格不断上涨，而玉米等淀粉质原料价格相对比较稳定，淀粉质原料又是一种可再生资源，因此如果世界政治经济形势仍处于目前状态，以生物材料为原料的生物化工产品就会较快地提到议事日程，更多的用来替代石油化工产品。

2005年以来，我国燃料乙醇项目纷纷上马，加工能力不断提高。2005年我国加工酒精290万吨（其中燃料乙醇为102万吨），消耗玉米890万吨，占玉米工业消费的44.5%。到2006年底燃料乙醇产能已经达到134万吨。国家首批定点的燃料乙醇生产厂家为中粮集团生化（肇东）事业部、河南天冠、吉林燃料乙醇、安徽丰原。到2006年，燃料乙醇试点已扩大到黑龙江、吉林、辽宁、河南、安徽、湖北、山东、河北和江苏等九省。

我国玉米主产地吉林和黑龙江两省2005年实际加工玉米量在1300万吨，其中吉林省大型玉米深加工项目年消耗玉米量已达850万吨以上。据不完全统计，2006年吉林和黑龙江已有10多家玉米年加工量在30万吨以上的企业投产。其中黑龙江省的中粮集团生化（肇东）事业部70万吨，青冈龙凤100万吨，肇东成福集团30万吨，明水格林30万吨，集贤丰瑞45万吨。吉林省的长春大成公司240万吨（长春60万吨淀粉、姚家一期120万吨淀粉糖、锦州60万吨淀粉），公主岭黄龙公司60万吨，松原赛力事达30万吨，华润生化30万吨，吉安生化酒精55万吨，吉林燃料乙醇160万吨。

目前，国内淀粉深加工工业仍然保持较快增长势头。到“十一五”规划期末，将有更大规模的发展。

五、我国淀粉深加工产业的发展应重视的几个问题

1. 重视高新技术和科技投入。美国全国一年的科研经费达上千亿美元，75%来自企业。我国从事淀粉及其深加工产品生产的企业，其研究开发经费占销售收入的比例很小，普遍达不到国家规定的3%~5%的要求。

2. 要充分发挥淀粉、淀粉糖既是终端产品又是原料的二元功能。特别是要发挥其作为原料的功能，生产发酵产品和淀粉衍生物终端产品，以便提高资源利用的经济效益和社会效益。

3. 用生物质原料生产生物能源和生物化工产品替代石油化工产品要考虑二个前提，一是要确保我国粮食与饲料安全，一是要确保生物化工产品的价格要低于或等于石化产品或煤化学产品，以保证生物化工产品行业健康发展。

4. 为满足市场需求，提高产量势在必行。我国的玉米品种虽然经过改良，但是单产仍过低，平均亩产稳定在350kg左右，远远低于美国的亩产。美国玉米亩产高的原因是播种孟山度（Monsanto）公司出品的转基因玉米。

我国作为玉米需求大国，随着全球化能源短缺矛盾的日益突出，作为可再生能源的燃料

乙醇项目的玉米原料，将逐步与饲用玉米以及其它食用深加工玉米形成粮源的竞争。因此，在一些集约化强、便于管理的区域，试种高产转基因玉米将是缓解我国玉米市场需求压力的有效途径。

5. 我国变性淀粉研究与生产目前仍处于活跃期，因变性淀粉生产与应用是多学科交叉性很强的技术，人才短缺，应十分重视技术人才的引进和培养。注重工艺自动化水平的提高，并在竞争中加强质量意识。

六、本教材阐述内容

本教材从加工技术角度出发，详细地阐述了淀粉的基本理论，淀粉提取和物理、化学与酶法淀粉深加工技术。从原料和产品角度出发，详细地阐述了各种淀粉质原料的淀粉提取方法；淀粉糖生产的基本方法与各种淀粉糖生产的关键技术；各种变性淀粉的生产原理、生产技术、应用性质和应用领域。

而关于淀粉的微生物发酵技术，由于涉及产品种类多，技术复杂并且独立形成体系，因此可参看有关专著。

学生通过本教材知识的学习，可以掌握淀粉提取与深加工技术的理论基础和常规技术，满足淀粉深加工企业技术基本需求，同时为淀粉生物转化技术的学习和应用奠定理论和技术基础。

目 录

绪论	1
第一章 淀粉结构与性质	1
第一节 淀粉的分子结构	1
一、淀粉分子的基本构成单位	1
二、直链淀粉的分子结构	4
三、支链淀粉的分子结构	6
四、直链淀粉和支链淀粉结构、性质比较	7
第二节 淀粉颗粒	7
一、淀粉颗粒的形状与大小	7
二、淀粉颗粒的轮纹结构	8
三、淀粉颗粒的偏光十字	9
四、淀粉颗粒的微结晶结构	9
第三节 淀粉的理化性质	11
一、淀粉的吸附性质	11
二、淀粉的密度和溶解度	12
三、淀粉的润胀	13
四、淀粉的糊化	13
五、淀粉的回生	18
六、淀粉颗粒的膨胀能力和临界浓度	20
七、淀粉的化学性质	21
第四节 淀粉资源与产品特性	22
一、原淀粉的品种和特性	22
二、原淀粉中直、支链淀粉含量	23
三、直链淀粉和支链淀粉的分离	24
第二章 玉米淀粉提取技术	27
第一节 玉米原料与玉米淀粉提取工艺	27
一、玉米原料	27
二、玉米淀粉提取工艺	30
三、湿法提取玉米淀粉的产品收率	32
第二节 玉米清理	33
一、玉米中杂质的来源与分类	33
二、杂质清理的意义和原理	34

三、杂质清理设备·····	34
四、玉米清理工艺流程·····	37
第三节 玉米浸泡·····	38
一、浸泡目的和作用机理·····	38
二、浸泡过程中玉米化学成分的变化·····	39
三、浸泡方法·····	40
四、浸泡工艺流程·····	41
五、浸泡工艺参数·····	42
六、亚硫酸制备·····	43
七、玉米浸泡新技术·····	43
第四节 玉米破碎与胚芽分离·····	46
一、玉米破碎·····	46
二、胚芽分离·····	48
三、玉米破碎与胚芽分离的工艺流程·····	49
四、玉米破碎与胚芽分离的工艺参数·····	50
第五节 玉米精磨与纤维分离·····	51
一、精磨·····	51
二、纤维的分离·····	53
三、精磨与纤维分离工艺流程·····	54
四、纤维脱水·····	55
第六节 麸质分离与淀粉洗涤·····	56
一、粗淀粉乳的化学组成与精制原理·····	56
二、麸质分离·····	57
三、淀粉的洗涤·····	60
四、麸质分离与淀粉洗涤的工艺流程·····	61
五、麸质的浓缩和脱水·····	63
六、麸质分离与淀粉洗涤的工艺参数·····	64
第七节 淀粉脱水与干燥·····	65
一、淀粉乳的脱水·····	65
二、淀粉干燥·····	66
第八节 湿法玉米淀粉生产典型工艺·····	67
一、工艺分类·····	67
二、水循环途径·····	67
三、工艺用水的平衡计算·····	68
四、玉米淀粉生产典型工艺·····	70
五、生产中的环境卫生控制和计算机控制·····	72
第三章 玉米淀粉副产品综合利用·····	74
第一节 浸泡液综合利用·····	74

一、浸泡液制玉米浆·····	74
二、提取植酸制肌醇·····	76
三、生产单细胞蛋白·····	79
第二节 麸质粉的综合利用·····	80
一、制取蛋白发泡粉·····	80
二、提取醇溶蛋白·····	81
三、提取玉米黄色素·····	83
第三节 胚芽综合利用·····	84
一、玉米胚芽成分及其应用·····	84
二、玉米胚芽原料特点·····	84
三、胚芽制油工艺·····	84
第四节 皮渣的综合利用·····	87
第五节 副产品脱水干燥·····	87
第四章 薯类淀粉提取·····	89
第一节 薯类原料与生产工艺概述·····	89
一、马铃薯·····	89
二、木薯·····	91
三、甘薯·····	92
四、薯类淀粉提取工艺·····	92
第二节 薯类淀粉提取设备·····	93
一、原料输送·····	93
二、鲜薯洗涤·····	93
三、破碎·····	94
四、细胞液分离·····	95
五、纤维的分离与洗涤·····	96
六、淀粉洗涤·····	97
七、淀粉乳的脱水与干燥·····	98
第三节 马铃薯淀粉生产工艺流程·····	98
一、离心筛法生产工艺·····	98
二、曲筛法生产工艺·····	99
三、全旋流器法生产工艺·····	100
第四节 木薯、甘薯淀粉生产工艺流程·····	101
一、木薯淀粉生产工艺流程·····	101
二、甘薯淀粉生产工艺·····	102
第五节 薯类淀粉生产副产品的综合利用·····	103
一、细胞汁液的利用·····	103
二、粉渣的利用·····	104
第五章 小麦淀粉提取·····	105

第一节 小麦原料	105
一、小麦籽粒结构与化学组成	105
二、小麦淀粉提取工艺	106
第二节 马丁法生产工艺	107
第三节 拉西奥法生产工艺	108
第四节 旋流法生产工艺	109
第五节 以小麦为原料的淀粉提取工艺	110
第六章 干法玉米粉生产技术	111
第一节 概述	111
一、干法玉米粉生产的意义与应用	111
二、生产工艺概述	112
第二节 玉米的清理	112
第三节 玉米水汽调节	113
一、水汽调节的目的和要求	113
二、水汽调节设备	114
第四节 玉米脱皮与破糝	115
一、脱皮与破糝的目的和工艺要求	115
二、脱皮与破糝设备	115
第五节 提糝提胚	118
一、提糝提胚的目的和原理	118
二、提糝提胚设备	119
三、提糝提胚的工艺流程	122
第六节 压胚磨粉	123
一、压胚磨粉的目的和原理	123
二、压胚磨粉设备	123
三、压胚磨粉工艺流程与技术参数	126
第七节 玉米干法加工工艺流程	127
一、玉米干法加工工艺类型	127
二、玉米联产加工工艺流程示例	128
三、玉米提胚制粉工艺流程示例	130
第七章 淀粉糖生产的基本方法	132
第一节 淀粉糖及其生产方法概述	132
一、淀粉糖	132
二、淀粉糖生产的方法及特点	132
第二节 酸水解法制糖原理	134
一、淀粉的水解反应	134
二、葡萄糖的复合反应	137
三、葡萄糖的分解反应	139

第三节 酸水解法制糖工艺	140
一、酸水解淀粉糖浆生产工艺流程	140
二、间歇酸糖化法	141
三、连续酸糖化法	142
第四节 淀粉酶	145
一、 α -淀粉酶	145
二、葡萄糖淀粉酶	149
三、 β -淀粉酶	151
四、脱支酶	153
五、葡萄糖异构酶	154
六、麦芽低聚糖生成酶	154
第五节 酶法制糖技术	155
一、淀粉的液化	155
二、淀粉的糖化	162
第六节 糖化液的精制	165
一、糖化液精制目的	165
二、糖化液中杂质的来源	165
三、中和	166
四、过滤	167
五、脱色	168
六、离子交换	170
七、蒸发浓缩	173
第八章 淀粉糖品生产各论	175
第一节 淀粉糖的种类与性质	175
一、淀粉糖种类	175
二、淀粉糖的性质	176
第二节 麦芽糊精	179
一、生产方法	179
二、麦芽糊精的应用	180
第三节 中、高转化糖浆	181
一、中转化糖浆生产工艺	181
二、高转化糖浆生产工艺	182
三、淀粉质原料直接制取淀粉糖工艺	183
四、中、高转化糖浆的应用	183
第四节 结晶葡萄糖	184
一、葡萄糖产品种类	184
二、结晶葡萄糖生产原理	185
三、结晶技术原理	186

四、影响结晶因素	187
五、葡萄糖结晶设备	187
六、结晶葡萄糖生产工艺	189
第五节 麦芽糖浆	194
一、普通麦芽糖浆	194
二、高麦芽糖浆	196
三、超高麦芽糖浆	196
四、麦芽糖的提纯	197
五、麦芽糖的性质与应用	197
第六节 果葡糖浆	198
一、果葡糖浆生产原理	198
二、果葡糖浆生产工艺	200
三、果葡糖浆的性质和应用	204
第七节 低聚糖浆	204
一、麦芽低聚糖	204
二、异麦芽低聚糖	206
第八节 氢化糖浆	208
一、山梨醇	208
二、麦芽糖醇	209
第九章 变性淀粉	212
第一节 概述	212
一、变性淀粉基础知识	212
二、变性淀粉的分类	213
三、影响变性淀粉性能的因素	214
四、变性淀粉生产的工艺与设备	214
五、变性淀粉的应用领域	216
第二节 预糊化淀粉(α -化淀粉)	219
一、基本原理	219
二、生产工艺	219
三、性质	221
四、应用	221
第三节 糊精	221
一、基本原理	222
二、生产工艺	222
三、性质	224
四、应用	224
第四节 酸变性淀粉	225
一、基本原理	225