

CORN STARCH
INDUSTRY
HANDBOOK

玉米淀粉工业手册

■ 陈 璥 主编



中国轻工业出版社

玉米淀粉工业手册

陈 璈 主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

玉米淀粉工业手册/陈璵主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2009. 9

ISBN 978-7-5019-6986-9

I. 玉… II. 陈… III. 玉米-谷类淀粉-食品工业-手册 IV. TS235.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 081498 号

责任编辑: 涂润林
策划编辑: 涂润林

责任终审: 唐是雯
版式设计: 王超男

封面设计: 锋尚设计
责任监印: 马金路

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印刷: 三河市世纪兴源印刷有限公司

经销: 各地新华书店

版次: 2009 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 25.75

字数: 612 千字

书号: ISBN 978-7-5019-6986-9 定价: 68.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

80448K1X101ZBW

前 言

玉米是世界三大粮食作物之一，年总产量约 7 亿 t；美国和中国玉米产量分列第一位和第二位。

玉米的加工既是农业生产的延伸和深化，又是工业加工的上游产业。玉米全身是宝，除主要成分碳水化合物可作工业利用外，蛋白、纤维等副产物可作饲料，脂肪可制玉米油，在众多农作物中，它是最具有工业、农业综合经济效益的粮食品种之一。

自我国第一个五年计划在华北制药厂建设了国内第一座现代化的玉米淀粉加工企业以来，我国玉米淀粉加工业已经走过了五十个春秋。五十年来，随着国民经济的高速发展，我国玉米淀粉加工业也得到了迅猛发展，特别是改革开放以来，涌现出了一批具有国际先进水平、生产规模大的现代化生产企业。目前我国玉米淀粉产量位居世界第二。可以说我国玉米淀粉加工业对“三农”经济的发展，提高人民生活水平，促进社会全面进步，具有十分重要的意义。

为了推动我国玉米淀粉加工业健康持续发展，由中国淀粉工业协会组织有关专家、学者、企业家编写了国内第一本玉米淀粉工业手册。本书突出了技术性、实用性，内容不但涵盖了玉米淀粉从原料、成品、副产品生产技术的全过程，还包括了生产设备、生产物料平衡和计算，以及质量控制与检测。同时为方便读者查阅，还收集整理了六类附录，包括各种生产计算用表，主要法定计量单位及换算参数、化学及测定用表，理化参数和有关标准等。本书内容全面、详实，为国内外玉米淀粉加工的科技人员、生产工人、技术行政管理人员及大专院校师生提供了一本理论与实践相结合的专业参考书，也是技术培训的好教材。

本书编写分工如下：

总论	董延丰
第一章 淀粉的基本特性及其利用	陈 璥
第二章 玉米淀粉的生产工艺	陈 璥 王立才
第三章 玉米淀粉的生产设备	单守明 王立才
第四章 玉米淀粉的生产物料平衡和计算	白 坤
第五章 玉米淀粉的质量控制与检测	王彦波

本书在编写过程中，参考了国内外许多作者的著作和文章，在此表示感谢。同时也感谢参与编写和补充修改的陈燕萍、于海艳等同志以及所有给予支持、帮助的行业同仁。

由于本书编写时间较紧，难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

中国淀粉工业协会高级顾问

洪顺义

2008 年 11 月

目 录

总论	1
第一节 玉米生产概况	1
一、世界玉米生产概况	1
二、中国玉米生产概况	2
第二节 玉米淀粉生产概况	2
一、世界玉米淀粉发展历史	2
二、中国淀粉工业发展历史	3
三、世界淀粉生产概况	4
四、中国淀粉生产概况	4
第一章 淀粉的基本特性及其利用	6
第一节 淀粉的性状	6
一、淀粉的形成	6
二、淀粉的来源	6
三、淀粉粒的形态	7
四、淀粉的结晶性	8
第二节 淀粉的理化性质	11
一、淀粉的结构	11
二、淀粉的非碳水化合物组分	13
三、淀粉与碘反应	14
四、淀粉的旋光性	15
五、淀粉的胶体性质	15
六、淀粉的膨胀、糊化和陈化	16
七、直链淀粉和支链淀粉的分离	17
八、普通玉米淀粉的一般理化参数	18
第三节 淀粉的利用	19
一、淀粉用于食品	20
二、淀粉用于制造变性淀粉	20
三、淀粉用于制造淀粉糖	22
四、淀粉用于制造发酵及衍生产品	33
第二章 玉米淀粉的生产工艺	38
第一节 玉米淀粉生产原料	38
一、玉米的地位和作用	38
二、玉米粒的组成和化学成分	40
三、玉米粒的品种	43
四、玉米粒的质量	45
五、玉米粒的收料和贮藏	49

第二节 玉米淀粉生产概述	54
一、玉米淀粉的发展历史	54
二、玉米淀粉湿磨法生产原理	55
三、玉米淀粉湿磨法各种典型生产工艺流程	62
四、玉米淀粉湿磨法生产各步指标	67
第三节 玉米粒的浸渍	68
一、浸渍机理	69
二、浸渍工艺	74
三、浸渍新技术的探讨	77
四、亚硫酸制造	82
第四节 淀粉的提取	84
一、淀粉提取的原理	84
二、淀粉提取的工艺	87
第五节 淀粉的精制	94
一、淀粉和麸质分离	94
二、淀粉的洗涤	100
第六节 淀粉的最后加工	105
一、淀粉的脱水	105
二、淀粉的干燥	107
三、干淀粉的最后加工	113
第七节 副产品生产	116
一、玉米浆	116
二、玉米油	125
三、玉米蛋白粉	134
四、玉米麸质饲料	141
第八节 玉米淀粉生产安全和环保	143
一、安全	143
二、环保	145
第九节 玉米淀粉生产计算	149
一、一般常用的计算方法	149
二、技术经济指标计算	151
第三章 玉米淀粉的生产设备	154
第一节 净化、输送及玉米干燥设备	154
一、筛分设备	154
二、输送设备	158
三、除尘、除石设备	169
四、玉米干燥设备	174
第二节 浸渍系统设备	177
一、硫磺燃烧炉	177
二、SO ₂ 吸收塔	177
三、浸泡罐	178
四、喷射器	179

五、蒸发器	179
第三节 淀粉提取及精制设备	186
一、重力曲筛	186
二、玉米脱胚磨	187
三、胚芽旋流器	187
四、立式针型冲击磨	188
五、压力曲筛	190
六、碟片分离机	191
七、淀粉洗涤旋流器	193
第四节 脱水及干燥设备	194
一、刮板筛	194
二、螺旋挤压机	195
三、折带真空转鼓过滤机	196
四、刮刀离心机	198
五、板框压滤机	200
六、气流干燥机	202
七、管束干燥机	203
八、转筒干燥机	204
第五节 预榨浸出设备	206
一、平板烘干机	206
二、轧坯机	208
三、预榨机	209
四、浸出器	211
五、蒸脱机	212
第六节 计量包装设备	213
一、玉米自动秤	213
二、淀粉包装秤	214
三、吨袋包装秤	216
第七节 通用设备	219
一、离心式通风机	219
二、罗茨鼓风机	221
三、离心泵	223
四、螺杆泵	226
五、柱塞泵	227
六、齿轮泵	228
七、水环式真空泵	230
八、玻璃钢冷却塔	230
第八节 淀粉生产控制及测量仪表	232
一、控制水平及主要控制方案	232
二、仪表选型	234
第四章 玉米淀粉生产物料平衡和计算	241
第一节 美国玉米淀粉生产物料平衡和计算	241

第二节 玉米淀粉生产工序物料平衡和计算	244
一、浸渍工序平衡和计算	244
二、浸渍工序物料平衡和计算	245
三、破碎和胚芽分离工序物料平衡和计算	247
四、纤维细磨、洗涤筛分工序物料平衡和计算	247
五、蛋白质分离、淀粉乳精制工序物料平衡和计算	248
六、淀粉脱水、干燥工序物料平衡和计算	248
第三节 玉米淀粉生产产品收率平衡和计算	249
一、玉米淀粉生产产品收率	249
二、玉米淀粉生产产品收率平衡图	249
三、玉米淀粉生产产品产量	251
四、玉米淀粉生产产品成分平衡图	253
第四节 玉米淀粉生产物料、公用工程平衡和计算	254
一、玉米淀粉生产物料平衡	254
二、玉米淀粉生产水进入和产出平衡、用量计算	255
三、玉米淀粉生产蒸汽使用平衡、用量计算	259
四、玉米淀粉生产动力配置	262
第五节 玉米淀粉生产工序设备能力	263
一、净化、贮存和输送工序设备能力	263
二、玉米烘干设备能力	265
三、浸渍工序设备能力	265
四、浸渍溶液制造工序设备能力	266
五、破碎、胚芽分离工序设备能力	267
六、纤维细磨、洗涤筛分工序设备能力	270
七、蛋白质分离、淀粉乳精制工序设备能力	272
八、淀粉脱水和干燥工序设备能力	277
九、玉米浆蒸发工序设备能力	280
十、胚芽洗涤脱水和干燥工序设备能力	281
十一、玉米油生产工序设备能力	286
十二、纤维饲料生产工序设备能力	287
十三、蛋白粉生产工序设备能力	290
第五章 玉米淀粉的质量控制与检测	293
第一节 原料和辅料的质量控制与检测	293
一、玉米的质量控制与检测	293
二、辅料的质量控制与检测	304
第二节 玉米淀粉生产中间体的质量控制与检测	323
一、玉米淀粉生产中间体的检测内容与控制指标	324
二、玉米淀粉生产中间体的检测方法	325
第三节 玉米淀粉的质量控制与检测	329
一、玉米淀粉质量标准	329
二、玉米淀粉质量指标检验	331
第四节 主要仪器的性能及应用	349

一、折光仪	349
二、蛋白质测定仪	350
三、白度仪	351
四、旋光仪	351
五、脂肪测定仪	354
六、波美比重计	355
七、酸度计	355
八、黏度计	359
九、SFY 系列红外线快速水分测定仪	362
十、锤度计	363
十一、容量器	364
附录	365
附录一 生产计算用表	365
附表 1-1 锤度、相对密度、波美度对照表 (20℃标准)	365
附表 1-2 锤度读数温度校正表	375
附表 1-3 玉米淀粉乳锤度与干物质量分数%对照表	376
附表 1-4 波美温度校正表 (20℃标准)	377
附表 1-5 葡萄糖溶液浓度 (质量分数%) 与折射率关系表 (20℃)	377
附表 1-6 玉米浆锤度与干物质量分数%换算表 (2 倍稀释后测定的锤度)	378
附表 1-7 浓麸质相对密度与干物质量分数对照表	379
附表 1-8 水在不同温度时的密度	379
附录二 主要法定计量单位及换算参数	381
附表 2-1 十进倍数的词头	381
附表 2-2 时间	381
附表 2-3 长度	381
附表 2-4 质量	381
附表 2-5 体积 (容积)	382
附表 2-6 黏度 (动力黏度)	382
附表 2-7 压力	382
附表 2-8 功 [能量]	382
附录三 理化参数	384
附表 3-1 物料体积质量 (重度)	384
附表 3-2 物料相对密度及颗粒大小	384
附表 3-3 物料比热容	384
附录四 化学及测定用表	385
附表 4-1 常用元素的原子量及中、英、俄、日文元素名称对照表	385
附表 4-2 一般化学试剂的分级表	386
附表 4-3 国产滤纸的规格	386
附表 4-4 筛孔及筛号对照表	387
附表 4-5 溶液颜色与滤光片颜色的互补关系	387
附表 4-6 几种主要干燥剂的吸湿性能	387
附表 4-7 常用酸碱相对密度与含量 (质量分数) 对照表	388

附录五 主要专业词汇汉英对照	391
一、原料	391
二、淀粉及变性淀粉	391
三、淀粉糖、糖醇及酶制剂	391
四、副产品	392
五、工艺	392
附录六 有关标准	393
一、淀粉（中华人民共和国药典 2005 年版）	393
二、玉米淀粉（英国药典 2002 年版）	394
三、淀粉（美国药典 2003 年版）	394
参考文献	396

总 论

第一节 玉米生产概况

玉米起源于以墨西哥和危地马拉为中心的中南美洲热带和亚热带高原地区。哥伦布发现新大陆后,把玉米带到了西班牙。随着世界航海业的发展,玉米迅速传遍欧洲、亚洲和非洲。

玉米又称玉蜀黍,英文名称为 Corn 或 Maize。玉米最初一直是作为人类主要的粮食作物而进入人类社会的,玉米的淀粉含量高,能够为人类的生存发展提供必需的能量。随着社会的发展,科学技术的进步,在满足了人类基本生存的基础上,玉米逐渐被用作饮料以及其他深加工产品的原料,因而大大促进了世界玉米生产的发展。目前,它不但是世界三大粮食作物之一,而且其产量已跃居世界粮食品种的首位(见表 0-1)。

表 0-1	2001~2006 年世界主要粮食作物产量						单位:万 t
品 种	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	
小麦	56684.3	56810.8	55634.9	62409.3	62810.1	58700.0	
稻谷	58559.3	57947.7	58912.6	60849.6	61853.5	41700.0	
玉米	59997.4	60220.7	63804.3	70529.3	69457.6	68880.0	

美国为世界上玉米第一生产大国,2007 年世界玉米产量为 7.0345 亿 t。其中,美国玉米产量为世界总产量的 38%;中国第二,占世界总产量的 20%;中美两国占世界玉米总产量的 58%。

玉米分很多类,如果按籽粒形态与结构分类,可以分成硬粒型、马齿型、粉质型、甜质型、甜粉型、爆裂型和蜡质型等 9 类。如果按用途与籽粒组成成分分类,可以分成特用玉米和普通玉米两大类,特用玉米是指具有较高经济价值、营养价值或加工利用价值的玉米,如高赖氨酸玉米、糯玉米、甜玉米、爆裂玉米、高油玉米、高直链淀粉玉米等;特用玉米以外的玉米类型即为普通玉米。世界玉米生产中以普通玉米为主,特用玉米产量甚微。

一、世界玉米生产概况

根据美国玉米加工者协会历年年报统计显示,世界主要玉米生产国中,美国玉米产量第一,其他依次为中国、巴西、欧盟、墨西哥,这 5 个国家和地区集中了世界玉米产量的 77%以上(见表 0-2)。

表 0-2

1999~2007 年世界玉米主要生产国家和地区产量

单位:万 t

国家和地区	1999/2000 年	2000/2001 年	2001/2002 年	2002/2003 年	2003/2004 年	2004/2005 年	2005/2006 年	2006/2007 年
美国	23945	25185	24148	22880	25628	29992	28231	26760
中国	12808	11000	11408	12130	11580	12800	13937	14548
巴西	3160	4153	3550	4500	4200	3550	4170	5100
欧盟	3690	3829	3968	3945	3986	5335	6115	5465
墨西哥	1900	1770	2040	1928	2180	2200	1950	2200
印度	1147	1206	1351	1110	1472	1360	1471	1498
南非	1058	750	970	967	970	1200	694	670
世界总量	60564	58568	59872	60296	62371	70626	69636	70345

注:本表来源于美国玉米精加工者协会年报。

二、中国玉米生产概况

玉米是中国三大主要粮食品种之一,又是畜牧业生产的主要原料,有“饲料之王”之称,产量居世界第二,占全国粮食总产量的 1/4,在中国粮食生产和经济发展中占有重要地位。近十年来,中国玉米生产有了较快的发展,特别是 2004 年、2005 年玉米生产量逐年提高,使玉米产量占粮食总产量的百分率由 20 世纪 80 年代初的 18%提高到目前的 28%。中国玉米产区主要集中在辽宁、吉林、黑龙江、内蒙古、山西、河北、山东和河南,这 8 个生产区生产了中国 70%以上的玉米(见表 0-3)。

表 0-3

2000~2007 年中国主要玉米生产区产量

单位:万 t

地 区	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
河北	994.10	1060.00	1035.00	1073.60	1157.60	1193.80	1280.50	1421.8
山西	354.75	310.00	435.30	477.00	631.90	616.10	647.60	640.4
内蒙古	629.20	757.00	821.50	888.70	948.00	1066.20	1091.70	1155.3
辽宁	551.10	819.00	858.00	907.20	1079.70	1135.50	1136.70	1167.8
吉林	993.20	1328.00	1540.00	1615.30	1810.00	1800.70	1984.00	1800.0
黑龙江	790.80	820.00	1070.50	830.90	939.50	1042.90	1223.00	1442.0
山东	1467.50	1532.00	1316.00	1411.00	1499.20	1735.40	1761.30	1816.5
河南	1075.00	1151.00	1189.80	766.30	1050.00	1298.00	1445.10	1582.5
陕西	413.70	353.00	374.00	373.20	407.00	459.70	443.50	493.9
甘肃	210.50	199.00	219.20	244.40	245.00	248.50	218.60	242.7
新疆	268.50	294.00	332.90	317.30	361.50	376.70	376.40	393.7
全国总计	10660.15	11409.00	12131.00	11583.00	13029.00	13937.00	14548.50	15230.0

第二节 玉米淀粉生产概况

一、世界玉米淀粉发展历史

淀粉生产已有 2000 多年的历史,17 世纪欧洲已有马铃薯淀粉生产,18 世纪中叶欧洲各地都有生产,1842 年有了玉米淀粉生产,1861 年已有用马铃薯淀粉制造糖浆,19 世纪初发现玉米淀粉可用磨碎浸泡后的玉米制造,即湿磨法玉米淀粉生产从此开始,一直

发展至今。

20 世纪 50 年代以后,世界淀粉工业随着玉米基因工程的开发,不仅品质改善,产量也有大幅度提高,同时社会对淀粉的需求日益增长,淀粉糖和淀粉酒精工业的快速发展,更给玉米淀粉湿磨法生产带来很大的机遇,规模向大型化发展,随之而来的是淀粉生产装备的改进,70 年代以后,人们更进一步地追求改进工作效率和工作环境,降低消耗,减少对空气和水的污染,改进最终产品的质量,生产更多性能优良、用途更广的新品种。为此,许多老厂进行了重新设计和扩产,美国已改建成几个大型玉米湿磨工厂,这些工厂的特点是占地小、规模大、收率高(总干物收率在 99% 以上)、生产连续、操作人员少、采用计算机控制等,日加工玉米都在几千吨。世界各地的淀粉工业也发展很快,玉米淀粉仍以美国为首,马铃薯淀粉主要在欧洲,木薯淀粉和米淀粉主要在东方(远东地区,东亚及地中海以东的国家)。2003 年世界淀粉产量 4900 万 t,美国 2490 万 t。

二、中国淀粉工业发展历史

中国玉米淀粉工业的起源报道较少,但从张力田教授关于中国淀粉制糖的历史考证认为,最迟在公元前 1000 年左右古书就有关于制造饴糖的记载,据今已有 3000 多年,世界淀粉生产有 2000 多年的历史,因此推算中国简单的粗淀粉制作也不会少于 2000 年,而且中国家庭式的干磨或水磨制粉由来已久,如农村使用人力、水车或牲畜辗磨面等。中国淀粉工业的发展实际上是从新中国成立以后从无到有逐渐发展起来的,大体可分为三个阶段。

解放前,中国淀粉工业基本上是作坊式的生产。新中国成立以后第一个五年计划期间,随着医药工业发展的需要,建设了当时中国第一座大型淀粉工厂(国家 156 项重点建设项目之一)——华北制药厂淀粉分厂,该厂从玉米开始生产淀粉、药用及食用结晶葡萄糖和各种副产品,有的技术指标还达到了当时的国际先进水平,据行业统计,1978 年淀粉生产厂发展到 98 家,年产量达 28 万 t。

1978 年以来,国家的改革开放政策,使国外先进的淀粉生产技术开始走进国门,不少工厂成功地进行了现代化的生产技术改造,采用曲筛、分离机、旋流器改造传统的淀粉精制工艺,中国淀粉工业不仅有现代化改造的老企业,还有新的大型现代化工厂,如建成了日处理 2000t 玉米以上的大型现代化工厂——黄龙食品工业有限公司等一批企业,技术指标全面达到国外同类企业水平。淀粉深加工品也有很大发展,如各种淀粉糖品和各种变性淀粉生产也日益增多,淀粉制造装备水平大大提高,10 万 t 级的淀粉企业也可以全部利用国产设备装备。

进入 21 世纪以来,中国淀粉的发展更是迅猛,这一阶段正是中国国民经济的重要发展期,国家一系列发展农业和农产品加工政策的实施和粮食连年丰收,为淀粉加工业的壮大发展提供了有力的保障。在此期间,生产快速增长,结晶葡萄糖产量位居世界前茅,玉米淀粉和淀粉糖产量位居世界第二;优势企业实力增强,涌现了规模大和水平高的玉米淀粉和淀粉糖加工骨干企业;产业链不断延长,玉米淀粉加工企业 90% 以上有多种深加工产品的生产,以淀粉为原料的谷氨酸、赖氨酸、苏氨酸、山梨醇、化工醇等产品发展很快;技术装备水平更进一步提高,并走向国门;研发成果得到广泛应用,有力地促进了淀粉加工业的生产技术水平的提高和产品的更新换代。可见,中国淀粉加工业正在开创一个崭新

的局面。

三、世界淀粉生产概况

2003年,世界淀粉总产量为4900万t。其中,以粮食为原料生产的淀粉达到4350万t。美国的淀粉产量居世界第一,占世界淀粉总产量的51%,其次是中国占世界淀粉总产量的19%,中美两国生产的淀粉占世界总产量的70%,欧盟淀粉产量占世界总产量的17%(见表0-4)。

表 0-4 2003 年世界主要生产国家和地区的淀粉产量

国家和地区	淀粉产量/万 t	占世界总产量的百分率/%
美国	2490	51
中国	933	19
欧盟	850	17
其他	627	13
世界总量	4900	100

四、中国淀粉生产概况

据行业2008年的统计,2007年全国总淀粉产量为1650万t,预计到2010年将达到1900万t(见表0-5)。

表 0-5 不同年份中国淀粉的总产量 单位:万 t

年 份	总 产 量	年 份	总 产 量
1978	28	1997	284.93
1984	60	1998	359
1988	84	1999	470.88
1989*	132	2000	502.15
1990	93.77	2001	568.30
1991	115.35	2002	629.28
1992	124.37	2003	731.45
1993	152.21	2004	933.56
1994*	247	2005	1106.61
1995	260.54	2006	1299.12
1996	264.53	2007	1653.56

注:①*表示行业组织的全国普查年份;

②数据来自行业统计。

中国淀粉生产地区,基本上都是在原料产区。玉米淀粉生产主要集中在玉米产量大的山东、吉林、河北、河南,近几年山东省玉米淀粉年产量均居首位,河北、吉林省次之,以2006年为例,山东省玉米淀粉产量574万t;河北省玉米淀粉产量230万t;吉林省玉米淀粉产量205万t,分别占全国玉米淀粉总产量的47.58%、19.08%和17.03%,合计占全国玉米淀粉总产量的83.69%。同时以上三省的大企业也多,根据行业统计,年产量在10万t以上的淀粉企业占全国的84%。木薯淀粉主要集中在广西壮族自治区,该区年产木薯600万t,占全国木薯总产量的70%以上,2006年该区木薯淀粉总量占全国木薯淀粉总产量的80%以上。马铃薯淀粉集中在中国“三北”地区,全国马铃薯种植面积和产量均居世界第二位。

淀粉除直接利用外,深加工是淀粉应用的主要途径,随着科学技术的不断发展,淀粉的深加工除淀粉糖、变性淀粉、糖醇以及发酵产品外,已开始向化工产业生产多元醇等替代石化产品方向发展。根据中国淀粉工业协会的统计,近几年几种主要淀粉深加工产品的产量见表 0-6,几种以淀粉为原料的发酵产品的产量见表 0-7。

表 0-6 几种淀粉深加工产品的产量 单位:万 t

主 要 品 种	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
结晶葡萄糖	71.35	112.97	169.50	219.62
液体淀粉糖	227.51	257.76	438.92	553.74
变性淀粉	32.89	55.85	69.21	98.92
糖醇	39.33	50.11	49.55	75.59
合计	331.76	476.71	727.20	947.87

表 0-7 几种以淀粉为原料的发酵产品产量 单位:万 t

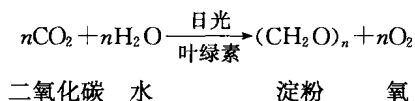
主 要 品 种	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
味精	114	137	170	185
柠檬酸	54	63	72	76
赖氨酸	8	20	30	38
乳酸	4.5	—	8	11

第一章 淀粉的基本特性及其利用

第一节 淀粉的性状

一、淀粉的形成

淀粉是植物中最重要的贮藏碳水化合物，它以颗粒形态沉积在植物的种子、块茎、块根和茎髓中，是植物细胞中除纤维外含量最多的组分，是人类和动植物赖以生存的主要营养成分。淀粉是植物中的绿叶利用日光的辐射，将二氧化碳和水变成淀粉，同时产生氧气。因此，也可以说淀粉是绿色植物进行“光合作用”的产物，可用下列化学式表示：



植物必须在有叶绿素存在的条件下进行光合作用，而叶绿素主要存在于植物的绿叶中，因此，在白天日光照射下，空气中的二氧化碳进入叶子中与由土壤进入植物的水起反应，这种反应只有在植物的绿色物质参与下才能发生，而且还必需耗费一定的能量，这种能量是由太阳提供的。因此，首先在叶子中形成简单碳水化合物(CH₂O)，自行缩合成为小颗粒淀粉(CH₂O)_n，晚上，这种叶淀粉再裂解为糖并输送至植物的其他部位，并在这些部位再转化为淀粉，成为贮藏碳水化合物。也有报道认为淀粉的合成是磷酸化酶的作用；也有人认为是淀粉合成酶(1996 年发现)的作用，淀粉合成酶在普通淀粉生物合成中起淀粉加长链的作用，支叉酶起合成支叉点的作用。淀粉在形成过程中，开始形成的沉淀物成为淀粉的核心，即淀粉的脐点(hilum)，围绕这一中心颗粒进一步长大，成为不同形状的淀粉粒。

二、淀粉的来源

淀粉是由植物富含淀粉的部位分离出来的，如玉米、小麦、高粱、大米、大麦、燕麦等谷物的籽粒，马铃薯的块茎，木薯、红薯、葛根的块根，棕榈树干的髓，豆科植物的种子，以及某些野生植物如橡子、芭蕉芋、魔芋等提取分离出来的，其他还有一些水果也含有淀粉。淀粉原料虽然来源极广，但有工业生产价值的也仅玉米、木薯、马铃薯、红薯、小麦等几种，特别是玉米亩产高、易种植，不仅富含淀粉还富含多种高营养的组分，又便于贮存和运输，而且价格较低，因而玉米是淀粉工业最重要的原料，我国淀粉生产原料 90% 以上来自玉米。其次是木薯，它也是一种易种植并富含淀粉的原料，但因是亚热带作物，故我国木薯淀粉生产主要在广东、广西地区，木薯淀粉产量占第二位为 5% 左右。马铃薯也是淀粉生产的好原料，近年来产量增长较快，但产量仍不大，约占总淀粉的 2%。其他原料淀粉因种种原因产量较少。表 1-1 及表 1-2 为淀粉原料成分表。

表 1-1 中三薯(木薯、马铃薯、红薯)数据均指鲜薯，从五种原料的淀粉含量和水分看出，

玉米和小麦的淀粉含量高、水分低,最适合制淀粉,但小麦是我国大多数地区主要食用粮,只有少量小麦用于制作淀粉。三薯淀粉虽然在民用上地位也很重要,但淀粉含量仅占本身重量的 1/4 左右,且木薯淀粉含量受品种影响很大,最高也不超过 1/4,制淀粉成本较高,只有最适合生产的地区,原料价格便宜,才有可能采用,如广东、广西的鲜木薯。马铃薯淀粉虽有一些玉米淀粉不具备的特性,适合制作某些变性淀粉,如预糊化淀粉,但马铃薯贮藏条件要求在 5℃ 左右,贮存较困难,一般都是季节性生产,产量受到限制,只有黑龙江、宁夏、内蒙等地区产量较大,惟有玉米价廉物美又能常年生产,是理想的淀粉原料。

由表 1-2 可以看出,玉米除淀粉含量高以外,蛋白质、脂肪、矿物质含量都高,是三薯不可比的,与小麦相比虽然蛋白质略低,但脂肪高出 1 倍,故玉米作为淀粉生产的原料,副产品回收的价格即可相当于购买原料玉米价格的 1/3,因而玉米成了淀粉生产中最主要的原料。

表 1-1 淀粉原料主要成分 单位:%(湿基)

原料名称	淀粉	水分	原料名称	淀粉	水分
玉米	61	14	红薯	23	68
木薯	26	66	小麦	64	14
马铃薯	18	78			

表 1-2 淀粉原料各种成分 单位:%(干基)

原料名称	淀粉	蛋白质	脂肪	纤维	灰分
玉米	71	9	4.6	2.4	1.8
木薯	77	1	0.9	2.9	2.8
马铃薯	82	2	0.5	2.0	3.6
红薯	72	1.5	0.9	3.2	4.0
小麦	74	13	2.3	3.4	1.7

除以上 5 种原料外,含淀粉的植物还很多,但有的只是小批量生产,有的没有生产价值,其中豆科植物如绿豆,虽然制出的淀粉性能良好,特别适合于制作粉丝、粉条,但价格昂贵,几乎没有生产纯绿豆淀粉的,蚕豆也有用来制淀粉,其他尚有鲜藕制作的藕淀粉以及一些野生植物制作的淀粉。其他作物淀粉含量见表 1-3。

表 1-3 其他作物淀粉含量 单位:%(湿基)

成分	大米	高粱	西米	芭蕉芋	橡子	葛根	绿豆	蚕豆	豌豆
水分	12	16	—	17	15	70	13	13	12
淀粉	78	63	40	66	67	25	55	50	54

三、淀粉粒的形态

淀粉是以颗粒形态贮存于植物中,淀粉颗粒最初在植物细胞中仅以细微小点出现,而后迅速地充满细胞层,淀粉颗粒是由细胞核周围形成的淀粉层组成,这些层随植物的特征而形成特殊的形状和大小,一般为圆形和多角形,也有呈椭圆形、球形和棱形,随品种不同而略有差别。其颗粒大小也有差异,含水分高、蛋白质少的淀粉颗粒比较大些,其形状也较整齐,多数为圆形或椭圆形,如马铃薯淀粉和木薯淀粉;反之水分低、蛋白质高、密度大的淀粉颗粒偏小,如玉米淀粉、小麦淀粉和大米淀粉。玉米淀粉颗粒因生长部位不同和生长期所受周围压力