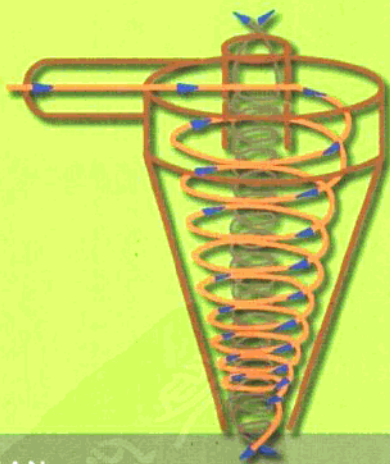


淀粉生产 及其 深加工技术

DIANFEN SHENGCHAN JIQI SHENJIAGONG JISHU

刘亚伟 主编

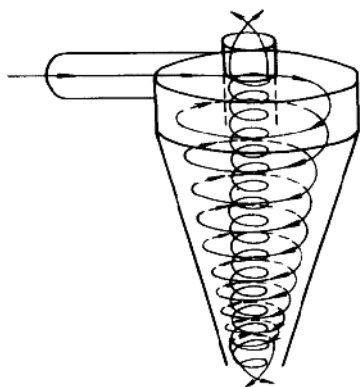


LIUYAWEI ZHUBIAN

 中国轻工业出版社

淀粉生产及其深加工技术

刘亚伟 主编
李 魁 陈志成 编



 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

淀粉生产及其深加工技术/刘亚伟主编. —北京:
中国轻工业出版社, 2001.7
ISBN 7-5019-3161-5

I. 淀… II. 刘… III. 淀粉-食品加工
IV. TS234

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 15742 号

责任编辑:白洁 责任终审:滕炎福 封面设计:张颖
版式设计:赵益东 责任校对:燕杰 责任监印:胡兵

*

出版发行:中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编:100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话:010-65241695

印 刷:三河市宏达印刷有限公司

经 销:各地新华书店

版 次:2001年7月第1版 2001年7月第1次印刷

开 本:850×1168 1/32 印张:13.125

字 数:328千字 印数:1—3000

书 号:ISBN 7-5019-3161-5/TS·1908

定 价:30.00元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

前 言

淀粉作为重要的可再生工业原料,愈来愈受到各国的广泛重视,应用最新高科技手段,研究开发以淀粉为原料的各类工业产品及人们生活用品,逐步扩大对淀粉这种可再生资源的利用途径,已取得显著的成就。

改革开放以来,我国经济快速发展,各类需求不断增加,对淀粉的极大需求推动了淀粉工业的发展,特别是国外先进设备和技术的引进及对主要设备的消化吸收,使我国的淀粉工业取得了很大的进步。与此同时,有关淀粉工业的基础研究、新产品开发、新设备研制都得到发展,今后我国淀粉工业必将以此为基础,加快技术创新,实行科学管理,优化产业结构,提升企业整体水平,向规模化、高效益方向发展。

淀粉工业的进一步发展,必须有一大批懂技术的第一线工人和技术人员作为基础,他们的知识水平现状决定着中国淀粉工业的未来,每一个企业都应该培养一大批具有丰富理论知识和实践经验的技术工人队伍,这是在市场经济中提高竞争力的需要,这是我国加入 WTO 后淀粉工业的需要。为了推动我国淀粉工业的整体进步,为了满足企业对系统的淀粉工业知识的要求,我们编写了本书。

本书可作为淀粉企业以及以淀粉为原料的其他工业中,技术人员、管理人员或生产工人的培训用书,企业领导者制定新产品开发决策的参考资料,也可作为粮食工程、食品工程、饲料工程、发酵工程及农产品加工等专业师生的参考书。

本书由郑州工程学院(原郑州粮食学院)刘亚伟副教授任主编,第一、二、四、五章由刘亚伟副教授编写,第三章由陈志成高级工程师编写,第六、七、八章由李魁教授编写。

本书在编写过程中,参考了大量的国内外有关著作和文章,在此向作者表示感谢。同时我们还要感谢郑州工程学院领导及同事们所给予的支持、帮助。

经验及才学所限,书中定有不妥之处,敬请给出您的意见。
E-mail: yaweiliu@371.net

编 者

目 录

1. 玉米淀粉生产技术	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 玉米的工艺特性	(3)
1.2.1 玉米的类型	(3)
1.2.2 玉米籽粒结构	(5)
1.2.3 玉米的物理特性	(7)
1.2.4 玉米的化学特性	(10)
1.2.5 玉米的加工特性	(14)
1.3 玉米的干法清理	(15)
1.3.1 玉米中的杂质	(16)
1.3.2 干法清理的依据和方法	(16)
1.3.3 干法清理工艺流程	(17)
1.4 玉米的浸泡及亚硫酸制备	(18)
1.4.1 浸泡	(18)
1.4.2 亚硫酸制备	(28)
1.4.3 典型设备介绍	(30)
1.5 玉米破碎及胚芽的分离和洗涤	(32)
1.5.1 破碎	(33)
1.5.2 胚芽的分离和洗涤	(35)
1.5.3 典型设备介绍	(40)
1.6 玉米精磨与纤维的洗涤	(54)
1.6.1 精磨与纤维洗涤的基本原理	(54)

1.6.2	精磨与纤维分离、洗涤工艺流程	(56)
1.6.3	精磨与纤维洗涤的工艺条件控制	(57)
1.6.4	典型设备介绍	(58)
1.7	玉米麸质分离与淀粉洗涤	(64)
1.7.1	细淀粉乳特性	(65)
1.7.2	麸质分离与淀粉洗涤基本原理	(65)
1.7.3	麸质分离与淀粉洗涤工艺流程	(68)
1.7.4	麸质分离与淀粉洗涤工艺条件控制	(71)
1.7.5	典型设备介绍	(77)
1.8	淀粉机械脱水与干燥	(88)
1.8.1	机械脱水	(88)
1.8.2	干燥	(90)
1.8.3	典型设备介绍	(94)
1.9	玉米淀粉生产典型工艺流程分析	(100)
1.9.1	典型工艺分析	(100)
1.9.2	物料平衡	(102)
1.9.3	水平衡	(103)
1.10	玉米淀粉生产副产品的处理和综合利用	(104)
1.10.1	玉米浆的处理和综合利用	(106)
1.10.2	胚芽的处理和综合利用	(112)
1.10.3	蛋白粉的处理和综合利用	(117)
1.10.4	玉米纤维的处理和综合利用	(123)
1.11	淀粉生产质量控制与检验	(124)
1.11.1	中间产品及工艺过程控制	(124)
1.11.2	设备工艺性能评价	(127)
1.11.3	工业玉米淀粉产品质量检验标准(GB12309—90)	(128)

2.	薯类和小麦淀粉的生产技术	(143)
----	--------------------	-------

2.1	薯类的工艺特性	(143)
2.1.1	马铃薯的工艺特性	(143)
2.1.2	木薯的工艺特性	(147)
2.1.3	甘薯的工艺特性	(148)
2.2	薯类淀粉的生产	(151)
2.2.1	原料的处理	(151)
2.2.2	原料的破碎	(153)
2.2.3	纤维分离	(156)
2.2.4	蛋白质分离与淀粉的洗涤	(157)
2.2.5	淀粉的脱水和干燥	(160)
2.3	薯类淀粉生产工艺分析	(161)
2.3.1	马铃薯淀粉生产工艺分析	(161)
2.3.2	木薯淀粉生产工艺分析	(163)
2.3.3	甘薯淀粉生产工艺分析	(167)
2.4	小麦淀粉的生产	(171)
2.4.1	小麦粉的工艺特性	(172)
2.4.2	小麦淀粉生产工艺	(172)
2.4.3	典型设备介绍	(180)
2.5	薯类淀粉生产质量控制与检验	(189)
2.5.1	淀粉的加工实验	(189)
2.5.2	鲜薯根及残渣中的淀粉含量测定	(190)
2.5.3	搓擦效果的测定	(191)
2.5.4	氢氰酸的分析	(191)
2.5.5	淀粉的洁净度的测定	(192)
2.5.6	淀粉中粉渣的测定	(192)
2.5.7	淀粉中灰分的测定	(192)
2.5.8	淀粉中水分的测定	(193)
3.	淀粉化学概论	(194)

3.1	淀粉的颗粒结构和特性	(194)
3.1.1	淀粉的形态和结构	(194)
3.1.2	淀粉的晶体结构	(195)
3.1.3	淀粉颗粒的轮纹与偏光十字	(197)
3.2	淀粉的化学特性	(198)
3.2.1	淀粉颗粒的化学组成	(198)
3.2.2	淀粉的分子结构	(200)
3.2.3	淀粉颗粒分子结构	(203)
3.3	淀粉的物理性质	(204)
3.3.1	淀粉的糊化	(204)
3.3.2	淀粉的老化机理及影响淀粉老化的 因素	(211)
3.3.3	淀粉糊特性	(213)
3.3.4	淀粉膜特性	(215)
4.	变性淀粉生产及应用技术	(216)
4.1	淀粉变性的基本原理和方法	(216)
4.1.1	淀粉变性的基本原理	(216)
4.1.2	变性淀粉的分类	(218)
4.1.3	变性淀粉的基本概念	(218)
4.1.4	变性淀粉生产工艺	(221)
4.2	转化淀粉的生产	(226)
4.2.1	酸变性淀粉	(227)
4.2.2	次氯酸钠氧化淀粉	(230)
4.2.3	双醛淀粉	(235)
4.2.4	糊精	(237)
4.3	预糊化淀粉和颗粒冷水溶胀淀粉的生产	(243)
4.3.1	预糊化淀粉	(243)
4.3.2	颗粒冷水溶胀淀粉	(246)

4.4	交联淀粉的生产	(250)
4.4.1	基本原理	(251)
4.4.2	生产工艺	(252)
4.4.3	交联淀粉的基本特性	(254)
4.4.4	交联淀粉的用途	(256)
4.5	酯化淀粉的生产	(257)
4.5.1	淀粉醋酸酯	(257)
4.5.2	淀粉磷酸单酯	(261)
4.5.3	淀粉黄原酸酯	(266)
4.5.4	淀粉烯基琥珀酸酯	(268)
4.6	醚化淀粉生产	(275)
4.6.1	羧甲基淀粉	(275)
4.6.2	羟乙基淀粉	(281)
4.6.3	羟丙基淀粉	(284)
4.6.4	阳离子淀粉	(287)
4.7	接枝淀粉的生产	(291)
4.7.1	基本原理	(291)
4.7.2	生产工艺	(294)
4.7.3	接枝淀粉的基本特性	(294)
4.7.4	接枝淀粉的用途	(296)
4.8	阻抗淀粉的生产	(298)
4.8.1	基本原理	(298)
4.8.2	生产工艺	(300)
4.8.3	阻抗淀粉的特性	(300)
4.8.4	阻抗淀粉的应用	(300)
4.9	淀粉基脂肪代用品的生产	(301)
4.9.1	基本原理	(302)
4.9.2	生产工艺	(302)
4.9.3	淀粉基脂肪代用品的特性	(302)

4.9.4	淀粉基脂肪代用品的用途	(303)
4.10	变性淀粉在食品工业中的应用	(303)
4.10.1	食品工业需要变性淀粉	(304)
4.10.2	变性淀粉在食品中的应用	(305)
4.11	变性淀粉检测分析	(314)
4.11.1	白度的测定	(314)
4.11.2	氧化淀粉中羧基含量的测定	(315)
4.11.3	氧化淀粉中羰基含量的测定	(315)
4.11.4	双醛淀粉中双醛含量的测定	(316)
4.11.5	交联度的测定	(316)
4.11.6	pH 的测定	(317)
4.11.7	粘度的测定	(318)
4.11.8	淀粉糊化度、老化度的测定	(320)
4.11.9	蛋白质的测定	(322)
4.11.10	氧化淀粉游离氯的定性检测	(322)
4.11.11	淀粉醋酸酯取代度的测定	(322)
4.11.12	淀粉磷酸酯取代度的测定	(323)
4.11.13	阳离子淀粉取代度的测定	(324)
4.11.14	羧甲基淀粉取代度的测定	(325)
5.	淀粉在发酵工业中的应用	(327)
5.1	真菌油脂	(327)
5.1.1	概述	(327)
5.1.2	真菌油脂的化学组成	(327)
5.1.3	重要的产油真菌	(329)
5.1.4	真菌油脂的生物合成途径	(331)
5.1.5	主要生成原料	(332)
5.1.6	真菌油脂生产工艺及主要技术条件	(332)
5.1.7	真菌油脂研究进展	(334)

5.2	微生物色素	(335)
5.3	酒精生产	(338)
5.3.1	概述	(338)
5.3.2	生产工艺流程	(339)
5.3.3	主要淀粉质原料与辅料	(339)
5.3.4	淀粉质原料的预处理	(339)
5.3.5	淀粉的蒸煮	(340)
5.3.6	酒母制备的糖化剂及糖化工艺	(343)
5.3.7	酒母的制备	(344)
5.3.8	酒精发酵	(345)
5.3.9	发酵成熟醪的蒸馏与精馏	(347)
5.3.10	淀粉出酒率和原料出酒率	(350)
5.4	有机酸生产	(350)
5.4.1	概述	(350)
5.4.2	柠檬酸生产	(351)
5.4.3	乳酸生产	(356)
5.4.4	苹果酸生产	(360)
5.5	甘油生产	(363)
5.5.1	概述	(363)
5.5.2	重要的甘油发酵微生物	(363)
5.5.3	甘油合成途径	(364)
5.5.4	甘油发酵生产工艺	(365)
5.5.5	甘油的提取	(365)
5.5.6	甘油的蒸发浓缩	(366)
6	淀粉在制药工业中的应用	(367)
6.1	概述	(367)
6.2	多糖类药物生产	(367)
6.2.1	多糖类药物的功能	(368)

6.2.2	重要的多糖类药物	(368)
6.3	维生素类药物生产	(370)
6.3.1	概述	(370)
6.3.2	维生素类药物的生产方法	(371)
6.3.3	重要的维生素的生产	(371)
6.4	氨基酸类药物生产	(375)
6.4.1	概述	(375)
6.4.2	氨基酸的分类	(375)
6.4.3	氨基酸发酵的基本原理	(375)
6.4.4	氨基酸类药物的发酵类型与控制条件	(376)
6.4.5	重要的氨基酸药物生产工艺	(378)
6.5	抗生素类药物生产	(381)
6.5.1	概述	(381)
6.5.2	抗生素的分类	(382)
6.5.3	青霉素生产方法	(383)
6.5.4	杆菌肽生产方法	(385)
6.5.5	红霉素生产方法	(386)
6.5.6	灰黄霉素生产方法	(386)
7.	淀粉加工过程中的污水处理技术	(388)
7.1	概述	(388)
7.2	好氧生物处理技术	(388)
7.2.1	活性污泥处理法	(388)
7.2.2	生物膜法(生物滤池法)	(390)
7.3	厌氧法污水处理技术	(392)
7.3.1	厌氧生化处理的原理	(392)
7.3.2	厌氧生化处理基本工艺流程	(393)
7.3.3	厌氧生化处理过程的条件控制	(393)
7.4	A/O 系统污水处理技术	(394)

7.4.1	A/O 系统简要工艺流程	(394)
7.4.2	A/O 系统工艺说明	(395)
7.4.3	A/O 系统工艺特点	(395)
7.5	PSB 污水处理法	(395)
7.5.1	光合细菌的特性	(396)
7.5.2	PSB 法净化废水的原理	(396)
7.5.3	PSB 法简要技术路线	(397)
7.5.4	PSB 方法的优点与不足	(397)
附录		(398)
参考文献		(404)

1. 玉米淀粉生产技术

1.1 概述

玉米学名玉蜀黍，俗名棒子、包谷、包米等，属于禾本科。

玉米是非常古老的作物之一，在我国已有 470 多年的栽培历史。

我国玉米分布区域很广，南到海南岛，北至黑龙江，东至台湾，西至新疆，均有玉米种植，但主要产区集中在东北、华北及西南地区，形成从东北到西南的一条斜带。玉米具有生长期短、耐高温、适应性强、产量高、经济价值高等特点，受到人们的极大重视。目前，玉米在整个人类生活中占有重要位置，已成为一种适合人类和牲畜食用的主要谷类以及重要的工业原料。

玉米淀粉工业经过 150 多年的发展和完善，特别是在采用工艺水逆流利用技术后，现已接近达到将玉米干物全部回收，得到高纯度淀粉和多种高价值副产品的水平。

玉米湿法加工是将玉米各组成部分分离，得到淀粉和各类副产品。尽管在玉米浸泡时有化学和生物学方面的作用，但整个工艺基本是一个物理分离过程。玉米被分成淀粉、胚芽、蛋白质、纤维和玉米浆等组分，副产品也可以再混合而配制出一系列动物饲料产品。

玉米淀粉生产工艺流程见图 1-1。

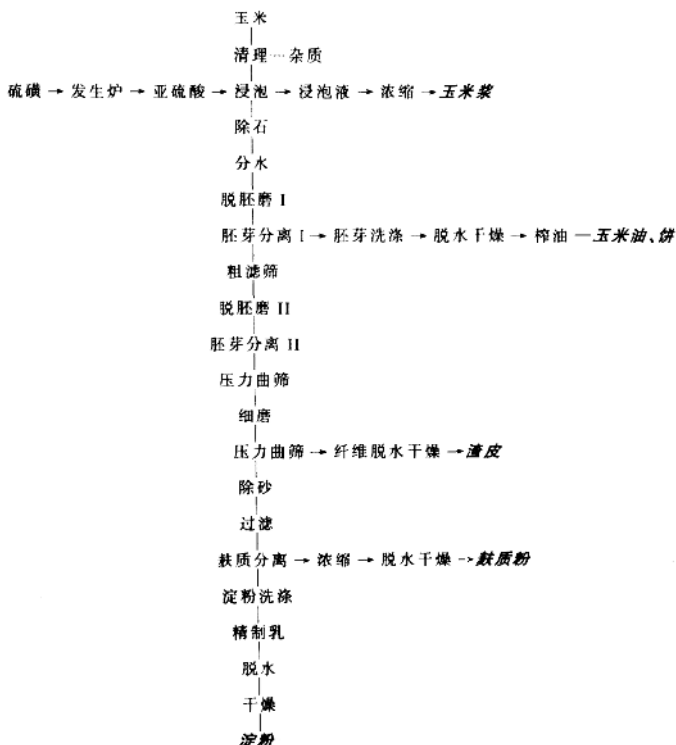


图 1-1 玉米淀粉生产工艺流程

玉米经过清理、称重后，送入浸泡罐在一定温度下进行浸泡。采用亚硫酸水溶液浸泡玉米，可以很好地软化玉米籽粒，溶出可溶性物质，分散包埋淀粉的蛋白基质。

浸泡后的玉米送入脱胚磨，破碎籽粒，游离出胚芽，分离出的胚芽被洗涤、干燥，送入榨油工序。

经过精磨后，纤维上粘附的淀粉和蛋白被去除，筛理洗涤后纤维进行干燥。

含有淀粉和蛋白质的淀粉乳进入分离机进行分离,分离出的蛋白质进行浓缩、干燥。淀粉经进一步洗涤后得到纯净淀粉乳,进行干燥或送入淀粉深加工工段。

1.2 玉米的工艺特性

玉米在加工过程中所反映出的各种特性,叫做玉米的工艺特性。了解和掌握玉米的工艺特性与加工的关系,才能正确选择工艺与设备、技术参数和操作方法,在保证产品质量的前提下,努力提高产量、出率,降低各种消耗。

1.2.1 玉米的类型

1.2.1.1 按国家标准分类

按中国国家标准(GB1353—1999)的规定,玉米分为以下几类:

- a. 黄玉米 种皮为黄色,并包括略带红色的黄色玉米。
- b. 白玉米 种皮为白色,并包括略带淡黄色或粉红色的白色玉米。
- c. 混合玉米 混入本类以外玉米超过 5.0% 的。

1.2.1.2 按粒形、硬度及用途分类

根据玉米的粒形、硬度及用途的不同,将玉米分为普通玉米和特种玉米两类:

- a. 普通玉米 可以分为以下几类:

⑧ 马齿型:籽粒呈马齿形,胚乳的两侧为角质,中央和顶端均为粉质。

⑨ 硬粒型:籽粒呈圆形或短方形,胚乳周围全是角质。

⑩ 中间型:马齿型和硬粒型各占一半。

⑪ 硬偏马型:硬粒型占 75% 左右。

⑫ 马偏硬型:马齿型占 75% 左右。

- b. 特种玉米 特种玉米是指具有特殊用途的各种玉米的总称。