

西北民族大学学科建设资助项目

淀粉精细化学品 合成及其应用

● 苏琼 王彦斌 著

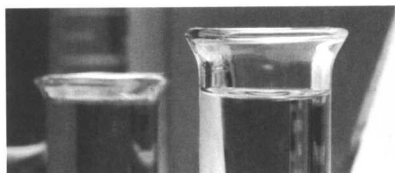


化学工业出版社

西北民族大学学科建设资助项目

淀粉精细化学品 合成及其应用

● 苏琼 王彦斌 著



民族出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

淀粉精细化学品合成及其应用/苏琼 王彦斌 著.

-北京: 民族出版社, 2004.7

ISBN 7-105-06418-8

I. 淀… II. ①苏…②王… III. 淀粉-化工产品-生产工艺

IV. TS23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 067242 号

民族出版社出版发行

<http://www.e56.com.cn>

北京市和平里北街 14 号 邮编 100013

金若龙文化公司微机照排 迪鑫印刷厂印刷

各地新华书店经销

2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 10.125 字数: 250 千字

印数: 0001-1000 册 定价: 20.00 元

该书如有印装质量问题, 请与本社发行部联系退换
(总编室电话: 010-64212794; 发行部电话: 010-64211734)

目 录

第一章 淀粉的来源及加工	(1)
1.1 玉米淀粉的加工	(1)
1.1.1 玉米的分类及组成	(1)
1.1.2 玉米淀粉的加工工艺	(3)
1.2 薯类淀粉的加工	(7)
1.2.1 马铃薯淀粉的加工	(8)
1.2.2 甘薯淀粉的加工	(9)
1.2.3 木薯淀粉的加工	(12)
1.3 淀粉的质量及测定	(13)
第二章 淀粉的性质	(17)
2.1 淀粉的物理性质及组成	(17)
2.1.1 淀粉的组成	(17)
2.1.2 淀粉颗粒的性质	(19)
2.1.3 淀粉糊的性质	(19)
2.1.4 淀粉膜的性质	(23)
2.2 淀粉的化学性质	(24)
2.2.1 淀粉的化学结构	(24)
第三章 淀粉精细化学品	(27)
3.1 淀粉精细化学品	(29)
3.1.1 概述	(29)
3.1.2 淀粉精细化工产品的分类	(29)
3.2 淀粉基精细化工产品的主要性能	(31)

3.3	淀粉基精细化工产品的应用	(33)
3.3.1	在纺织工业的应用	(33)
3.3.2	在造纸工业的应用	(34)
3.3.3	在石油工业的应用	(35)
3.3.4	其他方面	(35)
第四章	物理变性淀粉	(37)
4.1	预糊化淀粉 (α -淀粉)	(37)
4.1.1	预糊化淀粉的生产工艺	(37)
4.1.2	预糊化淀粉的性质及应用	(38)
4.1.3	预糊化淀粉的产品规格	(39)
4.2	颗粒冷水溶胀淀粉	(40)
4.2.1	生产工艺	(40)
4.2.2	应用	(41)
4.3	分离淀粉	(42)
第五章	糊精	(43)
5.1	糊精的生产工艺	(43)
5.1.1	制备原理	(43)
5.1.2	生产工艺	(44)
5.2	糊精的性质	(46)
5.3	应用	(49)
第六章	淀粉糖	(50)
6.1	淀粉糖的生产原理	(50)
6.1.1	淀粉糖的酸水解	(50)
6.1.2	淀粉的酶水解	(53)
6.2	葡萄糖	(53)
6.2.1	生产工艺	(55)
6.2.2	葡萄糖的性质	(58)
6.2.3	葡萄糖的应用	(58)

6.3	麦芽糖	(59)
6.3.1	生产工艺	(59)
6.3.2	麦芽糖的性质	(61)
6.3.3	用途	(61)
6.4	果葡糖浆	(62)
6.4.1	果葡糖浆的生产工艺	(62)
6.4.2	果葡糖浆的性质及应用	(63)
第七章	酸变性淀粉	(65)
7.1	生产原理	(65)
7.2	生产工艺	(66)
7.3	性能及应用	(68)
7.3.1	性能	(68)
7.3.2	应用	(68)
第八章	氧化淀粉	(70)
8.1	次氯酸钠氧化淀粉	(71)
8.1.1	氧化机理	(71)
8.1.2	生产工艺	(73)
8.1.3	性质及应用	(75)
8.2	高锰酸钾氧化淀粉	(76)
8.2.1	氧化机理	(76)
8.2.2	氧化工艺	(76)
8.3	双氧水氧化淀粉	(79)
8.3.1	氧化机理	(79)
8.3.2	双氧水氧化工艺	(80)
8.4	双醛淀粉	(86)
8.4.1	氧化机理	(86)
8.4.2	生产工艺	(87)
8.4.3	性质与用途	(89)

第九章 淀粉酯	(92)
9.1 淀粉醋酸酯	(92)
9.1.1 低取代度淀粉醋酸酯的制备	(92)
9.1.2 高取代度淀粉醋酸酯的制备	(95)
9.2 淀粉磷酸酯	(97)
9.2.1 酯化机理	(98)
9.2.2 制备工艺	(99)
9.2.3 性质及应用	(105)
9.3 淀粉黄原酸酯	(107)
9.3.1 酯化机理	(108)
9.3.2 生产工艺	(108)
9.3.3 性质及应用	(111)
9.4 其他淀粉酯	(114)
9.4.1 淀粉烯基琥珀酸酯	(114)
9.4.2 淀粉硫酸酯	(119)
9.4.3 淀粉氨基甲酸酯 (尿素淀粉)	(120)
9.4.4 淀粉丁二酸酯	(121)
9.4.5 淀粉乙酰乙酸乙酯	(121)
9.4.6 淀粉硝酸酯	(122)
9.4.7 淀粉磺酸基丁二酸酯	(122)
9.4.8 淀粉乙酰丙酸酯	(124)
第十章 淀粉醚	(125)
10.1 羟烷基淀粉	(125)
10.1.1 羟乙基淀粉	(125)
10.1.2 羟丙基淀粉	(132)
10.2 羧烷基淀粉	(137)
10.2.1 羧甲基淀粉	(137)
10.3 阳离子淀粉	(148)

10.3.1	醚化机理	(148)
10.3.2	制备工艺	(150)
10.3.3	其他阳离子淀粉	(152)
10.3.4	性质与应用	(154)
第十一章	交联淀粉	(158)
11.1	交联机理	(159)
11.1.1	酯化交联反应机理	(159)
11.1.2	醚化交联反应机理	(160)
11.2	交联淀粉的制备工艺	(162)
11.2.1	以三偏磷酸钠为交联剂 的交联工艺	(162)
11.2.2	环氧氯丙烷的交联工艺	(163)
11.2.3	三氯氧磷的交联工艺	(164)
11.2.4	甲醛交联工艺	(165)
11.2.5	混合酸酐交联工艺	(165)
11.3	性质与应用	(165)
11.3.1	性质	(165)
11.3.2	应用	(167)
第十二章	接枝共聚淀粉	(169)
12.1	接枝共聚原理	(170)
12.1.1	铈离子盐的引发接枝 共聚机理	(171)
12.1.2	过氧化氢引发接枝共聚机理	(172)
12.1.3	过硫酸盐体系引发机理	(173)
12.1.4	锰 (Mn^{3+}) 盐和高锰酸钾 体系引发机理	(173)
12.1.5	辐射方法引发机理	(174)
12.2	制备工艺	(176)

12.2.1	吸水性接枝共聚物	(176)
12.2.2	水溶性接枝共聚物	(181)
12.2.3	热塑性高分子接枝共聚物	(183)
12.2.4	其他接枝共聚产品	(185)
12.3	性能与应用	(185)
12.3.1	性能	(185)
12.3.2	应用	(186)
第十三章	淀粉基表面活性剂	(190)
13.1	烷基糖苷 (APG)	(190)
13.1.1	合成原理	(191)
13.1.2	合成工艺	(192)
13.1.3	影响因素	(194)
13.1.4	性能与应用	(196)
13.2	多元醇葡萄糖苷类	(196)
13.2.1	合成原理	(196)
13.2.2	应用	(197)
13.3	葡萄糖胺	(198)
13.3.1	制备工艺	(198)
13.3.2	性质与应用	(198)
第十四章	生物变性淀粉	(200)
14.1	概述	(200)
14.1.1	工业发酵过程	(200)
14.1.2	发酵微生物	(202)
14.1.3	微生物的培养	(202)
14.2	有机酸	(204)
14.2.1	柠檬酸	(204)
14.2.2	乳酸	(212)
14.2.3	苹果酸	(217)

14.3	氨基酸	(223)
14.3.1	谷氨酸及其钠盐	(224)
14.3.2	L-赖氨酸	(234)
14.4	甘油	(241)
14.4.1	发酵原理	(242)
14.4.2	发酵工艺	(243)
14.4.3	发酵法制备甘油的产品 质量标准	(246)
14.5	环糊精	(247)
14.5.1	环糊精的分子结构	(247)
14.5.2	环糊精的性质	(248)
14.5.3	环糊精的应用	(250)
14.5.4	生产工艺	(252)
14.5.5	环糊精的质量标准	(255)
第十五章	淀粉及淀粉基精细化学品的常规分析	(256)
15.1	淀粉的常规分析	(256)
15.1.1	淀粉水分的测定	(256)
15.1.2	淀粉灰分的测定	(257)
15.1.3	淀粉斑点的测定	(258)
15.1.4	淀粉细度的测定	(259)
15.1.5	淀粉白度的测定	(259)
15.1.6	淀粉酸度的测定	(260)
15.1.7	淀粉中粗蛋白质含量的测定	(261)
15.1.8	淀粉粘度和粘度热 稳定性的测定	(263)
15.1.9	淀粉特性粘度的测定	(264)
15.1.10	布拉班德 (Brabender) 粘度曲线的测定	(267)

15.1.11	直链淀粉和支链淀粉 的测定	(268)
15.1.12	淀粉糊的透明度测定	(269)
15.1.13	淀粉糊的冻融 稳定性测定	(269)
15.2	淀粉精细化学品的常规分析	(271)
15.2.1	淀粉及其化学品 磷总含量的测定	(271)
15.2.2	淀粉及其化学品氯化物 含量测定方法	(274)
15.2.3	淀粉化学品 pH 值的测定	(276)
15.2.4	酸变性淀粉流度的测定	(276)
15.2.5	氧化淀粉羧基含量的测定	(277)
15.2.6	双醛淀粉中双醛含量的测定	(278)
15.2.7	氧化淀粉中羰基含量的测定	(279)
15.2.8	交联度的测定	(280)
15.2.9	交联淀粉中残留甲醛的测定	(281)
15.2.10	淀粉磷酸酯取代度的测定	(283)
15.2.11	阳离子淀粉取代度的测定	(284)
15.2.12	羟烷基淀粉取代度的测定	(285)
15.2.13	淀粉醋酸酯取代度的测定	(287)
15.2.14	羧甲基淀粉取代度的测定	(288)
15.2.15	二氧化硫含量的测定	(289)
15.2.16	氯丙醇的测定	(290)
15.2.17	高吸水性淀粉性能的测定	(292)
15.2.18	接枝淀粉接枝参数的测定	(293)
15.3	环糊精含量的测定	(296)
15.3.1	纸层析量斑定量分析法	(297)

目 录

15.3.2	分光光度法	(298)
15.4	淀粉糖的分析	(299)
15.4.1	淀粉含量的测定	(299)
15.4.2	还原糖的测定	(301)
15.4.3	麦芽糖的测定	(301)
15.4.4	糊精的测定	(302)
15.4.5	麦芽糖化力的测定	(303)
15.4.6	糖浆浓度的测定	(305)
15.4.7	糖浆酸度的测定	(305)
	参考文献	(306)

第一章 淀粉的来源及加工

淀粉在自然界分布十分广泛，主要存在于高等植物的根、茎、叶、果实和花粉等器官中，是植物通过光合作用把二氧化碳和水变成淀粉，并贮存于器官组织当中。淀粉的品种很多，一般按来源分为：

禾类淀粉：主要来源于玉米、米、大麦、小麦、燕麦、荞麦、高粱和黑麦等，主要存在于种子的胚乳细胞中。淀粉工业主要以玉米为原料进行加工，据统计，美国淀粉工业原料 95% 来自玉米，欧洲也 75% 以上取之于玉米。

薯类淀粉：薯类是高产作物，我国以甘薯、马铃薯和木薯为主，主要来源于块根和块茎，工业上以木薯和马铃薯为主。

豆类淀粉：主要来源于蚕豆、绿豆、豌豆等，这类淀粉直链淀粉含量较高。

其他淀粉：植物的果实（如香蕉、芭蕉、白果等），基髓（如米、豆苗、菠萝等）等中都含有淀粉。这些通常不作为淀粉加工的原料。

1.1 玉米淀粉的加工

1.1.1 玉米的分类及组成

不同产地、不同品种的玉米其工艺技术参数各不相同，为了有效地加工分离，必须进一步认识玉米的种类及玉米颗粒的组成。常见玉米的分类方法有两类：

1. 按中国国家标准 GB1353 - 1999 分类

玉米可分为黄玉米、白玉米和混合玉米。该分类主要依据是玉米的外观和颜色。

2. 按粒形、硬度及用途分类

按粒形、硬度及用途可分为普通玉米和特殊玉米。

a. 普通玉米又可分为：

马齿型：颗粒呈马齿形，胚乳的两侧为卤质，中央和顶端均为粉质。

硬粒型：颗粒呈圆形或短方形，胚乳周围全是角质。

中间型：马齿型和硬粒型各占一半。

硬偏马型：硬粒型占 75% 左右。

马偏硬型：马齿型占 75% 左右。

b. 特种玉米可分为：

高直链玉米：该种玉米的特点是所含淀粉中直链淀粉含量高，高达 80%，而普通玉米中仅 28%。但较普通玉米而言，其中淀粉占颗粒的比例仍较低，蛋白质含量也较高。

糯玉米：又叫蜡质玉米，起源于我国。其特点是颗粒的淀粉中几乎全部是支链淀粉。

高赖氨酸玉米：其特点是颗粒蛋白中玉米醇溶蛋白含量下降，优质玉米谷蛋白比例相应提高，使得赖氨酸含量大大提高。

甜玉米：甜玉米的特点是相比普通玉米含有更多的低聚糖和水溶性多糖。

高油玉米：是一类具有较高脂肪含量的玉米品种，其油分高达 15%。

爆裂玉米：该品种属硬粒型，在常压下容易膨胀，加温易膨胀形成玉米花。

3. 玉米颗粒的组成

玉米颗粒主要由胚乳、皮层、胚芽和根帽等组成。

胚乳是玉米颗粒的最大组成部分，约占 80% ~ 84%。主要由蛋白质基质包埋的淀粉粒和蛋白质颗粒组成，是淀粉的贮存区。胚乳分角质和粉质两类，角质胚乳结构紧密，硬度大，透明而有光泽，因此在淀粉加工中玉米需要充分浸泡，只有这样才能保证淀粉回收。角质胚乳中蛋白质含量高于粉质胚乳。

皮层是由果皮、种皮和糊粉层组成。果皮是玉米颗粒的外衣，外面还有一层蜡状角质膜。种皮是一层极薄的栓化膜，类似于半透膜，保护玉米颗粒免受霉菌及有害液体侵蚀。糊粉层居于种皮和胚乳之间，蛋白质含量较高。淀粉加工时和果皮同属于纤维部分被分离。

胚芽：弹性大，不易破碎，占玉米颗粒干重的 10% ~ 13%，淀粉加工时全部被分离出来，其脂肪含量达 35% ~ 40%，这部分若分离不彻底，将影响到淀粉的收率及淀粉的质量。

根帽：根帽是把种子连接在穗轴上的果梗残余，加工时作为残渣去除。

普通玉米通常是工业玉米淀粉生产的主要原料，它的化学组成如表 1-1 所示。

表 1-1 普通玉米的化学组成

化学成分	水分 /%	淀粉 /%	蛋白质 /%	油脂 /%	灰分 /%	纤维 /%	糖/%
范围	7~23	64~78	8~10	3.1~5.7	1.1~3.9	1.8~3.5	1.0~3.0

1.1.2 玉米淀粉的加工工艺

玉米经过清理除去杂质称重后，采用亚硫酸水溶液浸泡软化，然后破碎籽粒，分离出胚芽，再通过精磨去除纤维。将得到的淀粉和蛋白质混合液进一步分离得到淀粉乳，再精制得精淀

粉。详细生产工艺流程见图 1-1。

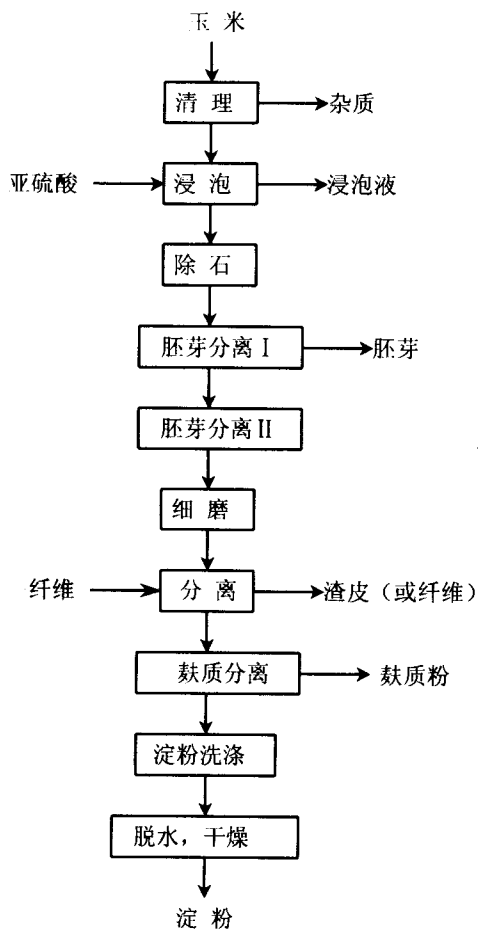


图 1-1 玉米淀粉生产工艺流程

玉米淀粉生产中最主要的是清理、浸泡、胚芽分离、细磨、

纤维分离、麸皮分离和淀粉干燥。

1. 清理

玉米的清理主要采用干法清理。干法清理是利用清理设备去除玉米中所含杂质的总称。干法清理的原理是根据玉米和杂质粒径、相对密度的差异以及杂质的其他物理特性，通常采用筛选、风选、磁选等方法达到清理的目的。基本工艺流程见图 1-2。

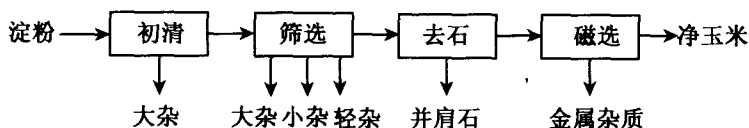


图 1-2 玉米淀粉清理工艺流程图

2. 浸泡

玉米浸泡的主要目的是改变胚乳结构和物理化学性质，削弱蛋白质基质内的联结键，降低玉米颗粒的机械强度，浸出可溶性物质，同时可抑制微生物的有害活动。玉米中的主要成分淀粉、脂肪、纤维素、戊聚糖的数量大致上没有改变，但和未浸泡前相比略有增加，详见表 1-2。

玉米淀粉浸泡分为静止浸泡和逆流扩散浸泡。

静止浸泡是用一定温度的亚硫酸溶液单罐浸泡玉米，各罐的浸泡液不相互输送。因此此法浸泡除第一次浸出液中可溶物含量较高外，其他浸泡液浓度依次降低，浸泡液耗量大，浓缩时能耗高，经济效益很差。

逆流扩散浸泡是把若干个浸泡罐串联起来，浸泡水不是和新鲜玉米同时打入，其流动方向和玉米中可溶物含量升高的方向正好相反。其优点是玉米和浸泡水中可溶性物质始终保持一定的浓度差，促使可溶物质向浸泡水中转移。该法得到的浸出液浓度较