

淀粉糖品 生产与应用手册

(第二版)

尤新 主编

**PRODUCTION AND
APPLICATION
OF STARCH SUGAR
HANDBOOK**

淀粉糖食品

生产与应用手册

(第二版)

第二版

PRODUCTION AND
APPLICATION
OF STARCH SUGAR
HANDBOOK

中国轻工业出版社

淀粉糖品生产与应用手册 (第二版)

尤新 主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

淀粉糖品生产与应用手册/尤新主编. —2版. —北京:
中国轻工业出版社, 2010. 5
ISBN 978-7-5019-7468-9

I. ①淀… II. ①尤… III. ①淀粉糖品—手册
IV. ①TS245. 4—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 000821 号

责任编辑: 涂润林 责任终审: 张乃柬 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 王超男 责任校对: 燕杰 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: 2010年5月第2版第1次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 23

字数: 531千字

书号: ISBN 978-7-5019-7468-9

定价: 56.00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

80987K1X201ZBW

序

淀粉糖工业是高科技生物工程的重要组成部分,是发酵工业制品乃至许多食品的物质基础,是淀粉深加工产量最大的产品。目前,淀粉糖已不仅仅是食糖市场的重要补充,在改善人民的生活质量、提高生活水平方面也扮演着越来越重要的角色。这使得它的消费领域不断扩大,消费数量迅速增长,为推动食品工业的发展和促进以生物科技带动农业产业化发展作出了重要贡献。

我国淀粉糖行业从“九五”后期开始迅速发展,由于行业生产工艺和技术的进步,生产效率和质量不断提高,产品成本大幅下降,市场逐渐扩大。特别是“十五”、“十一五”期间,淀粉糖工业在规模、产量、品种、技术水平等各方面更是迈上了一个新的台阶。综观目前淀粉糖工业的发展,呈现出企业规模和产业集中度不断提高,产业竞争力显著增强,产品质量和食品安全水平不断上升,标准建设有序开展,重视资源节约和环境保护,节能减排初见成效,企业品牌效应日渐突出的特点。

为了引导我国玉米深加工健康、有序地发展,2007年9月国家发改委下发了《关于促进玉米深加工健康发展的指导意见》。其中特别指出在“十一五”期间,玉米深加工结构调整的重点是提高淀粉糖、多元醇等国内供给不足产品的市场,这为淀粉糖工业健康可持续发展提供了有力的政策保障。在当今的市场经济条件下,我们全体行业同仁要用发展的眼光去看待当前的形势,勇于创新,明确发展方向,努力开拓淀粉糖工业的新局面。

《淀粉精品生产与应用手册》的修订、出版是新形势下淀粉糖工业发展的需要,也是近十多年来淀粉糖生产成功经验和技术发展动态交流和探讨的需要,为此,我国淀粉糖领域尤新等老一辈资深专家和许多有丰富实践经验的骨干企业的专家们,付出了不懈的努力,尽心尽力精心编撰了本书。我相信,不仅对于淀粉糖行业,而且对于淀粉糖相关行业从事研发、生产和应用的工程技术人员、企业管理人员、生产一线员工,本书无疑是一本能提供指导和非常实用的工具书,对相关专业的在校院校师生,本书也可作为教学参考。我希望读者能以愉快的心情阅读本书,领略书中的精华,步入淀粉糖的精彩世界。

石维忱
中国发酵工业协会理事长
2009年11月

前 言

《淀粉糖品生产与应用手册》于1997年6月出版,至今已有十多年。在此期间,我国的淀粉糖生产得到了迅速的发展,取得了举世瞩目的成就,1997年我国淀粉糖总产量不到50万t,而2007年已达到500多万t,产量仅次于美国,居世界第二。1997年时,我国规模最大的企业年产量仅1万t。进入21世纪,新建淀粉糖企业,10万t级成为基建起点。现有最大规模企业产能达80万~100万t。全国淀粉糖20强企业占总产量80%以上。玉米原料利用率从不到95%提高到97.5%,生产1t淀粉消耗的玉米量从1.7t降至1.5t,耗水从6t降至2~3t。淀粉糖新产品开发加快,包括糖醇,品种由16种增至32种。淀粉糖质量显著提高,达到国际水平,竞争力提高。出口全面增长,2006年淀粉糖出口45.4万t,创汇3.14亿美元;2007年出口66.3万t,创汇4.18亿美元。

以上这些成绩的取得,是由于国家扶植玉米深加工的政策给予了行业发展的有利条件,同时应该感谢全行业的职工和专家的辛勤劳动,感谢他们付出的心血和汗水。使我国淀粉糖从手工作坊式的生产,转变成具有国际先进水平的新兴行业。淀粉糖为全国广大消费者提供了丰富多彩的糖食品,亦为国家平抑糖价的波动发挥了重要作用。

总结十多年的经验,我国淀粉糖产业的发展,不是照搬国外的经验,而是根据自己的国情,本着建设自主创新、资源节约、环境友好、循环经济型的中国淀粉糖工业的原则,取得了辉煌的成果。特别是淀粉糖中的高端产品——功能性低聚糖的发展,不仅促进了淀粉糖产业的结构升级,而且也推动了健康食品、饮料的发展。为了交流十多年来淀粉糖生产的成功经验,取长补短,进一步提高行业的核心竞争力,给淀粉糖行业职工、领导者以及广大研究开发工作者提供一些当今国内外发展动向和最新技术成就,我们决定对《淀粉糖品生产与应用手册》作重大修正和补充。我们组织权威性单位撰写专业章节,如淀粉糖生产用酶制剂,由国际著名酶制剂生产商诺维信公司执笔;麦芽糖和葡萄糖浆由全国规模最大,出口量最高的鲁洲集团编写;结晶葡萄糖由产量世界第一的西王糖业有限公司执笔;低聚糖由全国产量最大,品种最多,也是世界上较大的低聚糖生产企业保龄宝生物股份有限公司执笔。在淀粉生产部分增补了原料利用率、污水处理、副产品深加工等章节。在糖醇方面,增补了国内外发展动向、赤藓醇和甘露醇等。

现将执笔者分工列表如下:

- 第一章 原料淀粉及生产 尤新教授
- 第二章 淀粉糖品生产用酶制剂 吕建斌、郝建明高级工程师
- 第三章 淀粉酶法水解技术 王兆光高级工程师
- 第四章 麦芽糊精 赵玉斌、牛继超、王德友高级工程师
- 第五章 酸水解淀粉糖浆 赵玉斌、牛继超、王德友高级工程师

第六章	麦芽糖	赵玉斌、牛继超、王德友、余淑敏高级工程师
第七章	全糖	尤新教授
第八章	结晶葡萄糖	李伟博士、梁恺高级工程师
第九章	果葡糖浆	刘宗利、王乃强高级工程师
第十章	功能性低聚糖	刘宗利、王乃强高级工程师
第十一章	糖醇	尤新教授
附录		余淑敏高级工程师

本次修订工作得到行业内各骨干企业和专家的鼎力支持,得到中国轻工业出版社的热情协助。同时特别要感谢保龄宝生物股份有限公司的大力赞助。由于时间关系,错误难免,请读者批评指正。

尤新 余淑敏
2009年6月

目 录

第一章 原料淀粉及生产	(1)
第一节 湿法生产玉米淀粉	(1)
一、工艺流程及工艺参数	(2)
二、玉米淀粉生产的物料平衡	(4)
三、主要生产设备	(5)
四、原辅材料及能源消耗	(6)
五、产品质量指标	(6)
第二节 干法生产玉米淀粉	(6)
一、工艺流程	(7)
二、产品质量规格	(8)
三、万吨级干法玉米淀粉主要技术指标	(9)
四、主要生产设备	(9)
五、国外干法玉米淀粉产率及指标	(9)
第三节 污水处理与综合利用	(10)
一、污水处理	(10)
二、玉米淀粉生产副产品的综合利用	(12)
第二章 淀粉糖品生产用酶制剂	(15)
第一节 概述	(15)
一、酶制剂的特性	(15)
二、酶法转化的特点	(16)
第二节 淀粉糖及发酵工业用酶制剂的种类与特性	(17)
一、 α -淀粉酶	(18)
二、淀粉葡萄糖苷酶	(20)
三、脱支酶	(21)
四、固定化葡萄糖异构酶	(23)
五、其他酶类	(25)
第三章 淀粉酶法水解技术	(28)
第一节 液化技术及设备	(28)
一、液化理论	(28)
二、喷射液化工艺	(35)
三、液化部分的关键设备——蒸汽喷射液化器	(37)

第二节 糖化技术及设备	(40)
一、糖化理论	(40)
二、糖化工艺	(43)
第三节 酶法制糖净化技术	(43)
一、设备对过滤的影响	(44)
二、酶制剂对过滤的影响	(44)
三、工艺对过滤的影响	(45)
第四章 麦芽糊精	(47)
第一节 麦芽糊精的生产原理与物理性质	(47)
一、生产原理	(47)
二、物理性质	(49)
第二节 麦芽糊精的生产工艺与设备	(52)
一、原料预处理	(53)
二、液化	(55)
三、过滤	(56)
四、脱色	(57)
五、真空浓缩	(58)
六、喷雾干燥	(58)
七、包装	(62)
八、主要生产设备	(62)
第三节 麦芽糊精生产的主要原辅材料	(62)
一、原辅材料的性质	(62)
二、原辅材料的消耗	(66)
第四节 麦芽糊精的主要用途	(66)
一、在糖果工业中的应用	(66)
二、在饮料工业中的应用	(67)
三、在其他食品中的应用	(67)
四、在造纸工业中的应用	(68)
五、在其他行业中的应用	(68)
第五章 酸水解淀粉糖浆	(69)
第一节 概述	(69)
一、酸水解淀粉糖浆的种类、性质和用途	(69)
二、淀粉的酸水解反应及其糖化机理	(70)
三、酸水解淀粉糖浆生产工艺流程图	(71)
第二节 淀粉的酸糖化	(72)
一、糖化工艺条件的确定及对原料的要求	(72)
二、间断糖化	(74)
三、连续糖化	(74)
第三节 糖液的精制	(75)

一、糖液中的杂质及其来源	(75)
二、中和工艺及设备	(76)
三、脱色工艺及设备	(78)
四、离子交换工艺及设备	(78)
第四节 糖液的蒸发	(79)
一、蒸发方式的选择	(80)
二、蒸发设备	(80)
第五节 产品的贮存与包装	(81)
一、产品的贮存	(81)
二、产品的包装	(82)
第六章 麦芽糖	(83)
第一节 麦芽糖的制法	(83)
一、淀粉的液化	(84)
二、淀粉的糖化	(85)
三、麦芽糖饴	(86)
四、麦芽糖浆	(90)
第二节 固体麦芽糖	(94)
一、含麦芽糖 90% 以上高麦芽糖浆的制法	(94)
二、固体麦芽糖的制法	(95)
第三节 麦芽糖的应用	(96)
一、麦芽糖的性质	(96)
二、麦芽糖的用途	(96)
第七章 全糖	(97)
第一节 酸法制全糖	(97)
一、概述	(97)
二、工艺流程	(97)
第二节 酶法制全糖	(98)
一、淀粉制全糖	(100)
二、粗粉(大米粉、玉米粉)制全糖	(107)
第八章 结晶葡萄糖	(110)
第一节 概述	(110)
一、结晶葡萄糖的分类	(110)
二、结晶葡萄糖的物理性质	(111)
三、葡萄糖在水溶液中的平衡体系	(113)
第二节 葡萄糖结晶工艺	(118)
一、葡萄糖结晶工艺流程	(118)
二、葡萄糖结晶操作	(120)
第三节 结晶葡萄糖主要生产设备	(125)
一、结晶理论与结晶设备	(126)

二、分离设备	(135)
三、干燥与筛分设备	(137)
第九章 果葡糖浆	(142)
第一节 概述	(142)
一、果葡糖浆的成分	(142)
二、果葡糖浆的特性	(142)
第二节 果葡糖浆酶法生产技术	(144)
一、酶的异构化技术	(145)
二、果葡糖浆生产技术	(145)
第三节 果葡糖浆的应用	(147)
一、果葡糖浆在食品工业中的应用	(148)
二、果葡糖浆在其他行业中的应用	(149)
第四节 结晶果糖简介	(150)
第十章 功能性低聚糖	(151)
第一节 低聚异麦芽糖	(154)
一、低聚异麦芽糖的理化性质	(155)
二、低聚异麦芽糖的生理功效	(160)
三、低聚异麦芽糖的生产工艺	(165)
四、低聚异麦芽糖的应用	(166)
第二节 低聚龙胆糖	(167)
一、低聚龙胆糖的理化性质	(168)
二、低聚龙胆糖的生理功效	(169)
三、低聚龙胆糖的酶法生产工艺	(170)
四、低聚龙胆糖的分析和应用	(172)
第三节 海藻糖	(175)
一、海藻糖的理化特性	(175)
二、海藻糖的功能特性	(176)
三、海藻糖的生产方法	(179)
四、海藻糖的产品标准	(182)
五、海藻糖的应用	(183)
第四节 其他低聚糖	(185)
一、低聚半乳糖	(185)
二、低聚果糖	(186)
三、乳酮糖	(187)
四、低聚乳果糖	(187)
五、棉籽糖	(188)
六、水苏糖	(188)
七、大豆低聚糖	(189)
八、低聚木糖	(189)

九、帕拉金糖	(189)
十、麦芽低聚糖	(190)
十一、偶联糖	(190)
十二、低聚壳聚糖	(190)
十三、低聚糖在食品中的应用	(190)
第十一章 糖醇	(193)
第一节 概述	(193)
一、糖醇的物理特性	(193)
二、糖醇的生理特性	(196)
三、国外糖醇发展状况	(197)
四、糖醇在食品工业中的应用	(200)
第二节 山梨醇	(201)
一、概况	(202)
二、淀粉制取山梨醇	(203)
三、蔗糖制取山梨醇	(214)
四、山梨醇的质量标准和原料消耗	(216)
五、山梨醇的应用	(217)
第三节 麦芽糖醇	(220)
一、麦芽糖醇的主要特性	(220)
二、麦芽糖醇的生产工艺	(222)
三、麦芽糖醇质量标准和原料消耗	(224)
四、麦芽糖醇在食品工业中的应用	(225)
第四节 甘露醇	(227)
一、甘露醇的性质	(227)
二、甘露醇的生产工艺	(227)
三、甘露醇市场	(228)
四、甘露醇的质量标准	(228)
五、甘露醇的应用	(229)
第五节 赤藓醇	(230)
一、赤藓醇的性质和功能	(230)
二、赤藓醇的生产工艺	(231)
三、赤藓醇的质量指标	(232)
四、赤藓醇在食品中的应用	(232)
附录一 有关原料和产品的标准及试验方法	(235)
玉米(GB 1353—2009)	(235)
大米(GB 1354—2009)	(238)
食用玉米淀粉(GB/T 8885—2008)	(242)
食用小麦淀粉(GB/T 8883—2008)	(244)
食品添加剂 α -淀粉酶制剂(GB 8275—1987)	(245)

食品添加剂 糖化酶制剂(GB 8276—2006)	(246)
食品添加剂 α -葡萄糖转苷酶(QB 2525—2001)	(248)
耐高温 α -淀粉酶制剂(QB/T 2306—1997)	(249)
食品添加剂 真菌 α -淀粉酶(QB 2526—2001)	(251)
食品添加剂 固定化葡萄糖异构酶制剂(GB 8274—1987)	(252)
淀粉糖卫生标准(GB 15203—2003)	(253)
麦芽糊精(GB/T 20884—2007)	(255)
麦芽糖(GB/T 20883—2007)	(260)
葡萄糖浆(GB/T 20885—2007)	(265)
食用葡萄糖(GB/T 20880—2007)	(284)
果葡糖浆(GB/T 20882—2007)	(289)
低聚异麦芽糖(GB/T 20881—2007)	(305)
功能性低聚糖通用技术规则(QB/T 2492—2000)	(313)
食品添加剂 山梨糖醇液(GB 7658—2005)	(315)
淀粉产品质量监督抽查实施规范(CCGF 111.1—2008)	(327)
淀粉制品产品质量监督抽查实施规范(CCGF 111.2—2008)	(331)
附录二 国内外有关淀粉糖品的统计资料	(335)
附表 2-1 淀粉糖的主要品种	(335)
附表 2-2 1997/1998—2007/2008 年制糖期我国食糖产量	(335)
附表 2-3 2004—2008 年我国淀粉糖类主要产品出口情况	(336)
附表 2-4 部分低聚糖的有效剂量和一般摄入量	(340)
附表 2-5 2000—2008 年我国山梨醇产量以及进出口情况	(340)
附表 2-6 2000—2008 年我国甘露醇进出口情况	(340)
附录三 常用数据表	(341)
附表 3-1 玉米淀粉乳浓度与波美度和相对密度关系表	(341)
附表 3-2 糖液的糖锤度与波美度对照表(20℃)	(344)
附表 3-3 原料及淀粉的相对密度	(345)
附表 3-4 各种淀粉的粉尘爆炸特性	(346)
附表 3-5 原料及淀粉的平衡含水率	(346)
附表 3-6 淀粉粒的结晶化度	(347)
附表 3-7 各种淀粉的直链淀粉含量	(347)
附表 3-8 淀粉的糊化温度	(347)
附表 3-9 粮食籽粒中的淀粉含量	(347)
附表 3-10 各种糖品的相对甜度	(347)
附表 3-11 相等甜度的糖溶液浓度	(348)
附表 3-12 含水 α -葡萄糖吸潮性	(348)
附表 3-13 淀粉糖浆黏度	(349)
附表 3-14 糖液冰点降低比较	(349)
附表 3-15 不同葡萄糖异构体性质比较	(349)
附表 3-16 几种淀粉液化黏度比较	(349)
参考文献	(350)

第一章 原料淀粉及生产

淀粉糖是淀粉深加工的主要产品,我国虽然有 2000 多年生产淀粉糖的历史,但 20 世纪 90 年代中,我国仅生产麦芽糖和葡萄糖浆两个淀粉糖品种,且年产 30 万~40 万 t;1999 年时我国淀粉糖产量还不到 60 万 t,最大规模企业年产量仅 1 万 t。进入 21 世纪,我国的淀粉糖产业有了较快的发展:第一,产量有了较大的逐年提高。2000 年产量 100 万 t,2001 年 140 万 t,2002 年 200 万 t,2003 年 300 万 t,2004 年 340 万 t,2005 年 420 万 t,2007 年 594 万 t。第二,企业产能提高。目前新建淀粉糖企业,10 万 t 级成为基建起点。现有最大规模企业年产能达 80 万~100 万 t。全国淀粉糖企业前 20 强的产量占总产量的 80% 以上。第三,淀粉糖新产品开发加快。以糖醇为例,品种已经增至 32 种。第四,淀粉糖质量显著提高,品质符合国际水平,竞争力提高,出口全面增长。2006 年淀粉糖出口 45.4 万 t,创汇 3.14 亿美元;2007 年出口 66.3 万 t,创汇 4.18 亿美元。淀粉糖产业的发展为广大消费者提供了丰富多彩的糖食品,亦为国家平抑糖价的波动发挥了重要作用。

综合分析,淀粉糖迅速发展得益于我国玉米深加工产业,也就是玉米淀粉产量的迅速提高。2006 年,我国玉米淀粉产量 1050 万 t,比上年增长 16%,吉林、山东、河北、河南四省的产量占总产量的 70% 以上。2007 年我国玉米淀粉产量超过 1500 万 t。

世界上生产淀粉的原料均以玉米为主,以玉米为原料的淀粉占 80% 以上,美国达 90%,欧洲达 80%。少量的是以小麦和马铃薯为原料生产淀粉。淀粉糖的原料也均以玉米淀粉为主。我国淀粉原料的选择,因考虑到来源保证、不和口粮发生矛盾,以及加工的经济效益等因素,十多年来重点发展玉米淀粉。全国除广西等有一定规模的木薯淀粉生产,西北有一些小型马铃薯淀粉生产外,玉米淀粉占 85% 以上。选用玉米淀粉为淀粉糖的原料是因为玉米淀粉最廉价。2009 年 1 月,我国华北地区玉米淀粉每 1t 1900 元,而木薯淀粉每 1t 2300~2400 元,马铃薯淀粉每 1t 5000 元。薯类淀粉因价格太高而不被淀粉糖生产企业选用。不过薯类淀粉有自己独特的用途,可用于生产附加值高于淀粉糖的产品,如国内外用马铃薯淀粉生产鳗鱼饲料、方便面添加剂,木薯淀粉主要用于生产造纸工业中的涂饰剂等。

国际上成熟的玉米淀粉生产工艺有湿法和干法两种。美国是世界上玉米加工量最大的国家,玉米淀粉加工以湿法为主,但每年仍有约 400 万 t 的玉米淀粉以干法生产。

第一节 湿法生产玉米淀粉

国际上多采用湿磨工艺生产玉米淀粉,其工艺流程可分为开放式和封闭式(派生部分封闭式)两种。在开放式流程中,玉米浸泡和全部洗涤水都用新水,因此该流程耗水多,干物质损失大,排污量也多。封闭式流程只在最后的淀粉洗涤时用新水,其他用水工序都用工艺水,因此新水用量少,干物质损失小,污染大为减轻,但技术要求高,一次性投入大。

一、工艺流程及工艺参数

湿法玉米淀粉的生产工艺流程如图 1-1 所示。

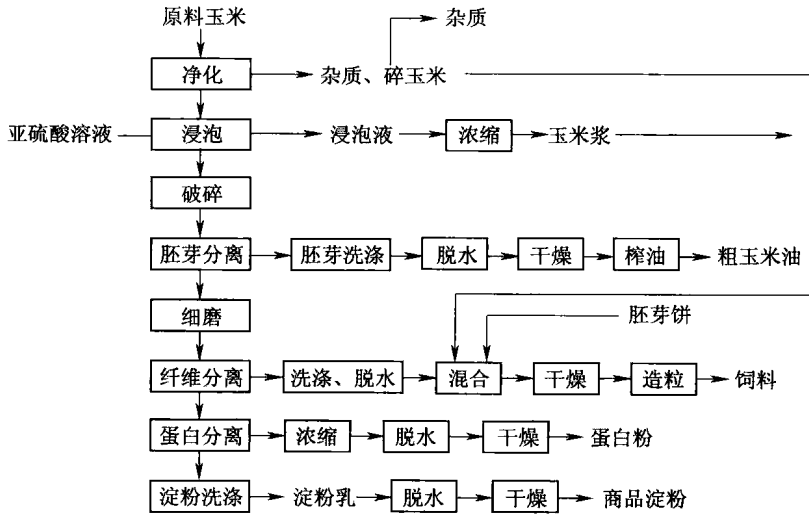


图 1-1 湿法玉米淀粉生产工艺流程图

1. 玉米贮存与净化

原料玉米经地秤计量后卸入玉米料斗,经输送机、斗式提升机进入原料贮仓,经振动筛选、除石、磁选等工序净化,计量后去净化玉米仓。由玉米仓出来的玉米用水力或机械输送至浸泡系统。水力输送速度为 0.9~1.2m/s,玉米和输送水的比例为 1:(2.5~3),温度为 35~40℃,经脱水筛,脱除的水再作输送水用,湿玉米进入浸泡罐。

2. 玉米浸泡

玉米的浸泡是在亚硫酸水溶液中逆流进行的。一般采用半连续流程。浸泡罐 8~12 个,浸泡过程中玉米在罐内静止,用泵将浸泡液在罐内一边自身循环一边向前一级罐内输送,始终保持新的亚硫酸溶液与浸泡时间最长(即将结束浸泡)的玉米接触,而新入罐的玉米与即将排出的浸泡液接触,从而保持最佳的浸泡效果。浸泡温度(50±20)℃,浸泡时的亚硫酸浓度为 0.2%~0.25%,浸泡时间 60~70h。完成浸泡的浸泡液即稀玉米浆含干物质 7%~9%,pH3.9~4.1。送到蒸发工序浓缩成含干物质 40% 以上的玉米浆。浸泡终了的玉米含水 40%~46%,含可溶物不大于 2.5%,用手能挤裂,胚芽完整地挤出。其酸度为:对 100kg 干物质用 0.1mol/L NaOH 标准液中和,用量不超过 70mL。

3. 玉米的破碎

浸泡后的玉米由湿玉米输送泵经除石器进入湿玉米贮斗,再进入头道凸齿磨,将玉米破碎成 4~6 瓣,含整粒玉米量不超过 1%,并分出 75%~85% 的胚芽,同时释放出 20%~25% 的淀粉。破碎后的玉米用胚芽泵送至胚芽一次旋液分离器,分离器顶部流出的胚芽进洗涤系统,底流物经曲筛滤去浆料,筛上物进入二道凸齿磨,玉米被破碎为 10~12 瓣。在此浆料中不应含有整粒玉米,处于结合状态的胚芽不超过 0.3%。经二次破碎的浆料被胚芽泵送至二次旋液分离器;顶流物与经头道磨破碎和曲筛滤出的浆料混合,一起进入一次胚芽分离器,底流浆料进入细磨工序。进入一次旋流分离器的淀粉悬浮液浓度为 7~9°Bé,压力为

0.45 ~ 0.55MPa。进入二次旋流分离器的淀粉浆料浓度为 7 ~ 9°Bé, 压力为 0.45 ~ 0.55MPa, 胚芽分离过程的物料温度不低于 35℃。

4. 细磨

经二次旋流分离器分离出胚芽后的稀浆料通过压力曲筛, 筛下物为粗淀粉乳, 淀粉乳与细磨后分离出的粗淀粉浆液汇合后进入淀粉分离工序; 筛上物进入冲击磨(针磨)进行细磨, 最大程度地使与纤维连结的淀粉游离出来。经磨碎后的浆料中, 连结淀粉的含量不大于 10%。

5. 纤维的分离、洗涤、干燥

细磨后的浆料进入纤维洗涤槽, 在此与以后洗涤纤维的洗涤水一起用泵送到第一级压力曲筛。筛下分离出粗淀粉乳, 筛上物再经 5 级或 6 级压力曲筛逆流洗涤, 洗涤工艺水从最后一级筛前加入, 通过筛面, 携带着洗涤下来的游离淀粉逐级向前移动, 直到第一级筛前洗涤槽中, 与细磨后的浆料汇合, 共同进入第一级压力曲筛, 分出粗淀粉乳。该乳与细磨前筛分出的粗淀粉乳汇合, 进入淀粉分离工序。筛面上的纤维、皮渣与洗涤水逆流而行, 从第一筛向以后各筛移动, 经几次洗涤、筛分后, 从最后一级曲筛筛面排出, 然后经螺旋挤压机脱水送至纤维饲料工序。

工艺参数: 细磨后浆料浓度为 13 ~ 17°Bé, 压力曲筛进料压力 0.25 ~ 0.3MPa, 洗涤用水温度 45℃, 可溶物含量不超过 1.5%, 纤维洗涤用水量 210 ~ 230L/100kg 干玉米, 洗涤后纤维中含游离淀粉 3% (干物质)。粗淀粉乳中细渣含量 0.1g/L, 进入螺旋挤压机湿皮渣含水 60% 左右, 压榨后皮渣含水 50% ~ 55%。

6. 淀粉的分离、洗涤、干燥

由细磨前后曲筛分离得的粗淀粉经除砂器、回转过滤器进入分离麸质、淀粉的主离心机。顶流分出麸质水(浓度 1% ~ 2%), 送浓缩分离机, 底流淀粉乳浓度 19 ~ 20°Bé, 送十二级旋流分离器进行逆流洗涤。洗涤水用新鲜水, 水温 40℃。经十二级旋流器洗涤后的淀粉乳含水 60%, 蛋白质含量小于 0.35%, 去精淀粉乳贮罐进行脱水干燥。由第一级旋流器顶流的澄清液作为主离心机的洗水。

7. 蛋白质分离与干燥

从主离心机顶流分离出的麸质水(含固形物 2% 左右)经过滤器进入(麸质)浓缩离心机, 顶流为工艺水, 进入工艺水贮槽, 其固形物含量 0.25% ~ 0.5%, 供胚芽、纤维洗涤用。底流浓缩后的麸质水(含固形物约 15%), 经转鼓式真空吸滤机脱水, 得湿蛋白质, 其中含水 50% ~ 55%, 用管式干燥机干燥, 经冷却、包装后出厂。真空过滤机保持真空度 0.053 ~ 0.067MPa(400 ~ 540mmHg)。

8. 胚芽洗涤、干燥和榨油

自一级胚芽旋流器顶部流出的胚芽, 经三级曲筛洗涤后(含水分 75% 以上), 进入胚芽挤压脱水机, 经脱水后的湿胚芽含水约 55%, 送至管束式干燥机, 得到干胚芽(水分含量 ≤ 5%, 含油率 ≥ 48%, 淀粉含量 ≤ 10%) 后送压胚机破胚, 经炒锅蒸炒, 然后入榨油机榨油, 胚芽油经沉淀槽及粗油过滤器装桶后出厂。胚芽饼可作为产品或混入纤维饲料出厂。

9. 玉米浆蒸发

含固形物 5% ~ 7% 的稀玉米浆, 通过三效降膜式蒸发系统, 浓缩至固形物含量 45% ~ 50%, 与湿纤维和胚芽饼混合一起干燥后作为饲料出厂, 或以玉米浆的形式直接作为

抗生素企业培养基的营养液出售。

10. 纤维饲料干燥造粒

湿纤维、胚芽饼、玉米浆加在一起混合后,送至管束式干燥机干燥至含水 12% 左右进行造粒,成为含蛋白质 21% 的纤维饲料出厂。

二、玉米淀粉生产的物料平衡

1. 玉米质量

含淀粉 $\geq 70\%$, 碎玉米及杂质含量 $\leq 3\%$, 蛋白质含量 8% ~ 10%, 脂肪含量 4% ~ 4.8%。

2. 物料平衡基数

原料玉米含水 14%, 杂质 1%, 碎玉米 2%, 淀粉提取率 94.3%, 淀粉(干基)收率 66%, 蛋白质收率 6.6%, 胚芽收率 6.9%, 纤维收率 12.5%, 玉米浆收率 6.0%, 损失 2%。

3. 物料平衡图(见图 1-2)

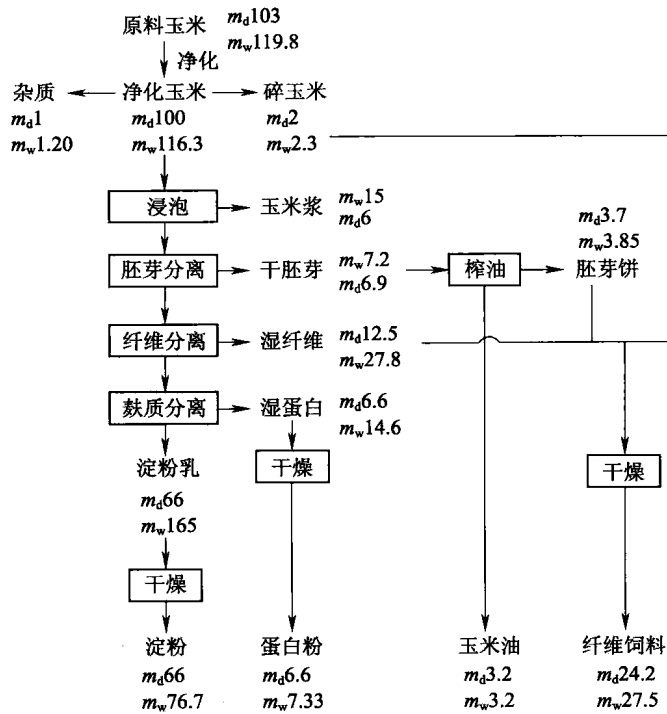


图 1-2 玉米淀粉生产的物料平衡图

注:以 100kg 干基玉米为基础, m_d 为干基质量(kg), m_w 为含水物料质量(kg)。

10 万 t 淀粉厂的主副产品产量为:

原料玉米 155740t(含水 14%), 每 1t 淀粉需 1.56t 原料玉米。

净化玉米 151190t(含水 14%), 每 1t 淀粉需 1.51t 净化玉米。

淀粉 100000t(含水 14%)。

蛋白粉 9529t(含蛋白质 60%, 含水 10%)。

粗玉米油 4160t。

纤维饲料 35750t(含蛋白质 21%, 含水 12%)。