

食品工业丛书

淀粉
深度加工新技术

董仁威 编著

四川科学技术出版社

淀粉深度加工新技术

董仁威 编著

四川科学技术出版社

责任编辑：洪荣泽
封面设计：李 勤
技术设计：李迎军

淀粉深度加工新技术

董仁威 编著

四川科学技术出版社出版发行

(成都盐道街三号)

四川省新华书店经销

四川安岳县印刷厂印刷

ISBN7-5364-0477-8/TS28

1988年11月第1版 开本787×1092mm 1/32

1988年11月第1次印刷 字 数 372千

印 数 1—5220册 印 张 17 插 页

定 价：4.70元

内 容 简 介

粮食加工成淀粉,可使粮食增值50~100%。再将淀粉进行多层次的深度加工,可生产2千多种各类产品,使淀粉增值3~20多倍。本书旨在介绍市场前景好、增值多、经济效益好的淀粉及淀粉质原料深度加工新产品的生产技术,介绍提高使传统淀粉深加工产品经济效益的先进技术。对重点产品、重点新工艺的介绍力求详尽,供有一定基础和条件的企业采用。对其他新产品、新工艺力求作较为广泛的介绍,为读者选择办企业方向指路。由于淀粉深加工涉及到20多个工业门类,本书不可能全面介绍,仅重点介绍了6个发展前景广阔的门类。这些门类是:改性淀粉、淀粉糖、发酵饮料、酒精及白酒、氨基酸及呈味核苷酸的生产。

本书力图成为各级政府领导和工作人员的“淀粉深加工”的工具书和指南,成为各级企业和个体企业的工具书和实用技术指导,亦可作大中专院校有关专业师生的教参、培训班的教材,更是粮食加工、食品等有关工厂技术人员的重要参考书。

41418

前 言

淀粉和淀粉深度加工工业是一个重要的工业部门，是粮食实现增值的主要途径之一，越来越受到人们的重视。

随着淀粉深加工工业的发展，1981年，世界淀粉产量达到1910万吨，其中玉米淀粉1320万吨，占69.1%。淀粉工业发达的美国，产量达到750万吨，占世界产量的39.2%，人均淀粉拥有量约为30公斤，日本淀粉产量150万吨，人均约10公斤。我国淀粉工业由于粮食原料偏紧的影响，起步较晚，发展较慢。近年来，由于农村经济体制改革的成功，粮食大幅度增产，促进了淀粉工业的发展，从1981年的年产量42万吨猛增至1984年产量的80万吨。但是，人均淀粉拥有量还很低，仅0.8公斤，发展潜力很大。根据国家有关部门的安排，1990年全国淀粉产量将达500万吨，为1984年的6倍，人均拥有量达5公斤。我国淀粉工业的发展为淀粉深加工工业的发展奠定了良好的基础。

淀粉通过深加工，产值、利润均会大幅度增长，增值幅度从1~20多倍。以红苕干的多层次深度加工为例，1000吨红苕干可生产粗制淀粉600吨，价值31.2万元，获税利3.3万元，增值1倍；可生产果葡糖浆600吨，价值54万元，获税利14万元，增值3倍；可生产味精150吨，价值135万元，增值7倍，获税利45万元；可生产葡萄糖、山梨醇、维生素C等，价值400万元，获税利189万元，增值25倍。

用淀粉和淀粉质原料可以生产包括20多个门类的2000多

个产品，这些门类主要是：改性淀粉、淀粉糖、发酵饮料、食品、配合饲料、酒、氨基酸、抗生素、维生素、有机酸、有机溶剂、单细胞蛋白、发酵多糖、酶制剂、甾体等。1981年，日本生产淀粉150万吨，各行各业消耗量的比例是：淀粉糖46.4%、变性淀粉12%、纺织和造纸11.6%、鱼类加工9.5%、啤酒4%、食品及其它16.5%。1976年，美国生产玉米淀粉167.8万吨，其消费分配为：造纸工业64.36%、食品9.42%、纺织6.4%、酿酒6.4%、制药2.98%、建材2.98%、粘合剂2.56%、采矿1.73%、其它3.22%。

本书准备就发展前途较大的部分淀粉深加工工业门类的新产品或新工艺作简要介绍，重点介绍制作技术，力求达到具有实用性和先进性。由于淀粉深度加工门类众多、资料浩繁，不可能对每一种产品的生产技术作详尽介绍。若需这方面的技术资料或要求提供技术咨询服务（包括提供成套技术，生产线或工厂设计），可与成都健康食品研究所（成都市九眼桥南老马路18号）联系。

编著者

1987·10

目 录

第一章 淀粉的分类和用途	(1)
第二章 改性淀粉生产技术	(17)
第一节 概况.....	(17)
第二节 氧化淀粉的生产技术.....	(21)
第三节 双醛淀粉生产工艺.....	(35)
第四节 次氯酸钠氧化淀粉的生产.....	(43)
第五节 酸变性淀粉生产工艺.....	(46)
第六节 羧甲基淀粉的生产和应用.....	(51)
第七节 磷酸酯淀粉的生产和应用.....	(52)
第八节 β -环状糊精的生产工艺和应用 技术.....	(54)
第九节 其他改性淀粉生产技术.....	(65)
第三章 淀粉糖生产新技术	(84)
第一节 概况.....	(85)
第二节 淀粉糖生产基本工艺.....	(88)
第三节 果葡糖浆生产新工艺.....	(94)
第四节 葡萄糖生产新技术.....	(113)
第五节 麦芽糖生产技术.....	(129)
第六节 果糖的制备及应用.....	(142)
第七节 麦芽糊精及低聚糖的 生产和应用.....	(155)

第八节	黄单孢杆菌多糖胶的生产 及应用技术·····	(159)
第四章	发酵饮料生产技术·····	(171)
第一节	概况·····	(171)
第二节	啤酒生产基本工艺·····	(177)
第三节	用玉米制造啤酒技术·····	(212)
第四节	五味子啤乐生术技术·····	(218)
第五节	甜啤酒生产技术·····	(224)
第六节	低酒度啤酒生产技术·····	(234)
第七节	共生发酵饮料生产技术·····	(241)
第八节	黄酒生产基本工艺·····	(247)
第九节	名优黄酒生产技术·····	(279)
第十节	膨化糯米制黄酒技术·····	(289)
第十一节	淀粉酶代曲制黄酒技术·····	(296)
第十二节	发酵格瓦斯生产技术·····	(297)
第十三节	乳酸及食用菌发酵饮料 生产技术·····	(306)
第十四节	健康啤酒(螺旋藻营养 型)生产技术·····	(313)
第五章	酒精及白酒生产新技术·····	(318)
第一节	酒精发酵法生产新工艺·····	(319)
第二节	低度白酒生产技术·····	(376)
第三节	全液态法白酒生产技术·····	(386)
第四节	固一液结合法白酒生产技术·····	(395)
第五节	高寺白酒生产工艺·····	(402)
第六节	人工窖泥技术·····	(405)
第七节	粉末酒制造技术·····	(420)

第六章 氨基酸与呈味核苷酸生产技术..... (429)

第一节 概况..... (426)

第二节 氨基酸应用技术..... (449)

第三节 味精生产基本工艺..... (459)

第四节 用谷氨酸生产菌体及呈味
核苷酸技术..... (511)

第五节 谷氨酸一次性高糖发酵新
技术..... (516)

第六节 赖氨酸生产技术..... (521)

第一章 淀粉的分类及用途

根据生产淀粉的原料品种，淀粉可分为玉米淀粉、甘薯淀粉、马铃薯淀粉、木薯淀粉、小麦淀粉、稻米淀粉、高粱淀粉、绿豆淀粉、豌豆淀粉、蚕豆淀粉、橡子淀粉、葛根淀粉、蕨根淀粉、石蒜淀粉、芭蕉芋淀粉以及大麦、燕麦、稗麦、藕、菱、百合、山药淀粉等。由于生产淀粉的原料不同，各种淀粉各具特色，用途也有一定的差异。

一、玉米淀粉

由于生产玉米淀粉的原料具有易于贮存、工厂可以全年开工、不受季节限制、淀粉含量高、所产淀粉质量好、副产品种类繁多而且价值高等一系列优点，玉米淀粉成为淀粉工业中的主产品，其产量相当于世界淀粉产量的80%以上，我国玉米淀粉的量也占全国产量的90%左右。

玉米淀粉广泛应用于造纸、食品、纺织、酿酒、制药、建材等各个淀粉深加工门类，见表1—1。

玉米淀粉的生产原料玉米为一年生禾本科植物，属于黍稷类，只有一种类型，但它的别名却很多，又称玉蜀黍、苞米、苞谷、苞芦、苞黍、棒子、玉茭、玉麦、珍珠米、珍珠芦粟等。

玉米在全世界分布范围很广，从北纬58度到南纬40度之间各地都有大量栽培。目前世界玉米播种面积最大的是美、

苏，其次是中国、墨西哥等。栽培玉米的国家有60多个，栽培的总产量仅次于水稻而占第二位。

表1-1 1976年美国玉米淀粉应用情况

我国栽培玉米只有400多年的历史，但在几个世纪内已将玉米传布到全国各地，成为我国北方和西南山区农村中主要粮食之一。从黑龙江、吉林、辽宁、河北、山东、江苏、河南、山西、陕西、四川以至云南、贵州、广西，形成一个斜形玉米分布带。但主要产量集中在华北、东北及西南山区。

工业应用范围	玉米淀粉消费量(万吨)	比率%
造纸	108	64.36
食品	15.8	9.42
纺织	10.7	6.4
酿酒	10.7	6.4
制药	5	2.98
建材	5	2.98
粘合剂	4.3	2.56
采矿	2.9	1.73
其它	5.4	3.22
合计	167.8	

玉米品种繁杂，按颜色来区分，有黄、白、红、紫、紫蓝、黄褐、黑等色。但以黄、白两色最为普遍。若以胚体部（或称胚乳部）中含软胚体和硬胚体的比例多少来区分，大致可

以分为：粉质玉米、马牙玉米、硬质玉米、火爆玉米。马牙玉米在淀粉生产中受到人们的青睐。由于这种类型玉米的角质部分只在胚体两侧发展，而中央和顶端均由粉质部分组成，当种子成熟时，顶端由于失去较多水份而向内凹，所以籽粒成为马牙状。这种品种一般植株高大、生长期长、产量高，如唐山白马牙玉米，很适合于生产淀粉用。硬质种：由于胚体周围全是角质部分，收获后的干燥过程中，收缩程度相同，故种子成为表面光滑的圆形或短方形。这种玉米一般植株较马牙种矮，生长期短，产量较低。由于质硬、角质层厚，所以在生产淀粉时需要较长的浸泡时间。

以上两种是目前栽培最普遍的，下述几种则种植得不多。

(1) 蜡质种：亦称粘玉米，含有100%的支链淀粉，遇到碘液变成紫红色。

(2) 爆裂种：籽粒坚硬而小，胚体几乎全为角质淀粉，爆裂力甚大，一般不适合于生产淀粉。有两种爆裂种玉米，一种籽粒有刺，另一种光滑无刺。

(3) 甜质种：籽粒干后皱而透明，含糖较高，植株较矮。

(4) 软质玉米：又称粉质玉米，胚体全部为粉质，没有角质，所以干燥后收缩程度也相同，能保持表面光滑，呈圆形易于破碎，具有大的吸水性，在生产淀粉过程中易于浸泡。

(5) 有稃种：是原始类型，每一籽粒均有稃包住，籽粒坚硬，含角质淀粉较多。

玉米籽粒的化学组成，随玉米的品种、产地和气候条件的不同各有差别。其大概范围和平均值列表1—2。

玉米颗粒的结构，主要分为胚体、胚芽、麸皮（包括根帽）三部分。其重量分别为整粒玉米颗粒重量的（干基计量）82%、11%、成分分析

7%左右。在胚体中集中了几乎全部的淀粉以及约1/5的蛋白质、1/5的脂肪、1/5的灰分以及1/3的糖，在胚芽中集中了4/5的蛋白质、4/5的脂肪、4/5的灰分及2/3的糖，在麸皮中则全为纤维素。由此可见，胚芽中的营养成分是很丰富的。玉米发霉变坏往往首先从胚芽开始，就是这个道理。

化学成分	范围	平均值
水分%	7~23	16.7
淀粉（干基百分含量、下同）	64~78	71.5
蛋白质（N×6.25）	8~14	9.91
脂肪	3.1~5.7	4.78
灰分（氧化物）	1.1~3.9	1.42
纤维	1.8~3.5	2.66
糖	1.0~3.0	2.58

玉米胚芽中的蛋白质，其所含人体必需氨基酸的组成和鸡蛋蛋白质接近，营养价值高。胚体部分的蛋白质主要是醇溶性蛋白，营养价值较低。表1—3为玉米各部蛋白质成分与鸡蛋蛋白成分比较表。

表1—3 玉米各部蛋白质与鸡蛋蛋白成分比较

	鸡蛋蛋白	全粒玉米	玉米谷胚	玉米胚芽	玉米醇胚
精氨酸	6.4	4.8	3.1	8.1	1.6
组氨酸	2.1	2.2	1.6	2.9	1.0
赖氨酸	7.2	2.0	0.8	5.8	0
色氨酸	1.5	0.8	0.7	1.3	0.2
苯基丙氨酸	6.3	5.0	6.4	5.5	6.6
胱氨酸+蛋氨酸	6.5	4.6	3.6	3.4	3.0
苏氨酸	4.9	3.7	4.1	4.7	2.5
亮氨酸	9.2	22	24	13	25
异亮氨酸	8.0	4.0	5.0	4.0	5.0
缬氨酸	7.3	5.0	5.0	6.0	3.0

玉米中脂肪的成分中含有80~85%的不饱和脂肪酸，主要为油酸和亚油酸；含有12~18%的饱和脂肪酸，主要为棕榈酸。

玉米灰分的主要成分是磷、钾、镁等的氧化物，其中 P_2O_5 含量约占总灰分的50%，绝大部分磷是以植酸钙镁的形式存在。普通的玉米中只含有27%的直链淀粉，其余部分为支链淀粉。用直链淀粉能制成强度很高的能食用的薄膜。国外已培育出含有80~85%直链淀粉的新品种玉米，用于生产高强度食用薄膜。我国有一种粘玉米，所含的淀粉全部为支链淀粉。这种淀粉制得的浆糊透明，胶粘力强，不易凝结成胶体，有其特殊用途。

玉米的品种不同，不仅直接影响到淀粉的收率和质量，而且对副产品的收率和质量，甚至对淀粉的应用都会有直接或间接的影响。我国华北制药厂实验证明，白马牙玉米质软，含粉量高，含蛋白质低，生产时浸泡好，适宜于淀粉生产。在同样流程下，白马牙玉米淀粉收率比其它玉米高2%，比从美国进口黄玉米高4%，油浆收率也比其它玉米高。而且，由于白马牙玉米本身为白色，生产所得淀粉色泽洁白，优级品率高，用此种淀粉生产的葡萄糖质量也好。使用唐山白马牙玉米生产淀粉，成本比美国进口黄玉米低20.8%，比东北及山西等地区玉米低12.5%。此外，实验还表明，四川黄玉米质量也较好，含粉率高，质软、淀粉收率也较高。进口阿根廷玉米，生产淀粉收率也可以。

二、甘薯淀粉

甘薯又称红薯、白薯、香薯、甜薯、地瓜、红苕、山芋等，属于旋花科植物。关于甘薯的起源有两种说法，有的说原产于印度，有的说原产于美洲，一般多认为甘薯原产于热带美洲及西印度群岛。

世界上生产甘薯最多的是我国，其次是日本，美国排第

三。另外，在印度、东南亚各国、热带美洲、非洲等各处亦普遍栽培。甘薯大概在明代16世纪末叶传入我国，迄今仅有300多年栽培历史，但已遍及全国大部分省份。种植面积较大的省份为四川、山东、河南、广东，但单位面积的产量较高的是浙江、辽宁、河北及山东。甘薯虽然原产热带，但在我国的主要产区不在华南，而在长江和黄河流域。

甘薯和马铃薯、水稻、玉米同为高产作物，是我国广大农村中，特别是南方山区中劳动人民的重要粮食之一，也是我国淀粉工业的原料之一。

甘薯的食用部分属于块根，系薯苗蔓茎上所生的不定根积累养分膨大而成。按其皮色分，有红、白两种类型，按肉色分有白、黄、杏黄、桔红四种基本颜色。甘薯约含有60~80%的水分，10~30%的淀粉，尚有5%左右的糖分及少量油脂、纤维素、灰分等。利用鲜甘薯制造淀粉的出粉率为12%以上。储存过的甘薯中，一部分淀粉在酶的作用下转变成糖而损失，淀粉和蛋白质的分离也比较困难，淀粉的产率也因此而下降。

鲜甘薯的贮存是很困难的，生产淀粉时往往用切成薄片的红薯干，以保证淀粉厂能长期生产。甘薯干片虽然比起鲜甘薯要耐贮存一些，但是，比起各类原料来，还是难于贮存的。主要是由于薯干没有外皮的保护，淀粉和糖直接暴露在外，吸湿性强，吸湿速度也快。另外，薯干组织疏松，含有较多的可溶性糖，有利于微生物和害虫繁殖危害，容易发霉、变色、变味，并易受害虫蛀食。由于贮存上的困难，限制了甘薯在淀粉工业上的大规模使用。

甘薯产量近年来由于经济因素和保存上的困难，在国内外均有减少的趋势。例如日本在1963年甘薯产量可以说达到

顶点，总产量为660万吨，淀粉产量为74万吨，以后显著减少，到1974年只有140万吨，仅是1963年的21%，因而甘薯淀粉产量也随之下降，甘薯淀粉工厂也由1500多家减少到128家。

我国生产的甘薯大部分供食用，也有一部分制作淀粉或粉条，较大规模的甘薯淀粉工厂很少。由于原料供应困难，有的原来用鲜薯或薯干为原料的淀粉工厂，有改用玉米作原料生产淀粉的。但甘薯淀粉与谷类（玉米、大米等）淀粉相比，仍有一些特有的优点。如甘薯淀粉含有蛋白质、脂肪较少，用它生产淀粉糖时酶液化容易。同时，甘薯价格便宜，在主产地鲜甘薯价格约0.02~0.04元/公斤，按5公斤鲜甘薯折粮1公斤计算，有效淀粉含量和价格之比仍高于其它粮食，因此，甘薯是一种较好的廉价的淀粉资源。

结合中国的实际情况（世界最大的甘薯生产国），应该大力提倡使用甘薯淀粉。目前，淀粉加工机械行列正在研制适合于专业户和小企业使用的节能、小型甘薯淀粉加工机械，这有助于克服甘薯贮存不易的致命弱点，通过千家万户的努力，及时地将鲜甘薯加工成甘薯淀粉。这必将促进甘薯淀粉深加工工业的发展。

甘薯淀粉在我国大量应用到粉丝加工和味精生产中。

三、小麦淀粉

小麦属禾本科小麦属植物，为我国的主要粮食作物之一。全国小麦播种面积约占粮田总面积的1/5，产量占粮食总产量的1/7。小麦在我国分布很广，从黑龙江到海南岛，从天山脚下到东海之滨，从吐鲁番盆地到青藏高原，各地均有种植。种植的品种主要是普通小麦，约占各种品种的

96%以上，其余为圆锥小麦、密穗小麦、硬粒小麦、波兰小麦和东方小麦。

小麦的淀粉含量很高，但含有蛋白质（俗称面筋），遇水变成很粘滞的物质，与淀粉不易分离。面筋营养丰富，是人们喜爱的副食品。小麦籽粒可分为种皮、胚芽、胚乳等三个基本部分。种皮占全粒重量的5.8~11.2%，主要成分是淀粉与蛋白质。胚芽占全粒重的1.4~2.5%，胚芽虽小，但里面所含的营养丰富，其中脂肪含量达15.3%，蛋白质含量达42%，糖分含量达25%，无机盐含量达6.29%，磷质含量达1.55%。

组成小麦的成分，因品种的不同略有差异。分析结果如下：水分14%、淀粉64%，蛋白质12.5%、纤维素2.5%、灰分1.8%、油脂1.7%、糖和胶体物质3.6%。小麦淀粉的生产一般是以面粉为原料的，其淀粉的产率为55%左右，同时还可以获得20%左右的次级淀粉和10~15%的面筋。用小麦为原料生产淀粉的技术是成熟的，国外以标准粉生产淀粉，出率为一级淀粉50%，二级淀粉25%，副产品面筋加工成各种食品直接出售，或用来生产食品级活性面筋粉，改良面粉品质。

从经济效益上看，我国四川省1985年度小麦平均市场价格为396元/吨，每吨小麦可生产0.6吨淀粉，价值420元，面筋0.2吨，价值160元，如果将面筋进行再加工，成为各种食品或活性面筋粉，产值还可以提高，由此可见，以小麦为原粉生产淀粉，每吨可增加产值184元以上。

我国南方地区盛产小麦，但人民喜食大米，小麦库存量很大，用小麦生产淀粉资源十分丰富，应该大力提倡用小麦生产淀粉，使用小麦淀粉深加工其它产品。目前，阻碍小麦淀