

· 食品生产技术丛书 ·

淀粉糖浆生产技术

杨婀娜 编著

黑龙江科学技术出版社

中国轻工业出版社

淀粉糖浆生产技术

张德成 主编

中国轻工业出版社

· 食品生产技术丛书 ·

淀粉糖浆生产技术

DIANFEN TANGJIANG SHENGCHAN JISHU

杨婀娜 编著

黑龙江科学技术出版社

一九八四年·哈尔滨

内 容 提 要

《淀粉糖浆生产技术》是为适应我国淀粉糖浆工业的日益发展的需要而编写的。全书分淀粉糖浆概述、原料淀粉、淀粉糖化原理、淀粉糖浆的制造、淀粉糖浆成品及材料检验、葡萄糖、果葡糖浆和果糖等六部分。本书可供生产、科研和教学的广大工人、技术人员及中等专业学校有关师生参考。

封面设计：刘冀文

淀粉糖浆生产技术

杨炳娜 编著

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区分部街28号)

依安印刷厂印刷·黑龙江省新华书店发行

开本787×1092毫米1/32·印张5·字数100千

1984年6月第一版·1984年6月第一次印刷

印数：1—2,880

书号：15217·130

定价：0.70元

目 录

一 概述	(1)
二 原料淀粉	(6)
(一) 淀粉的来源	(7)
(二) 淀粉的一般工艺性质	(9)
(三) 淀粉的质量标准	(17)
(四) 淀粉的精制	(18)
三 淀粉糖化原理	(20)
(一) 淀粉的酸糖化原理	(20)
(二) 淀粉的酶糖化原理	(23)
四 淀粉糖浆的制造	(35)
(一) 调粉糖化	(35)
(二) 糖化液的精制	(58)
(三) 浓缩(蒸发)	(90)
(四) 成品	(96)
五 淀粉糖浆成品和材料检验	(100)
(一) 淀粉糖浆成品物理、 化学检验方法	(100)
(二) 半成品分析	(122)
(三) 原材料分析	(122)

六 葡萄糖、果葡糖浆和果糖..... (137)

(一) 葡萄糖..... (137)

(二) 果葡糖浆..... (139)

(三) 果糖..... (154)

一、概 述

以淀粉为原料生产的糖品统称为淀粉糖。产品种类多，具有不同的组成和性质，适合于不同的用途。

淀粉糖生产在许多国家都已发展成相当大规模的工业化生产。我国淀粉糖工业的建立和发展也很迅速，为了满足对淀粉糖需要量的不断增加，各地陆续建立起许多不同规模的工厂。

生产淀粉糖品，由于地区和条件的不同，方法各异。较悠久的是应用麦芽制饴糖，后来采用酸水解法制造淀粉糖品。近年来，由于酶制剂的生产及应用，出现了酸酶合并法和双酶法生产淀粉糖的新工艺，使淀粉糖生产技术有了重大进展。特别是用酶法工艺生产的、由葡萄糖转变成果糖的果葡糖浆（又称异构糖）产品的出现，更促进了淀粉糖工业的发展。

工业生产的淀粉糖品，主要有结晶葡萄糖、全糖、淀粉糖浆、果葡糖浆。本书主要介绍淀粉糖浆的生产技术。

淀粉糖浆是无色、透明、粘稠的液体，甜味温和，久置不结晶。淀粉糖浆的俗名很多，一般称为“液体葡萄糖”、“葡萄糖浆”，东北地区俗称“化学稀”等。实际上淀粉糖浆并不是一种单纯的物质，它是由淀粉经不完全水解而得的产品，其糖分组成主要为葡萄糖、麦芽糖、低聚糖、糊精

等。所以说淀粉糖浆实质上是葡萄糖和若干葡萄糖聚合物的水溶液。

淀粉糖浆所含主要四种糖的比例，根据水解程度的不同而异。淀粉水解的程度，在工业上用葡萄糖值 (Dextros·Eguioalent) 简称DE值来表示。就现在的技术水平，根据糖果糕点食品及医药等行业的需要，采用酸法糖化工艺、酸酶法糖化工艺、酶法糖化工艺或多种酶合并糖化工艺，可以生产出不同糖分组成的淀粉糖浆。

淀粉的水解在工业上称为转化。按转化程度的高低，可将淀粉糖浆分为如下几类：低转化糖浆 (DE值 20 以下)，微甜或不甜，成分中主要是较大分子的糊精，故常称为糊精；中转化糖浆 (DE 值 38~42)，为工业上产量最大，生产最为普遍，应用最广的一种，又称为普通糖浆或标准糖浆；高转化糖浆 (DE 值 60~70)。还有一种含麦芽糖量较高 (90%) 的糖浆，称为麦芽糖浆。

按照糖化剂和生产工艺的不同，又可分为酸法、酸酶法和酶法糖浆。用麦芽糖化的麦芽糖浆又称为饴糖。随着技术的不断发展，陆续出现一些新型产品，进行适当的分类是困难的。本书重点讲述中转化糖浆的原料、糖化原理、制造工艺及检验方法，然后扼要介绍相关淀粉糖品的有关知识。

不同类型的淀粉糖浆产品在甜度、粘度、胶粘性、稠度、吸湿性、渗透压力和食品保藏性、化学稳定性、可发酵性、还原性、抗结晶性等性质方面都存在着差别。这些性质随转化程度的不同而异，见图 1：

性 质	转化程度	低转化	中转化	高转化
甜 度				→
粘 度		←		
增稠性		←		
胶粘性		←		
渗透压力				→
冰点降低				→
焦化性				→
炭酸性				→
吸潮性				→
防止蔗糖结晶效果		←		
防止大冰粒生成效果		←		
稳定泡沫效果		←		

图 1 淀粉糖浆转化程度与性质的关系

一般情况是淀粉糖浆的甜度，随转化程度和糖液浓度的增高而增高；而淀粉糖浆的粘度，则随转化程度的增高而降低。

淀粉糖浆在食品、医药、化学工业上都有广泛的用途，

尤以食品工业为主。一般需要砂糖的地方，几乎都可以用淀粉糖浆代替。特别是在糖果制造业，每年需要淀粉糖浆的量很大。

糖浆在糖果制造中的主要功能是防止蔗糖的重结晶（俗称返砂）。一般的糖果都由蔗糖制造，但成品中却不含有蔗糖结晶。旧式的方法是在其中加入醋酸或柠檬酸（俗称酸矾），使一部分蔗糖转化成为转化糖（含等量的葡萄糖和果糖），以起到防止蔗糖结晶的效能。但由于蔗糖转化操作不易控制，致常遭到失败；同时，在所制成的糖果中还存在有一定量的果糖，增加了吸湿能力，影响糖果的硬脆性。若使用淀粉糖浆，不仅操作容易，还可保持各批产品的指标基本相同。淀粉糖浆的甜味温和，在糖果制造中加入一定量后，比全部使用蔗糖制造的糖果更可口。淀粉糖浆有一定的保潮性，使糖果不易变干破裂，淀粉糖浆中的糊精又能增强糖果的强韧性。

糕点、冰淇淋的制造，以及罐头工业也都需要糖浆。特别是水果罐头，用糖浆和蔗糖来作为保护剂。糖浆能更有效地保存果实的原有味道和美丽的外观，使汁水的甜度温和，更为可口。

啤酒工业使用淀粉糖浆（葡萄糖值较低，约为32，含糖量较多），可以增加啤酒的粘稠度和泡沫的持久性。目前也有使用淀粉糖浆作为生产啤酒所需谷类原料的辅助加料，因其含杂质少，可提高啤酒的质量。

此外，淀粉糖浆还可以作香烟和烟草的调剂物。少量糖浆的使用可增加烟丝的吸潮性，防止干燥，机械切断香烟

时不致碎断。

在医药方面，由于淀粉糖浆是已经分解的淀粉，稍经消化即可被身体吸收，适于老年人、小孩和病人食用。营养价值较高，医药界对此很为重视。

淀粉糖浆具有较强的粘合力，制造胶粘剂、涂料等都使用。制造人造丝、鞣革时也常有使用。

二、原料淀粉

淀粉是三大营养素之一的碳水化合物中的主要物质。

淀粉是由多个葡萄糖分子失水缩合的高分子多糖类，但与同样是以葡萄糖为组成单位的纤维素具有明显不同的性质。如果将淀粉加水后加热，则成为糊状，即结晶形成弛缓或被破坏乃至成为胶体状的分子分散状态，更容易被酶作用和与其它药物进行反应。一般认为，纤维素则没有这种现象。这种差异被认为是生物能源——淀粉与其构成体成分——纤维素之间的最大差别，而这种差别又是由两者间的葡萄糖分子的结合方式不同所造成的。淀粉是 α -葡萄糖聚合物，纤维素是 β -葡萄糖聚合物。换言之，淀粉的构成单位是麦芽糖，而纤维素构成单位是纤维二糖。淀粉是直链淀粉和支链淀粉的混合物，也就是说淀粉不仅含有象纤维素中那样的直链分子，而且还含有分支的分子，这就使淀粉的物性比纤维素更复杂。在实际利用中，有些情况是把直链淀粉和支链淀粉分开。在一些国家，把两种淀粉的工业分离、开发含有一种淀粉较多的原料品种的栽培，作为今后科学研究的课题。例如，利用直链淀粉薄膜作为食品的包装，将是很有意义的制品。

(一) 淀粉的来源

1. 生产淀粉的原料

自然界中含有淀粉的植物很多，但适合于工业上生产淀粉的原料并不是很多的。因为用于工业生产的原料应满足淀粉含量高、产量高、价格低、易贮存、易加工、副产品利用价值高等要求。淀粉工业上较为普遍应用的生产原料有：谷类作物的玉米、高粱、小麦、大麦、大米；薯类作物的马铃薯、甘薯、木薯等。还有产量较小适合特殊用途的如小豆、蚕豆、菱、藕、百合等。此外，就是几种资源较丰富的野生植物，如橡子、葛根。

玉米 为一年生禾本科植物，在我国栽培已有四百多年的历史。主要产区为华北、东北及西南山区，属高产作物。与薯类原料比较，玉米具有易于贮存、工厂可以全年生产，不受季节限制、淀粉含量高，主产品质量好，副产品种类多而价值高等优点。因此，玉米成为我国制造淀粉最重要的原料。据1978年全国淀粉会议统计，玉米淀粉占我国淀粉总产量的90%左右。

马铃薯 亦称土豆（其可食部分学名为“块茎”）。在我国分布很广，主要产区在华北和东北，也是我国制造淀粉的原料之一。马铃薯的各种化学成分，因品种不同其含量差异很大，干物质约为15~32%，淀粉含量约为9~25%。马铃薯植株的各部含有不同含量的龙葵甙，具有较强的毒性。成熟的块茎中龙葵甙的含量很少，已发芽或变绿的块茎中含

量则大大增加，加工淀粉时应引起注意。马铃薯块茎中含有酪氨酸，在空气中与氧接触，受本身具有的酪氨酸酶的作用被氧化成黑素，影响马铃薯淀粉的色泽。用亚硫酸水溶液可使生成的黑素变成无色。

甘薯 又称红薯、地瓜。我国产量居世界首位。主要产区在长江和黄河流域。与玉米、马铃薯一样，同为高产作物，既是重要的粮食作物，又是我国淀粉工业的一个重要原料。可食部分为“块根”，约含60~80%的水分，10~30%的淀粉。鲜甘薯贮存很困难，常是切片晒成薯干贮存，以保证淀粉厂能长期生产。但与上述各类原料相比还是难于贮存，因此限制了甘薯在淀粉工业上的大规模使用。

木薯 属大戟科植物，产于热带。在我国种植只有100多年的历史，以广东、广西、福建、台湾为主，云南、江西、湖南也有一些。食用部分为“块根”，其淀粉含量一般为10~30%，水分含量60~80%，与甘薯相似。成分中含有约0.01~0.04%的氰化物——氰配糖体。氰配糖体在薯汁本身所含的一种酶的作用下，最终可生成氰氢酸，有剧毒。以皮层含氰氢酸的量最高，因此，无论食用或用来生产工业淀粉，木薯的去皮操作和原料的清洗都是不可忽视的。

日本生产淀粉的原料主要是甘薯、马铃薯，美国主要是玉米，欧洲是马铃薯，南方一些国家以木薯为原料。

用不同原料生产的淀粉的性质亦不相同，故在使用时必须有所选择。

2. 淀粉的生产工艺流程

淀粉在植物体中与纤维素、蛋白质、油脂、无机盐及其

它物质共存，制造淀粉，就是把植物种籽、块根或块茎中的淀粉提取出来。淀粉工业制造过程是运用物理的分离法，逐步将原料中的淀粉和其它非淀粉物质分离开，最终得到洁白、粉末状的淀粉成品。尽管现在淀粉生产设备比较先进，但分离结果仍不完全，还含有少量的杂质。不过对于一般用途，已无大的妨害。

淀粉的制造方法，是根据淀粉在水中的两个性质：①不溶于冷水；②比重比水和杂质大而进行的。

制造淀粉的工艺流程，因原料而不相同。就一般而言，薯类原料（如马铃薯、甘薯、木薯等）的制造工艺比较简单，不需要浸泡，即直接破碎，其副产品较少。谷类原料（如玉米、高粱等）的制造工艺比较复杂，需要浸泡、分离胚芽、收回副产品等。但是，许多设备是通用的，许多工段是相同的。

淀粉制造以玉米为例大致可分：（1）原料的选择和处理；（2）浸泡；（3）破碎；（4）分离胚芽；（5）分离纤维；（6）分离蛋白质；（7）清洗淀粉；（8）干燥；（9）成品整理；（10）副产品加工等十个工段。

关于用谷类原料制造淀粉的工艺流程，可参考图2：

（二）淀粉的一般工艺性质

1. 淀粉粒

淀粉呈白色粉末状。在显微镜下观察，是形状和大小都不相同的透明小颗粒。淀粉颗粒的形状可分为圆形、卵形和

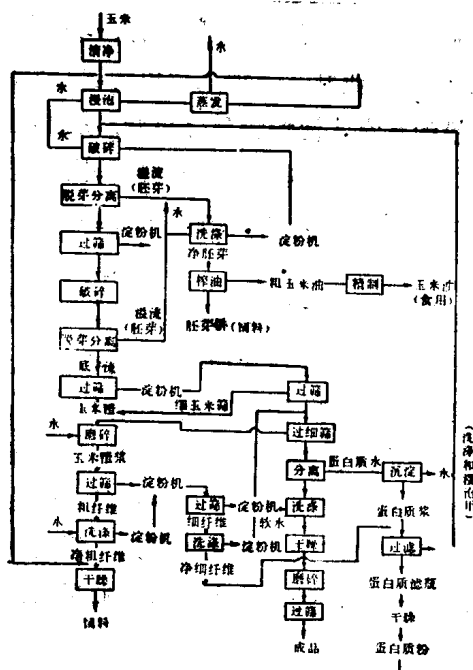


图 2 玉米淀粉制造流程图

多角形三种。淀粉颗粒的大小，因品种不同差别很大，即使是同一品种淀粉，颗粒的大小也不一致。淀粉颗粒的大小，以其长轴的长度来表示。一般含水分高、蛋白质少的植物淀粉颗粒都比较大，形状也较为整齐，多呈圆形或卵圆形，如马铃薯的淀粉粒；含水分少的淀粉颗粒也较小，呈多角形，如玉米的淀粉粒。

几种不同原料制得的淀粉，其颗粒大小可见表1：

在显微镜下细心观察可以发现，有些淀粉颗粒呈许多细纹，称为“轮纹”。马铃薯淀粉的轮纹最明显，呈螺旋形；

几种淀粉颗粒的大小

表 1

品 名	大 小 范 围 (微 米)	平 均 大 小 (微 米)
玉 米	5~26	15
马 铃 薯	15~100	65
麦	2~10、25~35	
甘 薯	10~25	15
米	3~8	5

米、麦淀粉没有螺纹。基于上述这些特征，用显微镜观察淀粉颗粒的形状、大小以及轮纹的有无，就能鉴别出淀粉的种类。

在偏光显微镜下，可观察到淀粉粒是变了形的球晶，有双折射性。淀粉颗粒被黑色的十字即所谓“偏光十字”分成四个小区。不同品种淀粉颗粒的偏光十字的位置、形状和明显程度亦不同，这也可作为鉴别淀粉品种的依据。

在偏光显微镜下，还可以观察到淀粉的分子链显示沿淀粉粒的半径方向排列。

2. 含水量

淀粉的水分含量较高。一般情况下玉米淀粉含水约为12%左右，马铃薯和甘薯含水约为20%。虽然含有较多量的水，但却不显潮湿，这是因为淀粉分子中的羟基和水分子相互形成氢键的缘故。

3. 溶胀、糊化、老化

淀粉比重约为1.6，不溶于冷水，在搅拌情况下可以在冷水中形成悬浊液，称为淀粉乳（此时若停止搅拌，淀粉