

薯类淀粉加工

SHULEIDIAN FEN JIA GONG



安徽科学技术出版社

薯类淀粉加工

张肇鲲 郑兴勇 编著

安徽科学技术出版社

责任编辑：杨家骊

封面设计：葛 钧

薯类淀粉加工

张肇铨 郑兴勇 编著

安徽科学技术出版社出版

(合肥市跃进路1号)

安徽省新华书店发行 安徽新华印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张：2.375 字数：48,000

1985年2月第1版 1985年2月第1次印刷

印数：00,001—5,550

统一书号：15200·50 定价：0.35元

前 言

我国薯类作物种植面很广，产量居世界第一位。薯类作物经过有效加工后，其经济价值可以大大提高。把薯类作物加工成淀粉，是各种深度加工的第一步。因此，在我国迅速发展薯类淀粉加工业，对加速发展农业、充分发挥资源潜力，有着十分重要的意义。

由于工业发达国家多发展玉米淀粉加工业，所以对薯类淀粉、特别是甘薯淀粉的加工技术和工艺装备研究很少。在我国大多数地方，长期以来一直采用传统的落后的加工方法。最近几年，这个问题才逐渐引起了我国有关方面的重视。

为了在发展我国薯类淀粉加工技术中起一点抛砖引玉的作用，我们在搜集国内外有关资料的基础上，结合工作实践，编写了这本小册子。本书内容既适合淀粉加工业的技术人员和工人阅读，也适合作农业院校农副产品加工专业的教学参考书。

本书中的概述、加工工艺和加工设备中的粉碎设备部分，由皖南农学院张肇鲲编写；其余的部分由安徽省农机研究所郑兴勇编写。由于我们水平有限，书中缺点错误肯定不少，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

一、概述

- (一)薯类作物的种植分布····· 1
- (二)薯类作物的主要成分及其应用····· 3
- (三)淀粉的理化特性····· 4
- (四)国内外薯类淀粉生产概况····· 5
- (五)薯类淀粉加工业的前景····· 6

二、薯类淀粉的生产工艺

- (一)薯类淀粉加工厂的生产工艺····· 8
- (二)农村分散加工薯类淀粉的工艺····· 11

三、薯类淀粉加工的主要设备

- (一)输送和清洗设备····· 13
- (二)粉碎设备····· 20
- (三)搅拌设备····· 26
- (四)筛分设备····· 30
- (五)分离设备····· 43
- (六)淀粉脱水设备····· 55
- (七)淀粉干燥设备····· 57
- (八)组合式薯类淀粉加工设备····· 59

四、淀粉加工业的发展状况

- (一)淀粉应用范围日益扩大····· 66
- (二)淀粉加工设备的发展····· 69

一、概 述

(一) 薯类作物的种植分布

世界各地种植的薯类作物有甘薯、马铃薯、木薯、芋艿和菊芋等。它们大部分是适应力很强的高产作物；在我国均有种植。和世界各地一样，我国也以种植甘薯、马铃薯和木薯为主。

1. 甘薯

甘薯又名红薯、地瓜、山芋、白薯、红苕、番薯等。其鲜块根含有淀粉20~27%。甘薯原产于热带南美洲，至今当地还保留着15种甘薯的近缘植物。甘薯约于十五世纪末传至欧洲，十六世纪初相继传到亚洲和非洲。据明朝何乔远于十六世纪末在《闽书》上所载：“番薯，万历中闽人得之外国。瘠土砂砾之地皆可以种。”我国种植甘薯至今约有四百余年的历史。

甘薯广泛分布于热带、亚热带、温带地区。其中主要产区在北纬40°以南，如我国、印度尼西亚、巴西、日本、美国以及热带非洲的许多地区和国家。

甘薯在我国分布的地域极广，南起海南岛，北抵黑龙江，东至沿海各省，西达云贵高原。全国除了青藏高原外，其余各省、自治区均有种植，其中以黄淮平原、四川、和东南沿海各省山丘地带较为集中。

甘薯的适应性和抗逆性都很强，能抗旱、耐瘠、耐碱；对土壤条件的要求不苛刻，且在受到风雹、病虫等危害后恢复再生能力较强，是一种易于保收的作物。我国的甘薯种植面积达1.5亿亩，总产量为3000亿斤左右；种植面积和总产量均为世界第一。

2. 马铃薯

马铃薯在全世界粮食作物的产量中占第四位，它的重要性仅次于水稻、小麦和玉米；种植面积达3亿亩左右，总产量约6000亿斤。马铃薯在欧洲各国的粮食作物中所占的地位可以和小麦相抗衡，远超过其它作物。

马铃薯在我国又名洋山芋、洋芋、土豆、地蛋、山药、山药蛋，种植地域很广，从南到北几乎没有一个省、自治区不种植，但主要集中在高寒地区和城市郊区。马铃薯在全国以黑龙江、甘肃、内蒙古、山西等省、自治区种植得最多；吉林、河北、辽宁、四川、陕西、安徽、云南等省种植的也不少。全国马铃薯的种植面积为7000万亩，占世界第二位。

马铃薯是一种生育期短，适应性强，产量高，用途广的块茎作物。马铃薯块茎中淀粉的含量，随品种不同差异较大，一般在9~25%范围内。

3. 木薯

木薯原产南美洲，据说约在200年前才传入印度尼西亚、爪哇等地。现在非洲和东南亚各国，均有种植。约在100年前，传入我国南方亚热带地区。我国种植木薯以广东、广西最多；台湾、福建、云南次之；长江流域的一些地区也有种植。

木薯的鲜块根含有淀粉25%左右。

(二) 薯类作物的主要成分及其应用

薯类作物随品种、土壤和气候不同，其组成成分的变化范围很大。它们的根、茎含水量高达60~80%，干物质20~40%。它的干物质主要是淀粉，占70~80%；另外20~30%的干物质中，糖类约占3%左右，纤维约占4%左右，含氮物质8%左右，脂肪1%左右，灰分(矿物质)4%左右，其它物质6%左右。

在含氮物质中，可溶解的占3/4，不溶解的占1/4。在加工薯类作物时，可溶性蛋白质便进入汁水中，随同废水排出。

在制淀粉过程中，只要筛网选择合理，全部纤维均可阻留于粉渣中。

所谓灰分，就是当加高温或燃烧时所剩下的残余部分，其中有60.37%钾盐，2.62%钠盐，2.57%钙盐、4.69%镁盐、1.18%铁盐、17.33%磷酸盐、6.49%硫酸盐，2.13%硅酸盐和3.11%的氯。灰分中除部分磷酸盐(与支链淀粉结合)成为淀粉的长期伴行者外，其余的在生产过程中全部随同废水排出。

对薯类淀粉加工业来说，产品就是淀粉，其它部分(纤维、矿物质、蛋白质、脂肪等)则都是淀粉生产中的废料。这些废料包括全部在薯类生长期从土壤中摄取的养料。所以，生产过程中的废水废料可以灌溉肥田；粉渣可作牲畜饲料，还可以用来酿造酒、醋。

薯类淀粉的用途很广。世界上深度加工的薯类淀粉产品达2000多种，主要有淀粉衍生物、多糖、有机酸、氨基酸、

维生素、抗生素、化工原料等二十多个门类，几百个品种。

(三) 淀粉的理化特性

淀粉的理化特性与淀粉制造工艺有关。淀粉粒呈颗粒状态存在于细胞中。淀粉是一种碳水化合物，属于葡萄糖的聚合物，但通常不是化学纯一的物质，具有以下特性：

(1) 淀粉不溶于冷水，也不溶于有机溶剂(酒精、醚、汽油等)。它在热水中能吸水膨胀而形成微褐色的、浓厚的胶体，这个过程称为糊化。各种薯类淀粉的糊化温度是不一致的，甘薯为 $70\sim 76^{\circ}\text{C}$ ，马铃薯为 $56\sim 67^{\circ}\text{C}$ ，木薯为 $59\sim 70^{\circ}\text{C}$ 。

在加工薯类淀粉的时候，应根据它的这些特性来设计工艺。在干燥之初，当淀粉还含有大量水分时，应把温度控制在 55°C 以下，以防止淀粉膨胀。此时，如果温度过高，将出现大量的粗粒废品，从而制出的干燥淀粉也将失去它特有的光泽。

生产过程中，常运用淀粉颗粒不溶于冷水这种特性，把它从水中分离出来。把淀粉由粉碎的细胞中洗出和在净水中反复多次洗涤等工艺，都运用了它的这种特性。

(2) 绝干淀粉的比重为1.65，湿淀粉为1.3左右。这就是说，淀粉比水要重 $0.3\sim 0.65$ 倍，因而在水中能够很快沉淀。淀粉颗粒愈大，愈易于沉淀。不同薯类的淀粉颗粒大小不一样，马铃薯淀粉颗粒最大，大颗粒约为100微米，小颗粒约为15微米，颗粒平均约为65微米。甘薯和木薯淀粉颗粒为 $5\sim 35$ 微米(淀粉颗粒的大小，通常是以其长轴的长度来表示，单位为微米)。在净水中，最大淀粉颗粒的沉降速度为 $170\sim 200$ 厘米/分钟，淀粉颗粒愈小，其沉降速度愈慢。

(3) 淀粉具有吸湿性能,即它能在空气中吸取水分并保持住。这就是说,如果我们把淀粉中的水分完全除去,制成绝干淀粉,再把它放在空气中,淀粉又会重新吸收水分,一直到含水率达到20%为止。纯淀粉对微生物有相当的稳定性。含水率在20%以下即可长期保存而不变质。淀粉的这种特性告诉我们,在生产中只要把淀粉烘干到含水率在20%以下就可以了。

(4) 每1公斤淀粉的燃烧热为4228千卡。淀粉粉末同空气混合后能形成猛烈爆炸的混合物。它与各种火源(如烟头、火柴、灯、电火花等)接触后极易发生爆炸。因此,干燥车间应制定合理的工艺规程,防止淀粉发生爆炸。

(5) 淀粉能发生所谓碘反应。这种反应就是在淀粉颗粒或淀粉乳中加入碘液时,便呈现蓝色。因此,这种性质可以用来测定是否含有淀粉。

淀粉的这些特性,在后面阐述生产过程的时候,还将进一步说明其作用和影响。

(四) 国内外薯类淀粉生产概况

五十年代初,苏联用马铃薯生产淀粉已经相当发达,已拥有一批机械化生产的大工厂,并给淀粉工业中马铃薯淀粉生产技术上规定了各种定额。东欧各国在马铃薯淀粉生产方面也有一定规模。美国等西方国家生产淀粉多以玉米为原料,马铃薯淀粉生产量较少。近年来国外淀粉工业发展迅速,1980年世界淀粉总产量为1600万吨,大部分为玉米淀粉。在工业发达的国家,已有一整套先进的淀粉生产专用设备,如

砂轮磨、冲击磨、旋液分离器、碟片式离心机、压力曲筛、离心筛、卧式螺旋沉降分离机、真空浓液器等。

我国手工生产薯类淀粉的历史较长，但大、中型机械化生产是解放后才发展起来的，现在已有几百家年产3000吨以上淀粉的加工厂。这些工厂主要以薯干作原料；生产设备除极少数厂从国外引进了部分先进设备外，大都很落后；生产工艺也很落后、混乱。1981年我国淀粉产量仅70万吨，其中工业化生产的为40万吨，其余的由农村乡镇作坊生产出的。造成淀粉工业落后的关键问题是加工设备落后，薯类淀粉生产设备更为简陋。广大农民和乡镇企业至今还用人工吊包洗粉，产量少，质量差，淀粉回收率比世界先进水平低25%。这种状况亟须改变。

（五）薯类淀粉加工业的前景

薯产区的农民，曾经长期过着“红薯半年粮”的穷苦生活。随着农业生产的发展，薯类农产品直接作为农民口粮的比例，正在逐年下降。目前突出的问题，是薯类农产品直接作饲料的比例上升，这就加剧了我国饲料构成不合理状况。收的红薯吃不掉，运不出去，在当地出售又不值钱，而且很难贮存，每逢阴雨天气便大量霉烂。这个问题在南方尤为严重。全国每年薯类农产品的损失量约为总产量的10~20%。因此，薯产区农民为治穷致富，迫切要求对薯类资源进行合理开发，综合利用。

薯类农产品经过有效的加工，能成倍、数十倍地增值。以甘薯为例，全国平均亩产鲜甘薯约2000斤，价值仅几十

元。这是甘薯产区目前经济落后的重要原因。若把甘薯加工成粗制淀粉，经济价值就可提高近1倍。在甘薯收获季节每100斤鲜甘薯约为4元；可加工粗制淀粉20斤左右，价值6.5~7元，粉渣还值1.1元。这样，农民通过自制淀粉就可使每100斤鲜甘薯增加3.5~4元收入，这是很可观的。

山东省费县列町大队，通过加工薯类淀粉，1981年人均分配由1980年的70元提高到122.5元；1982年达到300多元。两年就翻了两番。莱阳县大乔公社，制作甘薯细粉丝，每亩地的平均产值也猛增到600元。如果再对薯类进行深度加工，综合利用，其经济价值就更加可观。例如，1000吨薯干仅值16万元，加工成表1所列的产品，经济价值可提高很多。

薯类加工成淀粉后，可成为工业和其它行业的重要原料。所以，我国薯类淀粉生产的前途十分广阔，大有可为。

表1 1000吨薯干加工后的经济价值

经济价值 产 品	数 量 (吨)	价 值 (万元)	增 值 (倍)	税 利 (万元)
粗 制 淀 粉	650	33.4	1.08	6.1
果 荷 糖 浆	600	66	3.13	18
白 酒	500	85	4.31	38
味 精	100	90	4.63	45
柠 檬 酸	295	147.5	8.22	45
乳 酸	500	200	11.50	75
总溶剂再加二丁 脂有机玻璃等		252	14.75	72
葡萄糖、山梨醇 直至维生素C		400	24	187

二、薯类淀粉的生产工艺

(一) 薯类淀粉加工工厂的生产工艺

薯类淀粉粒存在于薯类产品的细胞中。淀粉生产的任务首先是破坏细胞，然后利用淀粉在水中的不溶解性和易于沉降的特点，将淀粉分离出来。淀粉生产基本过程为：鲜薯块的清洗、称量(薯干则为称量、浸泡、清洗)、粉碎，由粉碎的薯末中分离出淀粉乳，自淀粉乳中提取湿淀粉，将湿淀粉干燥后包装起来。

1. 鲜薯块的清洗及称量

甘薯、马铃薯、木薯等，通常总带有泥沙、杂草，所以在称量、加工前需先清洗。木薯中含0.01~0.04%氰化物，经酶的作用可以生成有毒物质氢氰酸。这种物质存在于表皮。故加工前需浸泡24小时以上，以便在浸泡过程中，利用木薯自身互相摩擦来除去表皮。

薯干因含水量低，质地坚硬。不易破碎，在清杂后应通过浸泡，使薯干膨胀软化。这样还可破坏蛋白质胶体组织，浸洗出部分水溶物质，有助于淀粉的分离和减少杂质。由于浸泡液中含有较多的可溶性物质，容易引起微生物活动。所以应根据季节不同，掌握换水的次数，防止原料变质。浸泡不当，会影响出粉率和淀粉的品质。大型淀粉厂中常在浸泡水中加入0.25%的二氧化硫，以达到杀菌消毒的目的。浸泡

时间应根据季节、原料情况灵活掌握，冬季长，夏季短。

薯块的洗涤多用流水清洗，或采用鼠笼式清洗器进行。

2. 粉碎

破坏细胞的任务是用各种类型的粉碎机来完成的。以薯干为原料的加工厂，多用锤片式粉碎机和齿爪式粉碎机、石磨、砂轮磨等进行粉碎。以鲜薯块为原料的加工厂，多用锉磨机进行粉碎；如为两次粉碎的，一次用粉碎机，一次用石磨或砂轮磨。薯类农产品粉碎后，成为浆糊状。

3. 搅拌

把粉碎过的鲜薯碎末加水一起搅拌，可使淀粉粒脱离纤维，并游离于水中。然后就能利用淀粉在水中的不溶解性和在水的悬浮液中易于沉降的特点，将淀粉分离出来。

如果在生产过程中用通用粉碎机粉碎原料，一般不设搅拌机，而以抽浆泵代替。

4. 筛分

大型机械化淀粉厂是依靠强大的筛理系统，从粉碎的薯末中提取淀粉乳的。为了提高淀粉乳浓度，在筛分时，可以用较稀薄的淀粉乳，来代替清水冲洗筛面。这一过程是按照“逆流原理”进行的。就是经过搅拌的薯末，首先被较浓的淀粉乳冲洗，以后被较稀的淀粉乳冲洗，最后用清水冲洗。以每次冲洗得到的淀粉乳来冲洗前一道筛的粉渣，这样可以节约用水，使所得到的淀粉乳有较高的浓度。

筛分工序进行的好坏，与淀粉质量有密切的关系。操作过程中要严格检查筛子有无破洞，防止粉渣漏入淀粉乳中。为了防止霉菌繁殖，大型机械化淀粉厂经常要用酸或碱液清洗筛子。

常用的筛子有平面往复筛、锥形离心筛、平面高速惯性振动筛、压力曲筛等。

5. 分离淀粉

经过筛分得到的淀粉乳，主要是淀粉、蛋白质、脂肪和少量细纤维等的混合物。因此，这道工序就是将非淀粉成分从淀粉乳中排除，而得到较纯净的淀粉。

一般淀粉加工厂，多用底部有一定斜度的流槽，来进行分离。当淀粉乳由较高的一端向较低的一端流动时，淀粉就沉积于槽底，蛋白质、脂肪和其它杂质就随汁水由它端流出。

近年来，我国引进了蝶片式喷嘴型离心机和旋液分离器。这些设备生产效率高，占用厂房面积小。

初步分离后的淀粉仍含有少量蛋白质和其它无机盐，再用清水洗涤数次，便可得到精制淀粉。

6. 干燥

湿淀粉含水50~55%，因此需要经过脱水干燥，才能安全贮藏。一般常用的脱水设备有离心脱水器，卧式螺旋沉降分离器。脱水后的淀粉需经高压蒸汽烘干机烘干。烘干淀粉时，需要注意控制温度和通风状况，特别要注意使其初期温度不超过40℃，以防糊化，后期温度可提高到70℃。为了不影响色泽，温度宜尽可能降低些。此外，干燥时间愈快淀粉品质愈高。

淀粉干燥后，经磨碎、筛选、包装即为成品干淀粉。

(二) 农村分散加工薯类淀粉的工艺

在我国薯产区，广大农民早就能够加工薯类淀粉了。

“粉坊”（加工薯类淀粉的作坊）是广大农村很普遍的农产品加工厂，其生产过程如下。

1. 鲜薯块的清洗及称量

先把鲜薯块由地里运到塘边，进行清洗，然后称量，再送入粉碎设备进行加工。

2. 粉碎

早些时候都是采用人工粉碎鲜薯块。粉碎工具叫擦盆（一个上大下小排列很多条齿的瓷盆）。粉碎时，农民用手拿着薯块在擦盆的齿上来回摩擦，将其粉碎。这种粉碎方法劳动强度很大，每人每天只能粉碎原料500斤左右。近十年来，人工粉碎已经被铰磨式粉碎机所代替，有的粉坊还使用锤片式粉碎机进行粉碎。

3. 搅拌和筛分

现在广大农村在这两道工序上，绝大多数还是采取手工操作。筛分是用手工磨豆腐的吊包方式进行。具体方法是：将一块过滤布四角吊起，加入粉碎过的薯末，一手向吊包中加水，另一只手直接搅拌，然后有节奏的摇动；同时先用淀粉乳清洗两三次，最后用清水洗涤一次就把粉渣倒出，然后再加入新的薯末。这种方法至今广大农村仍在使用。如由两个强劳力中的一个人搅拌清洗，一个人供水，每天可筛分鲜薯1000斤左右。

4. 分离淀粉

农民分离淀粉的方法通常采用“酸浆”法，俗称“对浆”。酸浆是在淀粉生产过程中，借天然乳酸菌在浆水中发酵得到的，具有一定的酸度。把适量的酸浆加入过筛后的淀粉乳，使其酸碱度(pH)为3.5~4，即可促使淀粉迅速凝聚沉降。同时，纤维、蛋白质胶体亦在酸的作用下凝聚。但由于淀粉下沉速度较纤维、蛋白质为快，所以在缸的底部是淀粉，其它杂质则悬浮于淀粉层之上，形成明显的分界面。此法操作处理得当，可很快分离出淀粉。一般在加酸浆后15~30分钟，淀粉即在悬浮液中分层。将上层澄清液移至大缸中放置8~24小时，使其自然发酵成为“老浆”，供次日使用。我国劳动人民在长期实践中，创造出这种使用酸浆加快淀粉与杂质分离的方法，是非常科学的。其巧妙之处，在于利用天然乳酸菌发酵的作用，可产生一定量的酸，一方面使淀粉加速沉降与杂质分离，另一方面因为乳酸菌的优势发育而抑制了其它杂菌的活动。由于发酵温度、时间及浆水的浓度，对酸浆的形成有很大的影响，因此制粉者应善于灵活掌握这些因素。使不同的季节都能获得优良的浆水。一般夏季(气温高)养浆时间应缩短，并加入一些凉水以降低温度，稀释浆水；冬季则宜加适量温水，延长养浆时间。

5. 干燥

广大农村都是用太阳晒来干燥的。晴朗天气1~2天即可晒好。如遇阴雨天，可把湿淀粉放入缸中，加水浸泡(水面高出淀粉层10~15厘米即可)保存；在冬季长达1~2个月也不会变质。