



輕工业技工讀物丛书

淀粉生产基本知识

(修訂本)

张力田 編著

輕工业出版社

輕工业技工讀物丛書

淀粉生产基本知识

(修訂本)

張力田 編著

輕工业出版社

1965年·北京

內 容 介 紹

淀粉的用途很广，除食用外，现代纺织、造纸、医药、冶金、铸造、石油……等工业中都需用它。我国淀粉资源丰富，各地淀粉工业发展很快，为此将有关淀粉制造的基本知识，扼要编成本书。

本书内容从自然界和淀粉、淀粉的物理性状、淀粉的化学结构和组成、淀粉制造的原料等讲起，进而讲述淀粉制造的各种方法如原料的选择和处理、原料的浸泡和破碎、分离胚芽和分离纤维、分离蛋白质、清洗、干燥和成品整理以及副产品的加工、变性淀粉等，最后讲淀粉的应用。

本书于1960年初版，兹为适应工农业生产高潮以及半工半读等需要，特予修订，补充入新的材料后再版。

本书主要读者对象为淀粉厂技工，但是对有关食品行业人员也有参考价值。对当前正在举办的半工半读学校更可作为试用教材。

輕工业技工讀物丛书

淀 粉 生 产 基 本 知 识

(修 订 本)

张 力 田 編 著

輕工业出版社出版

(北京永安路18号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第118号

中国财政经济出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米1/32·5¹⁵/₃₂印张·107千字

1965年11月第1版

1965年11月北京第1次印刷

印数：1—2,300 定价：(科二)0.48元

统一书号：15042·1108

前 言

淀粉制造在我国有很久的历史，各地农村几乎都有粉坊，但过去多为家庭副业，规模不大，产品质量亦差。

解放以后，在党的英明正确领导下，在总路线的光辉照耀下，全国工农业大跃进，淀粉工业的发展很快。各地纷纷建设大中小规模的工厂，产量增加，产品质量有了很大的提高，达到了先进水平，而且产品品种也有增多。除了满足国内广大人民和工业生产方面的需要外，各种淀粉和淀粉加工制品如糖浆和葡萄糖等，每年还有相当数量出口；在生产工艺和设备方面，也已有很大的革新改进，新式设备如锤式破碎机、旋液分离器和气流干燥器等都已经采用，这些设备都是自行设计和制造的，使用的效果良好。所以我国淀粉工业不但有了良好的基础，而且正以高速度向前发展中，这是贯彻了党的自力更生方针所取得的胜利。

为了配合淀粉工业的发展，介绍有关淀粉的基本知识，使对淀粉的物理化学性质、制造和应用能有深刻的认识，特编写这本小册子，以供淀粉工业和有关工作同志们的阅读和参考。

本书初版于1960年，出版后不久即告脱销，读者迭函要

求重印，为配合生产建设高潮以及半工半读学习参考需要，兹特予以修订再版。在修订中除对原有章节作了个别的补充修改外，对制造方法部分全部重写，增入了原料的选择和处理，原料的浸泡和破碎，分离胚芽和分离纤维，分离蛋白质，清洗、干燥和成品整理，副产品加工等几章，较详细地介绍生产技术和应用设备。在讲述工艺操作时，引述了有关原理，这些理论基础，对于提高生产技术水平，是有一定作用的。

本书虽经修订补充，但内容恐难免仍有缺点，请读者同志们多提宝贵的意见。

张 力 田

1965年6月

目 录

第一篇 緒 論

第一章 自然界和淀粉	(7)
------------------	-------

第二章 淀粉的物理性状	(10)
-------------------	--------

一、颗粒的形状	(10)	二、颗粒的大小	(12)
---------------	--------	---------------	--------

三、偏光十字	(13)	四、轮 纹	(14)
--------------	--------	-------------	--------

五、含水量	(15)	六、糊 化	(16)
-------------	--------	-------------	--------

七、淀粉糊的性质	(17)
----------------	--------

第三章 淀粉的化学结构和組成	(20)
----------------------	--------

一、淀粉的化学结构	(20)
-----------------	--------

二、工业淀粉的化学组成	(24)
-------------------	--------

第四章 淀粉制造的原料	(25)
-------------------	--------

一、甘 薯	(25)	二、马铃薯	(25)
-------------	--------	-------------	--------

三、木 薯	(26)	四、玉 米	(27)
-------------	--------	-------------	--------

五、高 粱	(28)	六、小 麦	(29)
-------------	--------	-------------	--------

七、大 米	(30)	八、豆 类	(30)
-------------	--------	-------------	--------

第二篇 淀粉的制造

第一章 淀粉制造概述	(32)
------------------	--------

第二章 原料的选择和处理	(39)
--------------------	--------

一、原料的选择	(39)	二、原料的处理	(43)
---------------	--------	---------------	--------

第三章 原料的浸泡和破碎	(45)
--------------------	--------

一、浸 泡	(45)	二、破 碎	(61)
-------------	--------	-------------	--------

第四章 分离胚芽和分离纤维	(71)
---------------------	--------

一、分离胚芽	(71)	二、分离纖維	(73)
--------------	--------	--------------	--------

第五章 分离蛋白質	(86)
一、酸漿法	(87)
二、靜止沉淀法	(87)
三、流动沉淀法	(88)
四、离心机法	(94)
五、旋液分离器法	(102)
第六章 清洗、干燥和成品整理	(108)
一、清洗淀粉	(108)
二、干 燥	(112)
三、成品的整理	(120)
第七章 副产品的加工	(122)
一、薯 渣	(122)
二、玉米胚芽	(123)
三、玉米浆	(129)
四、蛋白質水	(131)
五、纖維和玉米浆的干燥	(137)
第八章 变性淀粉	(140)
一、漂白淀粉	(140)
二、糊化淀粉	(142)
三、高粘度淀粉	(143)
四、低粘度淀粉	(144)

第三篇 淀粉的应用

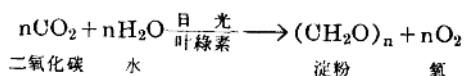
第一章 淀粉的用途	(148)
一、食品制造	(149)
二、造纸工业	(150)
三、纺织工业	(152)
四、浆洗衣服	(153)
五、去 污	(154)
六、胶粘剂	(155)
七、医 药	(156)
八、铸造工业	(158)
九、冶金工业	(158)
十、石油工业	(160)
十一、其 他	(161)
第二章 淀粉是重要的工业原料	(165)
一、淀粉糖浆	(165)
二、葡萄糖	(168)
三、糊 精	(170)
四、发酵工业	(171)
五、淀粉衍生物	(174)

第一篇 緒 論

第一章 自然界和淀粉

淀粉是一种碳水化合物，碳水化合物在自然界中分布很广，它是植物的主要成份。碳水化合物中为量最多的是纖維素，其次便是淀粉，这二种都是葡萄糖的聚合物。纖維素是构成细胞壁的主要成份，可说是植物生长中的建筑材料，淀粉则是植物所貯存的食粮。

植物绿叶利用日光的辐射，能将二氧化碳和水变成淀粉，同时产生氧气。这个现象称为“光合作用”，可用化学式简单地表示如下：



光合作用的变化历程，实际并不象上面方程式表示的那样简单。叶绿素是复杂的有机化合物，含有鎂，能由日光中吸收红、蓝和少量绿光。被吸收的光能促进光合作用的进行。

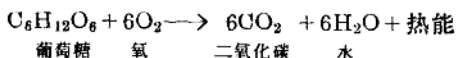
绿叶在白天所生成的淀粉，存在于叶绿素的微粒内，可用碘液试验，其法用酒精将叶绿素溶解，然后加几滴稀碘溶液，如颜色变蓝，即表示有淀粉存在。

绿叶含淀粉的量，在日暮时最多，早晨最少，夜间几乎

沒有。生成的淀粉受糖化酶的作用而变成糖，渗透到植物的其他部位，供作生长的营养料而变成其他组织(如纖維素)，多余的便变成淀粉貯存起来。这和动物体内过多的碳水化合物变成糖原(又名肝糖、动物淀粉)貯存在肝脏中很相类似。

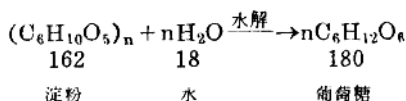
植物生长成熟后，有多量的淀粉貯存在种子(如玉米、麦、米、高粱等)、根(如甘薯、木薯)和块茎(如马铃薯)中。各种植物含淀粉的量因品种、气候、土质以及其他生长条件的不同而不一样。即是在同一块地里生长的不同植株，其所含淀粉量也不一定相同。

动物吃淀粉食物后经消化器官中酶的分解作用，把淀粉变成葡萄糖，然后渗透到血液中。葡萄糖与吸入的氧气起氧化作用，生成二氧化碳呼出体外，同时产生热，供给身体需要的热能，其变化可用下列化学式来表示：



根据上列化学式，每克分子量(180克)的葡萄糖在身体内氧化，需要6克分子量的氧气，产生6克分子量的二氧化碳气。在标准状态下(760毫米水银柱压力，0°C)，每1克分子量的任何气体都占体积22.4升。这样计算起来，每克葡萄糖在体内氧化需要0.746升($6 \times 22.4 \div 180$)的氧气，呼出0.746升的二氧化碳。这是根据消化后的葡萄糖计算，若依原先食用的淀粉 $[(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n]$ 计算，则每克淀粉需用氧气0.828升，呼出二氧化碳也是0.828升。这是因为每162克的淀粉经消化后生成180克的葡萄糖的缘故(1.1111倍)，如下

列化学式所表示：



淀粉在身体内氧化和物质的燃烧现象极相似。所产生的热，用“卡”表示。卡是 1 克水的温度上升摄氏 1 度所需要的热。一般使用“仟卡”作单位，1 “仟卡”即等于卡的一仟倍。每克淀粉经食用后变成葡萄糖，氧化产生热能 4.22 仟卡。每食用 1 市斤淀粉可获得热能 2110 仟卡，这相当于一个普通人每天需用的热能，体力劳动的人需要量大于此数。

自然界的主要热能来源是太阳。植物的绿叶经光合作用，将二氧化碳和水变成淀粉，再变成其他组织，这是植物利用太阳热能的方式。动物用植物淀粉作食物，经消化后变成葡萄糖，再氧化产生热能，这是动物间接利用太阳热能的方式。动物没有直接利用太阳热能的能力，只能走这个弯曲的路子。自然界中碳和热能循环的情况，表示于图 1。

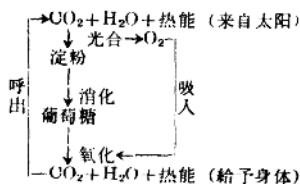


图 1 碳和热能的循环

第二章 淀粉的物理性状

淀粉是白色的微小颗粒，不溶解于冷水和有机溶剂。颗粒内部是很复杂的结晶组织。淀粉乳遇热糊化变成粘稠的液体。这些性质是一般淀粉所共有的。但由各种原料制造的不同淀粉，其性状不尽相同。兹将淀粉的重要物理性状，分别说明如下。

一、颗粒的形状

在显微镜的观察下，淀粉颗粒是透明的，具有一定的形状和大小(参阅图2~6，这几个图都是放大200倍)。不同淀粉具有不同的形状和大小，故用显微镜观察，可以检定淀粉的种类。

淀粉颗粒的形状可分为圆形、蛋形(椭圆)和多角形三种。一般含水份高、蛋白质少的植物的淀粉颗粒比较大些，形状比较整齐些，多呈圆形或蛋形，如马铃薯、木薯的淀粉；相反，颗粒小的呈多角形，如米的淀粉。

淀粉颗粒的形状又因生长的部位和生长期间所受压力的大小而不同。例如，玉米淀粉有圆形和多角形二种。圆形的是生长在玉米粒的中上部，生长期间遭受的压力小。多角形的是生长在胚芽两旁角质胚乳部分，因包裹淀粉的蛋白质网紧的关系，生长期间遭受的压力大，这一部分淀粉很难由蛋

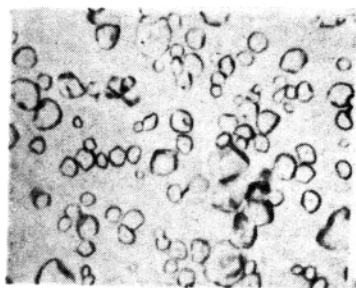


图2 甘薯淀粉颗粒

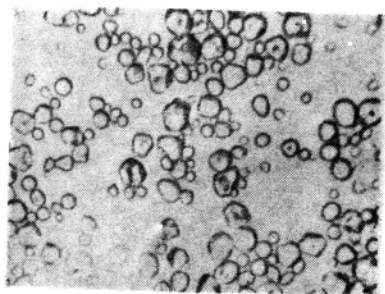


图3 玉米淀粉颗粒

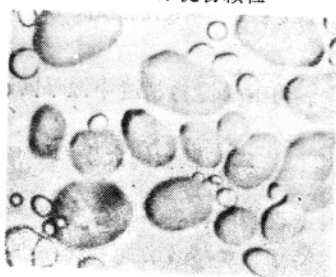


图4 马铃薯淀粉颗粒

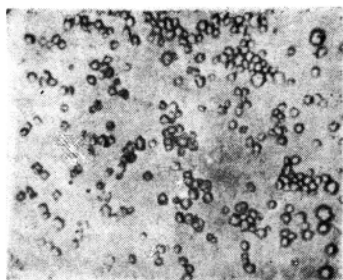


图5 大米淀粉颗粒

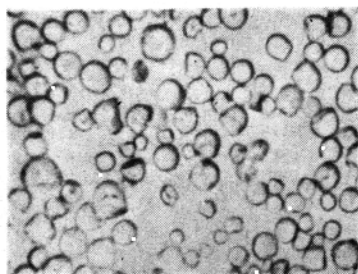


图6 木薯淀粉颗粒

白质网中分开，成为玉米淀粉制造中困难问题之一。

二、颗粒的大小

由不同原料制得的淀粉，其颗粒大小也不同，而且差别很大。马铃薯淀粉的颗粒是最大的一种，米淀粉是最小的一种。

淀粉颗粒的大小是以长轴的长度来表示，以微米(通常用希腊字母 μ 表示，一微米等于千分之一毫米)作单位，淀粉颗粒最小的为2微米，最大的为150微米。

同一种淀粉的颗粒，大小也不均匀。例如，玉米淀粉颗粒，大小很不一致，最小的为5微米，最大的为26微米，中间还有其他许多种大小，平均大小为15微米。米淀粉的颗粒比较均匀，在3~8微米之间。麦淀粉的颗粒有些很小，为2~10微米，有些很大达20~35微米，通常用大小的范围和平均值来表示一种淀粉颗粒的大小，例如上面提到的玉米淀粉范围为5~26微米，平均值为15微米。木薯淀粉颗粒的大小范围为5~35微米，平均值为20微米。马铃薯淀粉颗粒大小相差很多，范围为15~100微米。甘薯淀粉颗粒的范围为10~25微米。

曾有人估计过，1斤玉米淀粉约含有8,500亿个颗粒。颗粒大小的程度也可以由这个数目字想象得出来。

三、偏光十字

在偏光显微镜下观察，淀粉颗粒具有黑色十字，称为偏光十字，将颗粒分成白色的四个部分(见图7)。十字的位置各种植物不同，如马铃薯淀粉不在颗粒的中心，玉米淀粉在颗粒的中心。十字的明显程度也不相同，马铃薯淀粉最明显，玉米、高粱和木薯淀粉相当明显，麦淀粉则不很明显。利用这些区别，可借助于用显微镜鉴别淀粉的种类。

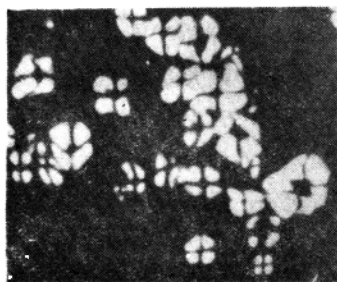


图 7 淀粉颗粒的偏光十字
(玉米)

四、輪 紋

在显微镜下细心观察，有些淀粉颗粒具有轮纹，与树木的年轮相类似。马铃薯淀粉的轮纹(见图 8)最明显，呈蚌壳形，木薯淀粉也看得清楚。若干淀粉，如玉米、麦和高粱等则没有轮纹。

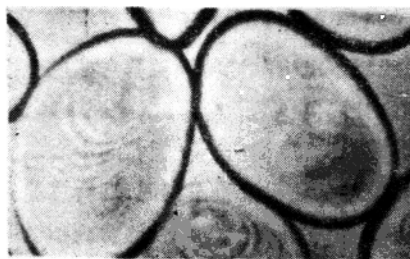


图 8 淀粉颗粒的轮纹
(马铃薯)

五、含水量

淀粉含有大量的水份，但却不显潮湿。例如，玉米淀粉在一般情况下含水份约为12%，马铃薯和甘薯淀粉含水份约为20%。虽然含有这样高的水份，却呈干燥的粉末状，这是由于淀粉分子中羟基（—OH）和水分子相互间生成氢键的缘故。

淀粉含水份的多寡，因空气湿度和温度而定。如在阴雨天，空气的湿度高，淀粉便吸收空气中的水气而增高水份含量。在干燥天气，湿度低，淀粉便会散失一些水份，减低水份含量。玉米淀粉在一般情况下约含12%的水份，称为平衡水份。淀粉工厂干燥湿淀粉的操作，便控制在这个数值左右。图9为玉米淀粉在不同湿度情况下的平衡水份曲线。曲线有两条，上面的一条是散失水份的平衡曲线，下面的一条是吸收水份的平衡曲线。若是湿淀粉置于空气中，水份散失，水份%在不同湿度下变化的情形依随上面的曲线。若是很干的淀粉置于空气中，吸收水份，则依随下面的曲线。

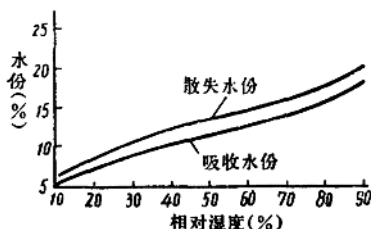


图9 玉米淀粉平衡水份曲线

六、糊 化

混淀粉于冷水中，搅拌后则成为乳状悬浮液，称为淀粉乳。若停止搅拌，则淀粉颗粒慢慢下沉，这是因为淀粉不溶于冷水和它的比重较水重的缘故(淀粉的比重约为1.6)。若把淀粉乳加热，水份渗透到淀粉颗粒的内部组织，待温度上升到一特定值的时候，颗粒开始膨胀，同时消失晶体结构和偏光十字。温度继续上升，淀粉颗粒继续膨胀，可达原先体积的几倍。由于淀粉颗粒的体积胀大，互相接触，变成粘稠的糊状体，虽停止搅拌，淀粉也不会再沉淀。这个现象称为“糊化”，生成的粘稠胶体称为“淀粉糊”。糊化所需的温度，称为“糊化温度”。

各种淀粉的糊化温度是不同的。同一种淀粉的大小不同颗粒的糊化难易也不一样，较大的颗粒容易糊化，能在较低的温度糊化。玉米、木薯、甘薯和马铃薯淀粉的糊化温度，玉米为 $64\sim 72^{\circ}\text{C}$ ，木薯为 $59\sim 70^{\circ}\text{C}$ ，甘薯为 $70\sim 76^{\circ}\text{C}$ ，马铃薯为 $56\sim 67^{\circ}\text{C}$ 。前面的低温度为糊化开始的温度，后面的高温度为糊化完成的温度。

糊化温度在干燥淀粉的操作中很重要。干燥开始时湿淀粉含水份多，所加温度不能超过糊化温度，否则便有糊化的危险，淀粉结块，过筛困难。待干燥到含水份较少时，就不会有糊化的危险，可增高温度，增快干燥速度。

淀粉颗粒在加热过程中的膨胀，可以分成三个阶段。在第一阶段，颗粒吸收少量水份，体积的膨胀很少，淀粉乳的粘