

玉米及其综合利用

译 文 集

北京市粮食科学研究所

目 录

玉米资源的开发利用大有前途·····	(1)
用玉米制造淀粉、糊精、葡萄糖·····	(6)
一、玉米是制造淀粉的一种原料·····	(6)
二、用玉米制造淀粉·····	(7)
三、用玉米淀粉制造变性淀粉和糊精·····	(9)
四、用玉米淀粉制造葡萄糖浆·····	(12)
干燥和储存的条件对玉米淀粉工业的影响·····	(20)
一、引言·····	(21)
二、玉米籽粒的结构和组成·····	(21)
三、淀粉工业的各个加工阶段·····	(22)
四、玉米的质量与农业技术的变化·····	(22)
五、实验结果·····	(23)
六、结论·····	(27)
法国玉米糖在甜饮料中的应用·····	(28)
一、导言·····	(28)
二、通过水解淀粉所获产品的性质、制造和组分·····	(28)
三、玉米糖的一般特性和它用在食品方面的衍生物·····	(32)
四、在甜饮料中各种糖的应用·····	(37)
五、结论·····	(38)
玉米制啤酒·····	(38)
一、制造原理·····	(38)
二、玉米的准备·····	(38)
三、芽浆法生产·····	(39)
结晶高果糖的制备工艺·····	(40)
一、结晶高果糖的制备工艺·····	(40)
二、用玉米高果糖浆制备结晶高果糖工艺·····	(45)
独特的多孔的玉米糖广泛地应用于食品的潜力·····	(48)
玉米的用途·····	(49)
一、磨粉工艺·····	(51)
二、法国玉米粗粉加工工业·····	(53)
三、玉米加工厂的产品和副产品的用处·····	(53)
四、玉米胚芽油工业·····	(55)

玉米——多种用途的粮食	(57)
一、玉米组分实际应用于各种食品.....	(57)
二、玉米糖.....	(58)
三、玉米糖浆.....	(59)
四、含玉米高果糖浆.....	(59)
五、干玉米糖.....	(59)
六、麦芽糊精.....	(59)
七、葡萄糖——水化物.....	(59)
八、无水葡萄糖.....	(60)
九、淀粉.....	(60)
十、未变性的、常规的即普通玉米淀粉.....	(61)
十一、变性酸性玉米淀粉.....	(62)
十二、氧化的玉米淀粉.....	(62)
十三、玉米淀粉的遗传变种.....	(62)
十四、淀粉衍生物.....	(63)
十五、玉米油.....	(65)
十六、其它玉米产品.....	(65)
玉米副产品的利用	(65)
一、玉米轴.....	(66)
二、糠醛.....	(66)
三、糠醛的生产.....	(67)
脱脂玉米胚芽粉的相对蛋白值	(69)
玉米蛋白的应用	(71)
玉米强化食品	(71)
一、高蛋白含量.....	(71)
二、强化膨化玉米食品.....	(74)
用玉米制作食品	(78)
一、玉米片和以玉米为基本原料的其它类型谷物早餐.....	(78)
二、膨化爆玉米.....	(80)
三、炸玉米片.....	(80)
四、玉米罐头.....	(80)
五、脱水玉米.....	(81)
六、速冻玉米.....	(82)
七、用玉米做威士忌.....	(82)
用未成熟的玉米制作食品	(83)
一、菜用玉米.....	(83)
二、罐头玉米.....	(84)
三、冷冻玉米.....	(88)

四、盐渍玉米.....	(89)
五、干制玉米.....	(90)
用成熟的玉米制成食品.....	(91)
一、膨化玉米粒.....	(91)
二、玉米面粉及玉米渣.....	(92)
三、玉米絮状食品.....	(96)
四、玉米油.....	(98)
玉米烹调制品与玉米菜肴.....	(98)
一、用嫩玉米粒做菜肴、食品.....	(100)
二、膨化玉米制作菜肴.....	(103)
三、用玉米面粉制作面包类食品.....	(104)
四、用玉米面粉制作饼干、华福里饼干及蛋糕.....	(106)
五、用玉米面粉制作甜薄饼及布丁.....	(108)
六、用玉米面粉制作饭粥及菜肴.....	(109)
七、用玉米糝(玉米渣)制作烤糕、饭及其它菜肴.....	(111)
八、用玉米絮状食品加淀粉制作菜肴.....	(112)
甜玉米原料的处理法.....	(113)
改善玉米风味的方法.....	(115)
饲料添加剂.....	(118)
蘑菇担子菌培养底基之制作方法.....	(121)
食用蘑菇栽培和底基制作方法.....	(124)
一、食用蘑菇的栽培方法.....	(124)
二、培育蘑菇用底基的制作方法.....	(126)
用膨化玉米制作流散状脂肪浓缩物载体的方法.....	(129)
玉米米的加工方法.....	(131)
玉米穗轴及米糠是微生物工业最宝贵的原料.....	(132)
理想食品.....	(134)

玉米资源的开发利用大有前途

玉米素有古老的谷类作物之称，据一些学者认为，它的最大原产地可能是南美秘鲁山区或亚马逊河流域的西部地区。早在欧洲人出现在大巴岛上之前很久，南美洲的当地居民就已熟悉了玉米的野生祖先。以后，其它地区的居民也相继利用这种植物制作食品，并逐渐掌握了它们的栽培方法。玉米的栽培历史据说至今已有七千多年之久了。自哥伦布发现新大陆，将玉米带回西班牙，又继而传入欧洲、非洲、亚洲及大洋洲等地，距今也已有四百多年的历史了。

玉米能适应各种不同的栽培条件，故能遍布世界各地，成为主要农作物之一。以其种植面积而言，它居世界粮食作物的首位，达十七亿七千万亩，而就其产量来说，玉米大体占世界粮食总产量的四分之一，仅次于小麦和大米，居第三位（一九七七年资料）。

玉米之所以分布如此之广，产量如此之多，成为许多国家主要农作物，重要的是由于它的利用价值很高。

玉米属禾本科，一年生单子叶植物。它的植株各个器官在工农业以及食品工业方面均可利用。玉米堪称“全身都是宝”，其经济价值之高，随着科学技术的日趋发展，更加被人们重视起来。

了解玉米植株的各个器官（籽粒、胚乳、胚、穗轴、茎、叶、苞叶和花丝等）的化学成份，对于合理利用玉米资源是至关重要的。而化学成份中对玉米的经济价值起着主要作用的是：蛋白质、脂肪、淀粉和各种糖等营养物质。现就玉米植株不同器官中主要营养物质含量列表如下：

玉米植株不同器官中主要营养物质含量（以干物质的%计算）

表一

植株器官	粗 蛋 白 (N×6.5)	脂 肪	淀 粉	灰 分	纤 维 素
籽 粒	6.3(4.9)— 19.7(23.6)	3.2(1.0— 6.4(15.3)	60.9—75.6	0.91—2.1	1.68—2.69
胚 乳	7.0—11.2	0.61—0.73	77.1—84.0	0.31—0.79	2.56—2.43
胚	14.0—26.0	17.2—56.8	1.5—5.5	7.3—10.6	2.4—5.2
叶	12.8—22.1	4.1(2.4) —5.3	2.1—5.3	6.2—12.4	23.7—30.7
茎	5.8—14.7	2.6—7.0	2.0—6.3	5.6—8.6	24.5—31.8
茎叶总计*	8.9—15.1	—	1.4—2.3	4.8—8.4	21.0—28.0

*根据玉米开花期。

除表一所列营养物质之外，玉米籽粒还含有维生素A(100克干物质中含0.3—0.9)，维生素B₂与维生素B₆；玉米胚油中含维生素E达0.23%；鲜嫩玉米粒及成熟的籽粒中尚含有微量的维生素D及维生素C，只是在储藏时极易迅速被破坏掉。玉米蛋白质成份中氨基酸成份含量情况从下表可见。

表二 玉米蛋白质中各种氨基酸的含量(概数，以16%的N表示)

氨基酸	整个籽粒	胚	胚乳中的蛋白质		
			溶于水的	溶于酒精的	溶于碱的
精氨酸	4.0	6.8	5.4	1.6	3.1
组氨酸	2.4	2.7	6.7	0.9	1.7
赖氨酸	2.5	5.8	1.0	0	1.1
酪氨酸	6.1	4.9	3.8	5.0	6.2
色氨酸	0.6	1.3	0.7	0.1	0.6
苯丙氨酸	4.5	5.6	1.7	6.4	6.6
胱氨酸	1.1	1.2	0.5	0.8	1.2
甲硫氨酸	—	2.3	—	2.4	5.5
缬氨酸	3.6	4.4	3.9	2.4	4.0
亮氨酸	21.5	16.3	11.3	23.7	24.7
异亮氨酸	3.6	3.7	1.3	4.3	4.9
缬氨酸	4.6	5.8	2.5	2.4	4.6
谷氨酸	—	—	—	35.6	24.4
天门冬氨酸	—	—	—	3.4	—
甘氨酸	—	—	—	0	4.3
丙氨酸	—	—	—	9.9	—
脯氨酸	—	—	—	9.0—12.0	—
羟脯氨酸	—	—	—	1.0	—

从表二可见，整粒玉米蛋白质中，人体所必需的氨基酸，相对而言，赖氨酸与色氨酸含量较少。

可以说，玉米确是一种富含多种营养物质的主要粮食。因此它早已在国内外被广泛应用于淀粉、制糖、食品、医药、酿造等许多工业领域，为人类生活所需发挥着越来越大的作用。

近年来，国外对玉米这一资源的利用开发日新月异，取得很大成果。值得我们学习的地方很多。例如：

一、在淀粉工业方面

随着科学技术的发展，淀粉的化学结构逐渐被认识，提取淀粉已成为一个工业系统——淀粉工业。淀粉工业的发展是很快的，用玉米提取淀粉的品种更是与日俱增。

目前，除用湿法加工提取普通玉米淀粉外，国外又生产出多种变性淀粉。变性淀粉的性质不同于普通淀粉，它显著的特点是，具有不同的粘滞度、流动度、粘性和水中溶解度。

变性淀粉的基本生产方法有二：

（一）加盐酸化：湿淀粉加水成淀粉乳，使干物质含量达30%左右再用盐酸酸化。用量为干淀粉量的0.75%，在专用槽中（温度约为50—60℃）存放二小时左右。然后用苏打水中和，以除去游离酸。中和后，洗涤淀粉乳，用离心机脱水，干燥至含水量为13%，用转筒筛筛理后，包装成袋。

（二）加次氯酸钠：将湿淀粉稀释成含干物质为43%左右的淀粉乳，加入次氯酸钠（用通氯气于苛性钠溶液制得）。再将混合物放入贮槽十小时左右，淀粉被酸化。再将淀粉脱水，用离心机或鼓式真空过滤机洗涤二次，然后干燥过筛，即得成品。

当前，国外生产出的变性淀粉品种很多，并广泛应用于各种工业部门作为原料。诸如：

（一）预凝胶淀粉：加入纸浆中，可加强纤维之间的连接，不仅使纸强度增加，且提高了纸张产量；这种淀粉用于制作西式糕点、布丁及牛奶鸡蛋饼亦较普通淀粉好。

（二）流动熟淀粉：其粘度比一般淀粉低，但它从强到弱变化范围很大，流动率可在20—90之间。它用于纺织业，对线上浆及漂白，也用来制糖果等，其效果均较好。

（三）氧化淀粉：这种淀粉经添加次氯酸钠，即可消除线状分子的弯曲，阻止其束状结合，增加了淀粉的稳定性，并避免了凝胶化，具有保护胶体的特性。可用于精加工以及制造某种质量的纸张等。

（四）特殊淀粉：这种淀粉用于外科手术时涂在手套上，它类似滑石粉，与消毒的橡胶手套热接触不明胶化。这种淀粉即使接触刀口，也能直接被人体所吸收，不会带来危害；用于制造瓦楞纸板，既能加快干燥，又能降低纸板成本，可获一定的经济效益。

（五）硝酸淀粉：是经硝酸处理所得，可作炸药。

（六）磷酸淀粉：有乳化和稳定的特性，制作糕点，可使糕点松软可口，还可用于制冰激凌、造纸、处理矿石、作颗粒产品糖衣及制造化妆品等。

还有一种新淀粉，加进“快餐食品”后可减少煮熟时间；加入盘菜、罐头食品内，加速热的传递，减少了消毒和冷却时间；有的国家以淀粉为基本原料制造薄膜片，冷热均不溶，可作粉状食品及速冻食品的包装；利用直链淀粉不吸收脂肪，并能溶于水的特点，制造半透明包装纸，可用于面包厂酶的包装。它可食用，又不透氧气和氮气，在食品工业上可发挥更大作用。

玉米淀粉也是生产燃料酒精的原料。目前为开辟新能源，有的发达国家利用玉米淀粉大量生产这种酒精，以代替石油。

二、在制糖工业方面

玉米经过粉碎、调浆、液化、糖化、过滤、浓缩等工艺过程，可直接生产饴糖。饴糖可供制糖果，也可供药用。

利用玉米生产的DE值不同的葡萄糖浆，有良好的稳定性与乳化性，可用于制人造奶

油和水果饮料。葡萄糖作为甜味剂、稳定剂、乳化剂成为高效营养品。

用玉米生产高果糖浆，是一新兴事物。高果糖浆是一种果糖含量很高的果葡糖浆，又称异构糖浆。是一种无色，透明，微呈粘稠状的液体糖。味似蜂蜜，故又称“人造蜂蜜”。其果糖含量已由第一代的42%至第二代的55—60%，现在已有第三代产品，含果糖为90%以上，大大超过了蔗糖的甜度。高果糖浆用途很大，做果糖口感滑润、细腻，不出现表皮结晶起粒现象，尤其宜于制造高级糖果；做糕点面包，可防止脱水，能延长保鲜期，且受热后易变棕色，极宜于烘焙食品的特殊要求；做果酱等食品，可始终保持较高的渗透性，不会析出结晶及降低甜度，食品不至于因之变质；做各种饮料及冷冻食品，在食品的光泽、调色、调味性等方面均可达到极好的指标；由于甜度高，用量少，成为低热值食品最佳原料。

高果糖浆是从淀粉中制取葡萄糖之后，再利用生物催化剂葡萄糖异构酶在60—70℃下，使葡萄糖分子结构重新排列而变为果糖的。六十年代初，制成了不溶于水的“固相酶”之后，解决了生产上的关键问题，使这一新兴事物得以飞速地向前发展。目前，美、日等国已实现了工业化生产高果糖浆。

高果糖浆生产的基本工艺：

将玉米淀粉制成淀粉乳，加 α -淀粉酶，液化后再以糖化酶糖化；以葡萄糖异构酶将部分葡萄糖异构化成为果糖。然后再经过滤、脱色、离子交换、浓缩，即得成品。

工艺条件是：葡萄糖浓度为40—50%；葡萄糖纯度为92—95%；国外间歇法PH值为6.5—7，连续法PH值为8—8.5；温度为60—70℃，排氧，不使之与酶和糖浆反应液接触。“固相酶”的固定方法是固定在树脂等载体上，它活性大，每公斤可使一千公斤以上的葡萄糖异构化；它稳定，使用时间长，产品不易污染。

我国人口多，土地少，解决食糖问题，只靠种植甘蔗，甜菜是困难的。当前，我国每年人均耗糖量只有2.5千克，而美国1979年人均耗糖量仅高果糖浆即达5千克之多，差距是明显的。要解决这一实际问题，必须开发新的糖源，因此，利用玉米淀粉生产高果糖浆不仅势在必行，而且切实可行。

从经济角度考虑，生产这种糖浆具有省土地、成本低、原料有来源、加之不受季节限制、可均衡生产、副产品价值高等不容忽视的有利条件。

从国外的生产实际看，1.7吨玉米可生产一吨高果糖浆；一吨高果糖浆所需土地量约为蔗糖的二分之一，甜菜糖的三分之一至五分之一，且玉米适应于不同的栽培条件，种植地区广泛，成本可比甘蔗和甜菜低一半左右，建一工厂，二、三年即可收回全部投资。

三、在食品工业方面

国外用玉米制作各种日常食品的方法很多，特别是美国。其玉米主食面包、饼干、面条、烤糕、馅饼等的制法、食用方法繁多。将新鲜嫩玉米穗粒应时制成各种美味可口菜肴，制成盐渍玉米，罐头玉米，脱水玉米以及速冻玉米也很普遍。

近年来，利用玉米发展新型食品日趋增多，如用脱脂玉米胚芽制粉，作为营养强化剂，添加进主食食品内，以达到增强营养的目的；从普通玉米粉中将脂肪、磷脂、蛋白质全部或部分地分离出去，制成色淡、食味绝对中性，介于普通玉米粉及玉米淀粉之间

的特制玉米粉，可生产面条、婴儿方便食品，人造奶粉；玉米经膨化制成方便膨化食品，则更有其特点。膨化食品组织结构酥松均匀，吸水力强，容易复水， α 化彻底，易为人体消化吸收，消化率达86.4%。这种食品是颇受人们欢迎的。

国外膨化设备已有相当水平，实现了自动化，新近有的国家又研究出玉米膨化新工艺及制度出连续化生产的大型膨化设备，并且已生产出膨化玉米粉。

膨化玉米粉的生产，是在特制玉米粉生产工艺上附设了一道工序。特制玉米粉的生产工艺主要步骤是：

以普通玉米粉为原料，经浸泡，蒸气加热，放入适量焦硫酸钠，使玉米黄色色素、蛋白质溶于水，浸泡后的普通玉米粉用无孔转兰螺旋离心机进行分馏，液体从上溢出，玉米粉由下排出。玉米粉再经干燥，即加工出特制玉米粉。

膨化玉米粉的加工过程是，将含粉量为47%的玉米粉浆输入流化床烘干机，经加热、加压，在高温高压下粉浆通过分离器狭小出口喷出时，体积迅速增大，随加工出膨化玉米粉。这种玉米粉可加工制成婴儿方便食品——代乳粉及方便粥等，成为哺育婴儿的佳品。

日本 α 玉米膨化食品，是用玉米经粉碎后加适量水搅匀，送进抽压机加压达30—40千克/厘米²，温度为140℃。加压加温后，原料由细小喷口喷出，瞬间体积膨胀十倍，其中的水份大部分被蒸发，再经切断、烘干，至水份为2%时，输入回转式滚筒，喷以调料，遂得成品。

国外膨化技术发展很快，膨化食品已有上千种，并由小食品和点心为主，进入主食为主阶段。随着膨化技术的进一步发展，膨化食品花样品种还会日益翻新。据说瑞士恩格公司即用膨化玉米酿制啤酒，能缩短生产工艺过程，质量与大米配制啤酒一样好。

我国的玉米膨化食品品种不多，设备尚不够先进。举步虽迟，但却大有迎头赶上之势，新事物也在不断出现。如风靡各地的玉米膨化小食品：北京的膨香思，东北的长乐果等等，不仅是小食品，黑龙江省已将膨化玉米粉引入主食面包，按20—30%配比，生产出的面包，据说可保持面包的色、香、味、形。在弹性、柔软及不易老化等方面优于纯小麦粉制面包。

玉米在其他方面的利用：在制药工业上，如用玉米蛋白制药剂糖衣；用玉米穗轴配以其他原料制成糠醛，用糠醛再制成除草剂、杀虫剂；玉米右旋糖经氧化产生山梨醇，山梨醇发酵可生产抗坏血酸（维生素C）片剂；玉米葡萄糖进一步加工可制麻醉剂；玉米油中的亚油酸可制降压药，脱脂玉米饼粕可制取植酸钙，能补脑、健胃；植酸钙再经加工，制成肌醇，是治疗肝硬化、肝炎、血管硬化等症的珍贵药品；玉米柱头花丝是中药，可治高血压；玉米浆是抗菌素制剂的原料之一；玉米结晶葡萄糖可制成注射用针剂葡萄糖及维生素片剂。

在酿造工业上，国外用玉米作辅助材料酿造啤酒，我国玉米却以70%的配比成为酿造啤酒的主要原料，生产出的啤酒，基本合格；有的地方酒精厂则利用玉米加工酒精，使每吨降低成本12—15元，节约粮食50千克；玉米穗可制醋，玉米精制后亦可制酱油；玉米胚榨油，脱脂饼粕可酿白酒，我国每50千克饼粕可酿白酒10.5千克，度数为60度。

总之，玉米可利用之处，实难尽述。

我国玉米产量历来很高，号称盛产玉米的大国之一。仅以1980年为例，玉米播种面积即达三亿亩左右，产量为五千万吨。无论就播种面积，还是就产量而言，均为粮食播种总面积与总产量的五分之一强。特别是三北地区，玉米资源更为丰富，只要借鉴国外先进技术，就地取材，发展地区优势，利用玉米提取淀粉，服务于其他工业，是大有潜力可挖的，利用玉米生产高质量的高果糖浆，解决国用民需的食糖问题，原料资源可谓用之不竭。总之，因地制宜发展、利用玉米这一资源是大有可为的。

用玉米制造淀粉、糊精、葡萄糖

一、玉米是制造淀粉的一种原料

在美国，很久以来玉米就是制造淀粉最常用的原料，在欧洲，土豆和玉米竞相争做淀粉的原料。如荷兰几乎全是土豆淀粉，而意大利只生产玉米淀粉，法国生产25万吨玉米淀粉和8万吨土豆淀粉。

德、法、意、荷生产淀粉等的情况（万吨）

	国 家	1965	1966	1967
土 豆 淀 粉	联邦德国	2.2	2.4	3.5
	法 国	6.0	7.9	8.0
	意 大 利	0.4	—	—
	荷 兰	22.7	27.8	34.5
谷 物 淀 粉	联邦德国	30.2	33.7	34.4
	法 国	21.0	21.1	24.5
葡 萄 糖 与 麦 芽 糖	联邦德国	9.9	10.3	10.5
	法 国	10.4	10.0	10.6
	意 大 利	6.2	6.5	—
	荷 兰	6.6	6.7	—

杂交玉米的淀粉平均含量是65%，新品种可达70%。其副产品皮、面筋、胚芽饼约占籽粒重量的25%，胚芽油约占3.5%。

淀粉厂生产出来的淀粉是干的，一般以淀粉、未加工淀粉、未变性淀粉或精制淀粉的名称出售。淀粉研磨后可制成细粉状。也可将淀粉进行加工后出售。如：制成预凝胶的淀粉、氧化淀粉等等，或运到葡萄糖厂或糊精厂做进一步加工。

含高直链淀粉的玉米是一种新的玉米品种，它的优点很多，它的工艺特性怎么样呢？

因直链淀粉颗粒比一般淀粉颗粒小，所以用通常技术设备获得比一般淀粉含面筋不

多的纯直链淀粉是困难的。一些科研工作者改进面筋的分离技术，一些遗传学家想利用增加直链品种的含量来解决这个难题，这些工作从1958年就开始了，现在还在进行着。下面是两个实验结果。

直链淀粉含量(%)	24.1☆	49	57	66.7
浸泡玉米的含水量(%)	46	54	52	55
籽粒体积增加(%)	63	100	128	105
胚芽油提取率(%)	55.5	51.4	51	59.7
淀粉的提取率(%)	87.3	80.0	71.4	82.7
淀粉的蛋白含量(%)	0.51	0.53	0.70	0.48

☆标准马牙玉米

这就是说含直链淀粉最多的玉米有最好的工艺特性。然而第三次实验从75%直链淀粉的玉米获得了和前面57%直链淀粉的玉米相同的结果。

淀粉厂都附设葡萄糖厂，目的是使淀粉产品获得更大的利润。淀粉厂主要有下面三个加工工序：

- 从籽粒中分离提取淀粉，
- 使淀粉变性，
- 通过水解将淀粉加工成葡萄糖。

二、用玉米制造淀粉

1、玉米的接收、净化、储存

玉米籽粒运到淀粉厂，常含有异物和不纯籽粒，入仓之前要将它们除去，以使籽粒之间空气流通，避免发热。玉米是用火车或卡车运来的，数量经常很大，淀粉厂的筒仓是周转仓，入到筒仓的玉米再根据工厂的需要陆续直接补充。

不纯物（玉米轴碎屑、秸秆、破碎粒等）比玉米粒小的用筛子和鼓风机除掉，筛的同时用负压流通空气吸走灰尘和纤维薄片，并将它们收集到一个容器中。

在美国，这种筛子有时还安装上磁铁，目的是除去金属异物（铁丝、铁钉等），这些东西可能在收获玉米时被同时收获上来或者在干燥的操作过程中混进去。

2、浸泡

玉米的第一道加工即是浸泡，目的是使籽粒软化，以便除去可溶性物并使包围着淀粉的蛋白网离解。

从前，甚至直至二次大战前，浸罐还是单个的，水不是从一个罐到另一个罐循环使用，而是单罐浸泡，这就需用大量的水，排出这样大量的废水带来许多严重的问题。现在，浸泡罐是金属做的，一般是圆筒状的，容量为50吨至100吨，浸泡罐几个一组，各组之间有管道相联；用水泵使水在各罐之间循环流动。水被加热到50℃并添加二氧化硫，二氧化硫使籽粒软化并防止籽粒发酵。水从第一罐转到第二罐再到第三罐，直至水中含干物达6—10%才把它放掉。

当籽粒达到适当的软度以后，也就是说浸泡48小时后，玉米从罐底倒出并用水将它冲到提取车间。

浸液中含有丰富的乳酸和乳酸盐，这是由于糖发酵和抗处理条件的乳酸杆菌出现所产生的。在低温和真空下浓缩，它可以成为分泌抗菌素和维生素的某些细菌的一种很好的营养物质。人们也可以从中提取氨基酸或直接做饲料。

另一方面在热和酸的双重作用下，蛋白网解体，这样便于籽粒的粉碎，使淀粉和蛋白磨得更细。这些工作都要在去胚之前完成。

3、脱胚

开始把籽粒破成大块，将胚芽分离。胚芽中含50%的油脂，因此除去胚芽使淀粉不会因胚芽中的油脂使淀粉质量变差，而且还可提取胚芽油使淀粉厂的产品增值。

浸泡后的玉米用两个水平转盘粉碎。一些粉碎机的两个转盘以相反的方向转动，另一些粉碎机的一个转盘转动，另一个固定不动。转盘之间的距离则根据玉米胚芽的大小确定。

在粉碎机里加上点水以便获得糊状产品，其中包括淀粉、蛋白、胚芽和皮，把它们收集到槽中，在槽中利用它们密度的不同将胚芽分离出来，因为胚芽最轻，所以浮在表面上。在槽的底部有一个搅拌器可使被压在底下的胚芽浮起来。将胚芽干燥后运往油厂，将含有大量淀粉的籽粒粉碎块从槽底卸出。这些籽粒碎块混有纤维碎屑，尤其是皮，将它们放入调和器中再次清洗将可溶性部分完全清除，然后到粉碎机粉碎。

4、粉碎、提取、分离出皮和纤维

从前是用石磨粉碎，现在是用立式钢制的粉碎机，它使籽粒的碎块爆裂而不是碾碎。这种方法的好处是损失少，碎屑易于分离。这种机器的主要部件是一个高速水平旋转的圆盘，落在圆盘上的籽粒碎块由于离心力的作用被抛到与固定的主轴联在一起的圆形壁上，这样撞击使之破裂成更小的块。用铜丝或尼龙网做的振动筛将纤维和糠回收，同时将粉碎出来的混合物水洗。流出的水即带有淀粉，蛋白质（面筋），将纤维残留物输送到一个连续压力机中除掉大部分水份，再干燥以做动物饲料。

用泵将含蛋白、淀粉的水溶液打进超速离心机，根据淀粉密度大、蛋白密度小的特点将它们分离。

直至不久以前，淀粉还是用沉降法分离，糊状混合物在一个稍微有点倾斜的槽中用水冲洗，淀粉沉降于沟槽纵向切面的底部，蛋白微粒比淀粉轻而被冲走。

玉米淀粉厂一般使用的是阿伐拉伐公司的离心机。用这种机器在一边可获得蛋白悬浮液，另一边则可得到淀粉浆。蛋白悬浮液过滤后干燥，淀粉浆连续水洗纯化清除可溶性物质，最后脱水、干燥、过筛或以液体形式送到葡萄糖厂或其它加工厂。

5、淀粉厂的副产品

1) 从浸液中提取可溶性物

人们处理玉米浸液是从1890年开始的，以前淀粉厂的浸液当做废水流掉。

现在，各淀粉厂都有浸液浓缩系统，因为浸液滤出的干物质含有48%的蛋白质、26%的乳酸、18%的灰份和百分之几的各种其它物质。提取这些物质，再加上淀粉厂的另外两种副产品——蛋白和皮，这些可做动物饲料，提取物还可培养酵母生产抗菌素和

维生素。

从浸液中提取可溶性物质，首先是可做动物饲料，因为其中含有多多种氨基酸，可以增加家禽饲料的营养价值，其次它是一种培养细菌的好介质，这些细菌可以产生一些酸，易为反刍动物消化吸收。

浸液还有其它用途，最近比较著名的是培养微生物和酵母用以生产抗菌素，抗菌素从1942年开始发展起来，特别是在二次大战期间发展得更快。继青霉素之后，又出现了红霉素、氯霉素和金霉素。

从浸液的可溶物中还可提取生产肌醇（多种B族维生素），肌醇单独使用或和其它脂蛋白物混合使用（比如胆硷和蛋氨酸）可以调节油脂和胆固醇的代谢。

三、用玉米淀粉制造变性淀粉和糊精

法国每年大约要生产30万吨毛淀粉，其中22万吨是玉米淀粉，差不多有10多万吨的淀粉是在未加工的情况下出售的。其余的18万吨中，有10~12万吨制成葡萄糖，6万吨制成糊精和别的加工淀粉。生产焦糖、转化糖等等，只有几千吨。

可以将淀粉产品分成两个系列，一系列是加工的变性淀粉，另一系列是不断增长的淀粉衍生物。

变性淀粉有很多种，变性的目的是改变淀粉原有特性以适应各种不同的需要，变性的加工处理可使淀粉分子分离并以不同方式联合，这样可以随意改变其粘度。其种类如下：

1、预凝胶淀粉。即用冷水将淀粉泡胀蒸煮，然后用滚筒将其脱水或用滚筒干燥器将其脱水。所获产品遇水即吸水、膨胀变粘稠。

这种预制熟并干燥的淀粉有多种用途。加入纸浆中可加强纤维之间的联系，增加纸的强度，同时每吨纸浆所制出的纸张也可增加。它还可以用于方便食品的制造，如做布丁和牛奶鸡蛋饼，以及在钻井的泥浆中做为一种稳定成分使用。这种泥浆渗水和粘土等一起应用，可使钻头冷却，使用又方便，可以连续钻井，用这种具有内聚力的淀粉，泥浆稳定性好。

2、能流动的熟淀粉。其粘度比一般淀粉的粘度低，但它的粘度从强到弱变化范围很大。其流动率可在20至90之间。

加工方法是，用低于凝胶点的温度加热一般淀粉至呈牛奶状后加入少量酸。这种酸钻入到分子网络中，使一些分子的链断开，当达到人们所希望的程度时，将其过滤、干燥。表面上，淀粉的粉粒好象没有变化，但当再次在热水中稀释时，即离解、凝胶并成为一种粘性不强的糊，也就是说还有很好的流动性。

这种型号的淀粉主要用于纺织厂，给线上浆及漂白，也可以用它制造糖果。

3、氧化淀粉。它的制备方法和上述制备方法相同，但添加的酸用次氯酸钠代替，这样可以消除线状分子的弯曲，可以阻止它们束状结合。这种变化增加了淀粉的稳定性并避免凝胶化。

氧化淀粉膏比较稳定，比上述流动淀粉流动性更好。氧化淀粉也具有保护胶体的特性。它尤其适用于线的上浆，布的精加工以及某些特种用纸的制造上。

4、“英国树脂”。它来源于英国一个工厂的一次失火事故，该厂储存的很多袋淀

粉被烧，由于用水扑灭，淀粉浸湿了，继续加工后即成了有粘性的东西，它特别象天然树脂。

现在已经有各种各样的英国树脂，其特性各不相同，其颜色从淡棕色到深棕色，这是根据加热的温度，烘烤的时间以及加酸，没加酸来决定的。

英国树脂比流动的熟淀粉更稳定，因为它能形成一个保护性薄膜并有粘结能力，因此它全被用作饰面，也有人用它做印花布的增稠剂。

5、白糊精。它的加工方法和英国树脂的加工方法基本相同，但温度要低些，并且加入酸。

它稍有点颜色，一但熟了呈液体状，冷却后呈一种柔软的膏状。

与氧化淀粉相反，白糊精是不稳定的，其流动性差。

浆糊常用白糊精制造，某些纺织品的精制也常用白糊精。

6、黄糊精。它比白糊精用更高的温度烘烤，但加的酸比白糊精少，加热时间短，比英国树脂用酸多。

黄糊精是变性最深的淀粉，浓缩到50%至60%时稳定性很好，可存放几个月。

由于黄糊精具有粘性和可以迅速干燥的特点，所以它主要用于制造邮票、标签、信封及包装纸带的粘合剂。

也有人用糊精（或甲醛树脂）做纸板的防水层。

7、特殊淀粉。它是为某些特殊用途制造的淀粉，比如做外科医生手术用的手套隔离粉。

实际上，人们可以对淀粉进行各种不同的加工，改变分子联接的数目，以改变产品的性质。

淀粉的整个系列产品目前随食品工业、纺织工业和造纸业的需要而发展。

用于外科医生的手术手套的特殊淀粉（高度聚合）在和消毒后的热气接触过程中不明胶化；另一方面做为这种橡胶手套的隔离粉，它的好处是，即使这种隔离粉掉到伤口里也没什么妨碍，可以被人体吸收。

还有用于制造瓦楞纸的特殊淀粉，它可加快干燥。由于它的价格便宜，可以降低制造的成本。

8、淀粉的衍生产品，这些产品是由淀粉和其它物质化合而成的，即淀粉的某些部分被其它化合物取代。比如用硝酸对淀粉加工处理可获硝化淀粉（用作炸药）以及醋酸淀粉和磷酸淀粉。这些衍生物即是在羧基族的淀粉分子上联上羧甲基醚、羟甲基醚和羟丙基醚等。

淀粉的变化种类实际上是无限的。

磷酸淀粉有各种用途：制造冰淇淋和各种食品，因为它有乳化和稳定的特性。在制造糕点时加入磷酸淀粉可使产品松软可口。也可用于做某些颗粒产品的糖衣或用于造纸工业处理矿石及制造化妆品等。

9、变性淀粉和淀粉衍生物的新产品

1）用于食品的变性淀粉

纽约的国际淀粉及化学联合公司最近生产出一种淀粉，把这种淀粉加入到“速食食

品”中可减少蒸煮时间并可用烘烤代替油炸。

哈密格公司制造的一种新淀粉加入盘菜罐头和调味汁罐头中，加速了热传递，可减少消毒和冷却的时间。

2) 黄原酸盐。它的连续制造方法及掺到纸浆中的技术(也是连续式的)已由美国的皮奥里亚实验室发明。根据美国农业部的一位化学家1967年在造纸工业技术学会年会上做的学术报告认为,黄原酸盐可能是用于造纸的一种良好的淀粉衍生物。实验室用加黄原酸盐制做的硬纸片特性很好。干时纸片的抗拉力是原产品的1.7倍,而湿时纸片的抗拉力是原产品的十五倍还多。整体的各种包装盒的抗性,除了撕破以后,加黄原酸盐制造的包装盒强度都有加强。

3) 直链淀粉。即是直链分子组成的部分淀粉。美国人致力于种植含直链淀粉高的玉米品种,这种淀粉的特点是不吸收脂肪并溶于水。

直链淀粉的理想用途是作纸厂的粘合剂和在纸上涂胶,它的第二大用途就是包装了。

美国玉米生产公司1967年底宣称,它们制造并出售一种半透明的纸,这种纸首先被用于面包厂酶的提取物的包装。

由于这种纸能吃,且不透氧气和氮气,透二氧化碳气和脂肪也很少,那么这种纸在食品工业中的用途一定会很广泛。

此外,美国玉米公司西中部研究所申请了一种以淀粉为基本原料制造的薄膜片的专利,这种片不管是在冷还是在热的情况下都不溶化,它既可包装粉状产品又可包装速冻食品。

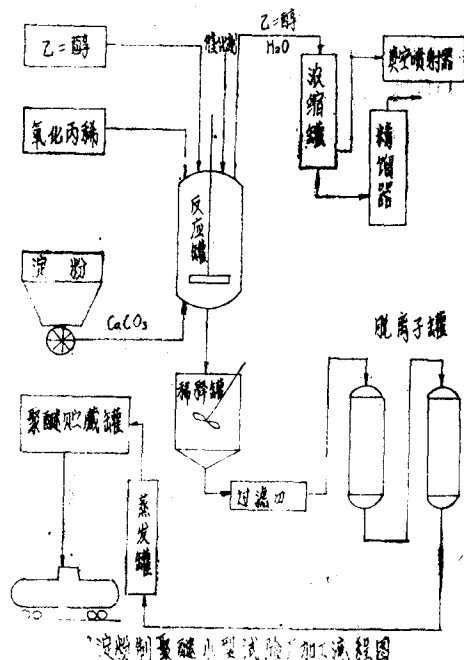
美国玉米公司在内布拉斯加(中西部研究所驻地)建立了一个年产40万吨直链淀粉膜的实验工厂。

皮奥里亚实验室用羟丙基的直链淀粉(71%)制做的薄膜做了一些实验,事实是羟丙基化增加抗破裂的能力(但减少了抗拉强度)。这种型号的薄膜适用于包装干产品。

4) 淀粉葡萄糖苷。它是通过乙二醇和淀粉反应获得的。它是制备软、硬和隔热的泡沫的原料(见示意图)。硬泡沫用于作冷藏车的隔热层或房屋建筑的隔热层,软泡沫可作床垫。

5) 面筋。它含有60%~70%的蛋白,加上可溶性提取物,掺上麸皮和玉米胚芽饼可构成一种很好的饲料,其蛋白含量可达玉米籽粒的两倍。加入右旋糖废糖蜜可构成含蛋白达18%的一种饲料。

面筋粉平均含蛋白41%,主要用于饲养家禽,它含的叶黄素可以给家禽的皮和蛋着上黄色。



淀粉制聚醚小型试验厂加工流程图

美国淀粉厂每年生产的饲料大约是150万吨，法国淀粉厂生产的饲料大部分用于出口，特别是向荷兰、瑞士和德国出口。因为法国的饲养人员对这种饲料用得很少。

面筋加入人类食品中的应用才刚刚出现，将面筋加到面包中，可以改善产品的颜色并使面包柔软。

最后，人们可以从面筋中提取玉米朊、蛋白，它们有多种用途：可用于织布、砂纸、软木塞、药、地板腊、食品、漆以及洗像纸等的制造。

四、用玉米淀粉制造葡萄糖浆

大部分葡萄糖浆是通过酸水解获得的。酸、酶水解法也正在推广起来，酸作第一阶段的水解——淀粉的液化，酶作为第二阶段水解——糖化。完全用酶法制造葡萄糖浆大概只有日本，它是用甜白薯淀粉来制造的，玉米淀粉和小麦淀粉过滤的产量太低，但要制造右旋糖完全用酶法水解的产量还是很高的。

1、酸水解

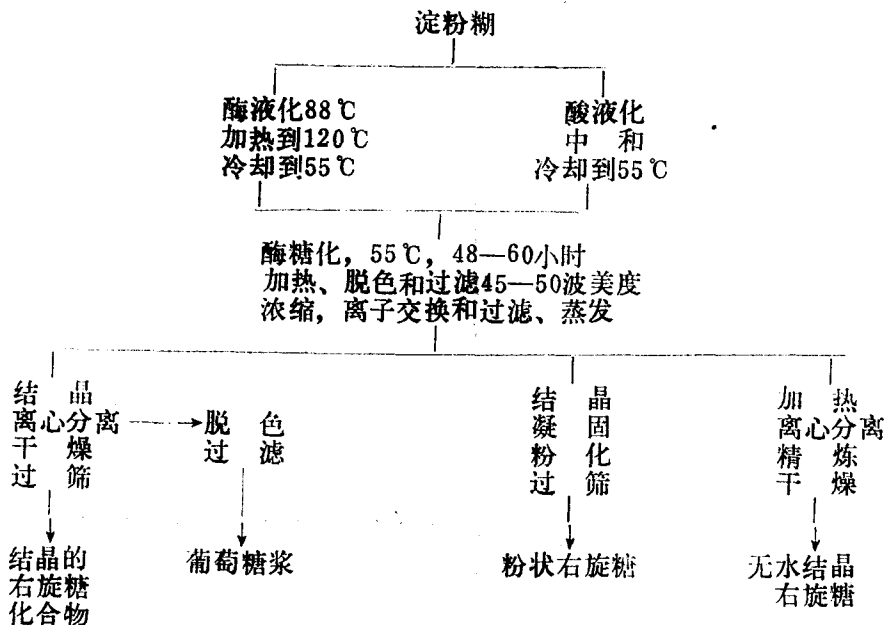
酸用作催化剂，把它加入到淀粉糊中，使其PH值升至1.8左右。在水解过程中，由于受热水分子被固定在淀粉分子上，即使淀粉转化成右旋糖。在水解的中间阶段，可获得含多少不等的右旋糖、麦芽糖和多糖的糖浆。

可用提高温度和增加酸的浓度来加速水解。但为了避免某些不利的反应，比如麦拉德反应，必须严格控制水解的条件。

为了使温度能维持在最高点，酸水解要在减压设备中进行；当糖浆达到要求的DE（DE即是相当右旋糖，它的意思是用干的右旋糖来表示糖浆中包含产生糖的总数量），将糖浆用炭或离子交换树脂过滤，滤掉带颜色的物质和其它不纯物，然后在蒸发罐里浓缩。

DE越高，转化时间越长，轻分子的糖（麦芽糖和右旋糖）越多，重分子的糖越少。完全水解后即全是右旋糖，也叫葡萄糖。

右旋糖（葡萄糖）制造示意图



2) 酸/酶水解

第一个用酸/酶二步水解的专利是1940年两个美国人申请的。

这种方法即是用酸作第一步水解直至获得确定的DE，用氢氧化钠中和，过滤糖浆并浓缩。然后加入酶，一般是加入甜淀粉酶继续水解直至最终达到要求的DE。用这种方法可以获得不粘稠的糖浆，比完全用酸水解得到的糖更多，成分更容易测量，但必须限制不利的反应。

3) 酶水解

完全用酶水解制造右旋糖已引起很多人的重视，至少已有六个专利用下面同一个原理：加热加速淀粉的明胶化；但另一方面，液流化以使水解物更好地过滤，另外，至今已知的酶都不能抗高温。使用的酶是 α -淀粉酶、淀粉糖苷酶或糖淀粉酶，它们可使右旋糖分子分离出来。

α -淀粉酶可将直链淀粉（300~500个右旋糖的线状聚合物）的链切断，而糖淀粉酶可将支链淀粉（1000个左右的右旋糖聚合物）的链切断。这项活动分两阶段进行：第一阶段，通过水解将15~20%的淀粉转化为右旋糖，第二阶段全部转化。

酶水解可以处理含30%至40%干物质的淀粉糊，而酸水解必须是更稀的糊，即只含20%的淀粉。酶水解比酸水解可以提高产量和质量。

用酶法水解，日本有一个专利，美国有一个叫“蒸汽喷嘴工艺”的专利，美国还有大陆工程及玉米生产公司的另外两个专利，德国一个专利和丹麦一个专利。丹麦的这个专利是用酶法两步液化，中间一个热处理。美国的一个公司（A、E、斯特利制造公司）首先实现了以全酶法水解工业化制造葡萄糖浆和右旋糖。这是五年前的事，目前实现工业生产的工作还在继续进行。但现时大部分右旋糖还是通过酸/酶法制造的。因为酶的价格是相当高的。

酸法、酸/酶法、酶法转化特性的比较

方 法	DE (液化后)	DE (转化后)			过滤时 间(分)	滤渣重量 (克)	过 滤
		24小时	48小时	72小时			
双酶法	12	93	100	100	3	8	100
酸/酶法	10	78	85	91	18	13	99
酸/酶法	13	89	92	96	15	9	93
酸/酶法	19	84	87	93	2	7	93
酸 法	—	88	—	—	5	4	—

这里没有详细介绍各种方法的优缺点，制造葡萄糖浆，这就要根据产品的质量特点来选定哪种方法。酸水解，我们已介绍了它的特点，它成本低速度快。葡萄糖厂一般是用两种水解法，即酸和酸/酶法，用这两种方法即可制造出各种产品来。但要强调指出酶法显示了新的前景，新的酶法的出现可能有广阔的天地。