

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。据有的学者认为，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。对玉米的野生祖先，早在古巴岛上出现欧洲人之前的好久好久，南美州的当地居民就已熟悉了。其后，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约有七千多年之久了。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。

玉米能适应于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，达十七亿七千多万亩，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（系以一九七七年为例）。

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，重要的是取决于它的利用价值之高。

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，随着科学技术之日趋发展，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：

表一

玉米植株不同器官中主要营养物质含量变化

(以干物质的%计算)

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0.230%；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G，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。

(表二见下页)

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	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	0.0	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
酥氨酸	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	—	—	—	0.0	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, 唯有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。因之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

随着科学技术之发展，淀粉的化学结构的逐渐被认识，提取淀粉已成为一个工业系统——淀粉工业。淀粉工业的发展是飞速的。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的玉米淀粉之外，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，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，淀粉遂被酸化。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不少，并广泛应用于各种工业部门作为原料。诸如：

(一)、予凝胶淀粉，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为好。

(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，可收经济效益。

(五)、硝酸淀粉，是经硝酸处理所得，可制炸药。

(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”，即可减少煮熟时间，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，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。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℃温度下，使葡萄糖分子结构重新排列而变为果糖的。六〇年代初，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为果糖。之后再经过滤、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%；PH值，国外间歇法为6.5—7，连续法为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，我们每年人均耗糖量只有2.5公斤，而美国1979年人均耗糖量仅高果糖浆即达十一磅之多，差距是明显的。因此，要解决这一实际问题，必须开发新的糖源：利用玉米淀粉生产高果糖浆，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，一·七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便宜一半左右，建一工厂，二、三年即可收回全部资本。

三、在食品工业方面

国外用玉米制作各种日常食品方法很多。特别是美国。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食品之一的膨化食品，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造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，遂加工出膨化玉米粉。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公斤/厘米²，温度为140℃。加压加温后，原料由细小喷口喷出，瞬间体积膨胀达十倍，其中水份则大部分被蒸发，再经切断、烘干，至水分为2%，输入迴转式滚筒，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、点心为主，已进入主食为主阶段。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，但却大有迎头赶上的趋势。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……；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，且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(或维生素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；玉米柱头花丝是味中药，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100斤；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，我国利用每百斤（市斤）饼粕酿白酒21斤，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，产量为一千多亿斤。无论就播种面积，或就产量而言，均为粮食总面积与总产量的五分之一强。特别是三北地区，玉米资源更是丰富，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，玉米这一资源，如综合利用，开发得当，为人民造福，为祖国早日实现四个现代化，添平补齐，是大有可为的。相信，我们中华民族在这一方面也定会为人类做出应有的贡献的。

玉米资源的开发利用，大有前途	1~10
A、用玉米制造淀粉、糊精、葡萄糖	1
一、玉米是制造淀粉的一种原料	1
二、用玉米制造淀粉	3
三、用玉米淀粉制造变性淀粉和糊精	6
四、用玉米淀粉制造葡萄糖浆	12
B、干燥和储存的条件，对玉米淀粉工业的影响	26
一、引言	27
二、玉米籽粒的结构和组成	27
三、淀粉工业的各个加工阶段	29
四、玉米质量与农业技术的变化	31
五、实验结果	32
六、结论	41
G、法国玉米糖在甜饮料中的应用	42
一、导言	43
二、通过水解淀粉所获产品的性质、制造和组分	43
三、玉米糖的一般特性和它用在食品方面的衍生物	50
四、在甜饮料中各种糖的应用	60
五、结论	62
D、玉米制啤酒	63
一、制造原理	63
二、玉米的准备	63

三、芽浆法生产	65
B. 结晶高果糖	66
一、结晶高果糖的制备工艺 (1979年美国专利)	66
二、用玉米高果糖浆制备结晶高果糖工艺 (1978年 美国专利)	76
F. 独特的多孔的玉米糖广泛的应用于食品的潜力	83
G. 玉米的用途	85
一、磨粉工艺	87
二、法国玉米粗粉加工工业	90
三、玉米加工厂的产品和付产品的用处	91
四、玉米胚芽油工业	95
H. 玉米——多种用途的粮食	102
一、玉米组分实际应用于各种食品	102
二、玉米糖	104
三、玉米糖浆	104
四、高果糖浆	105
五、干玉米糖浆	105
六、麦芽糊精	105
七、葡萄糖——水化物	106
八、无水葡萄糖	107
九、淀粉	107
十、普通玉米淀粉	109
十一、变性酸性淀粉	110
十二、氧化玉米淀粉	110

十三、玉米淀粉的遗传变种	111
十四、淀粉衍生物	113
十五、玉米油	116
十六、其他玉米产品	116
I、玉米付产品的利用	118
一、玉米轴	118
二、糠醛	119
三、糠醛的生产	121
J、脱脂玉米胚芽粉的相对蛋白值	124
K、玉米蛋白的应用	128
L、玉米强化食品	130
一、高蛋白的含量	130
二、强化膨化玉米食品	136
M、用玉米制作食品	144
一、玉米片和以玉米为基本原料的其它类型的谷物早餐	144
二、膨化爆玉米	148
三、炸玉米片	148
四、玉米罐头	148
五、脱水玉米	150
六、速冻玉米	152
七、支援发展中国家	153
八、用玉米做威士忌	153
O、墨西哥玉米饼工艺(编译)	154
一、总图	154

二、总图及分图说明	155
三、分图1~5	160
P、用未成熟的玉米制作食品	161
一、菜用玉米	161
二、罐头玉米	162
三、冷冻玉米	171
四、盐渍玉米	173
五、干制玉米	174
Q、用成熟的玉米制成食品	176
一、膨化爆玉米	176
二、玉米面及玉米渣	178
三、玉米絮状食品	187
四、玉米油	190
R、玉米烹调制成品与玉米菜肴	190
一、嫩玉米粒做菜肴、食品	194
二、膨化玉米制作菜肴	201
三、用玉米面粉制作面包类食品	201
四、用玉米面粉制作饼干、华福里饼干及蛋糕	206
五、用玉米面粉制作甜薄饼及布丁	209
六、用玉米面粉制作饭粥及菜肴	211
七、用玉米米糝制作烤糕、饭及其他菜肴	215
八、用玉米絮状食品加淀粉制作菜肴	217
编后话	218

A、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%。其付产品皮、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。也可将淀粉进行各种加工后出售，如制成预先凝胶的淀粉；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，它的好处很多，它的工艺特性怎么样呢？

因直链淀粉颗粒性比一般淀粉颗粒小，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，一些遗传学家增加直链品种的含量想解决这个难题，这些工作从1958年就开始了，现在还在做着。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给。

不纯物（玉米轴碎屑、茎秆、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，这需用大量的水，排出这样大量的废水带来多种严重的问题。今天，浸泡罐是金属做的，一般是圆筒状的，容量是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。