



高效农业技术丛书·农作物种植类

特种玉米的栽培与加工

TEZHONG YUMI DE ZAIPEI YU JIAGONG

刘 正 编

安徽科学技术出版社



3
9

高效农业技术丛书·农作物种植类

特种玉米的栽培与加工

刘 正 编著

安徽科学技术出版社

(皖)新登字 02 号

责任编辑:蒋贤骏

高效农业技术丛书·农作物种植类

特种玉米的栽培与加工

刘 正 编

*

安徽科学技术出版社出版

(合肥市九州大厦八楼)

邮政编码:230063

安徽省新华书店经销 安徽潜山印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/32 印张:3.125 字数:65 千

1995 年 10 月第 1 版 1995 年 10 月第 1 次印刷

印数:3000

ISBN 7-5337-1247-1/S·221 定价:3.60 元

(本书如有倒装、缺页等问题向承印厂调换)

序

随着我国粮食产量的日益增长，人民生活水平的不断提高，玉米用作主粮的比例已显著地减少，而用作各种工业原料却明显地增多。由于玉米加工工业的深入发展，也就必然地要消耗更多的玉米。因此，摆在玉米研究工作者面前突出的问题之一，就是要利用特种玉米具有的优良特性去开发新的应用领域，以适应加快改革开放的现代化建设的新形势。为此，人们也就希望能看到一部新颖而系统的有关特种玉米的专著。可是，目前这项工作在国内才刚刚开始起步，有关特种玉米的专著还是空白。

刘正从我学习多年，他凭藉着自己的学习知识和育种工作经验，在大量地收集这一领域的最新成就、进展及国内外先进资料的基础上，对特种玉米的种植加工一直在进行着深入、广泛的研究。去年他就拟着手编写《特种玉米的栽培与加工》一书。我欣然表示赞同，并鼓励他积极准备资料，抽时间投入写作，以便早日与读者见面。这本书的出版，对推动和促进玉米新领域更好更快地发展或许会有一定的帮助。

一部有价值的著述，不在于文字的多少，也不能只局限于说明过去和总结前人的经验，而是要看它是否能科学地预见未来。读者只要能从中受到一点点教益和启示，对改进和指导今后的工作有所帮助，愿坦诚地说，这部书已达到了它的目的。由于审定工作的水平有限，对于这部著作中所阐述的论点、概念，不妥和错误在所难免，恳请读者批评指正。

刘仲元

目 录

一、概述	1
二、特种玉米的用途	2
(一) 高直链淀粉玉米	2
(二) 糯玉米	2
(三) 高油玉米	5
(四) 高赖氨酸玉米	7
(五) 甜玉米	8
(六) 爆裂玉米	10
(七) 青贮玉米	11
(八) 笋用玉米	12
三、特种玉米的栽培	13
(一) 创高产的途径	13
(二) 隔离区的设置	14
(三) 播种技术	15
(四) 种植密度和方式	20
(五) 肥水调节技术	22
(六) 病虫害防治	24
(七) 收获技术	28
(八) 间套种技术	29
(九) 地膜覆盖技术	30
四、特种玉米的良种繁育	34
(一) 隔离繁育	34
(二) 播期调节	40

(三) 行比的确定·····	42
(四) 防杂保纯·····	43
(五) 叶龄的辨认·····	45
(六) 花期的预测调整·····	47
(七) 人工授粉·····	49
(八) 种子检验·····	50
(九) 利用姊妹系配制改良单交种·····	51
(十) 不育化制种·····	52
(十一) 良种繁育计划的制订·····	53
五、特种玉米的加工 ·····	55
(一) 玉米饲料的生产·····	55
(二) 玉米食品的生产与制作·····	61
(三) 玉米酒类的生产·····	82

一、概 述

玉米是一种既平凡又奇特的作物。它之所以平凡，是因为我国人民过去一向以它作为主要粮食之一，但又因其处于不受重视的地位，所以一向也被人们称为“杂粮”。说它奇特，乃是由于 30 年代开始利用玉米杂种优势以来，造成了种子行业的兴起，推动了饲料工业和动物饲养业的发展，进而促进了传统种植业向现代化农业的转化；同时由于经过 40 多年深入细致的研究，先后又发现了许多具有特殊性状的优质玉米，因而又常称它为奇特的作物。

由于玉米植株的各个部分，在工农业以及食品工业等方面都可得到利用，因而玉米又有“全身都是宝”的作物之称。它的经济效益和利用范围，随着科学技术的发展，已越来越为人们所重视，并且积极地开发它的资源宝库，以及迅速地综合利用它们。

所谓特种玉米，就是不仅仅限于马齿、硬粒等类型的普通玉米那样，只能专门作为粮食、饲料等等之用（普通玉米现在也能用于工业的各种产品），特种玉米具有的各种特殊性状，本身就可以作为各种工业的特殊优质原料，能更有效地发挥巨大的作用。例如高直链淀粉玉米、糯玉米、高油玉米、高赖氨酸玉米、甜玉米、爆裂玉米、青贮玉米和笋用玉米等等。所有这些，都极大地推动了玉米研究和生产的向前发展，并且开辟了一些新的方向。

二、特种玉米的用途

(一) 高直链淀粉玉米

普通玉米淀粉一般含有 28% 的直链淀粉和 72% 的支链淀粉，高直链淀粉玉米是指含有 60% 以上的直链淀粉。在许多重要用途中，直链淀粉具有近似纤维的性能。用直链淀粉制成的薄膜，具有极好的透明度、柔韧性、抗张强度、水不溶性。而直链淀粉的衍生聚合物，也因从石油化工工业得到的聚合物价格在上涨，可以肯定直链淀粉和高直链淀粉玉米在工业品市场上会占有更加稳定的地位。现将直链淀粉和高直链淀粉的应用和衍生物应用摘要于表 1、表 2。

(二) 糯玉米

糯玉米又称粘玉米，籽粒全部为支链淀粉。籽粒成熟时，胚乳呈蜡质状，向光时不透明，坚硬平滑无光泽，所以又称蜡质玉米。

糯玉米籽粒是酿酒的好原料（主要是黄酒、啤酒等）。在食品罐头生产消费中，糯玉米的鲜嫩果穗常用于青食和作蔬菜，并因它所具有的一种独特的香、粘、甜、软的风味而受

表 1 直链淀粉和高直链淀粉的应用

产 品	直链淀粉的功能
薄膜	
水溶性	无毒，与聚乙烯共混
可生物降解	酶蚀的材料
肉类包装	无皮产品用水溶性膜
可食性	食品包装材料和表面覆盖层
热密封	食品包装薄膜
包装用	不透油和不透氧
增塑	酶脱支的淀粉
耐水	加有憎水增塑剂和（或）涂以保护皮
耐水	用幅射交联
层压	贴合于纸上，可热密封
涂料	
墨水	和碘形成配合物制得，用于纺织品作商品标记
玻璃纤维	聚酯和环氧树脂的增强材料
纸	耐油脂
层压	耐油、抗氧
食品	
高含量直链	增稠剂
淀粉	降低凝胶化时间
果胶和胶质	优质馅
蜜饯	脱水马铃薯的粘合剂
炸马铃薯条	涂敷，以降低油炸时的吸油性
马铃薯	涂敷，以防止结块和相互粘结
水果	速成布丁的冷水可溶性增塑剂
布丁	无菌包装用增稠剂
布丁	凝胶剂
白明胶代用品	增稠剂，可形成柔软多汁的结构
番茄酱，苹果调味剂	改善质量和抗陈化性
面包	降低湿稀，减少收缩
糕点面团	涂料
胶囊封装剂	
药品	
片剂	粘合剂
凝胶和泡沫	
空气清新剂	凝胶剂
泡沫	用于食品
海绵	结构材料
粘合剂	
瓦楞板加工	用甲醛或高温使载体溶液稳定
混凝土	粘接剂
吸声贴片	粘接剂

表 2 直链淀粉和高直链淀粉的衍生物

衍生物	应 用
酯类	
醋酸脂	水溶性薄膜, 纺织品印花浆(羟乙基化的); 用于法式马铃薯片以减少食用油用量
苯甲酸脂	水溶性薄膜
戊二酸脂	水凝胶和海绵
磷酸脂	铸件芯粘合剂
丙酸脂	水溶性薄膜
琥珀酸脂	用于制无衣香肠的水溶性被覆物, 水凝胶和海绵
磺酸脂	带有叔胺基的两性涂料, 用于纺织品浆料
脂肪酸	纺织品防水剂
醚类	
氯乙基	用于干洗剂的水溶性薄膜
羟烷基	用于干洗剂的水溶性薄膜; 水溶性, 无毒长丝; 用于医疗缝合, 绷带, 过滤材料; 定向长纤维, 高含水量的优质成膜料, 纺织浆料, 疏水性纤维的织物印花, 玻璃纤维浆料, 为布丁用的高温增稠剂; 用于药品缓慢释出的水凝胶, 烟草粘合剂
羟烷基	涂料或粘合剂
羧甲基	用于药物缓慢释出的水凝胶
其他	
交联, 接枝的二异氰酸	
甲苯酯	生物可降解的包装膜
叔胺基化合物	带有磺酸或磺酸盐基团的两性浆料, 用于纺织品
乙缩醛类	天然纤维或合成纤维的水溶性浆料
氨基甲酸脂	纺织品浆料
羧酸盐(氧化的)	玻璃纤维浆料
用表氯醇交联的产物	食品, 为布丁用的高温增稠剂
丙烯酰胺的接枝共聚物	粘合带

到人们的青睐。糯玉米粉可以完全替代或部分替代糯米粉制成营养丰富的年糕、团子、煎饼等点心, 作为保健食品的玉米(糯、甜、高赖氨酸玉米等)已逐步走进人们生活中, 摆到了人们的餐桌上; 糯玉米正以它高质量的营养, 独特的食味, 低廉的价格受到农业开发者的重视。

支链淀粉的工业用途也很广泛。支链淀粉水解后，容易形成胶状的糊精，粘性大，也可作为良好的粘合剂、布匹浆剂。此外，在西式点心、果酱、罐头、鱼丸、肉丸等食品中均可使用，并可增加独特的风味。糯玉米粉之所以用途广泛，是因为糯玉米淀粉糊的性质更类似块茎淀粉，而与其他谷物淀粉不同。糯性淀粉蒸煮糊膏粘度高，透明度好。因为基本上不含直链淀粉，因此它的糊膏抗脱水性较强，和短的、有弹性的玉米淀粉糊相比，冷却后，显示出稍有弹性，并具有能拉丝的稠实性。糯玉米淀粉经改性之后是一种优良的材料，可用于生产多种食品的稳定剂，并是生产多功能改性增稠剂的原料。

(三) 高油玉米

普通玉米籽粒的平均含油量只有4.0%，而高油玉米的含油量是8.0%左右，高达1倍。经过精炼加工而成的玉米油是一种用途广泛、味道纯正、营养价值高的食用油，而且是一种具有保健功能的食用油。

玉米油具有较高的发烟温度(221—260℃)，用它炸食品不易使人“油醉”；同时在高温下产生的短链不饱和醛很少，具有最稳定的性能。玉米油的燃点低，98%以上易为人体吸收。玉米油饼也具有很高的营养价值，可用于制作糕点，是一种很好的营养强化剂和疏松剂。鉴于玉米油的营养很丰富，在国外，有的还用来制造人造奶油、人造鸡蛋、蛋黄酱、调味油和使用在制作香肠、糖果点心、方便食品、油炸土豆及鱼肉罐头方面。还有制成固体粉末油脂，用以加进哺育婴儿

用的乳制品中，以改善制品的营养价值。国外还进行脱色，脱蜡处理，用作凉拌油，这种油既能促进食品快熟又有保持蔬菜色鲜味美的特点。玉米油的工业用途也很广泛，主要用于制肥皂、油漆、涂料、染料、人造橡胶和皮革生产方面。

高油玉米都具有大的胚面，而玉米胚的蛋白质含量比胚乳高1倍，赖氨酸和色氨酸含量比胚乳高2—3倍，而每克油的热值又是淀粉的2.25倍。因此，高油玉米的平均蛋白质含量、赖氨酸含量和能量均比普通玉米高，因而具有较高的营养价值。

用高油玉米作畜禽饲料可明显提高经济效益。例如，用含油量为7.5%的玉米作养猪试验，在添加19%相同比例大豆粉的情况下，喂普通玉米的日增重0.45公斤，喂高油玉米的日增重0.58公斤；而每增加1公斤体重需普通玉米1.39公斤，需高油玉米1.2公斤。也就是说喂高油玉米比喂普通玉米的猪肥，日增重提高23%，单位体重减少饲料14%。用含油量为7.9%的高油玉米加蛋白质补充物养鸡，比用相同比例的普通玉米增重快5.4%，每公斤增重需高油玉米1.9公斤，但需普通玉米2.1公斤。

高油玉米在生产上的大面积推广，并用来作为玉米综合加工利用的原料，生产的玉米油可能成为我国主要的优质食用油之一。我国每年玉米种植约3亿亩，如果用其中的20%，即6000万亩种高油玉米，以1987年总产玉米798.2亿公斤推算，就可获得159.64亿公斤高油玉米，以7%含油量计算，可生产玉米油11.7亿公斤。1984年我国玉米平均亩产为264公斤，而大豆为88.5公斤，玉米是大豆产量的2.98倍。若玉米的含油量为8%，其产油量比大豆高20%。

(四) 高赖氨酸玉米

高赖氨酸玉米又称高营养玉米，它既含有较高的蛋白质，又含有较多的赖氨酸（5%）和色氨酸（2%）。一般玉米籽粒含蛋白质 9%—11%，而蛋白质成分中有一半是营养价值很低的玉米酸蛋白，只有 2% 的赖氨酸和 0.5% 的色氨酸。这两种氨基酸动物自身并不能完成，完全要从食物中摄取，所以又称为必需的氨基酸或不可替代的氨基酸。

当玉米被转育成高赖氨酸以后，它的营养就变得丰富起来，对于人类是大有用途的。据计算，具有高赖氨酸的蛋白质 90% 能为人体所吸收，它可以治疗严重的营养不良症。研究表明，高赖氨酸玉米的营养价值，相当于脱脂牛奶的 85%—95%，对于婴儿每天给以 9.7 克的高赖氨酸玉米，就足够维持氮的平衡；对于成人每天给以高赖氨酸玉米粉 300 克也可维持氮的平衡。如供给普通玉米则需 600 克，然而，这个数量的玉米，人体是不能消化吸收的。研究又证明，高赖氨酸玉米的总尼克酸，游离尼克酸和色氨酸分别比普通玉米高 0.25—1 倍、2—3 倍和 1 倍。这对于防治癞皮病有很重要意义的。因为癞皮病是人体由于缺乏尼克酸而出现的一种营养缺乏病，普通玉米中的尼克酸多系结合型约占 48%—70%，未经释放，不能被人体所利用。长期偏食玉米，又缺乏蔬菜、豆类等副食品时易得此病，此病严重也可导致痴呆或死亡。这种高赖氨酸玉米对治疗癌症也有良好效果，因为它含有谷胱甘肽的抗癌成分，可以使其失去毒性而排出体外。

高赖氨酸玉米对于猪、鸡等畜禽也有很高的营养价值。大

量的研究表明,把高赖氨酸玉米当作饲料用来喂仔猪或幼猪,不但全部健康,而且生长较快,每天约可增重 250 克以上,比喂普通玉米的同等猪高达 1.2—1.5 倍。此外,乌克兰的试验证明,用高赖氨酸玉米喂猪超过用普通玉米的 14%,用高赖氨酸玉米喂鸡,平均产蛋率提高 14%。又据国内新疆的试验,用高赖氨酸玉米喂鸡,比普通玉米喂鸡平均增重 160.2%,并且较健康而活泼,色光亮,而用普通玉米喂养,小鸡有厌食现象。

然而,高赖氨酸玉米的经济效益也因其本身的缺点,不同地区有很大的不同。由于高赖氨酸玉米籽粒质地疏松,胚乳密度低,千粒重轻,产量较低;在收获脱粒过程中,籽粒很易压碎,并且脱水慢,湿度大,易腐烂;在贮藏过程中易遭仓库害虫危害。因此,在高度地区,必须克服这些缺点。如果种植方法得当,产量至少与当地推广的普通玉米杂种相近甚至高出一些,获得良好的经济效益也是可以的。

(五) 甜玉米

甜玉米以其在乳熟期含有较多的糖分,饱满多汁,味鲜而甜,所以称之为甜玉米。甜玉米根据其含糖量的多少,通常又可以分为两种类型:①普通甜玉米或标准甜玉米,属 Sugary 型,含糖量一般在 10%左右;②超甜玉米或特甜玉米,属 Shrunken,它的含糖量为 18%—20%,或者更高些。

甜玉米还有水果玉米之称,其中尤以超甜玉米最为普遍合适,因为它含有较高的糖分,可生吃,也可熟食,甜玉米发展到西欧,由于又多把它的罐头制品作为餐桌上不可缺少

的佳肴，所以又有蔬菜玉米之称，并由此确定了商品蔬菜的基因型样本和统一的术语。

近些年来，超甜玉米发展较快，主要是因为它具有甜味浓郁，奶油香味，松软适口，略带粘性，适合鲜吃的优点。据分析了解，超甜玉米的营养价值大大超过普通玉米，甚至比蔬菜中的青豆还要多，它含有较高的维生素（A、B₁、B₂、B₆、B₁₂、C），游离的氨基酸和矿物质的含量也都比较高，其中赖氨酸含量相当于高赖氨酸玉米；在含有的糖分中，如蔗糖、葡萄糖、麦芽糖、果糖和果脯糖浆（植物蜜糖）等，也都具有较高的营养价值。正由于它具有这些营养成分，又易为人体消化吸收，在国外已成为老、弱、病、孺等的良好食品。现在超甜玉米已渐渐被人们认识和利用。甜玉米作为商品生产经济效益很高。在世界上食用甜玉米的地区和需要数量与日俱增。美国甜玉米出口量最大，1980年就出口5万多吨，日本则进口最多，因为日本生产的甜玉米，无论丰年歉年，都供不应求，国际市场上对甜玉米的规格质量要求非常讲究，一好看，二好吃，价格越低，销售量越少，其价格是浮动的，基本上是按质论价。日本每年进口5.3万吨，如果我们能提供1万吨，就可赚取外汇1千万美元，所需土地不过2万亩，因此，发展甜玉米生产，对改变我国人民的食品结构，增加农民收入，开拓国际市场，大量赚取外汇具有重要的现实意义。

为了提高它的经济效益，也可育成或引进具有多穗性的甜玉米，利用它多穗性的特点，把出售玉米和玉米笋结合起来，即上面的第1穗仍作甜玉米来采，第2穗、第3穗较难成穗，正好利用它们剩下来未授粉的每个穗轴，拿来作玉米笋之用，这无疑地可以增加较高的收益。

(六) 爆裂玉米

爆裂玉米的籽粒较小，籽粒胚乳几乎全部是角质淀粉所组成，只是中部有少许粉质，籽粒遇高热时，有爆裂性，能使其体积增大至25—30倍的玉米花，这种玉米花有良好的风味和丰富的营养，可直接供人们食用或加工成各种食品。

籽粒的爆裂性，受籽粒本身的基因型和外界环境的共同影响，水分含量是影响爆裂性最重要的外界因素，籽粒水分在13.5%—15%时，能产生最强的爆裂性，爆裂性是受多基因控制的一种遗传性状。强韧外部角质层有强性的胶状物质，这种胶质能够很强烈地抵御淀粉产生的蒸汽压力，当压力达到一个临界点时，其就会膨胀发生突然爆裂，使胚乳翻出而形成疏松的粉团即玉米花，蛋白质含量很高达14%。因此，爆裂能力的大小又常与角质胚乳所占比例有关，角质胚乳越多，爆裂能力越强。

在发达国家中，爆裂玉米多用来做早餐食品和日常小吃，食时清香甘美而不甜，并由于这种食品没有外壳，食用方便而不留废弃物，因而成为许多游乐场、电影院的畅销食品，也是国际上风行的早餐食品“玉米片”的原料。第二次世界大战中，爆裂玉米的销售量惊人，就是由于减少了粮食的销售量造成的。

爆裂玉米有米粒型和珍珠型两种，前者穗粒更小突尖如稻状顶锐如刺，后者籽粒较细小，顶部呈圆型犹如珍珠一样。一般以米粒型较多，植株较小，分枝较多。外观的区别，米粒型种子长而光，而珍珠型籽粒光而圆。

(七) 青贮玉米

玉米一向有“饲料之王”的美称。因为它单位面积籽粒产量高，籽粒可作为最有价值的精饲料，它的饲料单位（135个）高于谷子（95个）、高粱（117个）和燕麦（100个）；地上部分的茎叶等绿色体，也都是极佳的青饲料和青贮料。

青贮玉米有两个趋向：一个是株高2—3米的高秆晚熟品种，另一个则是株高1.5—2米的半矮秆品种。前者在冬季青贮时，由于水分过多，常易使青贮饲料冻坏，因此，这类地区搞玉米青贮时，必须考虑好适当晚收，以减少青贮料的含水量；后者则是利用其分枝分穗的特点，所含有的营养总量比高秆品种好得多，而且在冬季气温—30——40℃的地区，青贮料越冬也不致于遭受损失。

青贮饲料常有“草罐头”之称。它具有以下一些特点：

（1）可以长期保存青绿多汁的饲料优良品质，做到常年供应，特别是对奶牛饲养业已经成为维持和创高产水平不可缺少的饲料之一。

（2）有利于饲料生产的集约化经营，在较少的土地上收获较多的饲料，比每天割草省工省时，比晒干草减少人工和损失。

（3）比调剂干草可以保存更多营养物质。例如：胡萝卜素是一种对家畜生育不可缺少的，鲜料晒干后，胡萝卜素损失达98%，而青贮后的饲料，总的营养损失仅为10%。

（4）青贮饲料是一个既经济又安全的方法。如干草需占用较大面积，1平方米只能垛70公斤左右的干草，而青贮则