



玉米栽培及加工技术

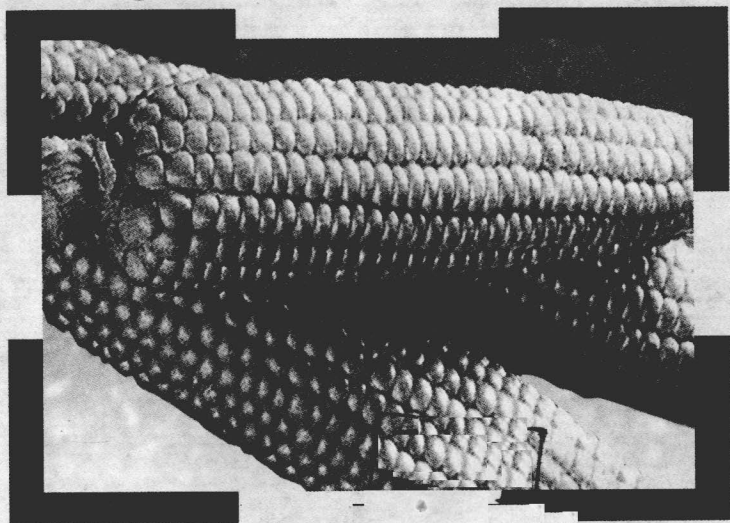


农家致富丛书

李端富 周天生

黄桂荣 编 著

广西科学技术出版社



农家致富丛书

李端富

周天生

黄桂荣

编著

甜玉米栽培及加工技术

广西科学技术出版社

出版者的话

为了进一步促进农业生产，繁荣农村经济，提高农民科技文化素质，加速实现农业现代化，把中国建设成为农业强国，把广西建设成为农业强省，我们组织编辑出版了这套《三农工程书库》。

这套书库是在我社已出版的数百种农技书中精选修订以及由新选题填空补缺汇集而成。围绕振兴农业经济、服务“三农”的宗旨，我社在两年内将出版100多种农技书。书库以入门系列、普及系列和提高系列分多套丛书，用陈述式、问答式、图谱式、图说式（连环画式）等写作方式，分门别类介绍粮食作物、经济作物、果树、蔬菜等的丰产栽培、病虫害防治技术，以及畜牧兽医、水产养殖、农副产品加工等诸方面内容。全套书突出一个“新”字，重在一个“实”字，文字简明通俗，技术先进新颖，措施得力有效，方法切实可行，力图使读者一看就懂、一学就会、一用就见效。希望这套书库的出版对推动农业生产、繁荣农村经济和农民脱贫致富起重要作用。

广西壮族自治区人民政府、广西新闻出版局领导极为关心这套书库的出版，并多次作指示，提出了许多宝贵意见，特此表示衷心的感谢！

广西科学技术出版社

1998年3月

前 言

甜玉米是一个比较奇特的作物。说它奇特，是因为它在乳熟期采收的果穗，既可作粮食，又可作水果和蔬菜；既可熟食，又可生食，还可加工成多种罐头产品。甜玉米不仅含糖量高，其蛋白质、氨基酸的含量也较高，更可贵的是人体不能合成而又必需的赖氨酸和色氨酸含量很高，并含有维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 C 和维生素 E，具有很高的营养价值，是当今世界风行的食品之一。经常食用甜玉米，对人体健康非常有利，特别是对老年人及儿童更有利。采收乳熟果穗后的绿色茎叶是牲畜及草食鱼类的上乘饲料，也可作肥料。在我国许多地区，一年可种植 2~4 造，是一个短、平、快的致富项目。

为了满足广大农民和科技人员对种甜玉米的需要，我们编写此书。本书分栽培技术及加工技术共 9 部分。本书可供具有初中以上文化程度的农民阅读，也可供农业科技人员、农业中学师生、农业院校学生参考。

由于作者水平有限，书中不足之处，敬请广大读者批评指正。

编著者

1998 年 3 月

作者地址：广西南宁市秀灵路 13 号广西大学东校园 247 信箱

邮 编：530005

目 录

一、概述	(1)
(一) 甜玉米的起源和发展	(1)
(二) 甜玉米的类型	(1)
(三) 甜玉米的生产概况	(3)
(四) 甜玉米的主要经济特点	(5)
二、甜玉米各生育期及其与环境的关系	(8)
(一) 幼苗期	(8)
(二) 结实器官形成期	(12)
(三) 开花授粉期	(13)
(四) 结实成熟期	(15)
三、甜玉米的引种和品种介绍	(16)
(一) 因地制宜引种甜玉米	(16)
(二) 引种优良的甜玉米杂交种	(17)
(三) 甜玉米品种介绍	(18)
四、甜玉米栽培技术	(22)
(一) 甜玉米对土壤的要求与整地	(22)
(二) 甜玉米的播种	(25)
(三) 合理密植	(30)
(四) 合理施肥	(35)
(五) 苗期管理	(43)
(六) 穗粒期管理	(47)
(七) 病虫害防治	(51)

(八) 防止倒伏.....	(57)
(九) 去雄与人工辅助授粉.....	(57)
(十) 甜玉米青苞的适时采收.....	(59)
(十一) 隔离.....	(63)
五、甜玉米地膜覆盖栽培技术	(64)
六、甜玉米营养团育苗定向栽培技术	(68)
七、甜玉米与水稻分带轮作栽培技术	(73)
八、甜玉米的采收与加工的方法	(76)
(1) 甜玉米采收	(76)
(2) 甜玉米加工方法	(77)
九、我国发展甜玉米生产存在的几个问题	(82)

一、概 述

甜玉米 (Sweet corn) 是玉米中的一个类型 (或亚种), 即甜质型。其特征是乳熟期的籽粒角质呈透明状, 也称水果玉米、蔬菜玉米, 西欧把它称为“绿色蔬菜”。

(一) 甜玉米的起源和发展

甜玉米起源于中南美洲。1492年哥伦布发现新大陆时, 那里已普遍栽培和食用甜玉米, 并懂得用甜玉米制糖、制点心、酿制原始的啤酒。1492年甜玉米被哥伦布引入西班牙, 然后传到欧洲其他地方、非洲和亚洲, 至今已遍及世界各国。传入我国的具体时间无可查证, 但据李时珍所著《本草纲目》描述, 大约在 15 世纪末。

(二) 甜玉米的类型

甜玉米是以其籽粒 (胚乳) 在乳熟期含糖量高而得名。根据它们的遗传特点的不同, 甜玉米分为普通甜玉米、超甜玉米、亚超甜玉米、加强甜玉米和半加强甜玉米。

1. 普通甜玉米

它是世界上最早种植的甜玉米, 是由第四染色体上的 Su_1 基因突变成 Su_2 引起的玉米胚乳缺陷类型。 Su_2 基因对甜玉米有两方面的影响: 一是使乳熟期胚乳的糖分含量提高, 在

授粉后 18 天，糖分含量可达胚乳干重的 15%，相当于普通玉米的 2.5 倍；二是改变了胚乳淀粉的组成，把支链淀粉大部分转化为分子量较小易溶解于水的成分，又称为水溶性直链淀粉，使它具有独特的风味，既可以食用鲜嫩果穗籽粒，也可以进行罐头加工。当前国外销售的甜玉米及其加工产品，绝大部分是以普通甜玉米为基础的，国内则以超甜玉米为基础。

普通甜玉米的优点是支链淀粉含量高，带糯性，适口性好，果皮柔嫩，适合于加工。它又有三个主要缺点：一是含糖量与超甜玉米相比偏低，不能满足人们对甜度的需要，特别是作为鲜嫩甜玉米食用，这个缺点更显得突出；二是维持最佳品质的时间太短，授粉后 18 天是含糖量的高峰，到 28 天时，含糖量只相当于 18 天的 $1/2$ ，实际上与普通玉米已相差无几，因此，收获期要求很严；三是收获后由糖分向淀粉转化的速度太快。例如，在常温下存放 24 小时，含糖量降低 50%。上述缺点成为发展普通甜玉米生产及其产品加工的主要限制因素。

2. 超甜玉米

超甜玉米乳熟期的含糖量远远超过普通甜玉米，它是第一类突变基因，以 $se-1$ 和 $sh-2$ 突变基因组合，以这些基因或基因组合为基础育成的甜玉米品种，都称为超甜玉米。这种甜玉米乳熟期的含糖量比普通甜玉米高 1 倍多。在授粉后 18~23 天，籽粒含糖量可达 20%~24%，糖分主要是多糖和还原糖，而水溶性多糖的含量很少，仅占 5%。因此超甜玉米籽粒成熟脱水后表现为凹陷干瘪状态，粒重只有普通玉米 $1/3$ ，很容易识别。超甜玉米和普通甜玉米相比，具有香、甜、脆、嫩的特点，不具普通甜玉米的粘性。在玉米市场上，超甜玉米的竞争力后来居上，主要以甜玉米青苞上市或加工成

甜玉米笋罐头和速冻甜玉米。

3. 亚超甜玉米或混合甜玉米

把普通甜玉米基因 Su_1 和超甜玉米基因 Sh_2 两对基因的优缺点互相补充，产生一种混合类型的“准超甜”玉米。这种混合型甜玉米的含糖量比普通甜玉米提高大约 50%，同时保持了普通甜玉米 75% 的支链淀粉。这种类型的杂交种已经在美国问世，称为糖超甜或甜基因杂种。

4. 加强甜玉米和半加强甜玉米

它是一种新类型甜玉米，这种甜玉米是在普通甜玉米的背景上加强一个甜基因而成的。它具有普通甜玉米和超甜玉米的特点，在乳熟期既有很高的含糖量，又有高含量的水溶性多糖。它的用途广泛，既可加工制作各类甜玉米罐头，又可作鲜嫩甜玉米食用或速冻加工利用，目前尚未进入市场。

（三）甜玉米的生产和应用

（三）甜玉米的生产概况

甜玉米的生产和应用

1. 国外生产概况

根据有关信息获悉，目前全世界甜玉米的栽培面积接近 40 多万公顷，以美国的面积最大。美国甜玉米生产已有 100 多年的历史，近 20 年发展更快，从 20 世纪 60 年代起，美国甜玉米产量以每 5 年增加 1 倍的速度发展。如 1955~1960 年，年平均总产 6 356 吨；1982 年，总产达 172 066 吨，后者比前者增加 27 倍，每年平均增产 7 533 吨。日本目前栽培甜玉米约 4 万公顷，年平均每公顷产量约 3 58 吨。加拿大种植甜玉米约 1.3 万公顷，年产约 3 万吨。泰国种植约有 2 万公顷，年产约 6 万吨。除了台湾省，我国的种植面积约 1.5 万公顷，年产量约 5 万吨。尽管如此，甜玉米仍然供不应求。日本是当

今世界上甜玉米的最大进口国，每年所需要的进口量在 5 万吨以上，这是一个极为可观的甜玉米市场。

2. 国内生产概况

我国的甜玉米生产起步较晚，相应的栽培技术及加工技术直到 60 年代初才开始研究，至今尚未普及，目前产品品质尚未达到国际水平。近年来，由于采取了外引和自育相结合的措施，使甜玉米生产和加工在国内得到相应的发展。我国著名的玉米育种家李竞雄、郑长庚教授为我国甜玉米的育种和栽培加工做了大量的工作，但由于当时条件所限，使他们的愿望未能变成现实。直到 1982 年上海市农科院与上海市梅林罐头厂合作而培育出“1641”综合甜玉米品种，并加工罐头出口，为国内甜玉米的研究、生产、加工做出了贡献。之后，江苏省淮阴地区农科所引种日本邱辟特杂交种获得成功，接着中国农科院又育成了甜玉米二号综合种，原广西农学院培育成功的普通甜玉米杂交种 01 号和超甜玉米杂交种 20 号，引起了国内生产单位、食品加工单位的关注。武鸣华侨农场罐头厂、玉林地区食品罐头厂、防城县罐头厂、钦州地区罐头厂、陕西省出口食品厂等，利用超甜玉米 20 号生产的甜玉米罐头，特别是甜玉米笋罐头畅销国内外，深受欢迎，供不应求。

我国台湾省对甜玉米的生产十分重视，把它当作改善人们生活、提高人们健康水平的一项措施来抓，不但满足了省内所需，而且出口美国、日本等国。

近几年来，甜玉米生产在国内得到迅速发展，目前全国各省、市、自治区都正在积极引种、示范、推广。

3. 我国甜玉米生产发展的趋势

我国甜玉米生产的发展趋势与世界各国的发展趋势一

样，随着人们生活水平的提高，将逐步地进入不同阶层人们的菜篮子，这是无需置疑的。主要表现在以下几个方面：

- (1) 过去少数人吃的甜玉米今后将进入千家万户。
- (2) 加工与市场销售将同时发展。
- (3) 从我国目前食物结构的情况看，国内市场销售将逐步转向以超甜玉米和加强甜玉米为主。
- (4) 我国甜玉米的加工将以甜玉米笋为主，糊状、粒状甜玉米为次，这符合我国劳力充足的国情。
- (5) 要提高甜玉米的产量，在栽培技术上将向模式化方向发展。

(四) 甜玉米的主要经济特点

甜玉米不仅经济效益高，而且是当今世界风行的食品之一，因而才得到迅速的发展，具有强大的生命力。

1. 营养丰富，食味品质好

超甜玉米 20 号和普通甜玉米 01 号在授粉后 19~21 天的乳熟青苞，其含糖量达 18%~22%，比普通玉米高 4 倍多；蛋白质含量为 13% 以上，比普通玉米高 4.6 倍；脂肪、氨基酸的含量分别为 8% 和 5%，均比普通玉米高 1 倍以上；100 克甜玉米籽粒含维生素 C 125 毫克，维生素 E 80 毫克，还含有维生素 B₁、维生素 B₂ 等，磷、钙的含量也大大超过普通玉米。

乳熟期收获的甜玉米青苞，吃起来香、甜、脆、嫩、质软，令人回味无穷。加之人们生活水平不断提高，对食物的要求越来越讲究质量，以各种方式食用甜玉米，这正是甜玉米生产得以高速发展的原因所在。

2. 具有很大的增产潜力

甜玉米是碳四作物，光合作用效率高，产量高。经多年的研究结果，在中等土壤肥力及中等水肥管理条件下，每 667 平方米（1 亩）产青苞 400~500 千克；上等土壤，良好的管理水平，每 667 平方米（1 亩）可达 700 千克左右；如果精耕细作，像种蔬菜一样，合理密植，加工加肥，每 667 平方米（1 亩）的产量有可能突破 1 000 千克，甚至更高。

3. 具有广泛的适应性

甜玉米是玉米中的一个类型（亚种）。实践证明，凡是能种玉米的地方都可以成功地种植甜玉米。据统计，原广西农学院选育的普通甜玉米 01 号和超甜玉米 20 号，全国各地引种都获得成功，而且产量也相当可观，这说明在地理环境上，甜玉米的适应性是很广的。在广西的南部及东南部地区，一年四季均可种植甜玉米，而且产量也较高。这对广西发展甜玉米生产十分有利。当然，最适于种植甜玉米的应该是中等肥力以上的壤土和沙壤土，并且有水利保证的地方，才能使甜玉米高产优质。

4. 低投入，高产出

实践证明，发展甜玉米生产经济效益是可观的。种植 667 平方米（1 亩）超甜玉米，需要种子 1 千克；如果采用营养团育苗，仅需种子 0.6 千克，需种子费 15 元（按每千克 25 元计），农药、肥料约 250 元，人工费 50 元，总投入为 300 元左右，收甜玉米青苞 400~500 千克，高产的 700 千克，甚至更高。1996 年南宁市的青苞售价为每千克 3~4 元，每 667 平方米（1 亩）产值为 1 500~2 000 元，其生育期为 85~90 天，一季获利为 1 200~1 700 元。这是其他任何农作物都不能相比的。另外，还有 1 500~2 000 千克的青茎叶，是畜禽、草

食鱼类的极好饲料，也可作肥料。若以甜玉米笋加工成罐头，生育期仅为 60~70 天，实属短、平、快的开发项目。

5. 管理方便，便于机械化

种植甜玉米和普通玉米一样，具有管理方便、花工少的特点，它和水稻相比要减少约一半的投工；它是水果玉米、蔬菜玉米，但它见效快，无需天天淋水；种、管、收均是一次性作业。一个劳力可管 2 000~2 700 平方米（3~4 亩）。由于甜玉米与蔬菜不同，在它的生长周期中，有许多环节如翻耕地、起畦、播种、除草等都可以实现机械化。同时，由于甜玉米的植株高大，叶片对生，可进行工厂化育苗，定向移栽，便于机械化栽培管理。

6. 市场销量大，食谱广

随着人们生活水平的提高和食物结构的改变，甜玉米及其制品已成为人们的日常食品之一，市场销量越来越大。如南宁市每人年均消费 0.5 千克计，年销量约 400 吨，需种植甜玉米 53 公顷；按每人年均消费 5 千克计算，南宁市每年需种甜玉米 530 公顷，广州市需种约 3 000 公顷。据美国 1962 年调查，超级市场上有甜玉米成分的食品为 300 种，到 1968 年增长到 650 种，1971 年为 800 种，1975 年 1 060 种，1996 年达 1 160 种，比 1962 年增长 3.9 倍。在甜玉米罐头的配方中加入鸡丁、虾仁、香菇调味剂制成香、甜、咸等不同风味。在罐头制品中有甜玉米糊、甜玉米粒、甜玉米段、甜玉米笋等。在鲜果穗食品中，可生食、煮食，还有速冻甜玉米、脱水甜玉米等。食谱的确很广。

二、甜玉米各生育期及其与环境的关系

甜玉米从种子发芽到成熟的生育过程中，由于器官发育的特点不同，可以分成几个既有区别又互相联系的生育阶段。每个阶段又分别形成其主要器官和特性，这些器官和特性，反映了植株内部的发育状态及其对外界环境条件的要求。

(一) 幼苗期

甜玉米从种子发芽到拔节这段时期称为幼苗期。

1. 发芽出苗

甜玉米发芽出苗的好坏受种子生活力和环境条件所影响。甜玉米种子发芽力首先与种子的成熟度、含水量、贮藏条件相关。一般讲成熟度越高，发芽率越高，幼苗生长越健壮。贮藏期间充分晒干，种子含水量低，可以提高发芽率。甜玉米种子具有胚大（占种子重的10%~15%），胚部脂肪含量高、吸湿性强等特点，能很好地利用土壤水分，对迅速发芽有利；但在贮藏时胚容易吸湿，致使种子发热变霉，降低发芽率。充分成熟的好种子，在干燥、防虫等贮藏条件良好的情况下，从外观看，它的表面是皱缩的，颜色是鲜黄色的。因此，甜玉米制种的杂种一代（ F_1 ）种子和普通玉米一样要采用成熟（完熟期）的种子，收获后应充分晒干，搞好贮藏，才能保证发芽和出苗良好。

甜玉米种子发芽需要适当的温度、水分和空气。发芽的

最低温度 6~8℃，但发芽极慢，甜玉米种子千粒重仅为普通玉米的 2/3，在低温下发芽慢，顶土力差，更易感染病害而发生霉烂，造成缺苗；在 10~12℃时发芽稍快；25~30℃时发芽最为适宜。生产上为了争取早播和避免早春寒潮的低温危害，造成烂种缺苗，通常把表土层（5~8 厘米）温度达到 10~12℃时，作为春甜玉米开始播种的适宜时期。

甜玉米发芽时种子膨胀所吸收的水量，为种子风干重的 35%~37%，即种子绝对干重的 48%~50%，一般播种时土壤持水量为 60%~70%就可以满足甜玉米种子发芽出苗对水分的需要。土壤水分过多，造成通气不良，种子容易霉烂，发生缺苗现象。

甜玉米种子发芽时先长出胚根，后长出胚芽，再经胚轴的延伸，芽鞘伸出土面，接着第一片真叶慢慢展开，这时称为出苗，记为出苗期。甜玉米芽鞘较软，中胚轴具有较弱的伸长能力和顶土能力，播种不宜深。从播种到出苗要求日平均温度在 10℃以上，低于 10℃幼苗生长停止。因此，一般把 10℃作为甜玉米生物学下限温度，高于 10℃的温度才是甜玉米生物学上的有效温度。

从播种到出苗的天数随播种期和盖土的深度不同而有明显差异。据原广西农学院试验，一般来说，早春播种越早，出苗所需的天数越长（表 1）。

表 1 温度与甜玉米播种出苗天数的关系

播种期（月/日）	1/15	1/30	2/14	2/28	3/14
播种至出苗天数	21	21	8	12	10
播种至出苗平均温度（℃）	11.2	11.9	20.3	16.0	15.9

2. 幼苗生长

(1) 根的生长：甜玉米的根属须根系，由于发生时期、部位和功能的不同，可分为初生根、次生根和支持根三种。

甜玉米苗期根系生长快，以形成根系为主，应促进根系充分发育，拔节后以茎叶生长为主，中期应使根系和地上部分协调生长，后期注意防止根系早衰。

甜玉米根系发育的好坏随品种及土壤的水、肥、气、热条件的不同而变化。甜玉米属杂交种，比普通品种根系发达。土壤水分过多或过少均不利于根系发育，但苗期土壤水分适度亏缺，能促使根系向深处发展。凡土壤疏松，通气良好，并含有适量的氮和充足的磷，土温 $20\sim 24^{\circ}\text{C}$ ，以及根际微生物活动旺盛的，则根系发育良好。

(2) 叶的生长：甜玉米叶包括叶片、叶鞘、叶耳、叶舌四个部分。同一玉米品种叶片数目比较固定，原广西农学院育成的超甜玉米 20 号属中熟种， $18\sim 19$ 片叶。同一品种春播比夏、秋播的叶片数多 $1\sim 2$ 片。甜玉米叶片的长度，受品种、土壤肥力、气候条件影响较大。

甜玉米不同生育时期都有其“生长中心”。不同叶位的叶片，其增叶速度（即邻位叶片出叶间隔天数）、生长速度（即各叶片的平均日增面积，以平方厘米/日表示）、功能期及光合势都不同。其对各“生长中心”所起作用最大的叶片称为供长中心叶。据观察，超甜玉米 20 号，其供长中心叶亦可分为四组：

第一组：供长中心是根系，故称根叶组，供长中心叶是 $1\sim 6$ 叶。此阶段叶的生长特点为：增叶速度快，生长速度最小，叶面积小，叶的功能期短，光合势低。

第二组：称为茎穗叶组，供长中心叶是 $7\sim 11$ 叶。此阶

段叶生长特点为：增叶速度较慢，生长速度急增，叶面积也迅速扩大，叶的功能期也随之延长。

第三组：称果穗叶组，供长中心叶是12~16叶，此组叶片的生长特点为：增叶速度一般，生长速度高而稳，叶面积大，叶的功能期长，光合势高而稳。

第四组：称粒叶组。供长中心叶是17~19叶。此组叶片的生长特点为：增叶速度最快，生长速度下降，叶面积减少，叶的功能期缩短，光合势随之下降。

据观察超甜玉米20号，穗位叶的大小，主要是叶宽对果穗的发育有明显的影响，特别是对穗粒数的影响最大，叶宽在7~10厘米范围，叶片愈宽，穗则愈长，穗粒数也愈多，而对果穗的行数则无明显影响。

掌握各叶片的作用在于应用栽培管理措施促进或控制叶的生长，调整群体结构，以利增产。叶面积系数的大小与品种特性、肥水条件和种植密度有关。肥水充足可以促进叶面积的增长；减少肥水可以控制叶面积的增长。在一定的范围内，密度越大，单株叶面积越小，而全田的叶面积系数则越大。叶面积的变化主要表现在叶片宽度的变化，叶片数和叶片长度的变化很小。

甜玉米叶片的生长还有一个特点：可见叶和展开叶有一定的差数，一般在生长前期差数较小（2~3叶），生长后期差数较大（4~5叶）。当可见叶与展开叶差数最大时（4~5叶），一般只剩下4片叶左右未出现，生产上将此时作为追施穗肥的适期。