



甜玉米的栽培与加工

江苏科学技术出版社

前 言

玉米是大家熟悉的一种粮食作物，然而人们对甜玉米还不熟悉。甜玉米是近年蓬勃兴起的一种含糖较高、营养丰富的玉米。据测定，普通甜玉米乳熟期子粒含糖8~10%，超甜玉米含糖15%左右，是普通玉米的1~2倍；蛋白质的含量在13%以上，且含有较多的维生素A、维生素B、维生素E等；脂肪含量比普通玉米高一倍以上；还含有人体必需的、其他粮食作物所不足的氨基酸。甜玉米具有较高的营养价值，且易于消化，目前在外国，甜玉米制品倍受欢迎，已成为老年人、体弱病孺者及妇女儿童的营养佳品。据报道，经常食用甜玉米，可以起到稳定血压和延年益寿的功效。甜玉米果穗收获后，茎叶仍很青绿，含有75~85%可消化的营养物质，营养丰富，是上等的青绿饲料。因此，甜玉米是一种经济价值较高的作物。

甜玉米在一些国家发展很快，据统计，目前全世界种植面积近300万亩。近年来我国也很重视甜玉米的生产，把甜玉米的研究列为国家重点项目，许多科研机构、生产单位都积极从事甜玉米的研究和生产。先后培育了一批优良的甜玉米、超甜玉米良种，如超甜玉米“蜜玉四号”（江苏省淮阴农科所）、“甜玉二号”（中国农科院作物所玉米系）、“扬甜一号”（江苏农学院）、“上海2002”（上海农科院）、

“超甜20”（华南农业大学）、“甜单一号”（北京农业大学农学系玉米育种组）、“普甜五号”（华南农业大学）、“农梅一号”（上海农科院作物所）、“淮甜6号”（江苏淮阴农科所）等。摸索出一些栽培甜玉米的方法。江苏省徐淮地区淮阴农科所在甜玉米方面进行了一些研究，取得了一定的成绩。为了促进我国甜玉米生产的发展，将我们几年来的研究、试验结果，整理汇集成册，交付出版。

此书出版，旨在抛砖引玉，交流经验。由于本人水平所限，加之研究时间不长，缺点错误在所难免，欢迎同行专家及广大读者批评指正。

编著者

一九八八年春节

目 录

一、甜玉米的历史和生产概况	1
二、发展甜玉米生产的意义	4
1.甜玉米是一种营养品质很好的特种水果和蔬菜	4
2.甜玉米是上等的青绿饲料	4
3.增加经济收益	5
4.甜玉米是良好的轮作、间作、套种作物	5
5.甜玉米是良好的庭园作物	6
三、甜玉米的遗传和育种	7
(一)甜玉米的遗传特点	7
1.su1和su2 基 因	8
2.sh2和bt1基因	8
3.se基 因	9
(二)甜玉米的育种	10
1.育种目标	10
2.综合种的选育及留种技术	11
3.甜玉米自交系的选育	13
4.甜玉米杂交种的选配	20
5.甜玉米杂交种的品比和鉴定	22
(三)甜玉米的杂交制种技术	24
(四)甜玉米品种介绍	24
1.超甜玉米蜜玉四号	25

2. 甜玉二号	26
3. 扬甜一号	26
4. 上海2002	27
5. 超甜20	27
6. 甜单一号	27
7. 普甜五号	28
8. 农梅一号	28
9. 淮甜6号	29
四、甜玉米的栽培技术	30
(一) 甜玉米对环境条件的要求	30
(二) 轮作、间作	31
(三) 整地播种	32
1. 整地	32
2. 播种期	33
3. 播种量	37
4. 播种深度	38
(四) 种植密度和种植方式	39
(五) 甜玉米的施肥技术	43
1. 氮、磷、钾的作用及用量	43
2. 有机肥的作用及用量	47
3. 甜玉米的施肥技术	48
(六) 田间管理	48
1. 适时间苗、定苗	48
2. 中耕除草	49
3. 培土	49
4. 打杈	49
5. 防止倒伏	50
6. 人工辅助授粉	50

7.灌溉排水	51
(七)防除病虫害	51
1.地下害虫	51
2.玉米螟	52
3.化学除草	52
(八)适时收获	53
1.适时采收的重要性	53
2.子粒中水分、糖分、粒重的变化规律	53
3.判断采收适期的主要方法	55
4.收获后处理	60
(九)甜玉米早熟栽培法	63
1.地膜覆盖栽培	63
2.拱棚薄膜覆盖栽培	64
(十)甜玉米夏秋栽培要点	64
1.计算好播种时间	64
2.起垄栽培	65
3.施足基肥,及早追肥	65
4.合理间套种	65
5.防治玉米螟	65
6.注意排涝防渍	66
五、甜玉米的利用类型、加工工艺和食用方法	67
(一)甜玉米的利用类型	67
(二)甜玉米的加工方法	68
1.原料准备	68
2.加工程序	69
(三)甜玉米的食用方法	78
1.早餐	78
2.三明治	79

3.中国风味玉米汤.....	79
4.甜玉米粒、猪肉、西红柿清燉.....	79
5.甜玉米炊煮五味御餐.....	80
6.奶油型甜玉米焖制食品.....	80
7.奶油型甜玉米汤.....	80
六、甜玉米茎叶的利用.....	81
1.作为饲料的利用.....	81
2.作为绿肥的利用.....	82

一、甜玉米的历史和生产概况

甜玉米是玉米的一个亚种 (*Zea Mays Saccharata*), 起源于美国, 早在哥伦布发现新大陆之前, 印第安人就已经种植甜玉米了, 并用甜玉米制糖、制点心和酿造原始啤酒。1779年, 沙尔文探险队的一名成员, 带回了一些甜玉米果穗, 称之为印第安玉米; 1924年, D.F. Jones在康涅狄格州农业试验站, 培育出第一个甜玉米杂交种。现在美国已有很多适合不同环境条件下生长的甜玉米, 许多科研机构, 对甜玉米的育种和加工, 进行了深入广泛的研究。目前美国是生产甜玉米最多的国家, 也是出口量最大的国家。

日本国食用甜玉米也只有20多年的历史, 最初是儿童食品, 现在已广泛食用, 成为深受欢迎的食品。据估计, 目前日本种植甜玉米的面积约45万亩, 主要在北海道, 其次是长野县。

据介绍, 超甜玉米原产美国费罗里达州, 果穗很小, 很甜很好吃。1950年在费罗里达州开种子大会, 参加会议的玉米专家, 带回去这种玉米进行研究, 1959年培育出第一个超甜玉米杂交种。

世界上广泛食用甜玉米有100年的历史。目前许多国家, 育出了很多品质好、产量高、适应当地生长的甜玉米杂交种。据估计, 全世界甜玉米种植面积约300万亩。种得最多、发展最快的是美国, 从60年代开始差不多每5年翻一番, 1982

年的总产量达17.2万吨以上。1980年日本的种植面积有45.6万亩，北海道占三分之一，一般每亩收获量800~1050公斤（带皮）。目前日本国内生产的甜玉米仍远不能满足需要。据统计，20年前日本每年要消耗甜玉米罐头15万箱，现在每年要消耗500万箱，且在逐年增加。日本生产的甜玉米除供应鲜货外，主要加工成罐头，集中在北海道，每年生产量为350万箱左右，其余150万箱靠国外进口。另外，每年还要进口冷冻甜玉米粒3.5万吨、冷冻整条甜玉米0.8万吨、甜玉米糊1万吨。据日本海关统计，1982年日本进口的冷冻甜玉米中，美国占96.4%，新西兰占2.1%，其余为加拿大、也门、泰国和我国台湾省。

在我国，1968年北京农业大学首次育成“北京白砂糖”甜玉米品种，但是后来中断了研究工作。近几年国内有些单位开始选育甜玉米品种，研究甜玉米的栽培技术和加工工艺。中国农科院玉米系选育的超甜玉米综合种“甜玉二号”、上海市农科院选育的超甜杂交种“2002”、北京农业大学选育的“甜单一号”、淮阴农科所选育的“墨集超甜综合种”、华南农业大学选育的“超甜玉米20号”杂交种等，都已在生产上推广应用，上海农科院选育的普通甜玉米综合种“农梅一号”，已加工成罐头出口。淮阴农科所和清江罐头厂合作，从日本引进超甜玉米邱辟特，研究了它的特征特性、栽培技术和加工工艺，并有一定数量出口，近几年又通过回交的方法选育出超甜玉米中熟单交种“蜜玉四号”和早熟单交种“淮甜六号”。东北农学院选育的“东农超甜”和“东甜二号”，北京市农科院选育的“甜玉一号”和“甜早一号”等也都相继投放市场。台湾省台南区农业改良场，已育成普

通甜玉米杂交种“台南13号”、“台南14号”和超甜玉米杂交种“台南15号”。台湾省的甜玉米种植面积约有10多万亩，远销香港、日本和东南亚。我国的有关部门和许多农业科研机构，都十分重视甜玉米的研究和生产，广大人民也十分关心甜玉米的发展，预计不用很长的时间，甜玉米将会象番茄那样，成为绝大多数人所欢迎的食品。

二、发展甜玉米生产的意义

1. 甜玉米是一种营养品质很好的特种水果和蔬菜

甜玉米胚乳内的碳水化合物积累较少，蛋白质的含量在13%以上。同时甜玉米的采收都在受精后20天左右，此时低质量的玉米胚乳醇溶蛋白才刚刚开始合成，所以甜玉米的蛋白质是属于氨基酸平衡的蛋白质，其中赖氨酸的含量相当于高赖氨酸的奥帕克-2玉米。甜玉米的脂肪含量也比普通玉米高一倍以上。还含有较多的维生素A、维生素B和维生素E等。普通甜玉米(su1)乳熟期子粒含糖8~10%，比普通玉米高一倍以上，且含有大约24%的水溶性多糖(WSP)，有粘性，适口性好，容易消化，构成了甜玉米的特有风味。淀粉含量只占35%。超甜玉米的含糖量在15%以上，吃起来具有甜、脆、香的特点，但水溶性多糖含量上只占5%，故没有粘性，淀粉含量减少到18~20%。甜玉米含有的糖分中，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。由于甜玉米具有这些营养成分，又易为人体消化吸收，在国外已成为老弱病孺的营养佳品。经常食用甜玉米，可收到稳定血压和延年益寿的功效。

2. 甜玉米是上等的青绿饲料

甜玉米果穗在乳熟期采收，采收后的茎叶上下青绿，嫩

脆多汁，营养丰富，是上等的青绿饲料，也可做青贮饲料，收获后的茎叶含有75~85%可消化的营养物质，饲料价值相当高。一般每亩可收获青绿茎叶2500公斤以上。为了提高茎叶内的含糖量，在果穗收获后，让茎叶在田间再生长3~5天。

3. 增加经济收益

甜玉米是一种生产费用便宜，花劳力少，生长季节短的作物。甜玉米是采收青果穗的，一般每亩可收750~1000公斤，每公斤售价5~6角，加上茎秆作为青绿饲料出售，每亩可收入400~500元，比普通玉米高得多。如果在旅游区，直接出售青嫩甜玉米，经济收益更大。质量好的甜玉米还可以出口创外汇，国际销路好，但必须具备加工设备。

4. 甜玉米是良好的轮作、间作、套种作物

甜玉米为了收获大果穗，要求比普通玉米种得稀一些，收获期比普通玉米早10~15天，加之春夏秋都能播种，因此对轮作、间作、套种十分有利，不仅可以和大田作物轮作、间作，也可以和多种蔬菜轮作、间作。特别是蔬菜区，连作蔬菜有很多问题，首先是土壤肥力难以维持，因为蔬菜很少有有机质还田，而玉米是禾谷类中生产有机物最多的作物，同时蔬菜对土壤养分要求很高，低了不能很好地吸收，即使多施肥也未必能充分利用。以萝卜为例，一般只能吸收三分之一，因此大量肥料残留在土壤中，既浪费又破坏了土壤pH值的平衡。而种植甜玉米，由于其吸肥性强，不但充分利用了养分，而且又改良了土壤，还有抑制某些土壤传染病害的作用。因此在蔬菜产区发展甜玉米，对蔬菜业的发展、对增加菜农收益大有好处。

5. 甜玉米是良好的庭园作物

在庭园的四周或墙角边，种上几株甜玉米，既可绿化环境，又有一种乡村风味，还能吃到最新鲜的甜玉米，真是一举多得。甜玉米地的空间，照样可以培植花卉苗木，或种植蔬菜。

三、甜玉米的遗传和育种

(一) 甜玉米的遗传特点

玉米胚乳含糖量及淀粉等成分，是受一些主效基因和微效（修饰）基因所控制。现将已知的有关基因列于表1。有关影响胚乳糖分的基因，其作用和遗传特性如下。

表1 影响玉米胚乳糖分及淀粉组成的基因

基因符号	位 点	译 名	表 现 型
su1	4s-66	甜-1	干子粒透明，胚乳皱缩
su2	6l-54	甜-2	干子粒微暗至无光泽，子粒基部常有蚀刻
sh1	9s-29	皱缩-1	干子粒大，呈光滑而有褶的凹陷
sh2	3l-127.2	皱缩-2	干子粒大，无光泽，凹陷有棱角，易碎
bt1	5l-42	易碎-1	干子粒凹陷有棱角，无光泽，易碎
bt2	4s-67	易碎-2	同bt1
se1	未 定	加强甜度-1	与su1一起时糖分含量增加，干子粒颜色略淡
o2	7s-16	不透明-2	胚乳粉质松软，不透明，含赖氨酸高
fl1	2s-68	粉质-1	胚乳不透明，松软，有剂量效应
fl2	4s-58	粉质-2	同fl1，但表现型为显性
ae1	5l-37	增加粒粉-1	胚乳透明，无光泽，直链淀粉含量高
dn1	10l-28	暗淡的-1	胚乳黯淡而无光泽
wx1	9s-56	糯质-1	胚乳不透明呈蜡质，全是支链淀粉

1. su1和su2基因

su1和su2是两个主要的甜质基因。无论是su1还是su2当它们纯合时,干扰水溶性多糖转化为淀粉,因此能引起子粒胚乳全糖量增加和积累水溶性多糖,其含糖量为正常淀粉型玉米的2~2.5倍。以致在乳熟期形成糊状组织的甜玉米,后随着子粒的成熟,胚乳中的糖分迅速转化为淀粉,降低食用品质,干子粒皱缩透明。su1和su2基因型的另一个特点是,在适熟期(一般授粉后18~25天)采收后,也不能久放,胚乳中糖分同样会迅速转化成淀粉。当su基因纯合时,其基因型为su su/su su su,即为普通甜玉米,或称标准甜玉米;当su基因为杂合状态时,其基因型为,Su su/Su Su su或Su su/Su su su,其胚乳淀粉化,而成为普通淀粉型的玉米。各类胚乳突变基因例如ae、du、se、sh2、wx等都可与su基因互作,对胚乳成分和全糖量起不同程度的复杂的修饰作用。

2. sh2和bt1基因

sh2基因是腺苷二磷酸葡萄糖焦磷酸化酶的结构基因,当隐性基因sh2纯合时,可以使这类酶的活性完全丧失,具有sh2基因的胚乳只具有这种酶的正常活性的8~10%的残余水平。这类酶的作用在淀粉形成过程的早期阶段,发生在最甜的蔗糖阶段,控制了蔗糖向水溶性多糖转化。其子粒在乳熟期阶段,淀粉含量大量减少,糖分含量相应增加,差不多是普通甜玉米的2倍,子粒饱满鲜嫩,食味极佳,即称为超甜(Super sweet)或特甜(Extre sweet)玉米。子粒成熟时,失去甜味,变成凹陷有棱角,易碎皱缩的外观。这类

甜玉米适熟期较长，果穗在田间植株上多停留几天，糖分不会象普通甜玉米那样迅速下降，水分的消失也比较慢，采收以后糖分转化的速度也比普通甜玉米慢得多。但还是要转化的，所以也应注意及时采收和加工。当sh2基因纯合时，其基因型为：sh2 sh2/sh2 sh2 sh2，即为超甜玉米；当处于杂合状态时，其基因型为：Sh2 sh2/Sh2 sh2 sh2或Sh2 sh2/Sh2 Sh2 sh2，同样成为普通淀粉型玉米。但sh2基因型的水溶性多糖含量较低，玉米香味不浓，所以不能用来做罐头。另外sh2基因型存在的主要问题是发芽率低和幼苗生活力较弱，在利用sh2基因时应特别注意。

bt1基因和sh2基因一样，具有伴随着腺苷二磷酸葡萄糖焦磷化酶的活性完全丧失，因此具有同sh2基因相同的作用。

3. se基因

se基因为增加甜度基因，当这一基因导入甜玉米(su u)品种时，可起修饰作用，提高胚乳的含糖量。在授粉后18天，具有特高的蔗糖含量，其水平可与同期的sh2超甜玉米相比，但又不同于sh2基因的作用，高蔗糖含量并不伴随着水溶性多糖含量的大幅度下降。当se基因纯合时，表现为子粒胚乳中的黄色变淡，而成淡黄色。se基因纯合时，并不改变粒形，但初步估计，可使子粒大小变小约10%。当以基因型Su su Se se与su su se se杂交时产生以下结果：

基因型Su-Se-，表现为非甜质、深黄子粒；

基因型Su-se se，表现为非甜质、淡黄子粒；

基因型su su Se-，表现为甜质、深黄子粒；

基因型su su se se, 表现为甜质、淡黄子粒;

其比例为1 : 1 : 1 : 1。

se基因处于杂合时, 对su基因型甜玉米的修饰作用为25%; 当se基因纯合时, 则对su基因型甜玉米起100%的修饰作用。当se和sh₂在一起, 又都处于杂合状态, 共同修饰su基因型甜玉米时, 其修饰作用约为44%。sh₂、bt₁等基因各自处于杂合时, 对su基因型甜玉米起25%的修饰作用。

(二) 甜玉米的育种

1. 育种目标

从甜玉米的生产、加工和消费者的需要来看, 优良的甜玉米品种应具备以下的条件:

(1) 品质要优良 主要是果皮要软, 超甜玉米甜度要高, 清香可口, 收获后甜味下降慢。普通甜玉米要有特殊的玉米香风味和适当的粘稠度。

(2) 产量要高 每亩青果穗至少要在750公斤以上, 才能保证种植者和工厂的经济收益, 才能减轻消费者的负担。

(3) 熟性要好 熟性好是指成熟要一致, 便于集中收, 不至嫩老差异太大。同时适熟期要长, 普通甜玉米要求3~5天, 超甜玉米5~7天, 以便于安排加工和上市。

(4) 抗性要强 特别是抗病性要强。为了满足分期分批加工和上市, 一般采用春、夏、秋三季播种, 因此必须具备抗大、小斑病的特性。另外还要注意抗倒能力和抗虫性。因为过多的施用农药对人的健康不利。