

甜高粱栽培与加工

范家德 编

河南科学技术出版社

内 容 提 要

甜高粱是一种新型经济作物。本书除对甜高粱栽培技术作一介绍外,还重点介绍了制糖、酿酒、制酒精、作醋、废渣造纸的生产工艺以及其茎秆青贮等。内容简明扼要,易学实用,是农民科学种田、发展乡村工副业的良好读物。

甜高粱栽培与加工

范家骥 编

责任编辑 张 鹏

河南科学技术出版社出版

河南省宋阳县印刷厂印刷

河南省新华书店发行

787×1092毫米 32开本 2.25 印张 45 千字

1986年2月第1版 1988年2月第1次印刷

印数1—10,700册

ISBN 7-5349-0067-0/S·68

定价0.55元

前 言

甜高粱是一个古老的糖源作物，在我国栽培历史悠久，但直到1974年美国改良种引入我国后才受到科技界的普遍重视。甜高粱茎秆由于富含糖分，可酿制酒精，近年来被誉为绿色能源作物，种植面积也逐年有所增加。特别是在世界能源危机和我国能源日趋紧张情况下，探讨绿色再生能源、解决能源之不足，已摆入研究的议事日程。

该小册子本着产前科学种田、产后综合加工利用，除讲述了必不可少的理论知识外，还简要介绍了世界各国及我国研究、种植甜高粱的概况，介绍了甜高粱的发展前景，并且密切结合生产实际需要，较详细地介绍了酿酒、制酒精、制糖、制糖浆、制醋、青贮饲料等具体加工工艺。在编写过程中，尽量做到简明扼要，通俗易懂。本小册子是专业户和乡镇企业，尽快富裕、发展起来的良师益友。

本小册子在编写过程中，承蒙河南省农科院副研究员郭省三、高级农艺师崔玉华、北京植物园黎大

爵、中国农科院曹文伯、三门峡市华侨酒厂田好军等同志的帮助指正,并提供资料,这里谨表谢意。由于本人水平有限,殷切希望广大读者提出宝贵意见。

编 者

一九八七年七月

目 录

一、概述	(1)
二、甜高粱的特征特性	(5)
(一) 植物学特征	(5)
(二) 甜高粱生长发育和对 环境条件的要求	(14)
三、甜高粱品种介绍	(20)
(一) 丽欧	(20)
(二) 罗马	(21)
(三) 雷伊	(21)
(四) 泰斯	(22)
(五) M—81E.....	(23)
(六) 甜杂一号	(23)
(七) 甜杂二号	(24)
(八) 623A×丽欧	(24)
(九) 高粱蔗	(24)
四、甜高粱栽培技术	(25)
(一) 整地	(25)

(二) 施肥	(27)
(三) 播种	(29)
(四) 合理密植	(33)
(五) 田间管理	(34)
五、甜高粱茎秆综合利用加工技术	(47)
(一) 酿制60°白酒工艺	(48)
(二) 制酒工艺分析	(49)
(三) 酒精发酵工艺	(55)
(四) 甜高粱茎秆制糖	(56)
(五) 甜高粱茎秆制醋	(61)
(六) 甜高粱秆废渣造纸	(62)
六、甜高粱青贮制作技术	(63)
(一) 贮前准备	(63)
(二) 适时刈割、及时制作	(64)
(三) 切碎、快装、压实、密封	(64)
(四) 贮后管理	(65)

一、概述

甜高粱又称糖高粱，是普通粒用高粱的一个变种。甜高粱和普通高粱一样，子粒既可食用又可作饲料，也是酿酒和制酒糖的优质原料。子粒一般亩产100~400公斤。甜高粱除有一定的粮食产量外，其茎秆还富含糖分（糖分锤度*一般在15~22%之间）。甜高粱根据其含糖成分，可分为两种类型：一种糖型高粱主要食蔗糖，可以生产结晶糖；另一种含葡萄糖和果糖为主的糖浆型甜高粱，则主要生产糖浆。但不管哪种类型的甜高粱，其茎秆不仅可以象甘蔗一样生食，而且还是酿酒和制酒糖的好原料。据试验，每50公斤甜高粱茎秆，可酿造符合国家卫生标准的60°白酒5公斤；每亩生产茎秆2000~4000公斤，可酿制白酒200~

*糖分锤度：指甘蔗茎或甜菜块根汁液中所含的可溶性固形物的百分率。由于可溶性固形物的主要成分是糖分，所以锤度高，说明糖分含量也高。如糖锤度为60%，即表示100公斤糖液中含60公斤固形物，含40公斤水。

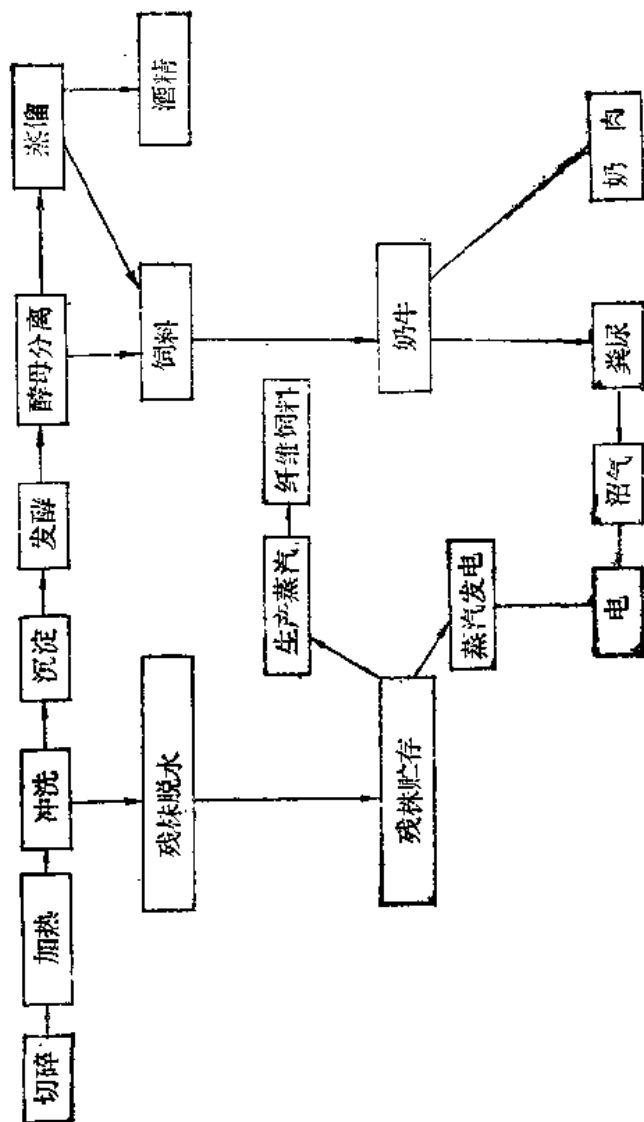
400公斤，每公斤白酒按2元计算，每亩可收入400元以上。特别是甜高粱茎叶多汁，富含糖分，牲畜很喜欢吃，因而作为青贮饲料，近年来发展更快。据郑州市奶牛场和黄泛区农场试验，甜高粱茎叶青贮喂的奶牛，每天每头增产鲜奶1~1.5公斤，一般青贮饲料亩产5000公斤左右，是青贮玉米的2倍，因而很受欢迎。北京、天津二市已发展甜高粱7万多亩。

甜高粱除具有一般高粱耐旱、耐涝、耐瘠、耐盐碱的特点外，其全身都是宝，综合利用价值高，所以，近些年来引起了世界各国的重视，且已得到了显著的效益，特别是20世纪70年代初期发生石油危机以来，世界各国都在寻找新的能源出路，它已作为能源作物受到了人们的重视。巴西制订、执行了酒精燃料计划；美国则计划到2000年，种植甜高粱8500万亩，生产酒精314亿升，全部内燃机使用掺有10%酒精的混合燃料。此外，澳大利亚、印度尼西亚、西德、印度、墨西哥、苏联、日本等国，都相继开始，着重从绿色可再生能源的角度，积极地进行甜高粱栽培和开发的研究利用。

甜高粱在我国种植已有悠久的历史，但由于是零星种植，且仅限生食，所以一直没有引起人们的重视。自1974年北京植物园从美国引进丽欧（RIO）和罗

马 (Roma) 品种, 引起我国农业科学工作者的重视, 北京、天津、河北、河南、山东、山西、广东、广西、安徽、宁夏、辽宁、甘肃、云南等省、市都相继开展了研究, 先后制出了糖浆、赤砂糖、白糖、白酒、醋、酒精和利用茎秆废渣制出了纤维板, 收到了一定经济效益。更使人们可喜的是甜高粱作为青贮饲料已被广泛采用, 促进了奶牛和家畜养殖业的发展。

表1. 联邦德国甜高粱综合利用生产工艺流程图



二、甜高粱的特征特性

(一)植物学特征

甜高粱也和普通高粱一样，属禾本科高粱属，是一年生的草本植物。甜高粱不仅收粮食，而且茎秆和甘蔗一样可制糖和综合利用。它对人类的贡献大大超过了普通的粒用高粱。它的形态构造和对环境条件的要求与普通高粱基本相同。但是，由于它的茎秆内含有一定的糖分；所以与普通高粱也有相异之处。因此，研究甜高粱的形态特征和它对环境条件的要求，可以帮助我们认识甜高粱的特性及生长发育规律，从所根据不同地区的自然特点和生产条件，制定出合理的栽培技术措施，以达到粮、糖高产稳产的目的。

甜高粱同其它作物一样，组成甜高粱植株器官也可分为两大类，即营养器官（包括根、茎、叶）与生殖器官（包括花和果实）。

1. 根：甜高粱的根完全是纤维状的须根，没有主、次根之分（图1）。

高粱的根系因其发生的时间和着生的位置不同，可分为初生根、次生根和支持根三类。

（1）初生根：初生根又叫种子根或临时根。初生根的主要作用是供给种子发芽时和幼苗生长所需要的养分和水分（图2）。

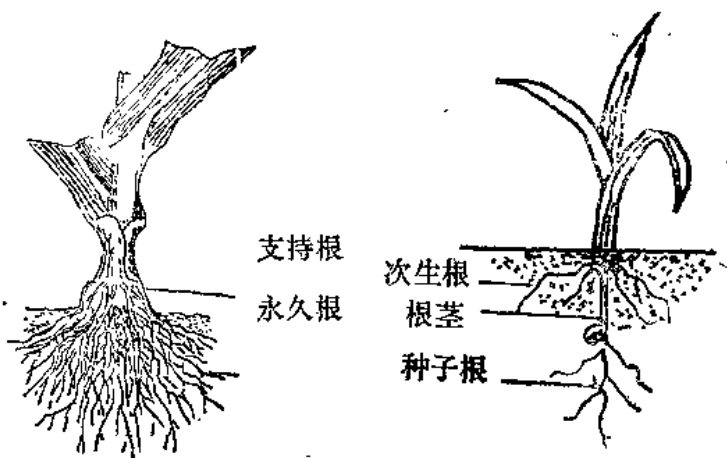


图1 高粱的根系

图2 高粱的根

（2）次生根：次生根因发生在初生根之后而得名。它所着生的部位在初生根上部，从发生到高粱死去，一直担负着吸收养分和水分的功能，因而也称为永久根。次生根生出后，在根的幼嫩部分很快长出大量的根毛。根毛从土壤中可吸收水分和养分，供植株

生长发育所需。次生根的生长是围绕着近地下的茎节向四周土壤内伸展,当幼苗出现6~8片叶时,次生根入土长达1米以上,分布范围70~80厘米。随着高粱的生长,小根上又长出许多根群,根群多集中在接近地面20~30厘米土层内,这就是高粱比一般作物抗旱能力强的主要原因之一。次生根除上述作用外,还具有支持植株的能力。

(3) 支持根:甜高粱在拔节后抽穗前,常在地表的茎基部1~3节或4~5节的地方,生有轮环状的根系。它有向地性,伸入土壤以后,对于吸收养分和水分也有一定的作用。它的最大功能是抗倒伏,支持植株生长,因此称为支持根。由于它生长在地面以上,穿过空间伸入土中,所以也叫气生根或地上根。它不仅较地下根系粗大,而且表皮硬化,有胶质,厚膜组织特别发达,坚韧不易折,入土后,也会发生强大的根系,因此也称霸王根。

根主要起着吸收、输导、支持等生理的和机械的功能。根系的生长发育与环境条件有着密切的关系。土壤肥沃,结构性好,有利于根系发育,根量大,土壤瘠薄、根结,则根系短小,发育不良。土壤过根,透气性差,根系则分布在表土层,不利于吸收深层养分。水分越多,根系发育越弱,入土越浅,容易

引起倒伏。土壤水分不足时，根系就向深处有水分土层生长，但如果土壤干旱，水分缺乏，根系同样得不到良好发育。

2. 茎：甜高粱的茎为直立的，呈圆筒形，表面光滑，通常高度为3米左右。作为品种的固有性状，株高是相对稳定的，但不同年份和栽培条件的变化其性状也有一定的变化。甜高粱茎节数一般为10~20节。节间的侧面有一条小纵沟，其茎部生有一枚腋芽。腋芽通常呈休眠状态。如土壤肥沃、水分充足或主茎遭受损伤时，即可发育成分枝。分枝大部生在植株上部节上，常不能结实或成熟很晚，并且会消耗一定的养分和水分，影响主茎生育，在一般情况下，应将其除掉。茎基部节上长出的分枝为分蘖，分蘖强的品种，其分蘖生长发育较快，并能抽穗结实，但成熟较晚。一般情况下可除去分蘖以保证主茎的正常生长，但在较稀的地块也可适当留下分蘖，以保证应有的产量。

甜高粱茎秆上被有一层白粉状腊质，该粉状腊质不仅是一种重要的国防工业原料；同时也起着防止植株体内水分蒸发，增强抗旱能力；在受到水淹时又能减轻水分渗入茎内，提高抗涝能力的作用。

甜高粱重要的价值在于茎秆内含有较多的糖分。茎秆的含糖量，因品种不同，其锤度分别为15~23%。

依茎秆所含糖的不同又可分为糖型甜高粱和糖浆型甜高粱。糖型甜高粱主要含蔗糖，可以生产结晶糖；以含葡萄糖和果糖为主的糖浆型甜高粱，则以生产糖浆为主，甜高粱茎秆富含糖分，适口性好，成熟后不易晒干，所以牲畜喜欢吃，是良好的青贮饲料。

3. 叶：甜高粱叶互生在茎的两侧，由叶片、叶鞘和叶舌组成。甜高粱叶的多少，一般来说都在18个以上。叶片光滑，无茸毛，呈带状，边缘平直。叶片的大小，因品种而异，一般长50~70厘米，宽5~8厘米。基部叶片较小，向上渐次增大，中部叶片最大。再向上又逐渐减小，甜高粱的叶片中央有一较大叶脉，叫主叶脉。叶脉多数呈青白色。一般情况下也可以从叶脉的颜色判断茎秆内含糖的多少，即青白色叶脉比其它色含糖分要多。甜高粱在幼苗期，由于品种不同，叶色有绿色和紫色两种。在苗期遇到低温、水分过多或缺磷时，叶片也往往呈现紫色。叶片是光合作用的主要器官。叶片大、叶片数多的品种单株面积大，光合生产率高，单株产量高。而叶片窄小，叶数少的品种，虽然单株面积小，单株产量不高，但适宜密植，有时也可获得较高的单位面积产量。一些研究认为，植株上部叶片窄小，上冲，下部叶片披散的株型更能充分利用光能，有助于增产。

叶片下部为叶鞘，叶鞘较长，表面光滑，呈条纹状隆起，内部青白色。不同品种叶鞘包围节间的程度不同，有的包着全部节间，有的包住大部。叶鞘也能进行光合作用，制造和贮存养分。生育后期叶鞘中的薄壁细胞可分化形成通气组织，在水淹的情况下，通过这种通气组织，根系可以获氧气，进行呼吸作用。叶舌包着茎秆起着防止水和尘土进入叶鞘的作用。

甜高粱的叶片，最外层是表皮，内部为叶肉和维管束等部分。表皮细胞间分布许多气孔，下表皮气孔多于上表皮。气孔是水分蒸腾和气体交换的孔道，它的开闭，能控制水分的蒸腾。表皮上还有一些大型薄壁运动细胞（泡状细胞）。当天气干旱，土壤缺水时，气孔就自行关闭，而且由于运动细胞水分散失，叶片卷缩，叶面变小，可以减少水分的蒸腾。叶部具有这种构造的功能，加上根系较为发达，吸水能力强，使甜高粱具有较强的抗旱能力。叶肉为薄壁细胞组成，薄壁细胞含有叶绿体，内有叶绿素。由于叶绿素的作用，植株在光照条件下能把吸收的二氧化碳和水，以及无机盐类合成为有机质，供各部器官生长需要和于粒的形成。叶肉有粗细不等、呈平行分布的叶脉，叶脉由维管束和机械组织所组成，具有输送养分和水分，支撑叶片的功能。

甜高粱是光合效率高的 C_4 作物。在它们的叶绿体内，二氧化碳的固定，是由一种叫做磷酸烯醇式丙酮酸的三碳化合物来完成的。催化这个反应的酶是磷酸烯醇式丙酮酸羧化酶。反应的产物则是含有四个碳原子的有机酸——草酰乙酸、苹果酸等。由于它们固定二氧化碳以后的最初产物含有四个碳原子，所以叫 C_4 作物。那些固定二氧化碳以后产生的三碳化合物磷酸甘油酸的作物则叫做 C_3 作物。它们之间的最大区别，主要是 C_4 作物固定二氧化碳的酶，对二氧化碳的亲合力比 C_3 作物大得多。如 C_3 作物小麦、大豆等，只能利用空气中全部二氧化碳的70~85%，当空气中的二氧化碳浓度减少到相当于原始浓度的30%以下时，光合作用即不能进行。而 C_4 作物甜高粱却能利用空气中二氧化碳的98%以上，此外， C_3 作物光照时会增加一部分呼吸作用的消耗（光呼吸），而 C_4 作物甜高粱的光呼吸比较弱，更有利于光合产物的积累，生长速度快，所以产量也较高。

4. 花：甜高粱的花序即通常所说的高粱穗，为圆锥花序，花序中央有一主轴，称为穗轴（图3）。但有些下垂散型穗的品种没有主轴或主轴较短。在主轴上生十几个节，每个节上环生几个至十几个枝梗。生