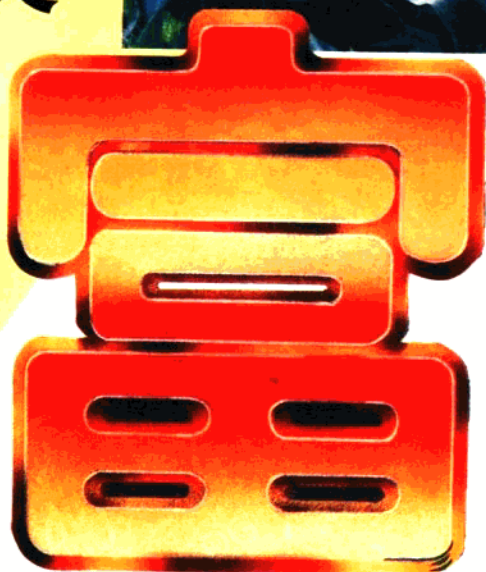




快速致富丛书

王振华 袁宝玉 王俊忠 主编

玉米优良 品种与高产栽培



快速致富丛书

伴您走上富裕路

河南
科学技术出版社

前 言

玉米不仅是我国的主要粮食作物，畜牧业赖以发展的主要饲料，同时又是食品、医药等加工工业的重要原料，在国民经济中占有重要地位。我国常年种植面积均在 2 000 万公顷以上，80 年代以来我国玉米生产实现了由低产向中产的飞跃，但 90 年代以来，玉米产量出现了徘徊不前的局面。怎样实现由中产到高产的飞跃，这是当前广大农民的迫切要求。为此我们组织编写了《玉米优良品种与高产栽培》一书，旨在推广玉米高产栽培技术，进一步提高单产，全面增加我国玉米总产。

本书面向生产，面向从事农业生产的基层干部和广大群众，比较通俗易懂，并尽量把理论和实践融合在一起，把高产技术知识传授给广大群众。全书共分七部分，其主要内容是：概述，玉米器官的形态结构与功能，玉米生产与种、肥、水、土的关系，夏玉米高产栽培技术，春玉米覆膜栽培技术，旱地玉米栽培技术，夏玉米超高产栽培技术，玉米间作套种技术，玉米病虫害的识别和防治等。

在本书的编写过程中，得到了河南省农业科学院姚万山研究员的大力支持，特此致谢。由于编者水平所限，错误和不妥之处，望广大读者提出宝贵意见。

编 者

1997 年 5 月

目 录

一、概述	(1)
(一)玉米的起源、分布及其生产概况	(1)
(二)玉米在国民经济中的地位	(3)
二、玉米器官的形态结构与功能	(6)
(一)根的形态结构与功能	(6)
(二)茎的形态结构与功能	(10)
(三)叶的形态结构与功能	(14)
(四)花序的形态特征与分化过程	(18)
(五)子粒形成与灌浆规律	(30)
(六)玉米的一生	(37)
三、玉米生长与种、肥、水、土的关系	(39)
(一)玉米杂交种的利用	(39)
(二)玉米的需肥规律	(56)
(三)玉米的需水规律	(64)
(四)高产玉米的土壤基础	(70)
四、夏玉米高产栽培技术	(74)
(一)选用良种和种子的精选与处理	(74)
(二)早播技术	(77)
(三)合理密植与种植方式	(81)
(四)苗期管理	(84)
(五)穗期管理	(87)

(六)花粒期管理	(90)
五、春玉米覆膜栽培技术	(92)
(一)春玉米种植区的生态条件与限制因素	(93)
(二)覆膜玉米增产的原因	(94)
(三)春玉米覆膜栽培的生育特点	(97)
(四)覆膜栽培的技术要点	(99)
六、旱地玉米栽培技术	(103)
(一)旱地玉米生产的障碍因素	(103)
(二)干旱对玉米生长发育的影响	(104)
(三)干旱对玉米产量构成因素的影响	(105)
(四)旱地玉米的增产途径与措施	(106)
(五)旱地玉米高产栽培措施	(109)
七、夏玉米超高产栽培技术	(113)
(一)玉米高产的理论基础	(114)
(二)夏玉米生产潜力估计	(115)
(三)夏玉米超高产栽培的生长发育指标	(117)
(四)夏玉米超高产栽培措施	(119)
八、玉米间作套种技术	(126)
(一)间作套种的概念	(126)
(二)玉米间作套种增产的原因	(127)
(三)玉米间作套种技术	(129)
九、玉米病虫害的识别与防治	(136)
(一)玉米病害及其防治	(136)
(二)玉米虫害及其防治	(143)
(三)玉米病虫害的防治新技术	(152)

一、概述

(一) 玉米的起源、分布及其生产概况

1. 玉米的起源与分布

玉米在植物分类学中属于禾本科玉米属，学名玉蜀黍，又称玉茭、棒子、苞谷等。

玉米原产于拉丁美洲的墨西哥和秘鲁一带，栽培历史悠久。据考证至少在 4 500 年以前，美洲的印地安人已开始种植玉米。1492 年哥伦布发现美洲新大陆的同时，也发现了玉米这一引人注目的新奇作物，并于 4 年后把它带回西班牙，随后又从那里逐步传播到欧洲、非洲和亚洲。

巨大的增产潜力，多样的经济用途和对环境广泛的适应性，大大增加了玉米的发展速度。在那些适于种植的地区，它逐步取代比较低产的作物。如今玉米在世界各地的种植范围很广，从北纬 $45^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 到南纬 $35^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ，无论是低于海平面 20 米的盆地，直至海拔 4 000 米的高原，或是夏季短暂的加拿大北部，直到终年高温的哥伦比亚地区，玉米都可以生长。世界上北美洲玉米的种植面积最大，亚洲、非洲和拉丁美洲次之，其它地区面积较小。最适宜玉米生长的地区为北美洲的美国，欧洲多瑙河流域一些国家以及我国的华北、

东北和西南丘陵地区。

我国玉米栽培面积大，分布广，东至台湾和沿海各省，西到新疆和青海高原，南自海南岛，北迄黑龙江的黑河，几乎都有玉米栽培，形成了一条自东北至西南的狭长玉米带，这个玉米带是我国的玉米集中产区，其中包括黑龙江、吉林、辽宁、河北、山西、山东、河南、陕西、四川、云南、贵州、广西等 12 个省区。

由于我国玉米产区的地理位置不同，纬度、海拔以及气候条件存在着明显的地域性差异，按照各地的耕作制度、生产水平和生态条件等全国玉米划分为 6 个产区，分别为北方春播玉米区、黄淮平原夏播玉米区、西南山地玉米区、南方丘陵玉米区、西北灌溉玉米区和青藏高原玉米区。

2. 玉米的生产概况

全世界玉米种植面积 13 268.8 万公顷，平均单产 287 千克/666.7 平方米，总产 57 087 万吨。其中美国玉米种植 2 927.8 万公顷，单产 579 千克/666.7 平方米，总产 25 427 万吨；种植面积和总产均居第一位。单产水平较高的国家有意大利（581 千克/666.7 平方米，居第一位）、法国（511 千克/666.7 平方米），前苏联的单产较低，低于世界平均水平，仅为 220 千克/666.7 平方米。我国玉米面积为 2 116 公顷，单产 329 千克/666.7 平方米，总产 16 435 万吨，种植面积和总产均居第二位，单产略高于世界平均水平。

(二)玉米在国民经济中的地位

玉米是重要的粮食作物，也是发展畜牧业的优质饲料和重要的工业原料。80年代以来，由于人民生活水平的提高，玉米作为食用的比重迅速下降，作为饲料和工业原料的用途日益增多。目前，作为发展畜牧业的饲料约占70%，作为发展工业的原料占15%~20%，作为人们食用的仅占10%~15%。

1. 玉米营养丰富

玉米子粒中含有较丰富的营养成分，据中国农业科学院作物研究所分析，玉米子粒中淀粉含量72.0%，蛋白质含量9.6%，脂肪含量4.9%，糖分1.58%，此外还含有1.92%纤维素和1.56%的矿质元素。

玉米同其它作物营养成分比较，子粒中脂肪含量高于面粉、大米和小米；蛋白质含量高于大米，低于面粉及小米。玉米含热量较高，每100克玉米含有1533千焦，而面粉为1486千焦，稻米为1495千焦，高粱为1516千焦。此外，还含有较多的硫胺素、核黄素等。玉米的营养价值虽然较高，但蛋白质中为人类所必需的氨基酸，如赖氨酸和色氨酸的含量却较低。70年代以来，育种工作者已经培育出了品质良好的高赖氨酸玉米杂交种，使子粒蛋白质中氨基酸含量增加了50%~80%，色氨酸增加25%~30%，同时还研究利用人工合成赖氨酸作为玉米食品的添加剂，提高玉米的食用价值。

2. 玉米是优质饲料

玉米子粒既是重要的粮食，又是发展畜牧业的优质饲料。利用玉米作主要成分加工成复合饲料，喂养家畜、家禽，每2~3千克玉米即可生产出1千克的肉类，并且对提高畜产品产量和品质有着显著作用。据分析，每百千克玉米的饲用价值相当于135千克燕麦，120千克高粱或130千克大麦。除子粒外，玉米其它部分也都有较高的营养价值，特别是玉米的茎叶是优质的青贮饲料。

3. 玉米是重要的工业原料

随着科学技术的发展，玉米已逐渐发展成为重要的工业原料。70年代以来，世界上以玉米子粒及其它产品为原料的加工产品达500余种。

玉米子粒中含有70%以上的淀粉。玉米淀粉品质很好，是食品、医药、化工的重要原料。以淀粉为主的加工工业制品，广泛应用于国民经济的各行各业。玉米淀粉还可以加工成醋酸、酒精、丙酮、丁醇等化工产品。玉米胚可生产玉米油，一般每100千克米胚，可榨油30~40千克。玉米油中亚油酸的含量很高，达60%，是一种不饱和脂肪酸，营养价值很高。长期食用玉米油对预防高血压、心脏病及肥胖症有良好效果。工业上还可利用玉米油制造润滑油、油漆涂料、肥皂等。玉米胚榨油后的饼粕，还可用于酿酒，或直接用作饲料。

玉米穗轴能用来加工制造电木、漆布、黑色火药、人造纤维素。玉米茎秆可用于制造胶板、纸板、纤维素等。从玉

米穗轴和茎秆中都可提取糠醛。一般茎秆和穗轴含糠醛 16.9%~19.0%，是制造尼龙等高级塑料的主要原料。玉米苞叶可用以编织精美的手工艺品，如屏风、坐垫、提篮、背篓等。

4. 玉米的药用

玉米的药用价值很高。1597 年李时珍在《本草纲目》中，记载玉米在药性上“甘平无毒”。1975 年《中药大辞典》中介绍玉米子粒能“调和中胃”，对健胃有较好的作用。除子粒外，玉米花丝在医药上能利尿消热，可以治疗高血压、胆囊炎、黄胆性肝炎及糖尿病等。利用玉米子粒生产出的淀粉可用于制造葡萄糖以及降压剂、麻醉剂和利尿剂等，现在医药工业还用来作为培养青霉素、链霉素等抗菌素的培养基的重要原料。

二、玉米器官的形态结构与功能

(一) 根的形态结构与功能

1. 根的种类

玉米的根系为须根系，因发生的时期和部位不同可分为胚根和节根两种。

(1) 胚根：也称种子根、初生根。玉米种子发芽时首先从种胚上长出一条根，称为初生胚根；经过 1~3 天后，在胚轴基部两侧长出 3~7 条根，称为次生胚根。初生胚根和次生胚根合称初生根。初生根陆续长出许多侧根和根毛，形成初生根系（图 1），是玉米幼苗期吸收水分和养料的主要器官，对幼苗的健壮生长有重要作用。

(2) 节根：玉米的根除胚根外，都是从茎节上长出的，所以称为节根。在地下茎节上长的称为地下节根（次生根），在地上茎节上长的称为地上节根，通称为气生根或支持根（图 1）。

地下节根（次生根）的层数，因杂交种不同有明显差别，一般早熟品种 4~5 层，中熟品种 7~8 层，晚熟品种更多一些。最下面的 3~4 层密集而不易分开，每层一般 4 条左右，根系纤细，以近乎水平的角度向外生长；从第四层往

上，每层的根量渐增，直径变粗，间距拉长，入土的角度变小。

地上节根（气生根）非常坚韧，分枝发达，一般每株有2~3层，多雨地区的品种可多至5~6层，每层10条左右，多的可达20条以上。气生根的发育同湿度条件关系甚为密切，据有关试验表明，在抽雄前淹水3天，气生根很快喷出，平均每株气生根增加25.7条。通气条件也会影响气生根的发育，有些地方为了防止倒伏而过早过深培土，结果气生根因通气不良而发育很差，抗倒能力反而降低。

2. 根的功能

玉米的根系具有吸收、固定和合成三大功能。

(1)吸收作用：根系是重要的吸收器官，是全株水分和营养元素的主要来源。根系受伤则叶片凋萎发黄，根系死亡则整个地上部也会因“断水断粮”而很快死亡。

玉米的三种根系都能产生分枝，分枝的顶部又覆盖着无数根毛。它们同土壤颗粒保持最密切的接触，从中吸收水分和氮、磷、钾等养分。一株玉米的根系，大约是分布在茎周半径50厘米、深1米的土层内。如果把所有大小根系都连

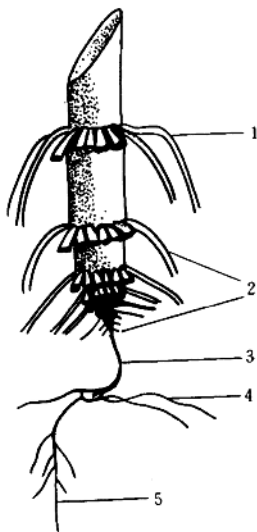


图1 玉米的根系

1. 气生根 2. 次生根 3. 根茎
4. 侧胚根 5. 主胚根

接起来，其总长度可达1 000~2 000米。根系越发达，它同土壤的接触面就越大，吸收的肥、水就越多。

(2)固定作用：玉米根系是植株和土壤环境相联系的桥梁，通过根系可把玉米植株固着在土壤当中，保证玉米各个器官能行使正常的功能。由于玉米在近地面有发达的支持根系，使得玉米有较强的支持能力和抗倒能力。据山东省昌潍农业专科学校的试验，第五、第六层次生根和地表上的气生根在抗倒中的作用尤其突出，剪掉这些根，倒伏达90%以上。

(3)合成作用：主要是合成有机物质。根系从土壤中吸收的养分，一部分运至茎、叶，另一部分留下就地加工。例如，根所吸收的磷酸和二氧化碳，能同来自叶片的糖合成各种有机酸。有机酸再与铵盐化合成为氨基酸，然后再运至地上部作为合成蛋白质的原料。目前在玉米根内已发现14种氨基酸，而且它们的含量在抽雄期要比叶片多十几倍。根系还能把合成的有机酸分泌到根际土壤中，使磷肥的肥效得以提高。

3. 影响玉米根系生长的因素

(1)土壤温度：玉米根系生长的最适地温为24~25℃，低于10℃时生长很缓慢，降至4~5℃时则完全停止生长，高于40℃时对生长有明显的抑制作用。所以地温在10℃以上时，才能播种。过早播种，地温低，根系的代谢活动弱，吸收能力差，植株养分供应不足；同时地上部叶片也因温度低，光合作用不能正常进行，植株生长缓慢瘦弱，春播玉米地温低，在苗期进行中耕，可以提高地温，促进根系生长。

(2)土壤水分：水分对根系影响很大，在湿润的土壤上，根系生长迅速，在干旱的土壤上生长缓慢。在玉米一生中，苗期需水较少，拔节后需水较多。而在土壤中，水分和空气是有矛盾的，水分多了，缺乏空气，不利于根系生长，土壤水分越多，根系的生长越弱，尤其在苗期更明显。因此，在苗期适当控制水分，能促进根系生长。但水分过于缺乏，则根因向水性的关系，急剧下扎。这不仅大量消耗地上部分制造的营养物质，而且也不能利用耕作层内的养分，所以，根系生长不良。因此，必须及时做好浇水工作。

(3)土壤透气性：玉米对土壤透气性要求很高。据报道，土壤容重与玉米产量呈负相关，相关系数 r 为 $-0.427 \sim -0.796$ 。适于玉米生长的土壤容重为 $1.0 \sim 1.2$ 克/立方厘米。玉米根系生长对土壤空气十分敏感。据研究，在土壤缺氧情况下，高粱、大豆及玉米产量分别下降 25%、35%、65%。土壤通气不良，玉米吸收土壤中各种养分的次序是， $K > Ca > Mg > N > P$ ；反之，土壤通气良好，则其吸收的次序变为： $K > N > Ca > Mg > P$ ，说明土壤通气良好，可提高氮肥吸收能力。故在播种前深耕整地，生长期间加强中耕，雨季注意排水，以增加土壤空气的供应，保证根系对氧气的需要是十分重要的。

(4)施肥：玉米根系是最先受肥料影响的器官，土壤缺肥，根系生长较差，生理机能降低。玉米根系有向肥性，通过追施肥料，以满足植株生长发育需要，所以，耕层以内的养分状况直接影响根系入土深度与发育状况。

(二)茎的形态结构与功能

1. 茎的形态

玉米茎的高矮与品种、土壤、气候和栽培条件有密切关系。一般晚熟品种，茎秆高大；早熟品种茎秆矮小。生产上，通常以植株高矮把玉米分为三类：凡植株低于2米为矮秆型，2~2.7米的为中秆型，2.7米以上者为高秆型。玉米茎秆的节间数因品种而异：极早熟的品种只有8节，个别极晚熟品种多达48节。我国栽培的品种多数为15~24节，其中早熟种有3~4节，中晚熟种有7~8节在地表下，是次生根着生的地方。

节间的长度一般由下而上逐渐增加，以地上第一节最短，长雄穗的最上面一节最长，而节间粗度则由下而上逐渐变小。但是，也可能因环境条件的影响而发生变化，例如，前期肥、水充足，基部节间很长，而抽雄前受旱，中上部节间不能充分伸长，结果成为“缩脖子”玉米，“棒子扛在肩上”；又如，麦田里过早套种的玉米，在麦收前就开始拔节，基部节间反比上面的细。所以，根据基部节间的形态，就可以判断拔节初期的环境条件和田间管理水平。

果穗一般长在由上而下数的第五至第七节上，大约相当于全株总叶片数三分之一的节位。穗位以下每个节间的一侧都有一条浅沟，沟内节上都有幼芽。理论上中部的幼芽都可能发育成果穗，但实际上除最上面1~2个外，多数因营养不足而退化；光照和肥、水条件特别优越时，一株上也有结

3~4 个果穗的。硬粒型的品种在良好的栽培条件下，地下茎节上的幼芽能长成分蘖。

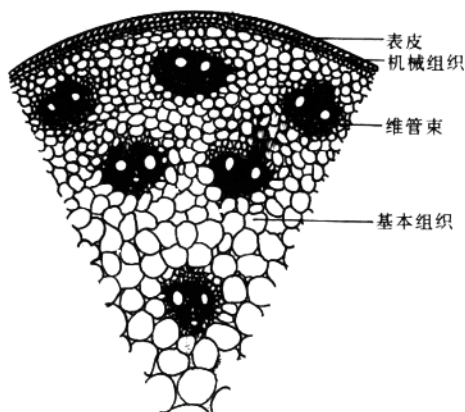


图 2 玉米茎的横切面

玉米茎部节间横切后，可见到表皮系统、基本组织系统和维管束系统（图 2）。表皮上有气孔，起通气和吸收二氧化碳的作用。表皮内为机械组织，由 1~3 层纤维细胞组成，细胞硅质化，壁厚、排列紧密，成为机械组织保护环，具有保护和支撑作用。基本组织由薄壁细胞组成，内含叶绿体，对表皮气孔吸收二氧化碳或由根部输送来的二氧化碳，进行同化固定。在基本组织中，散生着许多维管束，维管束鞘由纤维细胞组成，为坚实的机械组织。维管束由木质部和韧皮部组成。木质部由导管和管胞组成，导管分化完成后，横壁完全或大部分消失，从而上下相通，形成中间无隔的渠道，是玉米营养物质运转的主要途径之一。侧壁上有纹孔，是水

及溶解质横向交流的通道。在后生木质部导管之间有管胞，管胞两端尖斜，胞壁紧贴在一起，壁上有纹孔相通，也是溶液流经的渠道。

韧皮都由筛管及伴胞组成，是有机物质运输的另一主要渠道。筛管细胞彼此连接的横隔膜上有筛孔，细胞壁上有单纹孔，对原生质的交流和有机物质的运输起重要作用。筛管分化完成后，仍是活细胞，但细胞核消失，因此不能继续分裂生长。伴胞紧贴在筛管上，是活细胞，有筛孔，有单纹孔，以胞间连丝与筛管密切联络，如果筛管作用停止，伴胞也就死亡。伴胞对有机物的运输也有一定作用。总之，维管束是植株根、茎、叶、穗、粒之间物质运输的渠道。保证了植株各器官间物质的相互交流，使各器官协调的生长发育。

2. 茎的功能

玉米茎秆多汁，髓部充实而疏松，维管束散布在髓中，富有水分和营养物质，是玉米营养物质的主要运输渠道。其功能主要有以下几点：

(1) 输导作用：玉米茎秆承担着同时向上向下运输大量水分、无机物和有机物的作用，这种作用由维管束系统来完成。茎中的维管束与植株的根、叶、花、穗的维管束相连接，并有多级分枝，形成密布网络，贯穿了植株上下，使每个活细胞都能得到水分、养分及生物活性物质。木质部中导管和管胞使水分和溶于水中的各种物质往上输送，韧皮部中的筛管和伴胞使有机物质往下运输。

(2) 支持作用：玉米的茎承担着叶片、穗、粒等器官的全部重量，同时要抵抗风雨的外来袭击。茎中起支持作用的

主要是机械组织、维管束系统和表皮组织。基部节间粗短、壁厚，这些形态结构特点都有加强茎秆支持作用的效果。

评定玉米茎秆质量的指标很多，通常在生产上常用茎粗系数 = $\frac{\text{茎粗}}{\text{株高}} \times 100$ ，穗高系数 = $\frac{\text{穗位高}}{\text{株高}} \times 100$ 作为抗倒伏的指标。凡是茎粗系数大和穗高系数小的植株抗倒伏力强。一般来说，当茎粗系数为 1.0~1.2，穗高系数为 40 左右时，则有较高的抗倒伏力。

(3)贮藏作用：玉米茎秆多汁，可以临时贮藏可溶性有机物质，通常茎秆中有 5% 左右的有机物质转移到子粒中去，这对提高子粒产量是有一定意义的。茎中贮藏有机物质多少与子粒形成、茎秆抗倒伏能力有密切关系。茎秆营养物质贮藏量多少与品种特性和植株本身营养状况有关，如鲁玉 2 号成熟时，茎中贮藏的营养物质大量送往子粒，甚至引起髓解体，茎秆早衰而引起倒伏。

3. 影响玉米茎生长的因素

(1)温度：玉米茎秆生长速度与温度有关，温度高，则茎秆伸长迅速，反之则伸长缓慢。当温度上升到 20℃ 以上时，茎秆开始迅速生长；茎秆生长的最适宜温度一般为 24~28℃，比根部高 5℃ 左右，当温度降到 10~12℃ 时，茎秆基本停止生长。

(2)施肥：施氮肥过多，茎秆细嫩，容易弯曲。据试验氮、磷、钾比例适宜，茎秆健壮，穗高系数比纯施氮肥的小。土壤严重缺钾，玉米茎秆基部节间易破裂，导致倒伏，严重缺磷时，植株往往表现矮缩。