

金穗



丛书



玉米高产实用技术

佟屏亚 方继友 编著

科学出版社

金 穗 丛 书

玉米高产实用技术

佟屏亚 方继友 编著

内 容 简 介

90年代以来,我国玉米高产栽培技术的新成就可以概括为:现代科学技术与传统精细农艺结合,以推广高产、抗病、耐密杂交种为突破口,增加物质投入和种植密度,改进施肥和灌溉技术,扩大覆膜栽培面积。其中又以选用高产、抗病、耐密的优良杂交种和覆膜栽培两项技术起作用最大。本书围绕玉米增产的种、密、肥、水、覆(膜)五项关键技术,以紧凑型玉米杂交种和覆膜栽培技术为重点,结合中国玉米种植间套复种并存和旱作玉米占有较大比重的特点,在介绍玉米适用技术的基础上,介绍90年代以来玉米高产栽培的新技术、新经验、新成果。集系统性、科学性、实用性于一体。

本书可供农业科技人员参考,特别是供种粮大户高产栽培应用。

图书在版编目(CIP)数据

玉米高产实用技术/佟屏亚,方继友编著. -北京:科学出版社,1998

(金穗丛书)

ISBN 7-03-006556-5

I. 玉… I. ①佟…②方… II. 玉米-栽培 N. S513

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第04419号

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

北 京 双 青 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1998年9月第 一 版	开本: 787×1092 1/32
1998年9月第一次印刷	印张: 5 1/2
印数: 1—3 000	字数: 119 000

定价: 7.50元

前 言

人类栽培驯化农作物有近万年的历史。现今提供人类 90% 食物来源的仅有 20 多种农作物，其中 75% 主要来源于水稻、小麦和玉米。随着畜牧业的发展和综合利用新技术的应用，玉米已发展成为粮食、饲料、经济兼用作物，全世界玉米总产量的一半以上转换为人类必需的畜禽产品，玉米在国民经济和人民生活占有愈来愈重要的地位。

中国是世界上仅次于美国的第二大玉米生产国，80 年代以来，随着紧凑耐密高产杂交种的培育、新技术的应用和化肥施用量的增加，中国玉米面积和单位面积产量的增长速度跃居世界首位。1980~1996 年，中国玉米种植面积从 30 529 万亩¹⁾增至 36 747 万亩，增加 20%；单产从 205 千克增至 347 千克，提高 69%；还出现大面积亩产超 500 千克的地区（市）、超 600 千克的县、超 800 千克的乡和亩产超吨粮的高产纪录。

科技进步在玉米增产中起重要作用。90 年代以来，我国玉米高产栽培技术成就可以概括为：现代科学技术与传统精细农艺结合，以推广高产、抗病、耐密杂交种为突破口，增加物质投入和种植密度，改进施肥和灌溉技术，扩大覆膜栽

1) 1 亩 = 1/15 公顷。（下同）

培面积，即以种、密、肥、水、覆（膜）五项技术为中心的综合组装适用技术，充分发挥了玉米增产潜力和措施的综合效应。其中又以选用高产、抗病、耐密的优良杂交种和覆膜栽培两项技术起作用最大。科学家预测，在未来 10~20 年，这五项技术在玉米增产中仍将起重要作用。

本书围绕玉米增产的种、密、肥、水、覆（膜）五项关键技术，以紧凑型玉米杂交种和覆膜栽培技术为重点，结合中国玉米种植间套复种并存和旱作玉米占有较大比重的特点，在介绍玉米适用技术的基础上，介绍 90 年代以来玉米高产栽培的新技术、新经验、新成果。我国地域辽阔，气候殊异，种植方式多样，应根据自然条件 and 生产水平，因地制宜，灵活运用。

目 录

前 言

第一章 生长发育	(1)
一、器官构造	(1)
二、雌雄穗分化	(6)
三、籽粒建成	(10)
四、干物质积累	(12)
五、环境条件	(15)
第二章 全苗技术	(20)
一、精细整地	(21)
二、种子处理	(23)
三、测定发芽率	(27)
四、适期播种	(32)
五、提高播种质量	(34)
第三章 密植技术	(37)
一、密植与环境条件	(37)
二、密植与产量因素	(39)
三、适宜密植指标	(41)
四、合理密植技术	(45)
五、优良品种	(49)
第四章 合理施肥	(54)
一、需肥规律	(54)
二、施肥技术	(58)

三、按目标产量施肥	(65)
第五章 节水灌溉	(69)
一、需水规律	(69)
二、灌溉制度	(71)
三、灌溉方式	(74)
四、防渍排水	(78)
第六章 田间管理	(82)
一、幼苗期管理	(82)
二、孕穗期管理	(85)
三、灌浆期管理	(86)
四、按叶龄促控管理	(92)
第七章 旱作技术	(101)
一、旱作机理	(101)
二、抗旱丰产沟	(102)
三、埧子田玉米	(105)
四、旱作技术	(109)
五、其他抗旱播种技术	(113)
第八章 间套复种	(117)
一、种植类型	(117)
二、增产机理	(122)
三、技术原则	(126)
四、高产典型	(130)
第九章 覆膜栽培	(136)
一、适宜地区	(136)
二、增产机理	(138)
三、技术要点	(141)
四、育苗移栽	(146)

第十章 防治病虫	(151)
一、病害	(151)
二、虫害	(155)
三、草害	(165)
四、鼠害	(167)

第一章 生长发育

玉米从播种到收获种子，即为生长发育的全过程。了解玉米器官构造、雌雄穗分化、干物质积累和籽粒建成过程以及它们与环境条件的关系，对采取农业技术措施、获取玉米高产增加预见性。

一、器官构造

玉米为一年生禾本科植物，它的器官分为种子、根、茎、叶、花五部分，每个器官在生长发育过程中执行不同的生理功能，各器官之间有十分密切的联系。

1. 种子

玉米的种子多种多样，有圆柱形，顶部凹陷，如马齿型玉米；有圆锥形，顶部光滑，如硬粒型玉米；有表面皱缩，浅部透明，如甜质型玉米；有椭圆如米粒，如爆裂型玉米。种子的大小也有很大的差别，每 1000 粒种子的重量，最大的 400~500 克，中等的 200~300 克，最小的只有 50~60 克。生产上常用的种子多为 250~350 克。每个成熟的干燥果穗，种子重量占果穗重的百分率，称为出籽率，一般多在 75%~85%。

玉米的种子实际上是一个果实，在植物学上称为颖果，在农业上叫做籽粒。玉米成熟的种子系由种皮、胚乳和胚组成

(图 1-1)。

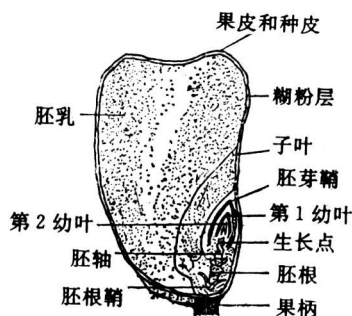


图 1-1 玉米的种子

(1) 种皮 种子最外面的薄薄的皮层称为种皮。它是由子房壁发育的果皮和珠被发育的种皮组成。果皮与种皮合生，紧紧连在一起，好像一层角质薄膜。种皮的成分主要是纤维素，占种子重量的 6%~8%，起保护种子的作用。

(2) 胚乳 靠近种皮内部是一层排列规则致密的细胞，里面是含有多量蛋白质的糊粉粒，又叫糊粉层。糊粉层里面就是胚乳，占种子重量的 80%~85%。胚乳又分为粉质胚乳和角质胚乳两种。胚乳中含淀粉 80%~84%，蛋白质 5%~8%，油分 0.3%~0.4%。胚乳是供应种子发芽和幼苗生长的主要养分来源。

(3) 胚 也称胚芽，位于种子一侧的基部，占种子重量的 10%~15%。胚由胚芽、胚轴、胚根、子叶组成，实际上就是未来发育成新植株的雏形。胚的上端为胚芽，胚芽的外面有一个顶端有孔的锥形体胚芽鞘，有保护幼芽出土的作用。鞘内包裹着几个叶原基和茎叶顶端分生组织，将来发育成新的茎秆和叶片。胚的下端为胚根，外面包裹着胚根鞘。胚芽与胚根由胚轴连接。在胚轴朝胚乳的一面有子叶紧贴胚乳，又称为盾片。在种子发芽和幼苗生长时，子叶可以从胚乳中吸收养分。

2. 根系

玉米有发达的须根系，由初生根、次生根和支持根组成（图 1-2）。这三种根形态不同，执行不同的生理功能。

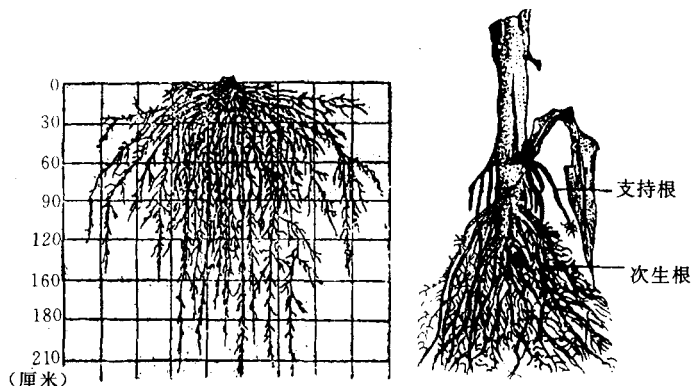


图 1-2 玉米根系及其分布

(1) 初生根 又叫胚根、种子根或临时根，它在种子胚胎发育进程中形成。种子萌发时，首先从胚根鞘中伸出一条幼根，叫主胚根或初生胚根。发芽 2~3 天后，从下胚轴处陆续长出 4~7 条幼根，称为次生胚根或侧胚根。初生根垂直向下伸入土层 20~40 厘米，它是幼苗吸收养分和水分的重要器官。

(2) 次生根 又叫节根或永久根。玉米幼苗展现 1~2 片叶后，从上胚轴密集的地下茎节处由下向上陆续长出一层层轮生的不定根。玉米一般有 6~7 层次生根，有时多达 8~9 层，总根数可达 50~120 多条，水平分布 50~80 厘米，垂

直分布 150~200 厘米。次生根是玉米的主体根系，从次生根上再产生一级侧根和二级侧根，形成庞大的根群，它们是玉米一生从土壤吸收养分和水分的主要功能根。

(3) 支持根 又叫气生根。玉米从拔节至抽穗阶段，从地表面茎节处发生粗壮而坚韧的支持根，一般有 2~3 层，在肥水较好的条件下还可能更多一些。支持根表皮角质化，厚壁组织特别发达，先端分泌粘液，入土后产生大量的侧枝和根毛。支持根的主要功能是支持植株稳固，防止倒伏，也有吸收养分和水分的功能。

3. 茎秆

玉米茎秆粗壮，由许多节间组成，两个节间连接处的环状突起叫节，每节着生一片叶子，晚熟高秆玉米茎节数多；早熟矮秆玉米茎节数少。我国栽培的玉米品种茎秆总节数一般在 13~25 节，茎高在 2~4 米之间。玉米的茎由胚轴分化发育而成，早在幼苗阶段即已形成，拔节后依靠茎节的居间分生组织伸长而增长。节间由基部至顶端顺序加长，而茎节的粗度则顺序减少。玉米幼苗期茎节只有 2 厘米左右，没有伸长；拔节后基部第 4~6 茎节开始伸长，每昼夜平均伸长 2~6 厘米；在雌穗小花分化阶段，节间伸长迅速加快，每昼夜可达 6~13 厘米。农谚说：“夜间听到田里响，白天看见玉米长。”到玉米雄穗抽出并散粉时，最上面的茎节定长，植株各个茎节的粗度和长度均已固定，茎秆也不再增高了。

玉米基部的茎节短粗，支持根发育良好，抗倒伏；如基部茎节细长，根系发育差，容易倒伏。因此，玉米基部茎节的长短和粗细，可以作为鉴定根系发育状况和选择栽培技术的标志。北方春玉米区常在幼苗期控制肥水管理进行蹲苗，目

的是使基部茎节短粗，生长健壮，防止倒伏。

4. 叶片

玉米叶片在茎秆上不规则地互生排列，每节着生一片叶。叶片由叶鞘、叶身和叶舌组成。叶鞘紧紧地包着茎节，植株下部的叶鞘比节间长，而上部的叶鞘比茎节短。叶鞘组织肥厚，质地坚硬，有保护茎节和贮存养分的作用。叶片着生在叶鞘顶部的叶环上，中央纵贯一条细长而坚硬的叶脉，两边有许多平行细小的侧脉。叶片与叶鞘紧密联接处着生薄膜状的叶舌，紧贴茎秆，长约0.8~1.0厘米，有阻止雨水、病菌、昆虫进入叶鞘的作用。叶片向上斜挺，像漏斗一样包住茎秆。叶片边缘有波状的皱褶，表面有棱线，有毛或光滑。玉米大多数叶片的正面有茸毛，只有基部第1~5片叶光滑无毛。

玉米叶片是重要营养器官之一，它有三个重要的生理功能：一是光合作用。叶片细胞中的叶绿素，在阳光下进行光合作用制造有机物质，供给玉米生长发育。农业上采取适宜密植、宽窄行、间作套种以及施肥、灌溉、排水等，都是调节和促进叶片进行光合作用的有效措施。二是蒸腾作用。植株体内的水分不断以气体状态通过叶片气孔向体外蒸散的现象，叫做蒸腾作用。蒸腾作用可以促进根系吸收水分，运输矿质养分，调节叶片的温度与外界平衡。三是吸收作用。矿质元素以水溶液状态通过叶片气孔的表皮细胞进入叶片内部。

玉米植株上不同节位叶片在生长发育过程中具有不同的生理功能。习惯上把玉米叶片分为三组，即根叶组、穗叶组和粒叶组。幼苗期基部第1~6片叶光合作用制造的营养物质，主要是供应拔节前根系生长，其次才是形成新叶片，称

为根叶组；第7~12叶片光合作用所积累的营养物质，主要是供应茎秆和叶片的生长，并促进雌、雄穗的形成和分化，称为穗叶组；最上层第13~19（20）片叶进行光合作用所积累的营养物质，主要是供应籽粒建成和灌浆，增加粒重，称为粒叶组，对玉米最后的经济产量影响最大。

二、雌雄穗分化

玉米是雌、雄同株异花作物，雄花着生在植株顶端的圆锥花序上，雌花着生在植株中部的雌穗上。在发育进程中雄穗上的雌蕊退化，雌穗上的雄蕊退化，因此玉米是单性花。玉米雌花是依靠风力传播花粉受精的，天然杂交率在95%以上，又称为异花受粉作物。

玉米雌、雄穗分化形成过程，是玉米一生中的重要发育阶段，也是决定玉米最终经济产量的重要时期。了解玉米雌、雄穗分化各个时期的外部形态特征，特别是掌握雌穗分化进程与植株各个器官形成的相关性，以及其与外界环境条件的关系，在玉米田间管理上就可以增加预见性，减少盲目性。

1. 雄穗分化

（1）花序构造 雄花为圆锥花序，又叫天花或天缨。雄穗主轴与茎秆相连，着生许多分枝。分枝约有15~20个，最多的可达40个。雄穗分枝数越多，小花数也越多，花粉数量也越大。雄穗的主轴粗壮，周围着生4~10行成对排列的小穗；分枝较细，通常仅着生两行成对排列的小穗。位于上方的小穗有柄，位于下方的小穗无柄。每个雄小穗基部两侧着生一片护颖，两颖片间生长两朵雄性花，每朵小花有内颖和

外颖、3枚雄蕊、2枚鳞片和一个退化的雌蕊。

玉米雄穗一般在从顶部叶片抽出后2~5天开始开花。开花的顺序是从主轴中部开始，然后再向上、向下同时开放；侧枝的开花顺序与主轴相同。分枝开花的顺序是上中部分枝的花先开放，然后向上和向下分枝的花再开放。开花时外颖张开，花药露出并播散花粉。

(2) 分化进程 雄穗分化分为生长锥突起期、生长锥伸长期、小穗分化期、小花分化期和性器官形成期(图1-3)。

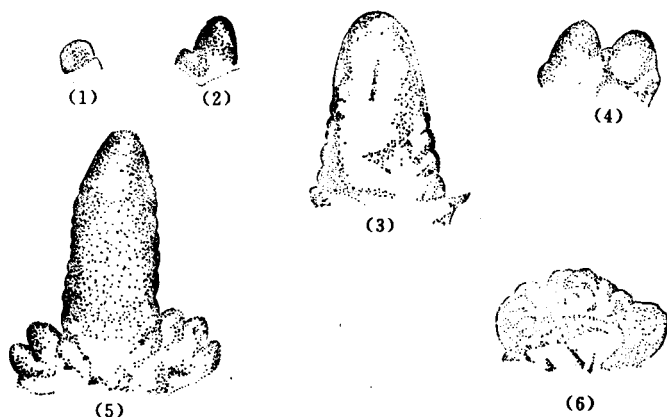


图1-3 玉米雄穗分化示意图

- (1) 生长锥突起 (2) 生长锥伸长 (3) 小穗分化
(4) 小花分化 (5) 雄穗原始体形成 (6) 小花原始体

1) 生长锥突起期。茎顶生长锥呈一个表面光滑的圆锥突起，长和宽差别甚小。基部有叶片原始体突起，是决定植株茎节数和叶片数的时期。

2) 生长锥伸长期。开始时生长锥稍微伸长，长度略大于

宽度，基部原始节和节间形成，但生长锥顶部仍呈光滑突起。随后生长锥显著伸长，下部形成叶片突起，中部开始分节，即以后形成穗轴节片。生长锥伸长期一般延续 3~5 天。

3) 小穗分化期。生长锥继续伸长，基部出现分枝突起，中部出现小穗原基(裂片)。每一小穗原基又迅速分裂为成对的 2 个小穗突起。大的在上，发育成为有柄小穗；小的在下，发育成为无柄小穗。这一时期延续 5~7 天。

4) 小花分化期。每一个小穗突起进一步分化出 2 个大小不等的小花突起，称为小花分化期。在小花突起的基部形成 3 个雄蕊原始体，中央形成一个雌蕊原始体，称为雌、雄蕊形成期。此后雄蕊生长，雌蕊退化。每朵花具有内稃、外稃和 2 个浆片。这一时期延续 6~7 天。

5) 性器官形成期。雄蕊原始体迅速生长，花粉囊中的花粉母细胞进入四分体期。随后花粉粒形成并充实内容物，细胞核进行有丝分裂，穗轴节片伸长，护颖和内稃、外稃迅速生长，整个雄穗体积迅速增大，很快即可抽出。这一时期延续 10~11 天。

2. 雌穗分化

(1) 花序构造 雌花为肉穗花序，系由茎秆中部叶腋处的腋芽发育而成。雌穗花序受精后发育成为果穗。穗柄叶是一个缩短了的茎秆，有 6~10 节，每节着生一片苞叶。穗轴上着生许多纵行成对排列的无柄小穗，每一小穗又有 2 朵小花。上面的小花正常结实，下面的小花逐渐退化，这就是通常看到的玉米果穗的籽粒为什么都是双行的原因。现在生产上所采用的大部分品种有 14~20 行籽粒，也有少数品种为 8~10 行，每行粒数在 15~70 粒之间。

(2) 分化进程 雌穗是由腋芽发育而成，除上部5~6片叶外，其他叶腋间都能形成腋芽。在良好的水肥条件下，植株有时有两个腋芽同时分化，但一般只有一个雌穗吐丝接受花粉形成果穗。有的品种在光照充足时，有时也可以发育成两个果穗。雌穗开始分化较雄穗晚10~15天。玉米雌穗分化过程分为生长锥突起期、生长锥伸长期、小穗分化期、小花分化和性器官形成期（图1-4）。

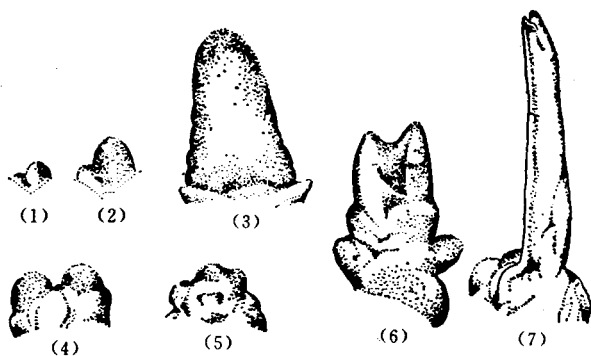


图1-4 玉米雌穗分化示意图

- (1) 生长锥突起 (2) 生长锥伸长 (3) 小穗分化
(4) 小花分化 (5) 雌蕊和雄蕊突起 (6) 小花原始体 (7) 雌蕊形成

1) 生长锥突起期。生长锥尚未伸长，呈基部宽广、表面光滑的圆锥体，体积很小。这一时期生长锥基部分化出节和缩短的节间，即将来形成为果穗柄。每节上有叶原始体，以后发育成为果穗的苞叶。

2) 生长锥伸长期。生长锥显著伸长，长度大于宽度。随后在生长锥的基部出现分节和叶突起，在这些叶突起的叶腋