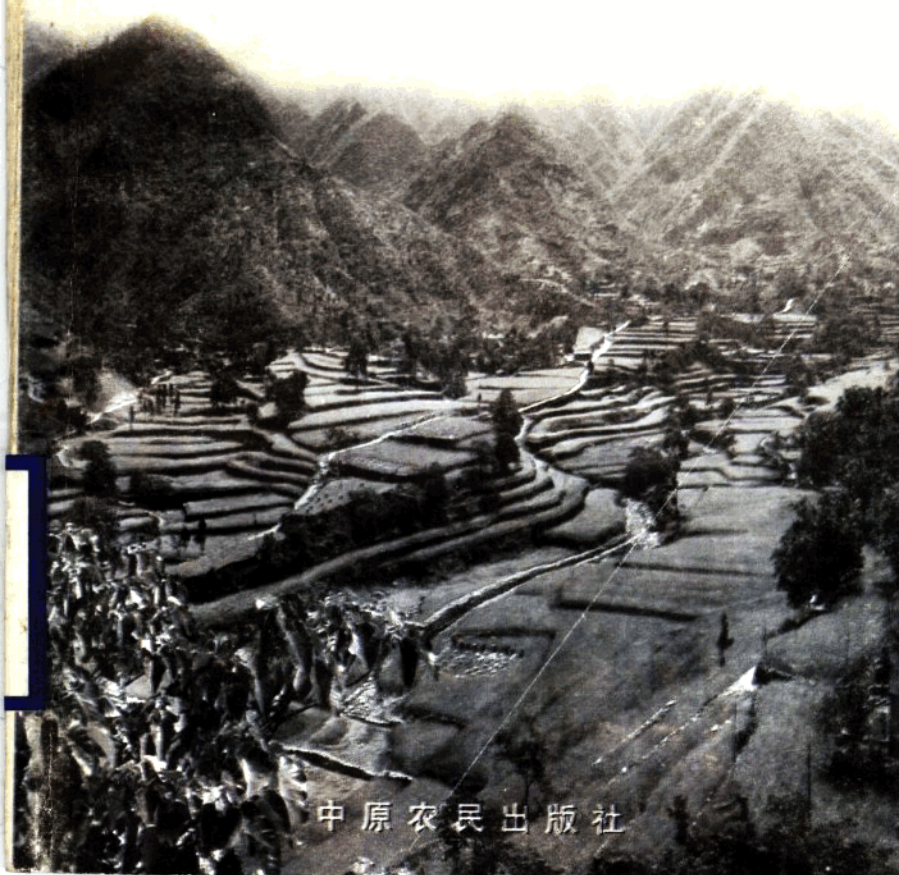


科技兴山丛书

山区玉米栽培技术

中原农民出版社

山区玉米栽培技术



“科技兴山”丛书编委会

主 编	杨 峡		
副主编	杨永光	杨怀森	刘亚非
编 委	郝庭智	邱为铎	贾了然
	张新友	韩德全	李培庆
	吴玉娥	王建国	张希福
	孟 丽	王广印	高愿军
	赵一鹏	卫全民	赵 良
	王自良		

本书编著者

贾了然	王长英	魏良明
谢友仁	刘静娴	王玉娥
刘法新		

出版者的话

国家“九五”规划和2010年农业和农村经济发展远景目标明确提出：到本世纪末基本解决贫困人口的温饱问题。我国目前贫困人口大部分都集中在山区和中西部干旱、半干旱地区。这些地区的显著特点是地域偏远，交通不便，信息闭塞，土地瘠薄缺水，生态环境恶劣和劳动力素质低等。所以说，山区是我国经济快速发展的制约因素之一，是“2000年消除贫困”紧迫任务的难点，是国家扶贫攻坚计划的重点。

如何在短期内解决山区群众的温饱问题？如何对山区进行综合开发？无数成功范例都揭示了这样一条道理：山区发展的希望在科技，潜力在科技，出路也在科技。只有走科技兴山之路，才能增加山区的自我积累和自我发展的能力，才能正确处理扶贫与扶志、输血与造血、治穷与治愚的辩证关系，才能走内涵挖潜可持续发展的广阔道路。

出版发行科技图书，是向山区人民传播科技知识和致富技能的重要途径之一。为把科学技术转变为生产力，尽快让山区群众脱贫致富，我们组织近百位专家学者，结合山区特点，编写了这套“科技兴山”丛书。该丛书共计16种，包括种植、养殖、农副产品加工、农机使用与维修、造林绿化，以及山区野菜采集与贮藏加工、山区野生花卉资源的开发利用和山区蓄水节灌等方面的知识与技术，向山区人民送上兴山致富的金钥匙。愿灿烂的科技之花，早日结出丰硕的兴山之果。

目 录

一、概述	(1)
二、玉米的一生	(3)
(一)玉米种子及其发芽	(3)
(二)玉米的器官及其功能	(5)
(三)玉米子粒的形成	(11)
(四)玉米器官间的同伸关系	(13)
(五)玉米的干物质积累与子粒产量形成	(14)
(六)玉米的需水量与需水规律	(15)
(七)玉米的营养与施肥	(17)
三、山区玉米与生态环境	(27)
(一)我国玉米产区划分与山区玉米	(27)
(二)我国山地玉米区的农业生产资源	(28)
(三)生态条件对玉米生长发育的影响	(34)
四、山区玉米的土壤培肥	(52)
(一)土壤肥力及其形成	(52)
(二)培肥地力与水资源利用	(54)
(三)土壤培肥的方法与途径	(58)
五、山区玉米的蓄水保墒与节水灌溉	(69)
(一)解决山区玉米用水的思路与途径	(69)

(二)集水技术	(69)
(三)干旱区玉米田间保墒及调水技术	(74)
(四)节水灌溉技术	(82)
六、山区玉米抗旱高产栽培新技术	(93)
(一)玉米地膜覆盖栽培技术	(93)
(二)蓄水覆盖丰产沟栽培技术	(116)
(三)免耕整秸秆半覆盖栽培技术	(117)
(四)免耕秸秆全覆盖栽培技术	(119)
(五)玉米二元覆盖栽培技术	(121)
七、山旱区玉米综合栽培技术	(123)
(一)播前准备	(123)
(二)播种	(135)
(三)田间管理	(151)
(四)玉米的后熟与收获	(169)
八、山区玉米病虫害及其防治	(173)
(一)主要病害与防治	(173)
(二)玉米的主要虫害与防治	(183)

一、概 述

玉米学名玉蜀黍，俗名苞米、苞谷、棒子、六谷、玉茭、玉子、珍珠米等。原产于拉丁美洲的墨西哥和秘鲁沿安第斯山麓一带。1511年前传入我国并相继传播到全国各地。主要集中分布在东北、华北、西南山区和黄淮海平原。总面积3亿亩以上。

玉米在我国复杂的生态环境下，通过人工栽培和选择，还产生了新的类型——糯质玉米，并为世界糯质玉米的起源中心。

我国劳动人民在长期的玉米生产实践中，不但培育出许多高产、优质、早熟、矮秆、耐瘠薄等不同特性的农家品种，同时在栽培技术上也积累了相当丰富的宝贵经验。例如土壤耕作、施用种肥、播期和种植密度、留种引种，以及间作套种技术等。有些传统经验至今仍在生产上广泛应用。

我国从50年代尤其从80年代以来，玉米生产发展迅速，且随着科学技术不断进步，大力推广优良杂交种，增施化肥，兴修水利和全面合理运用高产栽培技术等项措施，单产和总产都大幅度提高。山东省莱州市夏玉米大面积亩产900千克以上，创亩产1096千克的世界夏玉米高产纪录。我国山区，尤其是北部和西部山区，虽土壤贫瘠，水源缺乏，科学技术相

对落后,但农业气候资源丰富,可垦耕地面积大,故丘陵山区已成为我国主要的玉米生产基地。

玉米是一种主要粮食、饲料和工业原料作物。它不仅具有产量高、适应性强、营养丰富、用途广泛等特点,而且增产潜力大。所以提高山区玉米产量对全面发展山区经济,帮助山区人民脱贫致富,具有十分重要的作用。

二、玉米的一生

玉米从一粒种子发芽开始,到最后形成新种子,就是玉米的一生。它包括种子萌发、出苗和以长根为主的幼苗生长、拔节、生长茎叶、雌雄穗分化、抽穗、开花受精、灌浆直到新的种子成熟等一系列生长发育过程。

(一)玉米种子及其发芽

玉米的种子由皮层、胚乳和胚3部分组成。皮层包括果皮和种皮,由于二者紧密相连,不易分开,习惯上通称种皮;胚乳包在种皮内,占种子重量的80%~85%,用于贮存营养;胚位于种子一侧(向果穗顶部一侧)的基部,占种子重量的10%~15%,具有发芽和产生根、茎、叶,发育成整个植株的作用。胚乳贮存养料供种子发芽和幼苗生长需要。

当经过短暂休眠的正常玉米种子,在适宜的水分、氧气和湿度条件下,便可萌发出苗。整个过程分为吸胀、萌动、发芽和出苗4个阶段。

1. 吸胀阶段:当种子遇水或在高湿条件下,很快吸水膨胀,生理活动开始活跃,呼吸作用增强,有机物转化与运输加快。

2. 萌发阶段:随着种子吸水膨胀,胚乳中贮存的不溶性

有机物转化为可溶性简单物质,并运送到胚部,同时胚吸收这些物质,细胞开始分裂,胚根突破种皮而出,这个过程叫萌动。若条件适宜,种子吸水 24 小时即有萌动现象。

3. 发芽阶段:种子萌发后,胚部细胞继续分裂,生长速度加快。当胚根伸出 1 天~3 天,胚芽达到种子长度的一半,胚根约与种子等长时即为发芽。

4. 出苗阶段:种子发芽后,胚芽鞘向上伸长顶出地表出土。胚芽鞘出土后见光停止生长,接着从胚芽鞘中长出第一片真叶,当第一片绿叶伸出芽鞘 2 厘米时,称为出苗。

影响种子发芽的因素较多,如种子质量、温度、水分、氧气等。

种子质量,包括种子生活力高低、成熟度、饱满度等,种子生活力指种子发芽能力与贮藏条件和新、陈度、饱满度有关。贮存年限愈长,生活力愈差,发芽率愈低;种子成熟度的好坏直接影响发芽率的高低。正常成熟有光泽的种子,发芽率高,出苗快;饱满的种子含养分多,幼苗生长良好。因此,选种子粒大、成熟度好的新种子播种,是获得全苗、壮苗的内在因素。

温度是影响种子发芽的重要条件之一。当温度达到 6°C ~ 7°C 时,种子开始发芽,但发芽极为缓慢,易受病菌侵染而腐烂;只有稳定在 10°C 以上时发芽出苗才能正常, 25°C ~ 35°C 时发芽最快。

水分是萌发的首要条件,只有当种子吸水量达到种子干重的 40%~50% 时才能正常发芽。土壤湿度过高或过低,均对发芽出苗不利。当土壤水分为田间持水量的 60% 时,可满足种子发芽需要,达到 70% 时出苗快,出苗率高。

氧气是发芽的必需条件之一。玉米种子胚大,含脂肪多,

发芽时更需要良好的通气条件。一般情况下,土壤中的含氧量均可满足发芽的需要。但若土壤黏重、水分过多、土壤板结或播种过深时,则因缺氧而不能萌发,或导致幼苗瘦弱。

土壤质地对玉米出苗具有一定影响。一般壤质土比黏质土对发芽出苗更为有利。含盐量高的土壤影响种子吸收水分,因而萌发缓慢。

(二)玉米的器官及其功能

玉米的全身器官分两部分,制造和供应营养物质的称营养器官,如根、茎、叶,其生长为营养生长;作为繁衍后代的器官称生殖器官,其生长被称为生殖生长。

1. 根及其功能:玉米的根属须根系,按生长的次序可分为胚根、次生根和支持根。

种子萌发时,先长出1条幼根,称为初生胚根。1天~3天后再陆续长出3条~7条幼根,称为次生胚根。二者构成玉米的初生根系。它从土壤中吸收水分和养料供幼苗生长。此后,随着次生根的生出,其作用也逐渐被次生根所代替。

次生根又称地下节根、不定根和永久根。在玉米3叶期后,由地下茎的6个~8个密集的节上长出,一般4层~7层,多者8层~9层。玉米的次生根较发达,分布范围广,通常1株玉米有50条~100条,分布直径可在1米以上。入土深度可达1.5米~2米,但60%~70%的根分布在1厘米~30厘米的土层里。拔节前次生根生长最快,拔节后生长速度减缓,抽穗开花后生长基本停止。

支持根,又称气生根,是由地上部接近地表的茎节上发生的不定根,一般2层~3层,生长粗壮,具有色素。对植株起

支持固定以及吸收土壤水分和营养的作用。支持根自孕穗期开始长出,到抽丝期达根系总重量的40%左右,抽雄后约半个月达其最高值。

根通过根毛和根尖细胞从土壤中吸取水分和营养元素,经过导管输送到植株地上部分,而绿色植物合成的有机物质,经过筛管输送到根部,供根系生长;根系还具有将碳水化合物转化为有机酸,合成各种氨基酸和蛋白质的功能,同时根系还对植株起支持、固定作用。

影响根系生长的主要因素是土壤环境。土壤温度明显影响玉米根系生长。20℃~24℃时有利于根系生长,低于5℃时生长停止;超过35℃时生长减缓。土壤水分过多,根系会因通气不良而使生理活动受阻;土壤水分不足,尤其是拔节后干旱缺水,会使根重成倍下降。但因根有很强的向水性,所以若土壤上层干燥而下层湿润时,可引根下扎,有益于根和植株生长发育。此外,施肥的种类、数量和施肥方法及土壤,都对玉米根系生长和分布产生很大影响。早施肥、施复合肥可使根量增加,次生根发生快。土壤黏重坚实,则根会因下扎困难使分布范围变小,而深厚疏松的土壤有利于根系生长。

2. 茎秆的形成与功能:玉米的茎由节和节间组成。拔节前茎节已分化形成,但未伸长。拔节后,生长迅速。在拔节至小喇叭口期若温度高,营养和水分充足,平均日增长2.6厘米,小喇叭口期至抽穗期平均日增长9.7厘米,开花后日增长1.4厘米,散粉后停止生长,茎高固定。

玉米的茎因品种和栽培条件不同而差别很大,通常有16节~24节,每节生着1个叶片,早熟品种节数少,最少只有8个节,晚熟品种节数多,最多48节。地下茎节不伸长或很少

伸长,地上茎节间可伸长,但各节长度不同。以郑单2号为例,茎节总数为23个,其中地下茎节7个,16节在地上。茎节长度,从第一节起向上依次增加,以第十三节最长,再向上又逐渐变短。节间粗度,以地面上第二节最粗,向上渐细。

品种和栽培条件不同,茎秆高度和粗细差别很大,矮秆型一般只有0.5米~0.8米,高秆型茎高一般为3米~4米,少数品种竟达7米以上。一般矮秆的早熟,单株产量较低,秆高者,生育期长,单株产量较高。生产上将株高2米以下者称矮秆,2米~2.7米称中秆,2.7米以上者为高秆。

茎秆具有支持、输导和贮存等功能。茎秆是叶片、果穗的支持器官,茎中的维管系统,承担着向下向上运输水分、养分和有机物的作用;叶片制造的养料部分先贮存于茎秆,后期转运到子粒中。

玉米茎秆上,除上部第七节至第八节之外,其余各节上在一定条件下均能长出腋芽,中上部腋芽可能形成果穗,下部腋芽形成分蘖。

茎秆的高矮强弱除品种因素外,受环境条件的影响很大。

温度是影响玉米茎秆生长的重要因素之一,当温度大于12℃时,茎秆才能开始生长,生长速度随温度升高而加快。28℃~30℃时,茎秆生长迅速,高于30℃,生长速度下降。高温条件下,茎秆生长速度快,机械组织不发达,抗倒性差。低温下,茎秆生长较慢,但较健壮。

及时给予充足营养供应,可使茎高、茎粗增加。氮肥过多,茎秆细嫩,不利于抗倒。严重缺钾时,易倒伏。

没有一定的水分,植物体内的任何生理过程都难以进行。但水分过多,土壤含氧量下降,影响根系对养分吸收,致使地

上部生长变慢,株高降低。水分过少,茎秆同样生长不良;其中以拔节至抽雄期干旱,对茎秆影响最大。拔节前后适当控水,有利促根壮苗。

光照强弱对茎秆也影响较大,光照不足茎秆增高,但生长较细弱,抗倒和抗病性下降。

3. 叶及其功能:玉米幼苗出土后5天--7天即可形成3片新叶。最初3片叶的生长是靠种子原有营养物质供应,出现较快,每片仅间隔1天~2天。到第四片至第六片叶时,种子内养分已经耗尽,而此时根系尚不发达,吸收养分能力较弱,植株刚刚过渡到靠自身制造营养生长的新阶段,所以叶片生长缓慢,每隔3天~5天才长出1片叶子。从第七叶至第十二叶时,根系已相当发达,叶子较多,光合势强,营养充分,叶子的出现与生长再度加快,每隔1天~2天出1片叶。第十三片叶后,生殖器官旺盛生长,出叶速度再次变慢,每隔3天~5天出现1片新叶。就叶面积每天的生长量而言,以中部叶片较大,上部次之,下部叶片最小。

玉米的叶由叶鞘、叶片、叶舌组成,是进行光合作用制造营养的器官。叶鞘基部着生于茎上,质地坚硬,上有茸毛,紧包节间,具有保护茎秆和贮藏养分的作用。

叶片与叶鞘交界处的内侧有一无色膜状的叶舌,紧贴茎秆,可防止雨水和害虫侵入。

叶片由上、下表皮、叶肉和维管束构成。叶片的上下表皮分布着许多气孔,气孔是叶片内部与外界进行气体交换和水分散失的通道。叶肉细胞内充满叶绿体,使叶片呈现绿色,是进行光合作用的地方。

玉米叶片通过叶绿体和气孔吸收光能和二氧化碳,将二

氧化碳和水合成碳水化合物并释放氧气。这些碳水化合物转化为葡萄糖、淀粉等有机物,进而形成玉米产量。

通过玉米叶片的蒸腾作用所产生的拉力,把根系吸收的水分、无机养分输送到地上植株,叶片上的气孔可将水分以气体状态散发到大气中,以降低植株温度,防止高温对叶片的伤害。此外,叶片还具有吸收溶于水的氮、磷、钾等无机营养元素的作用,因而玉米也可进行叶面喷肥。

影响叶片的主要环境因素是温度、施肥、水分等。当温度在 $12^{\circ}\text{C}\sim 26^{\circ}\text{C}$ 范围内,叶片出生速度与温度呈直线相关;在 $31^{\circ}\text{C}\sim 32^{\circ}\text{C}$ 时叶片出生最快;低于 12°C 或高于 32°C 出生速度缓慢。

玉米叶面积大小和功能期的长短,在一般情况下随施肥量的增加而增长。所以,玉米生育后期补充氮肥,满足水分供应,可延长叶片功能期,防止早衰。

4. 玉米花器的简单构造与开花习性:玉米是雌雄同株而异花,雄花序着生在植株顶端,雌花序着生在茎秆中部或中上部的节位上。依靠风力传粉,天然异交率95%以上,是异花授粉作物。

(1)雄花:玉米的雄花俗称雄穗、天花、狼尾巴、顶花等。由主轴、分枝、小穗、小花组成(见图1)。

主轴较粗,上着生有小穗,主轴中下部有分枝,分枝上有2行成对排列的小穗,每个小穗有两朵雄花,每朵雄花有3个雄蕊(花药),内有大量花粉。

(2)雌花:又称雌穗,着生在茎秆中部叶腋内的茎节上,由腋芽发育而成。雌穗基部是穗柄,柄上有密集的节,每节上着生一片苞叶,苞叶包着雌花穗(花序),起保护作用。中部为穗

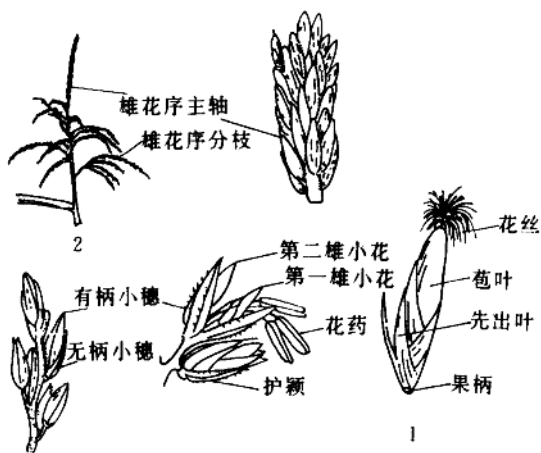


图1 玉米的雌雄花序

1. 雌穗 2. 雄穗

轴,其上排列4行~12行成对排列的小穗,每个小穗中有两朵小花,其中一朵正常受孕,另一朵退化。小花包括内外稃、子房、花柱和柱头。我们经常将花柱和柱头合在一起统称花丝。花丝从雌穗顶端露出后有红、青等颜色之分。花丝上布满茸毛,并能分泌黏液,可粘着随风吹来的花粉粒。

(3)玉米的开花、授粉与受精:雄穗的雄蕊成熟后内外颖张开,花药露出颖片,散出花粉即为开花。一般玉米雄穗抽出顶叶后2天~5天开始开花。开花的顺序是先主轴后分枝,都是中上部的几个小穗先开花,然后向上下两端的小穗顺次开放。一个雄穗从始花到结束需6天~8天。玉米开花对温、湿度有较严格的要求,最适宜的温度为 26°C ~ 27°C 。在 20°C ~ 28°C 时开花最多,高于 38°C 或低于 18°C 时很少开放。

且当温度高于 32℃ 时花粉生活力明显减退,高于 35℃ 2 小时左右,花粉可全部死亡。一般每天上午露水干后开始开花散粉,晴天时上午 8 点~11 点开花最盛,午后很少。花粉粒很轻,随风飘 500 米以外尚有生活能力。所以,玉米自交系繁殖和杂交制种田均需设置一定的隔离区。

当雌花序的花丝露出苞叶,为雌穗开花(吐丝)。一般比同株雄穗散粉晚 2 天~3 天。雌穗距基部约 1/3 处的花丝最先吐出,然后向上下两端的小穗同时推进。一个雌穗的吐丝从始至终需 5 天~7 天。花丝吐出苞叶即可正常受精,其受孕能力可维持 10 天左右。子房受精后花丝变色枯萎,未受精的花丝在短期内继续伸长,可长达 40 厘米~50 厘米。

玉米开花时,花粉借助风力传到花丝上,这个过程称为授粉。花粉落在花丝上,借花丝分泌的黏液、酸类和某些激素,花粉粒萌发并形成花粉管,伸长的花粉管进入子房达到胚囊释放出 2 个精子,其中 1 个精子与卵细胞结合发育成胚;另 1 个精子与子房中的 2 个极核相结合,最后发展成胚乳。从授粉到完成受精需 18 小时~24 小时。

(三)玉米子粒的形成

1. 玉米子粒的灌浆:玉米受精后,茎叶中有机物向子粒输送并转化的过程称为灌浆。约在授粉后半月内,果穗和子粒体积增加很快,但干物质积累少,含水量高达 90% 左右。授粉后 15 天~35 天,胚乳内先成乳状,后转变为糊状,子粒和胚的体积都达到最大值,干重增长迅速,达到成熟期的 60%~70%,子粒含水量下降到 50% 左右。授粉后 36 天~45 天胚乳由糊状变成蜡状,子粒中下部仍有乳浆,干物质增

长速度变缓,含水量下降到40%左右。

2. 玉米子粒的发育与成熟:授粉后46天~55天子粒脱水变硬,干物重量达最大量,胚基部出现黑色层,乳线消失,子粒成熟。

玉米从受精到子粒成熟,受温度、光照和水肥条件影响很大。据张廷珠等人研究,夏玉米适宜的灌浆温度为 20°C ~ 24°C 。当日平均温度高于 25°C 或低于 20°C 时,子粒干物质积累减缓,灌浆速度下降, 16°C 以下灌浆基本停止。此外,昼夜温差的大小与子粒灌浆也密切相关,昼夜温差大对子粒灌浆有利。

玉米中的干物质90%来自生长后期的光合产物。因此,从抽丝到成熟植株所受的光照时数和光照强弱对子粒发育有决定性影响。据刘绍棣研究,在子粒形成期,若光照严重不足,会导致子粒部分甚至全部败育;在乳熟期和蜡熟期若光照不足,则使粒重显著降低;与此相反,天气晴朗,光照充足,则灌浆速度快,子粒饱满。

土壤中的水、肥是形成子粒产量的物质基础,玉米开花前10天到开花后20天这一阶段,对水分条件十分敏感,此期间缺水,减产严重。

子粒发育阶段,土壤中养分充足则生长健壮,光合效率高,有利于提高产量;若后期土壤缺氮,则根叶早衰,光合能力下降,子粒灌浆不良;缺乏磷钾元素,不仅影响光合效率,而且影响光合产物向子粒的运输,产量低,品质差。因此,玉米生长后期,适当追施肥料是防止茎叶早衰,提高产量,保证品质的有效途径。