



玉米绿色增产技术模式

YUMI LÜSE ZENGCHAN JISHU MOSHI

卢绍东 杜昌学 秦振栓 ◎ 主编

本书以玉米绿色增产技术为主要研究对象，以单位面积产量为主要编写内容，涉及产量潜力、生产条件、品种选择、肥料施用、病虫草害绿色防控、水肥一体化、全程机械化等内容，参考引用了国内外有关的理论研究和生产管理经验，可作为有关人员在玉米绿色生产、管理活动中的参考。



ISBN 978-7-109-24283-3

普通高等教育农业类教材

编写人员名单

玉米绿色增产技术模式

卢绍东 杜昌学 秦振栓 主编

中国农业出版社
(北京) 100125
(00125)

中国农业出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

玉米绿色增产技术模式 / 卢绍东, 杜昌学, 秦振栓

主编. —北京: 中国农业出版社, 2018. 9

ISBN 978-7-109-24582-2

I. ①玉… II. ①卢… ②杜… ③秦… III. ①玉米—
栽培技术 IV. ①S513

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 208419 号

主 编 秦 振 栓 杜 昌 学 卢 绍 东

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 廖 宁

北京万友印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2018 年 9 月第 1 版 2018 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 13

字数: 295 千字

定价: 49.80 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编写人员名单

主 编 卢绍东 杜昌学 秦振栓

副主编 (以姓氏笔画为序)

王 阳	王 富	王丽丽	王清坡	乔 锋	任云峰
刘 铜	刘文秀	孙晓周	杨 玲	吴延峰	沈荣果
张守峰	张军辉	张性庚	武彦雨	周 冉	赵华丽
徐 钊	穆广义				

参 编 (以姓氏笔画为序)

马吉坡	王 歌	王公铎	牛小阁	牛忠洁	牛银亭
方 萌	方良发	申建华	吕志刚	朱计有	任素云
孙兰明	杨 君	杨 辉	李 天	李 迎	李志苹
李志燕	李明朝	时铁磊	何 见	何桂花	沈富俊
宋新建	张 辉	张小利	范士琴	范长有	郑敏军
胡 伟	秦 刚	高 霏	郭 俊	郭 娟	郭玉强
郭振松	黄章海	蒋东峰	裴志国		

前言

20世纪70年代后期以来,随着社会的发展、科学的进步、技术的提高,我国的小麦、水稻、玉米等主要粮食作物单位面积产量不断提高、总产量不断增加,小麦、水稻已经满足了我们的口粮需求,而玉米逐渐退出了主粮地位而成为饲料、工业原料作物。就口粮而言,玉米已经成为绝对剩余的作物品类,但是从饲料、工业原料等社会总需求来讲,玉米在今后相当长的时间内仍然是不可或缺的、具有强大市场的农作物。

21世纪以来,我国的玉米单产有了很大的提高,但同外国相比发展速度存在明显的差距。随着社会与科学的发展、技术与装备的进步、实践与经验的积累、思想认识的深化,我们认为玉米单产水平不断提高,将是一个相当长期的趋势,玉米单产仍有较大的上升空间。

近年来,玉米高产典型记录也是层出不穷,春玉米亩^{*}产超过1400千克、夏玉米亩产超过1200千克,引领了玉米栽培的发展方向。据学者测算,玉米的理论产量可以达到2350千克/亩,光照、热量、积温、土地等自然资源对于玉米来说还有相当大的潜力尚未发挥出来。

当前,玉米生产进入了绿色增产的发展阶段,其技术路径是“三推、三控、五个优先”。“三推”即推广高产高效多抗新品种,推广规模化、标准化、机械化的栽培技术,推进耕地质量建设;“三控”即控肥、控药、控水,实现科技水平和可持续发展能力的提升;“五个优先”即良种良法配套优先、农机农艺融合优先、安全投入品优先、物理技术优先、信息技术优先。

实现玉米绿色增产的总要求应该是产量提高、质量达标、环境友好、资源节约、效益增加,这五个方面是缺一不可、相辅相成、有机统一的整体,它们既是玉米绿色增产的内涵,又是玉米绿色增产的意义。实践表明,在充分运用现代科学技术进步成果的前提下,实现玉米绿色增产已经成为可能。

绿色增产的首要任务是运用绿色方式提高单位面积产量,这是绿色增产模式的出发点和落脚点。绿色增产主要从以下几方面体现:

* “亩”为非法定计量单位,1亩≈667平方米。

质量达标。在单位面积产量稳定增长的基础上,粮食绿色发展还要考虑的问题是质量。粮食是最基本、最重要的食品,也是生产加工其他食品的基本原料,从一定意义上说,粮食质量达到相应的标准是整个食品安全的源头和基础。只有生产出的粮食符合相应的标准,才能安全地满足社会的需要,才能实现绿色发展的本意要求。这就需要相关的技术人员认真研究国内外、省内外不同粮食生产的标准化技术进行普及推广,这就要求生产者根据实际,遵循自然、生物规律,生产出产品合格、质量达标的粮食以供应市场。

效益增加。在满足单产和质量要求的同时,增加粮食生产的效益也是一个不容忽视的问题。现代农业的粮食生产基本上属于商品经济的范畴,受市场经济的制约,在保证粮食安全的前提下生产者追求相应的效益是其自身的动力。影响粮食绿色生产效益高低的因素主要有3个,一是粮食产品种类和质量问题,二是生产成本问题,三是政策问题。作为生产者来说,粮食产品的种类可以根据市场的需求进行调整,产品的质量可以通过相应的措施予以管控,而成本和政策问题则是由社会和政府所左右。因此,提高粮食绿色生产的效益需要社会、政府和生产者共同努力。

资源节约。资源节约需要从两个方面来考虑,一是自然资源的节约,二是活劳动和物化劳动的节约。就自然资源的节约而言,主要是充分利用耕地、光照、热量、水等粮食生产条件。具体来说,同样的生产条件下,充分利用了相应的自然资源,使单位面积的粮食产量获得提升,就是实现了自然资源的节约。总的来说,资源节约的重要任务就是提高化肥、农药、机械、水、土地利用率,这是玉米生产发展、技术进步的重点突破方向。

环境友好。对于环境影响较大的是化肥和农药的不合理使用,化肥、农药有相当一部分挥发进入大气、随水下渗,致使其效用减少、浪费增加、利用率降低。现代技术对于这个问题的解决已经有了许多成熟的途径,需要引进组装、集成配套、示范推广,通过提高产量和质量而增加效益,通过大幅度提高利用率而实现资源的节约、环境的友好。

本书以玉米绿色增产为主要研究对象,以单位面积产量为主要编写内容,涉及产量潜力、生产条件、品种选择、肥料施用、病虫草害绿色防控、水肥一体化、全程机械化等内容,参考引用了国内外有关的理论研究和生产管理经验,可作为有关人员在玉米绿色生产、管理活动中的参考用书。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,欢迎读者不吝赐教。

编者

2018年4月

目 录

前言

第一章 玉米的生物学基础	1
第一节 玉米的分类	1
一、按籽粒形态和结构分类	1
二、按生育期分类	2
三、按株型分类	3
四、按制种方式分类	3
五、按种植时间分类	4
六、按收获物用途分类	4
七、按种皮颜色分类	5
第二节 玉米的生长发育	5
一、生育时期	5
二、生育阶段	6
第三节 玉米的形态特征	7
一、根	7
二、茎	8
三、叶	9
四、雄穗、雌穗	10
五、籽粒	12
第四节 玉米生长发育的环境条件	13
一、土壤	13
二、养分	13
三、水分	15
四、光照	15
五、温度	16
第二章 玉米绿色增产施肥与病虫草害防治技术	18
第一节 玉米肥料施用技术	18

一、矿质元素在玉米生长发育中的作用	18
二、常用肥料品种及有效成分	22
三、玉米施肥量及施肥技术	24
第二节 玉米病虫草害防治	26
一、我国玉米病虫草害的发生概况	26
二、病虫草害防治措施	27
第三章 黄淮海夏玉米绿色生产技术	31
第一节 黄淮海夏玉米的生长发育过程	31
一、生长发育过程	31
二、主攻目标	32
第二节 黄淮海夏玉米的栽培管理	33
一、整地	33
二、播种	33
三、苗期管理	36
四、中期管理	39
五、后期管理	42
六、收获	45
第四章 玉米自然灾害特征与综合防控	48
第一节 水分逆境	48
一、旱灾	48
二、涝灾	51
第二节 温度逆境	52
一、冷害	52
二、霜害	53
三、高温	53
第三节 光照逆境	54
一、寡照	54
二、技术措施	55
第四节 风灾与雹灾	55
一、风灾	55
二、雹灾	56
第五章 玉米机械化生产	58
第一节 耕地、整地机械	58
一、耕地、整地技术要点	58
二、耕地、整地机械类型	59

三、耕地、整地作业方法	62
四、耕地、整地作业质量	64
第二节 播种机械	65
一、对播种机的农业技术要求	65
二、播种机的使用调整	66
三、现代播种机监控系统和精准播种技术	71
第三节 排灌机械	71
一、排灌机械的种类及配套动力机	71
二、农用水泵的构造特点	72
三、水泵的安装使用	73
第四节 植保机械	75
一、植保机械的作用和意义	75
二、植保机械的农艺技术要求	75
三、植保机械的主要类型及特点	75
第五节 玉米收获、脱粒机械	77
一、玉米联合收割机的类型及特点	77
二、操作要领	78
第六节 农业机械的信息化与精细农业	80
一、农业机械信息化	80
二、精细农业	81
第六章 玉米绿色增产模式	83
第一节 全国玉米绿色高产创建技术规范模式	83
一、北方春玉米亩产 800 千克绿色高产技术规范模式	83
二、黄淮海夏玉米亩产 800 千克绿色高产技术规范模式	85
三、黄淮海夏玉米亩产 1 000 千克绿色高产技术规范模式	86
四、西南区玉米亩产 800 千克绿色高产技术规范模式	88
五、黑龙江省玉米亩产 800 千克绿色高产技术规范模式	90
六、吉林省西部风沙干旱区玉米亩产 800 千克绿色高产技术规范模式	92
七、吉林省中东部半湿润区玉米亩产 800 千克绿色高产技术规范模式	94
八、辽宁省玉米亩产 800 千克高产创建技术规范模式	96
九、内蒙古平原灌区玉米亩产 1 000 千克绿色高产技术规范模式	97
十、陕西省春玉米亩产 800 千克绿色高产技术规范模式	99
十一、陕西省夏玉米亩产 750 千克绿色高产技术规范模式	101
十二、甘肃省旱地全膜双垄沟播春玉米亩产 700 千克绿色高产技术规范模式	103
十三、甘肃省灌溉区春玉米亩产 1 000 千克绿色高产技术规范模式	105
十四、宁夏引黄灌区玉米亩产 1 000 千克绿色高产技术规范模式	106
十五、山西省夏玉米亩产 800 千克绿色高产技术规范模式	108

十六、河北省春玉米亩产 800 千克绿色高产技术规范模式	110
十七、河北省夏玉米亩产 750 千克绿色高产技术规范模式	112
十八、河南省夏玉米亩产 800 千克绿色高产技术规范模式	113
十九、山东省夏玉米亩产 800 千克绿色高产技术规范模式	115
二十、安徽省夏玉米亩产 800 千克绿色高产技术规范模式	117
二十一、四川省春玉米亩产 800 千克绿色高产技术规范模式	119
二十二、贵州省玉米亩产 800 千克绿色高产技术规范模式	121
二十三、云南省春玉米亩产 800 千克绿色高产技术规范模式	122
第二节 南阳市玉米绿色增产模式	123
一、产量目标	123
二、条件要求	124
三、生产流程与技术要求	126
四、南阳市夏玉米绿色增产模式	138
第七章 2017 年通过国家审定的部分玉米品种	140
第一节 2017 年通过国家审定的适应黄淮海区域夏播种植的部分玉米品种	140
第二节 2017 年通过国家审定的适应黄淮海以外区域春播种植的部分玉米品种	163
第三节 2017 年通过国家审定的春播、夏播区域均可种植的部分玉米品种	191
主要参考文献	197

玉米，别名：苞米、蜀黍、苞谷等，为禾本科黍亚种玉蜀黍属，一年生草本植物。染色体数 $2n=20$ 。起源于中南美洲，16 世纪中期传入我国。.....>>>

第一章 玉米的生物学基础

第一节 玉米的分类

玉米，俗称棒子、苞米、蜀黍、苞谷等，为禾本科黍亚种玉蜀黍属，一年生草本植物。染色体数 $2n=20$ 。起源于中南美洲，16 世纪中期传入我国。

根据玉米的植物学和生物学特性及其在生产中的应用情况，可将玉米分成不同的类别，最常见的是按籽粒的形态与结构、生育期、籽粒成分与用途等进行分类。

一、按籽粒形态和结构分类

根据籽粒有无稃壳、籽粒形状及胚乳性质，可将玉米分成 9 个类型。

1. 马齿型

果穗粗大，多呈圆筒形，穗轴比较细，出籽率高。籽粒大、扁长形或楔形，籽粒的两侧为角质淀粉，中央和顶部为粉质淀粉，成熟时顶部粉质淀粉失水干燥较快，籽粒顶端凹陷呈马齿状。籽粒质地比较软，品质较差；籽粒黄、白或紫色，生产栽培以黄、白居多。籽粒食用或饲用，适宜制造淀粉或酒精，秸秆适宜作青贮饲料。

2. 硬粒型

又称燧石型，适应性强，耐瘠、早熟。果穗圆锥形或长锥形，出籽率低，籽粒品质好。籽粒顶部呈圆形，籽粒顶部和四周均为角质胚乳，中心部分为粉质胚乳，故籽粒外表透明，外皮具光泽且坚硬，多为黄色。食味品质优良，产量较低。

3. 半马齿型

介于硬粒型与马齿型间，籽粒顶端凹陷深度比马齿型浅，角质胚乳较多，种皮较厚，产量较高。

4. 粉质型

又名软粒型，果穗和籽粒外形与硬粒型相似。籽粒全部由粉质胚乳组成，无角质胚乳或仅在外有薄薄的一层角质胚乳，籽粒乳白色，组织松软而无光泽，是制造淀粉和酿造的优良原料。容重很低，易感染病害和遭受虫害。吸湿性强，储藏期间易发生霉变，中国很少栽培。

5. 蜡质型

又称糯玉米、黏玉米，起源于我国云南地区的西双版纳。果穗较小、平滑、坚硬、无光泽，籽粒中胚乳几乎全由支链淀粉构成，不透明，无光泽如蜡状。支链淀粉遇碘液呈红色反应。食用时黏性较大。

6. 甜质型

又称甜玉米，植株矮小，果穗小。胚乳中含有较多的糖分及水分，成熟时因水分蒸散而种子皱缩，多为角质胚乳，坚硬呈半透明状，多做蔬菜或制作罐头。

7. 甜粉型

籽粒上部为甜质型角质胚乳，下部为粉质胚乳，世界上较为罕见。

8. 爆裂型

可分为米粒型（顶端带尖）和珍珠型两种（顶端圆滑）。籽粒小，质地坚硬、光亮，胚乳几乎全部由角质淀粉构成。白、黄、紫、黑或有红色斑纹。我国各地有零星栽培。

9. 有稃型

玉米的一种原始类型，果穗上每个籽粒的外面均由长大的稃（内外颖和内外稃）所包被，自交不孕，籽粒外皮坚硬，外层环生角质胚乳，雄花序发达，籽粒坚硬，脱粒困难。

二、按生育期分类

根据生育期的长短，可将玉米分为早、中、晚熟类型。但因我国幅员辽阔，各地划分早、中、晚熟的标准也不完全一致。一般划分标准为：

1. 早熟品种

春播 70~100 天，积温 2 000~2 200℃；夏播 70~85 天，积温 1 800~2 100℃。一般植株矮小，叶片数量少（14~17 片）。因生育期有限，产量潜力较小。

2. 中熟品种

春播 100~120 天，积温 2 300~2 500℃；夏播 85~95 天，积温 2 100~2 200℃。叶片数较早熟品种多，但较晚播品种少。

3. 晚熟品种

春播 120~150 天，积温 2 500~2 800℃；夏播 96 天以上，积温 2 300℃ 以上。一般植株高大，叶片数多（21~25 片）。因生育期较长，产量潜力较大。

联合国粮农组织的划分标准依据从播种到开花的天数，从播种到成熟的天数及相对积温（表 1-1）。按此标准，将 100、200 熟期组定义为极早熟品种，300、400 熟期组定为中早熟品种，500、600 熟期组定为中晚熟品种，700、800 熟期组定为晚熟品种。

表 1-1 联合国粮农组织划分玉米品种熟期的标准

熟期组	从播种到开花 天数（天）	从播种到成熟 天数（天）	从播种到成熟活动 积温（>10℃）	从播种到成熟有效 积温（>10℃）
100	44~49	<110	2 600~2 700	950~1 000
200	55~56	110~115	2 700~2 800	1 000~1 100
300	54~58	115~120	2 800~2 900	1 100~1 200

(续)

熟期组	从播种到开花 天数(天)	从播种到成熟 天数(天)	从播种到成熟活动 积温(>10℃)	从播种到成熟有效 积温(>10℃)
400	58~63	120~125	2 900~3 000	1 200~1 300
500	60~66	125~130	3 000~3 100	1 300~1 400
600	66~77	130~135	3 100~3 250	1 400~1 450
700	70~80	135~140	3 250~3 400	1 450~1 500
800	>80	>140	>3 400	>1 500

玉米是短日植物,将玉米品种进行南北向引种时,其生育期会发生变化。一般情况下,当北方品种向南方引种时,常因日照短、温度高其生育期缩短;反之,向北引种时,其生育期会有所延长。生育期的变化幅度取决于品种本身对光温的敏感程度,一般对光温越敏感其生育期变化越大。

三、按株型分类

1. 平展型

植株高大,叶片宽大,穗位以上叶片与主茎之间的夹角大于 45° ,叶片平伸、顶尖下垂,整个株型呈倒三角形,单株生产潜力高,不耐密植。

2. 紧凑型

植株稍小,叶片窄小,穗位以上叶片与主茎之间的夹角小于 30° ,叶片上举,单株生产潜力低,耐密植,群体生产潜力高。

3. 半紧凑型

又称中间型,介于紧凑型和平展型之间,穗位以上叶片与主茎之间的夹角介于 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$,叶片斜举。

四、按制种方式分类

1. 农家种

农家种是经过长期反复种植、选择而形成的品种,类似于综合种,抗逆性强,产量低但比较稳定,可以连年种植,目前已基本淘汰。

2. 单交种

单交种由2个不同的自交系进行杂交而成。一般较当地农家种增产 $20\%\sim 30\%$ 。单交种植株整齐,生长健壮,增产潜力大,但制种产量较低,成本较高。

3. 三交种

三交种由3个不同的自交系经过2次杂交而成。一般整齐度不如单交种,制种技术比单交种复杂,但制种产量高。

4. 双交种

又称双杂交种,由4个自交系先配成2个单交种,再以2个单交种杂交而成。整齐度不及单交种,制种较复杂,但制种产量高,种子成本低。

5. 综合杂交种

综合杂交种是由配合力较好的几个自交系或单交种以等量种子混合播种,使其充分进行异花授粉,从中选择优良个体后再混合脱粒,经过比较鉴别后所选出的开放授粉群体。综合杂交种杂种优势稳定,配种1次,可在生产上连续使用多年,不必年年制种,但要注意每年选优留种。

五、按种植时间分类

1. 春玉米

4月下旬至5月上旬播种,一年一熟;生育期长,产量高。在我国种植地域较广,主要分布在东北、西北和华北北部地区,西南丘陵山区也有一定的分布。

2. 夏玉米

6月上中旬播种,9月底收获,主要分布在黄淮海玉米区。

3. 秋玉米

秋季播种,主要分布在浙江东部、广西中南部和云南南部地区。

4. 冬玉米

冬季播种,收获水稻后种植,主要分布在海南、广东、广西和福建的南部地区。

六、按收获物用途分类

按收获物用途与加工利用价值可将玉米分为鲜食玉米、籽粒用玉米、青贮玉米。

1. 鲜食玉米

指以收获具有特殊风味和品质的幼嫩玉米果穗为主,用来鲜食或制作各种罐头与菜肴的玉米,包括甜玉米、糯玉米、笋玉米。

(1) 甜玉米 又称蔬菜玉米,既可以生食或煮熟后直接食用,也可制成各种风味的罐头、加工食品和冷冻食品。因遗传因素不同,又可分为普甜玉米、加强甜玉米和超甜玉米3类,其中适合直接生吃的超甜玉米被称为“水果玉米”。

(2) 糯玉米 又称黏玉米,胚乳淀粉几乎全由支链淀粉组成。具有较高的黏滞性及适口性,可以鲜食或制罐头。糯玉米食用消化率高,还可以作为饲料提高饲养效率。在工业方面,糯玉米淀粉是食品工业的基础原料,可作为增稠剂使用,还广泛地用于胶带、黏合剂和造纸等工业。

(3) 笋玉米 指以采摘刚抽花丝而未受精的幼嫩果穗为目的的玉米。因幼嫩果穗下粗上尖,形似竹笋,故名笋玉米。笋玉米的食用部分为玉米的雌穗轴及穗轴上一串串珍珠状的小花,可鲜食、制作菜肴、加工罐头等。

2. 籽粒用玉米

指以收获籽粒为主,根据籽粒营养成分与加工品质可分为普通玉米与特用玉米,其中特用玉米包括高油玉米、高赖氨酸玉米、爆裂玉米。

(1) 高油玉米 比普通玉米籽粒平均含油量提高5%以上,籽粒含油量超过8%,因85%的油分集中在种胚部分,因而胚较大。

(2) 高赖氨酸玉米 又称优质蛋白玉米,玉米籽粒中赖氨酸含量在0.4%以上,而普

通玉米的赖氨酸含量一般在 0.2% 左右。

(3) **爆裂玉米** 果穗和籽实均较小,籽粒几乎全为角质淀粉,质地坚硬。粒色白、黄、紫或有红色斑纹,有麦粒型和珍珠型两种。爆裂玉米籽粒的含水量决定它的膨爆质量。优质爆裂玉米籽粒膨爆率达 99%,籽粒含水量 13.5%~14.0%。

3. 青贮玉米

指以收获玉米茎秆整株为主,储藏用来做饲料的玉米。最佳收获期为籽粒的乳熟末期至蜡熟前期。

七、按种皮颜色分类

依据种皮颜色可将玉米分为黄玉米、白玉米和混合玉米。

1. 黄玉米

种皮为黄色,也包括略带红色的黄玉米。美国规定黄玉米中其他颜色玉米含量不超过 5%。

2. 白玉米

种皮为白色,并包括略带淡黄色或粉红色的玉米。美国将淡黄色表述为浅稻草色,并规定白玉米中其他颜色玉米含量不超过 2%。

3. 混合玉米

我国国家标准中定义为混入本类以外玉米超过 5% 的玉米。美国表述为颜色既不能满足黄玉米的颜色要求,也不符合白玉米的颜色要求,并含有白顶黄玉米。

第二节 玉米的生长发育

从播种至新的种子成熟为止,经过种子萌动发芽、出苗、拔节、孕穗、抽雄开花、抽丝、受精、灌浆直到新的种子成熟完成整个生长发育过程,称为玉米的一生。玉米从播种至成熟天数的长短因品种、播种期和温度而异,一般早熟品种生育期短,晚熟品种生育期长。同一品种春播生育期长,夏播则短;温度高,生育期短,温度低生育期就长。

一、生育时期

在玉米的一生中,由于自身量变和质变的结果以及受环境变化的影响,不论其外部形态特征还是内部生理特性均发生不同的阶段性变化,这些阶段性变化称为生育时期。

1. 出苗期

幼苗第 1 片叶出土,苗高 2~3 厘米。

2. 三叶期

植株第 3 片叶露出叶心 2~3 厘米。

3. 拔节期

茎基部有 2~3 个节间伸长,雄穗茎尖进入伸长期,叶龄指数 30% 左右。

4. 小喇叭口期

雌穗进入伸长期,雄穗进入小花分化期,叶龄指数 46% 左右。

5. 大喇叭口期

棒3叶大部伸出,但尚未全部展开,心叶丛生,形似大喇叭口;雄穗进入四分体期,雌穗处于小花分化期,叶龄指数约60%。

6. 抽雄期

节根层数、基部节间基本固定,雄穗主轴露出顶叶3~5厘米。

7. 开花期

雄穗主轴小穗花开散粉;雌穗分化发育接近完成。

8. 吐丝期

植株雌穗花丝露出苞叶2厘米左右,一般与雄穗开花散粉期同步或迟1~2天。

9. 灌浆期

植株果穗中部籽粒体积基本建成,胚乳呈清浆状。

10. 蜡熟期

植株果穗中部籽粒干重接近最大值,胚乳呈蜡状,用指甲可以划破。

11. 完熟期

苞叶松散,籽粒干硬,籽粒基部出现黑色层,乳线消失,并呈现出品种固有的颜色和色泽。

一般大田或试验田,以全田50%以上植株进入该生育时期为标志。

二、生育阶段

在玉米的一生中,按形态特征、生育特点和生理特性,可分为3个不同的生育阶段,每个阶段又包括不同的生育时期。

1. 苗期(出苗—拔节期)

主要形成根、茎和叶等营养器官,为营养生长阶段。此期形成的节根层数约占总节根数的50%,展开叶占总叶数的30%以上,叶和茎节的分化已经完成。

田间管理的主要目标是促进根系发育、培育壮苗,达到苗早、苗足、苗齐、苗壮的“四苗”要求,为穗粒期的健壮生长和良好发育奠定基础。

2. 穗期(拔节期—吐丝期)

营养器官(根茎叶)生长和生殖器官(雄穗、雌穗)分化同时进行,是营养生长与生殖生长并进阶段。此期体内营养物质迅速向茎、叶和雄穗、雌穗输送,穗分化前期光合产物供给茎叶为主,后期逐渐转向雄穗和雌穗,并且节根层数增加3~5层,占总层数的50%以上,各节间长度与粗细基本定型,70%的叶片伸出并展开;同时,雌、雄穗的分化过程接近(或全部)完成,是玉米一生中生长发育最旺盛的时期,也是田间管理的关键时期。

田间管理的主要目标是增加穗部以上叶面积,提高茎秆强度,加强肥水调控,防止抽雄期缺水,达到控秆、促穗,植株健壮,根系发达,气生根多,基部节间短粗,叶色深绿,叶片挺拔有力的丰产长相,才能为穗大粒多打好基础,并且注意防治玉米螟。

3. 花粒期(吐丝期—成熟期)

营养体停止生长,植株进入以开花散粉、受精结实和籽粒建成为中心的生殖生长阶

段。此期绿色器官开始减少，根系功能也进入衰退期，营养器官内的储藏物质开始输出，籽粒干物质的 85%~90% 来自于此期的光合产物。

田间管理的主要目标是延缓叶片衰老，提高光合强度与光合转化效率，减少籽粒败育，增加成粒数与千粒重，达到丰产的目的。此期田间管理的主要目标是追施粒肥，适当晚收。

第三节 玉米的形态特征

一、根

1. 根的种类

玉米根系是须根系，由胚根和节根组成。

(1) 胚根 又称初生根或种子根，由种子胚胎发育时形成，大约在受精 10 天后由胚柄分化而成。胚根只有 1 条，在种子萌动发芽时首先突破胚根鞘而伸出，亦称初生胚根。初生胚根伸出后迅速生长，垂直入土。初生胚根伸出 1~3 天，在中胚轴基部，盾片节的上面长出 3~7 条幼根，称为次生根。因其生理功能与胚根相似，故在栽培上将这层根与胚根一起合称为初生根。

初生根的作用主要是在幼苗刚出土的最初 2~3 周内吸收与供应幼苗生长所必需的养分和水分。随着玉米生长，其功能逐渐被节根所代替，但初生根系的生命活动一直保持到植株生命后期。

(2) 节根 又称次生根或永久根，着生在茎的节间居间分生组织基部，在植物学上称不定根。着生在地下节上的称为地下节根（次生根），着生在地上节上的称为地上节根（气生根、支持根、支柱根）。当玉米幼苗长出 2~3 片可见叶时，在着生第 1 片完全叶的节间基部、胚芽鞘节的上面开始发生第 1 层节根。第 1 层节根条数多为 4 条，也有 5~6 条，一直向下延伸。以后随着茎节的形成及加粗，节根由下而上不断发生，在茎节上呈现一层一层轮生的节根系。节根层数一般为 6~9 层，多者可达 10 层以上，地下节根 4~7 层，至大喇叭口期完成，地上节根 2~3 层，至开花期全部完成。自下而上，随着根层的增加，地下节根条数逐渐增加，地上节根有逐渐减少的趋势，一般其总条数 50~120 条。自下而上根长度的变化还表现出逐层变短，粗度逐层增粗，根层间距逐渐加长。但最上层根的粗度有变细的趋势。节根是玉米主体根系，分枝多，根毛密。一株玉米根系干重占植株干重的 12%~15%，而总长度可达 1~2 千米，其总面积为地上部绿色面积的 200 倍左右，这就使植株在耕作层中形成了一个强大而密集的节根系。

2. 根的生长与分布

玉米根在土壤中的伸展方向与根的种类及生育时期有关。胚根从伸出到衰亡都是直向伸长；各层节根都呈辐射状倾斜伸长。拔节后节根伸展方向发生明显变化，由斜向伸长转为直向伸长。玉米不同生育时期根在土壤中分布是不同的。苗期根系分布在 0~40 厘米土层中，其中 0~20 厘米土层根量占该期总根量的 90% 左右，20~40 厘米土层根量占 10% 左右；拔节期根の入土深度可达 100 厘米，其中 0~40 厘米土层根量占该期总根量的 90% 左右，40~100 厘米土层根量占 10% 左右；至开花期，根系入土深度可达 160 厘米，