



玉米

丰产增效栽培

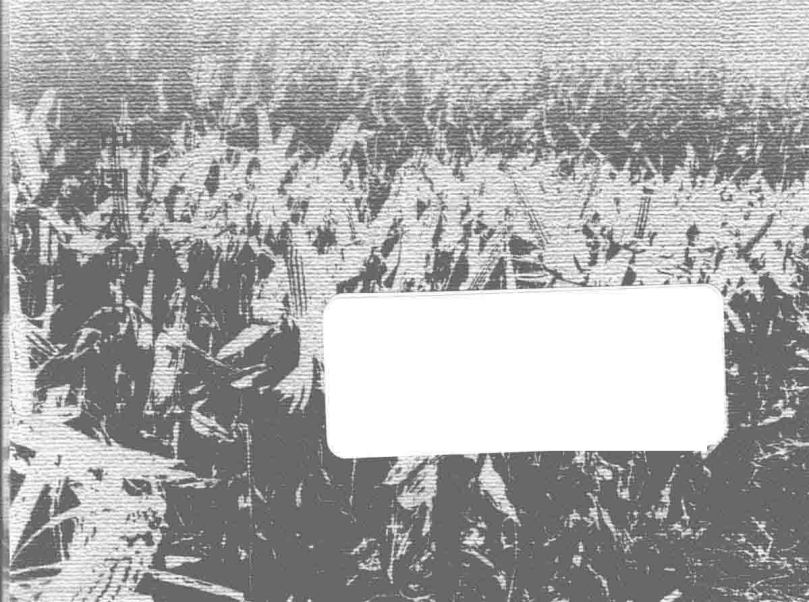
李宗新 曲树杰 李文才◎主编

 中国农业出版社

5513
78

玉米 丰产增效栽培

李宗新 曲树杰 李文才 主编



图书在版编目 (CIP) 数据

玉米丰产增效栽培/李宗新, 曲树杰, 李文才主编
—北京: 中国农业出版社, 2015. 7
ISBN 978-7-109-20535-2

I. ①玉… II. ①李…②曲…③李 III. ①玉米—
高产栽培 IV. ①S513

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 121754 号

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

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2015 年 7 月第 1 版 2015 年 7 月北京第 1 次印刷

开本: 880mm×1230mm 1/32 印张: 8.375

字数: 240 千字

定价: 24.00 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：李宗新 曲树杰 李文才

副 主 编：刘铁山 张发军 鲁守平 徐立华

张 慧 曹 冰 许增海

编写人员 (按姓名笔画排序)：

丁 一 丁照华 于正贵 于林青 于彦丽

方志军 曲树杰 刘 强 刘春晓 刘铁山

许增海 孙 琦 李文才 李宗新 杨 菲

杨竞云 张 慧 张发军 张成华 武 军

周 进 单 娟 姚虹炜 贾 曦 徐立华

徐相波 郭传仑 曹 冰 董 瑞 鲁守平

薛艳芳 穆春华

学术顾问 (按姓名笔画排序)：

王庆成 刘传道 汪黎明 张光煌 孟昭东

前言 PREFACE



玉米有7 000年以上的种植历史，遍布六大洲的种植区域，可作为粮食、饲料、能源、果蔬和工业加工原料等。目前，玉米已成为世界及中国种植面积与产量居首位的作物。玉米的丰收与减产是影响粮食贸易形势和畜牧业发展的重要因素之一。很难想象，如果没有了玉米，人们的生活将会变成怎样！长远来看，随着畜牧渔业、食品产业及玉米深加工产业的快速发展，中国玉米需求将继续保持刚性增长。而玉米产业发展目前面临着上有价格“天花板”、下有成本“地板”的双重挤压，有限的种植面积、严峻的生态条件、紧缺的劳动力，也使如何保障玉米增产、稳产、提质成为世界性的难题。大力增加基础设施、生产资料、人力资源、机械装备、科学技术的投入，尤其是注重提高玉米科技创新能力，是缩短玉米理论潜力和实际产量差距的桥梁，是玉米增产、提质、增效的驱动力，可为玉米产业健康发展提供强有力的保障。

针对国家倡导的提升农业科技创新服务能力的要求，山东省济阳县农业局和山东省农业科学院玉米研究所组织有关专家，面向新世纪的农业、农村和农民，立足当前生产实际需求，收集整理了与玉米丰产有关的简明理论和技术，编写了《玉米丰产增效栽培》一书，供广大基层农业技术人员和农民朋友参考。本书得到了山东省现代农业产业技术体系玉米创新团队、山东省财政支持玉米“一增四改”高产栽培技术示范推广项目、国家科技支撑计划课题

(2011BAD16B15, 2013BAD07B06)、公益性行业(农业)科研专项经费项目(201203100, 201303013)等项目的支持,得到了孟昭东研究员和王庆成研究员的指导,也得到了玉米所领导和县农业局领导的大力支持,在此一并表示感谢!

本书由山东省农业科学院、济阳县农业局、山东省农业机械科学研究院和山东省农村科技促进中心的专家编写。全书共分9章:第一章概述了玉米的发展史和当前生产状况,第二章分析了丰产的关键要素和环节,第三章至第七章按照玉米生产过程详细介绍了良种选择、栽培管理、病虫草害防治及产后加工利用等方面的知识,第八章展望了有借鉴推广价值的部分国外前沿科技成果,第九章简单诠释了玉米产业领域的热点名词。

本书力求涵盖实用的玉米丰产理论和技术,并在编写形式上谋求科学性、严谨性与通俗性、趣味性的统一。由于篇幅和编者水平有限,书中遗漏和错误之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见和建议,供今后修正与充实。

编 者

2015年5月

目录 CONTENTS



前言

第一章 辉煌的家族史	1
第一节 玉米起源与分类	1
一、玉米的起源	1
二、玉米的分类	3
第二节 玉米的地位与用途	9
一、玉米在农业生产中的地位	9
二、玉米的用途	10
第三节 玉米生产概况与对策	12
一、全国玉米生产概况	12
二、山东省玉米生产概况	17
三、山东省玉米产业发展对策与建议	22
第二章 丰产之门的密钥	26
第一节 高产正解	26
一、玉米籽粒产量是怎样形成的	26
二、玉米高产潜力到底有多大	27
三、玉米高产的实践探索	29
四、正确理解玉米高产	30
第二节 良种的作用	32
一、提高产量	32
二、改进品质	33
三、增强抗逆性, 保证稳产	33
四、扩大种植区域	33

第三节 合理密植	34
一、合理密植的原则	34
二、合理密植的优点	36
三、合理密植的方法	37
四、合理密植的注意事项	38
第四节 科学施肥	38
一、玉米需肥规律	38
二、玉米施肥技术	45
第五节 适期收获	51
一、适期收获的意义	51
二、收获适期的确定	52
三、收获与脱粒	54
第三章 美名远播的品种	56
第一节 选择品种的方法	56
一、品种选择的原则	57
二、品种选择的注意事项	58
第二节 普通夏玉米主推品种	59
第三节 普通春玉米主推品种	74
第四节 特用玉米品种	80
第四章 质量上乘的种子	105
第一节 种子生产技术	105
一、自交系繁殖技术	105
二、杂交种生产技术	107
三、机械化制种技术	109
第二节 种子纯度鉴定	112
一、为什么要进行种子纯度的鉴定	112
二、玉米种子纯度鉴定技术	112
三、DNA 分子标记技术在玉米种子纯度鉴定中的应用	114

四、如何利用分子技术对单交种种子纯度进行鉴定	116
第三节 种子的加工与贮藏	117
一、玉米种子的加工	117
二、玉米种子的贮藏	118
第五章 茁壮成长的取胜术	121
第一节 玉米生长发育揭秘	121
一、玉米的成长历程	121
二、影响玉米生长发育的环境条件	128
第二节 普通玉米种植	132
一、播种前的准备	132
二、播种技术	134
三、田间管理	136
第三节 特用玉米种植	144
一、优质蛋白玉米	144
二、高油玉米	145
三、糯玉米	146
四、甜玉米	147
五、爆裂玉米	148
六、笋玉米	149
七、青饲玉米	151
第六章 健康发育的防身术	153
第一节 玉米病害及其防治	153
一、叶部病害	153
二、茎部病害	160
三、根和茎基部病害	161
四、穗部和粒部病害	163
五、贮藏期病害	165
第二节 玉米虫害及其防治	166

一、玉米叶部虫害	166
二、玉米地下害虫	169
三、玉米蛀茎和穗期害虫	171
四、玉米贮藏期害虫	172
第三节 玉米主要草害及其防治	173
一、玉米田杂草的危害	173
二、玉米田主要杂草	173
三、草害的防治方法	173
四、常用玉米田除草剂	174
第七章 千幻万化的变身术	178
第一节 玉米贮藏	178
一、玉米果穗的贮藏	178
二、玉米籽粒的贮藏	179
第二节 玉米饲料	183
一、玉米全价饲料	183
二、玉米加工后的副产品	185
三、玉米秸秆饲料	186
第三节 玉米食品	190
一、玉米淀粉	190
二、鲜食玉米和速冻玉米	191
三、玉米罐头	192
四、脱水甜玉米	193
五、玉米油	194
六、其他玉米食品	197
第四节 玉米的深加工	198
一、工业用途	198
二、玉米秸秆发电	198
三、苞叶编织	199
四、花粉利用	200

五、穗轴利用	201
第八章 前沿科技展望	204
第一节 机械化生产	204
一、机械化生产的作用	204
二、世界玉米机械化生产	205
三、中国玉米机械化生产	206
第二节 信息化生产	209
一、农业信息基础设施的建设	210
二、信息技术的研究与普及应用	210
三、农业信息服务体系的建立	212
第三节 可持续化生产	213
一、土壤有机质增补	214
二、节水灌溉	215
三、信息化管理	216
第九章 知识小百科	218
第一节 理论篇	218
第二节 技术篇	224
第三节 农机篇	232
第四节 资源篇	249
主要参考文献	252

第一章

辉煌的家族史

“一棵小树五尺高，小孩爬在树半腰，怀中藏着珍珠宝，头上戴着红缨帽。”遍布大千世界的玉米，拥有“饲料之王”的美名。“粮食要大上，玉米扛大梁”。现今玉米已成为我国第一大粮食作物，作为朝阳产业发展前景十分广阔。开卷之初，让我们追寻玉米悠久辉煌的发展历程，层层探秘它的丰产理论与技术。

第一节 玉米起源与分类

一、玉米的起源

（一）玉米的进化

玉米学名玉蜀黍，属于禾本科玉米属，是一年生禾本科草本植物。在我国不同地区，玉米有番麦、玉麦、玉黍、包谷、包芦、棒子、珍珠米等名称，还有的称为六谷，意思是说五谷之外的又一种谷。玉米原产于美洲墨西哥、秘鲁和智利一带，原本是体型很小的草，喜高温，经美洲原住民培育后才出现较大型的玉米。当地古代印第安人种植玉米已有7 000年的历史，是他们培育的主要粮食作物。在秘鲁历史上占有突出地位的光辉灿烂的印加帝国时期，就是以种植玉米为主的时期，也称为“玉米文明”时期。“秘鲁”这个词在印第安人语言里的意思就是“玉米之仓”。墨西哥传说中的特拉洛克神就是印第安阿兹特克族崇拜的玉米神。直到今天，有些印第安部落仍以“玉蜀黍”命名，并以此尊称自己的酋长。他们常常把玉米以庄严的形象画在庙宇的墙壁上，雕刻在人首神像的身上。在很多宗教仪式上，都要把最新收获的最美观的玉米果穗作为主要祭品，玉米的雄穗、苞叶和花丝也被作为神的重要装饰品。

关于玉米的起源，一直存在争议，目前还没有定论。比较公认的说法是：栽培玉米起源于有稃玉米，大多数现代玉米都具有大刍草或者摩擦禾的遗传种质。玉米起源于美洲大陆，但是起源中心不止一处。软质型玉米起源于哥伦比亚；硬粒种玉米起源中心在秘鲁；马齿型和爆裂型玉米起源中心在墨西哥；甜质种和有稃种玉米的起源中心在巴拉圭。此外，糯玉米起源于中国，云南、广西一带可能是糯玉米的初生起源中心之一。

（二）中国玉米的由来

中国栽种玉米的历史已经有 500 多年了，大约在 1500 年前后传入中国。玉米传入中国的途径说法不一，一般有 3 种说法：第一种是从西班牙传到麦加，再由麦加经中亚细亚引种到中国西北地区；第二种是先从欧洲传到印度、缅甸等地，再由印度、缅甸引种到中国的西南地区；第三种是先从欧洲传到菲律宾，再由在葡萄牙或菲律宾等地经商的中国人经海路传到中国。比较公认的看法是：陆路传入的可能性大，传播方式先边疆，后内地；先丘陵，后平原。中国最早记载玉米的地方志是明正德年间（1511 年）的《颍州志》，颍州在安徽省北部，当时称玉米为珍珠秫。河南《襄城县志》（1551 年）、甘肃《平凉府志》（1560 年）相继记载了当地种植玉米，分别称为玉麦、番麦、西天麦。“玉米”之名最早见于徐光启编著的《农政全书》（1639 年）。在此之前，田艺衡著的《留青日札》（1573 年）和李时珍著的《本草纲目》（1590 年）都对玉米的植物学形态特征进行了具体的描述。到了明代中后期，各地也纷纷引种种植，迅速推广开来。到了清代，玉米进一步发展成为主要粮食作物，并大面积栽培种植。清道光年间吴其濬著的《植物名实图考》就记载说：“玉麦，陕、蜀、湖皆曰苞谷，山氓持之为命。”可见，在原产地美洲以外，中国也成为玉米种植最为普及的地区之一。

（三）山东玉米的种植历史

山东省种植玉米已经有 400 多年的历史。玉米刚传入山东时，仅在贵族菜园内作为珍品种植，发展很慢。进入 20 世纪后，随着

人口增多，粮食需求增加，玉米逐渐成为山东各地的重要粮食作物。1914年山东玉米种植面积已达到305.51万亩*。1931年的《统计月报》记载：山东省有107个县，其中63个县有玉米统计数字；玉米面积以鲁西北地区最大，胶东次之，鲁南地区无玉米。1934年出版的《中国实业志·山东省》称：“玉蜀黍在鲁省分布颇广，栽培者计达1市1区76县，全省栽培面积达到615.86万亩”。1952年《山东省志》记载：“麦为中等人家主食，贫农多恃稷、高粱、山芋、玉蜀黍等”。可见，当时玉米种植已经较普遍。现在，全省139县市区都有较大的玉米种植面积，总种植面积已经超过4500万亩，已成为左右山东省粮食安全供给的重要粮食作物。

二、玉米的分类

玉米在长期的栽培过程中，由于人类的定向培养以及对环境适应的不断变化，形成了一个庞大的家族体系。根据玉米的生物学特性以及在生产上的利用情况，我们常常按籽粒形态与结构、生育期、籽粒的用途与组成、株形四类方法进行分类。

（一）按籽粒形态与结构分类

根据籽粒稃壳的有无、籽粒形状及胚乳性质，可将玉米分为9个类型。

1. 硬粒型 又称硬粒种或燧石种。果穗多呈锥形，籽粒顶部呈圆形。由于胚乳外周是角质淀粉，只有里面居中的部分为粉质胚乳，故籽粒外表透明，外皮具光泽，且坚硬平滑，多为黄色，也有紫红色。食味品质优良，适应性强，耐瘠、成熟期较早，产量较低但较稳定，是中国长期以来栽培较多的一种玉米。

2. 马齿型 又称马牙种。果穗多呈圆筒形，籽粒长而扁呈方形或长方形，籽粒的两侧为角质胚乳，中央和顶部为粉质胚乳，成熟时顶部粉质胚乳失水干燥较快，故籽粒顶端凹陷呈马齿状，因此得名。多为黄白粒，食味品质不如硬粒型。植株高大，耐肥水，产

* 亩为非法定计量单位，1亩 $\approx$ 667米²。——编者注

量高，成熟较迟。目前栽培面积较大。

3. 半马齿型 介于硬粒型与马齿型之间，又称中间型。与马齿型比较，籽粒顶端凹陷不明显或呈乳白色的圆顶，角质胚乳较多，种皮较厚，边缘较圆。是由硬粒种和马齿种杂交产生的，产量较高。但它还不是一种稳定的种型。

4. 爆裂型 又名玉米麦或爆裂种。每株结穗较多，但果穗与籽粒都小，籽粒圆形，顶端突出，胚乳几乎全为角质。籽粒加热时，由于淀粉粒内的水分遇到高温形成蒸汽而爆裂，籽粒涨开如花。爆裂后的体积比原来大2倍多。爆裂型玉米按籽粒形状还可分为两类：米粒形，籽粒小如稻米状，顶端带尖；珍珠形，籽粒顶部呈圆顶形如珍珠一样。

5. 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，成熟时籽粒因水分散失而皱缩，坚硬呈半透明状。多为角质胚乳，粉质胚乳含量很低，并且胚大。乳熟期籽粒含糖量为15%~18%，多做蔬菜或制罐头用。

6. 甜粉型 籽粒上部为甜质型角质胚乳，下部为粉质胚乳，较为罕见，中国很少栽培。

7. 蜡质型 又名糯质型，食用时黏性较大，故又称黏玉米。果穗较小，角质层充满籽粒胚乳部分，胚乳几乎全部由支链淀粉构成，不透明，坚硬平滑，无光泽如蜡状，水解后易形成胶黏状的糊精。蜡质型玉米的胚乳遇碘液呈棕红色反应。

8. 有稃型 籽粒为较长的稃壳（颖皮和内外稃的变型）所包被，故名有稃型。稃壳顶端有时有芒，有较强的自花不孕性，雄花序发达，常有着生籽粒的现象，是原始类型。籽粒外皮坚硬，脱粒困难，无栽培价值。

9. 粉质型 又名软粒型，果穗及籽粒形状与硬粒型相似。缺角质胚乳，胚乳完全为粉质，籽粒乳白色，内部松软且无光泽，是淀粉制造业和酿造业的优良原料。

（二）按生育期分类

由于遗传上的差异，不同的玉米类型从播种到成熟，其生育期

长短不一。中国栽培的玉米品种，生育期一般为70~150天，根据它们生育期的长短，可分为早熟、中熟、晚熟三大类型。

1. 早熟品种 春播生育期80~100天，有效积温2 000~2 200℃；夏播70~85天，积温为1 800~2 100℃。早熟品种一般植株矮小，叶片数量少，一般为14~17片。由于生育期的限制，产量潜力较小，籽粒小，千粒重为150~200克。

2. 中熟品种 春播生育期100~120天，有效积温2 300~2 500℃；夏播85~95天，积温2 100~2 200℃。叶片数较早熟品种多而较晚播品种少，多为18~20片。千粒重为200~300克，产量较高，适应地区广。

3. 晚熟品种 春播生育期120~150天，有效积温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，多为21~25片。由于生育期长，产量潜力较大，籽粒大，千粒重约为300克。

值得注意的是，玉米生育期的长短，随环境不同会发生变化。由于温度高低和光照时数的差异，玉米品种在南北向引种时，生育期会发生变化。一般规律是：北方品种向南方引种，常因日照短、温度高而缩短生育期；反之，向北引种生育期会有所延长。因此，各地划分早、中、晚熟的标准并不完全一致。

（三）按用途与籽粒组成分类

根据籽粒的组成成分及特殊用途，可将玉米分为普通玉米和特用玉米两大类。

1. 普通玉米 普通玉米就是常见的大田玉米，其籽粒的组成成分差异不大，一般没有特殊的用途。

2. 特用玉米 指普通玉米以外的各种玉米籽粒类型，一般具有较高的经济价值、营养价值和加工利用价值。由于各自不同的内在遗传组成，表现出各具特色的籽粒构造、营养成分、加工品质以及食用风味等特征，因而有着各自特殊的用途、加工要求和相应的销售市场。特用玉米的主要类型有：优质蛋白玉米、高油玉米、糯玉米、爆裂玉米、甜玉米等。

(1) 优质蛋白玉米。也称高赖氨酸玉米。优质蛋白玉米籽粒中赖氨酸和色氨酸含量比普通玉米高 80%~100%。优质蛋白玉米的营养价值相当高,可以媲美脱脂奶,利用优质蛋白玉米生产传统食品可改善营养状况,其生产的玉米面团的风味、延展性和颜色更加理想,加工的食品具有无可比拟的香味和口感。中国玉米大部分用作畜禽饲料,但仍不能满足国内饲料的需求。而优质蛋白玉米比普通玉米的净蛋白利用率高 4.39 倍,饲用价值高,用作饲料养猪,猪的日增重可较普通玉米提高 50%~110%。另外,许多农民没有足够的现金去购买价格昂贵的配合饲料,所以只能用原粮作饲料。优质蛋白玉米能够取代传统饲料或价格昂贵的配合饲料,在贫困山区更有推广价值。因此,高产优质蛋白玉米品种的育成与推广,将有力推动中国畜牧业及家禽饲养业的发展,从而提高人民群众的生活水平。

(2) 高油玉米。玉米油是一种高含不饱和脂肪酸(高达80%~85%)的健康油脂,普通玉米的含油量为 4%~5%,而培育的高油玉米含油量可达 7%以上。高油玉米的育成和推广应用,使玉米本身的用途发生了改变,从单纯的粮食或饲料作物变成了油粮或油饲作物。一般高油玉米群体或综合种具有植株较高、株形松散、雄穗较发达等特点,其籽粒表面光滑,有光泽,胚较大,而且胚的大小决定了含油量的高低。每 500 千克高油玉米可生产 35~40 千克玉米油,其含油量相当于 175~200 千克大豆或 88~125 千克油菜籽的含油量。油分提取后的 460~465 千克产品仍可作工业原料、粮食或饲料。除此以外,与普通玉米相比,它还具有多方面的优越性。高油玉米还具有较高的蛋白质含量、赖氨酸含量和类胡萝卜素含量,是重要的优质饲料。高油玉米是一个技术含量较高的高科技产品,发展高油玉米生产可促进农业、畜牧和加工产业相结合。

(3) 高淀粉玉米。玉米是主要的淀粉加工作物,普通玉米籽粒的淀粉含量为 65%左右,而培育的专用高淀粉玉米的籽粒淀粉含量可达 72%以上。玉米籽粒中淀粉分两种类型:直链淀粉和支链淀粉。普通玉米的淀粉一般是 28%的直链淀粉和 72%的支链淀粉,