



ZUOWU ZAIBEI JISHU CONGSHU

作物栽培技术丛书

玉米良种选择 与丰产栽培技术

■ 刘开昌 王庆成 主编



化学工业出版社



ZUOWU ZAIPEI JISHU CONGSHU

作物栽培技术丛书

玉米良种选择 与丰产栽培技术

■ 刘开昌 王庆成 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

玉米良种选择与丰产栽培技术/刘开昌, 王庆成主编. —北京: 化学工业出版社, 2013. 7
(作物栽培技术丛书)
ISBN 978-7-122-17426-0

I. ①玉… II. ①刘…②王… III. ①玉米-栽培技术
IV. ①S513

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 105095 号

责任编辑: 李 丽
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 王新辉
装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社
(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司
装 订: 三河市宇新装订厂
850mm×1168mm 1/32 印张 7 字数 189 千字
2013 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 23.00 元

版权所有 违者必究

前言

玉米是粮食、经济、饲料、能源、果蔬等多元用途作物。在我国粮食作物生产中，玉米的种植面积占第一位，产量处于第二位。玉米产量的丰与歉已成为左右我国粮食供求形势的重要因素。近年来，随着我国经济的发展和居民消费水平的提高，特别是畜牧业和玉米精深加工链的拓延和产业扩张，玉米需求量逐年快速增长，目前已呈现严重的供不应求局面。近期以玉米为原料的生物燃料——乙醇的迅速发展，使本来已偏紧的供求关系更加紧张。从长远看我国玉米需求将继续保持刚性增长，玉米产业供需将处于紧平衡状态，玉米产业的发展前景十分广阔。

党的十七届三中全会指出，农业发展的根本出路在于科技进步。广大农民兄弟学科学、信科学、懂科学、用科学的热情进一步高涨，期望运用现代科学技术知识改变生产方式、生活方式和思维方式，依靠科技进步调整农业经济结构，转变经济增长方式，实现增产增收。目前我国农业科技成果转化率较低，科技进步贡献率只有45%~48%，与发达国家存在较大差距，严重制约着玉米产业的发展。另一方面，我国玉米平均单产水平不高，说明其产量潜力尚有巨大的发掘空间。以科学的理论和技术作指导，不断克服玉米产量潜力发挥的限制因素，将会使玉米高产再高产不断地变为现实。针对玉米生产中出现的一些新的制约因素，如普遍存在农民选购品种迷茫、耕作栽培管理粗放、技术不规范和到位率低、施肥方法不科学、播种质量差、农机农艺不配套等生产技术方面的问题，为满足农村广大农户、科技人员及基层干部在发展农业生产中学科学、用科学的迫切需要，特组织有关玉米生产一线专家、科研人员，结合他们的科研理论和生产实践经验，编写此书。

本书由刘开昌、王庆成研究员和山东省农业科学院各玉米研究领域一线科研专家等编著，全书由刘开昌研究员、李宗新博士和张发军副研究员主审。全书共分7章，在探讨分析我国玉米生产现状与发展前景的基础上，针对玉米生产存在的主要问题和制约因素，介绍了有关玉米丰产栽培的主推优良品种和技术原理，阐述了普通玉米和不同类型特用玉米的实用栽培技术，并特别介绍了玉米贮藏的科学方法和加工利用的重点途径。

本书得到了国家科技支撑计划课题“粮食丰产科技工程”（2011BAD16B15，2011BAD16B09）、公益性行业（农业）科研专项经费项目（201203079，201203100，201303013）及山东省现代农业产业技术体系玉米创新团队等项目的支持，在此一并表示感谢！

本书较为全面地归纳介绍了玉米良种良法配套的丰产高效栽培技术，由于编者水平有限，书中疏漏之处在所难免，恳请读者提出宝贵意见和建议。

编者
2013年5月

目录

1

■ 第一章 玉米生产概况

第一节 玉米的重要地位	1
一、玉米在农业生产中的地位	1
二、玉米的用途	2
第二节 中国玉米的分布与区划	9
一、玉米的分布	9
二、玉米的区划	10
第三节 中国玉米生产的发展现状与前景	13
一、发展现状	13
二、发展前景	20
第四节 中国玉米生产的发展策略	23
一、科学利用农业资源, 统筹规划玉米产区布局	24
二、依靠科技创新, 挖掘玉米增产潜力	26
三、加强国家宏观调控, 强化政府政策支持力度	27
四、大力发展饲料工业和深加工业, 促进玉米 转化增值	28
五、加强农田基础设施建设, 强化抗逆减灾能力	30
六、因地制宜, 大力发展特用玉米生产	31
七、加强种子工程建设, 确保用种安全	32

■ 第二章 玉米丰产栽培技术原理

34

第一节 玉米的起源	34
第二节 玉米的分类	35
一、按籽粒形态与结构分类	35

二、按生育期分类	37
三、按籽粒成分与用途分类	38
四、按株型分类	42
第三节 玉米生育阶段的划分及主攻方向	42
一、玉米的生育时期	42
二、玉米的生育阶段	43
三、玉米各生育阶段的主攻方向	46
第四节 影响玉米生长发育的环境条件	46
一、温度	46
二、光照	47
三、水分	48
四、矿质营养	49
五、土壤	50
第五节 玉米丰产的主要制约因素	50
一、玉米丰产的限制因素	50
二、玉米丰产限制因素分析	51

■ 第三章 选择优良品种

57

第一节 普通玉米主推品种	57
一、北方地区	57
二、黄淮海地区	62
三、西南地区	72
四、西北地区	77
五、南方地区	80
第二节 特用玉米主推品种	81
一、糯玉米品种	81
二、甜玉米品种	88
三、爆裂玉米品种	91
四、笋玉米品种	92
五、青贮玉米品种	93
六、高淀粉玉米品种	96
七、高油玉米品种	98
八、优质蛋白玉米品种	99

九、耐盐碱玉米品种	100
第三节 “因地制宜”选良种	101
一、优良品种特点	101
二、选择良种	102
三、“火眼金睛”挑种子	105
第四节 玉米良种繁育技术	107
一、定点	108
二、选地	108
三、隔离	108
四、播种	109
五、去杂	110
六、去雄	111
七、人工辅助授粉	111
八、收贮	112

■ 第四章 普通玉米丰产栽培技术

113

第一节 播前准备	113
一、整地	113
二、备种	114
第二节 播种	116
一、播种期	116
二、播种量和播深	116
三、合理密植	116
四、播种	119
第三节 施肥与灌溉	121
一、玉米需肥规律与施肥技术	121
二、玉米需水规律与灌溉技术	123
第四节 田间管理	126
一、玉米苗期管理	126
二、玉米穗期管理	129
三、花粒期管理	132
第五节 适期收获	133
一、收获时期	133

二、收获方法	135
三、脱粒	135
四、籽粒晾晒	136

■ 第五章 特用玉米栽培技术

137

第一节 不同类型特用玉米栽培技术	137
一、优质蛋白玉米	137
二、高油玉米	138
三、糯玉米	139
四、甜玉米	140
五、爆裂玉米	142
六、笋玉米	143
七、青饲玉米	145
第二节 无公害玉米生产技术	147
一、基地选择	148
二、隔离种植	148
三、精细整地	148
四、合理密植，分期播种	148
五、田间管理	148
六、适时采收与加工	151

■ 第六章 玉米主要病虫草害及其防治

152

第一节 玉米主要病害及其防治	152
一、玉米病害概况	152
二、玉米品种更换与病害发生的关系	153
三、苗期病害	154
四、叶部病害	155
五、茎部病害	161
六、根和茎基部病害	163
七、穗部和粒部病害	165
八、贮藏期病害	167
第二节 玉米主要虫害及其防治	168

一、玉米苗期虫害	168
二、食叶害虫	170
三、地下害虫	171
四、蛀茎和穗期害虫	173
五、玉米贮藏期害虫	174
第三节 玉米主要草害及其防治	175
一、主要杂草	175
二、杂草的危害	175
三、草害的防治方法	175
四、常用玉米除草剂的使用	177
五、除草剂的安全使用	179

■ 第七章 玉米贮藏与加工利用

182

第一节 玉米籽粒的贮藏	182
一、玉米籽粒的化学成分	182
二、玉米籽粒的特点与贮藏前准备	182
三、玉米籽粒的贮藏方法和条件控制	184
第二节 玉米食品	186
一、鲜食玉米和速冻玉米	186
二、玉米罐头	187
三、脱水甜玉米	189
四、玉米油	190
五、其他玉米食品	193
第三节 玉米饲料	195
一、玉米全价饲料	196
二、玉米加工后的副产品	197
三、玉米秸秆饲料	199
第四节 其他用途	204
一、苞叶编织	204
二、花粉利用	206
三、穗轴利用	208

■ 参考文献

211

第一章

玉米生产概况

玉米 (*Zeamays* L.), 又名玉蜀黍、包谷、苞米、玉茭等, 其栽培历史估计已有 4500~5000 年, 是一个古老的栽培作物。1492 年哥伦布发现新大陆后, 把玉米带到了西班牙。随着世界航海业的发展, 玉米逐渐传到了世界各地, 并成为最重要的粮食作物之一。

第一节 玉米的重要地位

一、玉米在农业生产中的地位

近年来, 世界玉米产业在科技进步的带动下发展较快, 玉米单位面积产量、总产量和在谷物生产中所占比重不断提升, 玉米已经成为世界第一大粮食作物。据联合国粮农组织统计, 2011 年世界水稻平均单位面积产量为 280.27 千克/亩, 小麦为 199.73 千克/亩, 而玉米达到 341.47 千克/亩, 世界玉米总产量和所占比重分别为 8.8 亿吨、38.1%, 均高于水稻 (7.1 亿吨、30.7%) 和小麦 (6.7 亿吨、28.9%)。

在我国粮食作物生产中, 玉米的种植面积占第一位, 产量处于第二位, 居秋粮作物之首。改革开放以来, 玉米在农业生产中的地位日显重要。20 世纪 70 年代, 玉米种植面积占粮食作物面积的 15.21%, 总产量占粮食总产量的 16.51%; 20 世纪 90 年代, 种植面积占 20.38%, 总产量占 23.41%; 至 2011 年, 种植面积占 30.33%, 总产量占 33.57%。玉米产量的丰与歉已成为左右我国

粮食供求形势的重要因素。预计到 2020 年，玉米分担着全国新增 1000 亿斤粮食生产能力中 53% 的增产份额。玉米增产压力巨大，势必要求大幅度地提升玉米的生产能力，才能满足国民经济发展对玉米需求的快速增长。

玉米是粮食、经济、饲料、能源、果蔬等多元用途作物。近年来，随着我国经济的发展和居民消费水平的提高，特别是畜牧业和玉米精深加工链拓延和产业扩张，玉米需求量逐年快速增长，目前已呈现严重的供不应求局面。2011 年，世界玉米消费量为 8.71 亿吨，占谷物总消费量的 37.7%；中国玉米消费量为 1.86 亿吨，其消费构成中饲料用约占 63%，工业用占 30%，食用占 4% 左右。可见，饲料和加工业需求的增长决定了我国玉米需求将持续增长的基本格局，而近期以玉米为原料的生物燃料——乙醇的迅速发展，使本来已偏紧的供求关系更加紧张。从长远看，我国玉米需求将继续保持刚性增长，玉米产业供需将处于紧平衡状态，玉米产业的发展前景十分广阔。

二、玉米的用途

玉米“全身都是宝”，其籽粒和植株在营养成分方面的特点决定了其综合利用大有前途。它不仅是优良的食用、饲用和药用作物，也是重要的工业原料。随着科学技术的发展，玉米的用途日趋广泛，在人民生活中将发挥越来越大的作用。

（一）食用

玉米是重要的传统食品，其籽粒中含有丰富的营养成分。籽粒中平均含淀粉 73.0%、脂肪 4.3%、蛋白质 8.5%、糖分 1.58%、纤维素 1.92% 和矿质元素 1.56%（表 1-1）。据中国医学科学院分析，玉米脂肪含量比小麦标准粉高 1.39 倍，比籼稻米高 6.17 倍，比粳稻米高 4.38 倍；蛋白质含量比小麦低 16.47%，比籼稻米高 23.19%，比粳稻米高 26.87%；每 500 克玉米的含热量 1825 千卡（1 千卡 = 4.1868×10^3 焦耳），比籼稻米高 4.58%，比粳稻米高

8.31%，比小麦标准粉高 2.53%。此外，每 500 克玉米面中含核黄素 0.5 毫克，硫胺素 1.7 毫克，尼克酸（烟酸）11.5 毫克，钙 110 毫克，磷 1050 毫克，铁 8.0 毫克。

表 1-1 主要粮食作物营养成分（每 500g 含量）

作物种类	蛋白质 /克	脂肪 /克	碳水化 合物 /克	维生素/毫克			尼克酸 /毫克	热量 /千卡
				甲种	乙种一号	乙种二号		
玉米	42.5	21.5	365	0.56	1.70	0.50	11.50	1825
粳稻米	34.5	3.0	395	0.00	0.86	0.25	7.00	1745
粳稻米	33.5	4.0	380	0.00	0.75	0.30	7.00	1685
小麦标准粉	49.5	9.0	375	0.00	2.30	0.30	1.25	1780

随着国民经济的发展和人民生活水平的提高，玉米已不再作为主要的食物，除有部分玉米面粉方面的直接消费外，一些以玉米为主料的加工食品正在兴起。主要产品有玉米面食、特制玉米粉和胚粉、玉米人造米、玉米片、膨化食品、玉米啤酒、甜玉米、糯玉米和爆裂玉米等。

1. 玉米面食

玉米面食品种多样，我国就有 100 多种之多，包括玉米面包、饼干、蛋糕、挂面及黏玉米糕、元宵、玉米挂面、煎饼、玉米粉条、玉米粉皮等。

2. 特制玉米粉和胚粉

玉米籽粒脂肪含量较高，在贮藏过程中会因脂肪氧化作用产生不良味道。经加工而成的特制玉米粉，含油量降低到 1% 以下，可改善食用品质，粒度较细，适于与小麦面粉掺和作各种面食。由于富含蛋白质和较多的维生素，添加制成的食品营养价值高，是儿童和老年人的食用佳品。目前的最新加工技术，可以像小麦面粉一样，用玉米粉做出面包、面条、饺子等多种食品，口味方面甚至更好。

3. 玉米人造米

玉米人造米是以玉米面为原料，经过加水搅拌、膨化成型、冷却、烘干、过筛等工序加工而成。外观像大米，用黄玉米制作的人

造米淡黄色，白玉米制作的人造米为白色，都是半膨化状态。目前市售人造米有加糖、加赖氨酸和加维生素等多种类型，是一种极方便的食品。

4. 玉米片

一种快餐食品，便于携带，保存时间长，既可直接食用，又可制作其他食品，还可采用不同作料制成各种风味的方便食品，用水、奶、汤冲泡即可食用。

5. 膨化食品

20 世纪 70 年代以来兴起而迅速盛行的玉米方便食品，如在膨化玉米粉中加入牛奶、鸡蛋、维生素等优质配料加工制成膨化粥、玉米糊化食品、膨化面茶、什乳粉、膨香酥条、面包、糕点等。玉米膨化食品具有疏松多孔、结构均匀、质地柔软的特点，不仅色、香、味俱佳，而且营养价值和食品消化率也较高。玉米膨化后蛋白质消化率从 75.9% 提高到 83.8%。

6. 玉米啤酒

因玉米蛋白质含量与稻米接近而低于大麦，淀粉含量与稻米接近而高于大麦，故为比较理想的啤酒生产原料。

7. 鲜食玉米

甜玉米、糯玉米等富含多种维生素和氨基酸，营养价值高，可用来充当蔬菜或鲜食，是餐桌上的美味佳肴。加工产品包括整穗速冻、籽粒速冻和罐头三种。

此外，玉米油是优质植物油，稳定性能最好，色泽透明，气味芳香，含有维生素 E 和 61.9% 的亚油酸，具有降低胆固醇、防止血管硬化的功效。在城市中，爆裂玉米加工成的玉米花已成为人们的新宠。

（二）饲用

玉米籽粒和茎叶消化率高，营养价值高，是发展畜牧业的优良饲料，具有“饲料之王”的美称。玉米在畜禽饲料中占有极其重要的地位。世界上畜牧业发达国家 70%~80% 的玉米用作饲料。我

国的饲料用玉米约占玉米总产量的 70%，每年约为 9000 万吨。生产实践表明，平均每生产 1 千克肉、蛋、奶混合产品，需消耗配合饲料 1.61 千克，其中玉米占 1 千克（占 60%）。玉米籽粒和茎叶中含有丰富的碳水化合物、蛋白质、脂肪以及各种矿物质和维生素，对提高肉、蛋、奶产量具有显著效果。

玉米的饲用价值正越来越得到养殖业的认可。玉米籽粒是家畜、家禽的上等精饲料，一般 2~3 千克籽粒可生产 1 千克肉。研究表明，100 千克玉米籽粒的饲用价值相当于 135 千克燕麦、130 千克大麦或 120 千克高粱。收获果穗后的玉米茎叶，可以作青贮饲料，用以饲养家畜时，清脆可口，含维生素较多，牲畜吃后易增膘，毛色发亮，粪便不干燥。据分析，每 100 千克作物茎叶含有的饲料单位：燕麦 31.2 个，小麦 20.2 个，而玉米为 37.3 个。玉米在雄穗刚抽出时收割的鲜茎叶，是一种价值很高的多汁青饲料，含有粗蛋白 2.58%、粗脂肪 0.81%、碳水化合物 20.09%、粗纤维 5.91%、矿物质 1.99%，还含有丰富的维生素。

在玉米乳熟至蜡熟期收获作青饲料或青贮时，所含营养成分最为丰富（表 1-2）。研究表明，100 千克青贮玉米秸等于 20 千克精饲料的营养价值。用以饲养乳牛，可以增加牛奶产量；用以饲养肉牛，可以增加肉类产量。特别是用青贮果穗喂母猪时，能够提高产仔猪头数。近年来选育的高赖氨酸玉米和高油玉米更是优质的畜禽饲料，使玉米的饲用品质大为提高。玉米作为发展畜牧业的优质饲料来源，有着广阔的应用前景。伴随着世界各国畜牧业的快速发展，饲用玉米的需求会进一步增加，玉米在畜牧业中的地位日显突出。

表 1-2 玉米乳熟至蜡熟期青饲料或青贮化学成分

种类	水分 /%	粗蛋白 /%	粗脂肪 /%	碳水化合物		灰分 /%
				粗纤维 /%	淀粉糖类 /%	
青玉米全株青饲	72.89	0.76	0.41	7.91	16.53	1.50
青玉米全株青贮(夏播)	79.13	0.96	0.25	7.94	9.62	2.10
玉米果穗	64.80	3.24	1.88	0.92	27.60	0.92

（三）工业加工用

玉米是重要的工业原料，是人类加工利用最多的禾谷类作物。国外有人把玉米比喻为“皇冠上的珍珠”，这与玉米经现代工业加工后产品多、用途广、增效大有关。全球利用玉米进行粗加工和深加工而生产的产品超过 3000 种，我国玉米加工产品有 400 多种。近年来，我国玉米加工转化能力增长迅速，年增长速度在 20% 左右。有关部门统计，2011 年我国玉米加工转化能力达到 5000 万吨，深加工数量约占玉米总产量的 21%。玉米企业主要集中在东北三省和山东、河北、安徽、广东等省份。

玉米的工业用途主要体现在四个方面：淀粉制取、发酵加工、玉米制糖和玉米榨油。

1. 淀粉制取

玉米籽粒加工主要是生产淀粉，再深加工成各种变性淀粉，在食品、纺织、石油、造纸、医药、化工、冶金等行业中均有广泛应用。我国玉米淀粉工业已经形成规模巨大的工业体系，2007~2011 年间，玉米淀粉的增长率超过 12%。2011 年我国玉米淀粉产量大约 1100 万吨，约消费玉米 2800 万吨。目前，以玉米淀粉为原料的深加工产品达 200 多种。玉米淀粉可以加工成各种变性淀粉，如预糊化淀粉、氧化淀粉、双醛淀粉、双联淀粉、阳离子淀粉、羟烷基淀粉等。各种变性淀粉、淀粉糖类和糊精等产品，在食品、纺织、石油、造纸、胶黏、去污、浆洗、医药、冶金、铸造等行业中均有广泛用途。在化工工业中，玉米淀粉用于生产醋酸、丙酮、丁醇等化工产品。玉米淀粉还可制造高效吸水物质，用作种子保水剂。玉米淀粉还可以生产具有光降解性和生物降解性的塑料制品，降解率可达 97% 以上，具有防止污染、保护环境的作用。

2. 发酵加工

玉米可为发酵工业提供丰富且经济的碳水化合物，通过微生物发酵方法可以生产增值较高的玉米深加工产品。主要是从玉米淀粉中提炼出玉米糖浆，再进一步提取乳酸、柠檬酸和乙酸等有机酸、

有机酒精、酶、维生素、抗生素和一些遗传工程产品。其中，玉米淀粉发酵生产酒精是玉米工业用途的大宗产品。2007~2011年间，玉米淀粉的增长率高达19.6%。2011年，我国玉米酒精产量近1000万吨，在食品、化工、医药方面用途广泛。20世纪80年代，美国开始倡导清洁能源概念，从而拉开了乙醇替代原油产品的序幕。乙醇汽油的主要原料为玉米，这样就为玉米拓展了新的需求空间，使之成为新的准工业原料。玉米燃料乙醇价格低廉且环保，市场潜力巨大。近年来，美国种植的玉米有1/3用于生产燃料乙醇，全球粮食需求增长也主要来自于生物燃料的发展。在中国，汽车喝“酒”——玉米替代石油的时代也已来临。有数据表明，随着能源价格持续高位，中国燃料乙醇需求量每年将以500万吨的速度增长。随着国家“乙醇汽油政策”的推出，在未来10年内，其需求量每年将近千万吨，这仅是乙醇的近期市场，乙醇的中期市场是作为燃料电池的燃料。乙醇可以分解出氢，可间接或直接用作燃料电池燃料，在低温燃料电池，如手机、笔记本电脑以及新一代燃料电池汽车等可移动电源领域有非常广阔的应用前景。而乙醇的远期市场是石化工业。在未来20年内，乙醇将顺理成章地进入石化基础原料领域。乙醇作为一种可再生的循环资源，不仅是一种新兴能源，还可以生产乙烯，支撑“后石油时代”的石化工业，从而成为21世纪新兴基础产业。

3. 玉米制糖

玉米淀粉能生产淀粉糖类，包括低聚糖、麦芽糖、麦芽糊精、环糊精、果葡糖浆、结晶果糖、偶合糖等。这些糖类不仅为食品、医药、发酵等领域提供了新型糖源，而且对未来营养保健食品的开发将产生重大影响。随着科技发展，以淀粉为原料的制糖工业正在兴起，品种、产量和应用范围大大增加，其中以玉米为原料的制糖工业尤为引人注目。专家预计，未来玉米糖将占甜味市场的50%，玉米将成为主要的制糖原料。

4. 玉米榨油

玉米油是由玉米胚加工制得的植物油脂，是玉米深加工的产品之一。玉米油是一种值得大力推广的食用保健植物油，它的不饱和