

鲜食与爆裂玉米 育种和栽培

Breeding and Cultivaton of the Fresh-Eating Corn and Popcorn

◎ 杨 华 王玉兰 张保明 高根来 主编

Chief Editors: Yang Hua Wang Yulan Zhang Baoming Gao Genlai



中国农业科学技术出版社

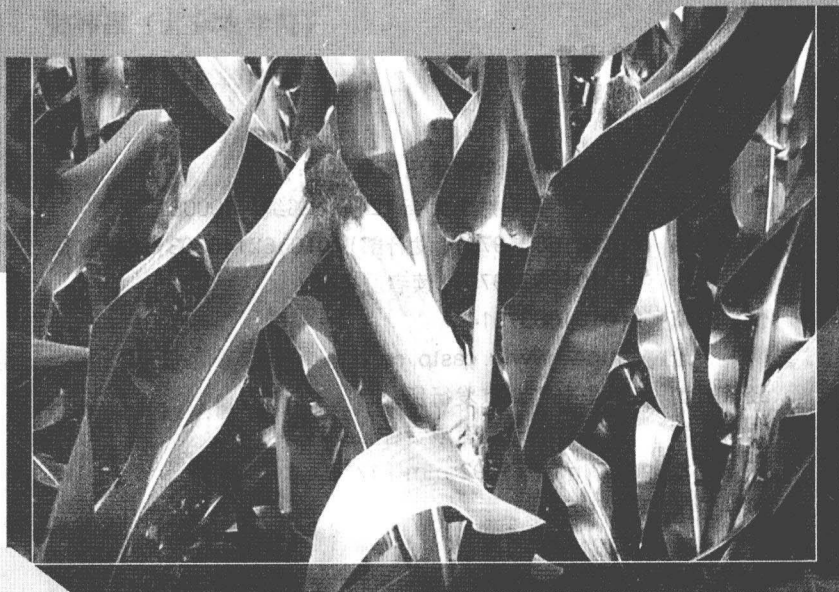
China Agricultural Science and Technology Press

鲜食与爆裂玉米 育种和栽培

Breeding and Cultivaton of the Fresh-Eating Corn and Popcorn

◎ 杨 华 王玉兰 张保明 高根来 主编

Chief Editors: Yang Hua Wang Yulan Zhang Baoming Gao Genlai



中国农业科学技术出版社

China Agricultural Science and Technology Press

图书在版编目 (CIP) 数据

鲜食与爆裂玉米育种和栽培/杨华等主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2008. 6

ISBN 978 - 7 - 80233 - 527 - 1

I. 鲜… II. 杨… III. ①玉米 - 作物育种②玉米 - 栽培
IV. S513

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 035961 号

责任编辑 鱼汲胜

责任校对 贾晓红

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)68919707(发行部) (010)62145303(编辑室)

(010)68919703(读者服务部)

传 真 (010)68975144

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 新华书店北京发行所

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张 27.25

字 数 480 千字

版 次 2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

定 价 48.00 元

版权所有 · 翻印必究

编 委 会

策划 曹广才 (中国农业科学院作物科学研究所)

吴东兵 (中国农业科学院作物科学研究所)

主编 杨 华 (重庆市农业科学院玉米研究所)

王玉兰 (吉林农业大学农学院)

张保明 (中国农业科学院作物科学研究所)

高根来 (山西省农业科学院小麦研究所)

副主编 (按姓氏汉语拼音排序)

陈学君 (甘肃金象农业发展股份有限公司)

孙祎振 (北京农学院)

王逸群 (福建师范大学生物工程学院)

吴锡冬 (天津农学院)

杨德忠 (铁岭市农业科学院)

杨 镇 (辽宁省农业科学院作物研究所)

赵仁贵 (吉林农业大学农学院)

编委 (按姓氏汉语拼音排序)

白晓军 蔡治荣 陈荣丽 陈学君 冯健英 高根来 侯立白

李 刚 李茉莉 刘喜波 刘晓丽 刘玉强 那桂秋 宁慧云

孙祎振 王向东 王逸群 王英杰 王玉兰 吴锡冬 徐明慧

许新敏 闫 明 杨德忠 杨 华 杨 镇 衣 莹 易红华

于同泉 张保明 张财祥 张胜恒 赵洪亮 赵仁贵 甄胜虎

Editorial Board

Sponsors: Guang-Cai Cao (Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences)

Dong-Bing Wu (Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences)

Chief Editors: Hua Yang (Institute of Maize, Chongqing Academy of Agricultural Sciences)

Yu-Lan Wang (College of Agronomy, Jilin Agricultural University)

Bao-Ming Zhang (Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences)

Gen-Lai Gao (Institute of Wheat, Shanxi Academy of Agricultural Sciences)

Associate Editors (Sorting by Chinese PinYin):

Xue-Jun Chen (Gansu Jinxiang Agricultural developing Company Ltd.)

Yi-Zhen Sun (Beijing University of Agriculture)

Yi-Qun Wang (College of life Sciences, Fujian Normal University)

Xi-Dong Wu (Tianjin Agricultural University)

De-Zhong Yang (Tieling Academy of Agricultural Sciences)

Zhen Yang (Institute of Crop Sciences, Liaoning Academy of Agricultural Sciences)

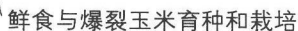
Ren-Gui Zhao (College of Agronomy, Jilin Agricultural University)

Members of the Board (Sorting by Chinese PinYin):

Xiao-Jun Bai, Zhi-Rong Cai, Rong-Li Chen, Xue-Jun Chen, Jian-Ying Feng, Gen-Lai Gao, Li-Bai Hou, Gang Li, Mo-Li Li, Xi-Bo Liu, Xiao-Li Liu, Yu-Qiang Liu, Gui-Qiu Na, Hui-Yun Ning, Yi-Zhen Sun, Xiang-Dong Wang, Yi-Qun Wang, Ying-Jie Wang, Yu-Lan Wang, Xi-Dong Wu, Ming-Hui Xu, Xin-Min Xu, Ming Yan, De-Zhong Yang, Hua Yang, Zhen Yang, Hong-Hua Yi, Ying Yi, Tong-Quan Yu, Bao-Ming Zhang, Cai-Xiang Zhang, Sheng-Heng Zhang, Hong-Liang Zhao, Ren-Gui Zhao, Sheng-Hu Zhen

作者分工

前言	张保明 (中国农业科学院作物科学研究所)
第一章	杨 华、张胜恒 (重庆市农业科学院玉米研究所)
第二章	杨 华、张胜恒、蔡治荣 (重庆市农业科学院玉米研究所)
第三章	王逸群 (福建师范大学生物工程学院) 王玉兰 (吉林农业大学农学院)
第四章	赵仁贵、王玉兰 (吉林农业大学农学院)
第五章	张胜恒、杨 华、蔡治荣 (重庆市农业科学院玉米研究所)
第六章	孙祎振 (北京农学院) 于同泉 (农业应用新技术北京市重点实验室)
第七章	
第一节	许新敏、刘玉强、冯健英 (石家庄市农业科学研究院)
第二节	刘玉强、许新敏、冯健英 (石家庄市农业科学研究院)
第八章	
第一节	杨德忠、徐明慧 (铁岭市农业科学院)
第二节	衣 莹、侯立白 (沈阳农业大学农学院) 徐明慧 (铁岭市农业科学院)
第三节	杨德忠 (铁岭市农业科学院) 赵洪亮、刘喜波 (沈阳农业大学农学院)
第九章	张保明 (中国农业科学院作物科学研究所)
第十章	吴锡冬 (天津农学院)
第十一章	
.....	高根来、王向东、宁慧云、甄胜虎 (山西省农业科学院小麦研究所)
第十二章	
.....	高根来、王向东、宁慧云、甄胜虎 (山西省农业科学院小麦研究所)
第十三章	
第一节	刘晓丽、王英杰、那桂秋 (辽宁省农业科学院作物研究所)
第二节	李 刚、李茉莉、杨 镇 (辽宁省农业科学院作物研究所)



第一节 陈学君、白晓军（甘肃金象农业发展股份有限公司）
第二节 陈学君、白晓军（甘肃金象农业发展股份有限公司）
第三节 陈学君、闫明（甘肃金象农业发展股份有限公司）
第四节 陈学君、张财祥（甘肃金象农业发展股份有限公司）

第一节 赵仁贵、王玉兰（吉林农业大学农学院）
第二节 张胜恒、易红华、陈荣丽（重庆市农业科学院玉米研究所）
第三节 孙祎振（北京农学院）

第四节 许新敏、冯建英、刘玉强 (石家庄市农业科学研究院)

英文翻译 王逸群 (福建师范大学生物工程学院)

内容简介

本书以鲜食与爆裂玉米为主体，以育种和栽培为重点，除前言外，共设15章。第一至第三章是概括性撰述，概要介绍了玉米品种类型，鲜食与爆裂玉米生产现状和发展趋势；论述了玉米起源和鲜食与爆裂玉米的形成和遗传基础；阐明了鲜食与爆裂玉米的育种目标、种质资源和育种途径。第四至第七章，从品种演替，育种目标，品种选育方法等方面分别对甜玉米、糯玉米、爆裂玉米、笋玉米予以专述。第八章是过渡章，从栽培生理的角度论述了生育过程中的水分代谢、碳代谢和氮代谢。第九至第十一章属耕作栽培范畴，包括播期类型，单作，多作种植，轮作与倒茬；品种选用，隔离种植，选地与整地，播种技术，运筹肥水，田间管理技术，收获；保护地栽培技术包括育苗移栽和地膜覆盖等内容。第十二章内容主要是病虫害防治。第十三章分别撰述了鲜食与爆裂玉米的加工和综合利用的有关知识。对发展特用玉米种植起保证作用的种子生产内容，构成本书的第十四章，有制种基地选择，自交系种子生产，杂交制种的主要技术环节，种子质量及其检验等知识。第十五章集中反映了育种研究的物化成果，按甜玉米、糯玉米、爆裂玉米、笋玉米4类，分别简要介绍了一批优良新品种。对每个品种的介绍包括品种来源，特征特性，产量和品质，栽培要点，适宜种植范围等内容。共15章47节组成了本书的写作体系。

本书资料翔实，数据可靠，论述得体，各章节体例统一，是一本理论与实际相结合的科技读物。可供科研人员和有关院校师生参考。也可供农业行政部门有关人员以及基层科技人员阅读。

Brief introduction of the book

This book focuses on the breeding and cultivation of the fresh-eating corn and popcorn. Apart from the preface, the book is composed of 15 chapters and 47 sections. Chapters 1-3 introduces the varieties of maize, the present status and development on the production of the fresh-eating corn and popcorn briefly; They explain the origin of maize and the formation and genetic basis of the fresh-eating corn and popcorn; And They discuss the breeding goals, germplasm resources and breeding methods in brief. Chapters 4-7 describe the variety succession of specialty corn, such as sweet corn, waxy corn, popcorn and baby corn, the breeding goals of specialty corn and its breeding methods in detail. Chapter 8 is in transition from the breeding of specialty corn to its cultivation, which introduces its water metabolism, carbon metabolism and nitrogen metabolism in the process of its growth and development from the point of view of crop cultivation and physiology. Chapters 9-11 belong to the fields of crop cultivation, which contain a lot of information, such as the types of sowing dates, the sole cropping and multiple cropping, the rotation of crops and changing stubble, choosing the varieties of maize, the planting with isolated plots, choosing the land and leveling the fields, the sowing techniques, the management of fertilizer and water, the techniques of the management of the fields, harvesting the maize and the techniques of the shed cultivation, including to the crop seedling production in plastic shed greenhouse and transplanting the seedlings, and the plastic film mulch etc. Chapter 12 shows the control of disease and insect pests. Chapter 13 introduces the processing of the fresh-eating corn and popcorn and its comprehensive utilization. Chapter 14 also contains a lot of information, such as the production of specialty corn seeds of inbred lines, the key techniques of cross breeding, the quality of seeds and their quality test. Chapter 15 focuses on the greatest scientific achievements of the specialty corn breeding, including sweet corn breeding, waxy corn breeding, popcorn breeding and baby corn breeding, which introduces many new and good varieties of specialty corn in brief and describes their many characteristics, such as the origin of varieties, their traits, their yields and qualities, the key



techniques of their cultivation, and the suitable areas of planting them etc.

This book has many advantages. First of all, its data are accurate and reliable; second, its description and discussion are appropriate and excellent; third, all chapters have the same layout and the good forms; fourth, it is full of the scientific and technological materials integrating theory with practice.

The purpose of the book is that of providing the scientific and technological information which is not only suitable for some scientists, college students and teachers who regard as references, but also suitable for some officers who work at the administrative departments of agriculture and others in the basic level scientific research groups.

前 言

起源于美洲大陆的玉米，是世界和中国主要的粮食作物之一，也是对环境
和生态条件适应能力相当强的作物种类。从赤道附近到 50°N 和 50°S 以外皆有
玉米分布。

中国的玉米分布遍及全国。以海拔而论，从低于海平面的吐鲁番盆地到海
拔 3 600m 以上的高海拔处都有种植。

玉米是喜温作物。除整个生育过程和各生育阶段要求一定范围的温度外，
不像小麦那样有特殊要求，总的体现积温效应。玉米又是喜光作物，光周期反
应表现为不典型的短日照类型。

在国内，近些年来，全国玉米种植面积超过了小麦，已跃居为第二大粮食
作物。据统计，2003、2004、2005 年播种面积分别为 2 406.82、2 544.60、
2 635.81 万 hm^2 ，总产和平均单产依次为 11 583.0、13 029.0、13 936.5 万 t 和
4 813、5 120、5 287 kg/hm^2 。玉米种植在国民经济、农业生产和粮食安全中的
地位至关重要。

这种古老的作物，至今已有繁多的品种，类型上也多种多样。从不同的
角度，有不同的类型划分。例如，根据对短日条件的敏感程度，玉米的光周
期类型可分为光敏型和光钝型；从分枝类型看，有强分枝型、弱分枝型和
不分枝型；从籽粒性状类型看，有硬质型、马齿型、粉质型、爆裂型、甜质
型、糯质型、甜粉型、有稃型；在杂交种类型上，有顶交种、单交种、双交
种、三交种、综合品种、复合种；熟期类型上，有超早熟、早熟、中早熟、
中熟、中晚熟、晚熟、超晚熟 7 类，生育天数和植株叶数各不相同。在评价
玉米具体品种的类型时，通常综合使用杂交种类型和熟期类型。种植玉米的
目的是为了利用。从用途类型上，公认的划分类型有普通玉米和具有特定用
途的特用玉米。

在特用玉米中，与人们日常生活关系密切的有甜玉米、糯玉米、爆裂玉
米、优质蛋白玉米、高油玉米、高淀粉玉米、青贮玉米、笋玉米等。其中，甜
玉米、糯玉米、笋玉米又习称鲜食玉米。鲜食玉米通过蒸、煮、烹调等处理可
以鲜食和加工食用；爆裂玉米通过膨爆处理可作为膨化食品供人食用。

鲜食与爆裂玉米可视为食品型的特用玉米，在人们膳食结构中占有一定地



位,越来越受到消费者关注。这些类型的特用玉米在全国玉米生产中也占有一定的种植面积。据不完全统计,2005 年仅甜玉米和糯玉米的种植已超过 60 万 hm^2 。

甜玉米、糯玉米、爆裂玉米、笋玉米都有各自的起源、遗传基础和品种演替历程,至今都有广泛的应用。从科研角度看,育种理论和手段不断丰富,已培育出大批优良品种;种植制度和栽培技术体系也不断创新。研究成果层出不穷。研究成果用在生产上,从生产和消费方面都创造出了显著的效益。

为了较系统地反映鲜食与爆裂玉米科研成果和生产成就,继续为这些特用玉米类型的科研和生产做贡献,撰写并出版《鲜食与爆裂玉米育种和栽培》一书,应该成为同行的共识。

经中国农业科学院作物科学研究所有关专家策划和组织,通过与重庆市农业科学院玉米研究所、吉林农业大学农学院、山西省农业科学院小麦研究所、甘肃金象农业发展股份有限公司、北京农学院、福建师范大学生物工程学院、天津农学院、铁岭市农业科学院、辽宁省农业科学院作物研究所、沈阳农业大学农学院、石家庄市农业科学研究院等单位的专家和作者们协商,反复讨论、修改和确定了写作提纲,分头撰稿,共同完成了这本集体著作。

此书以鲜食与爆裂玉米为主体,以育种和栽培为重点,除前言外,共设 15 章。第一至第三章是概括性撰述,概要介绍了玉米品种类型,鲜食与爆裂玉米生产现状和发展趋势;论述了玉米起源和鲜食与爆裂玉米的形成和遗传基础;阐明了鲜食与爆裂玉米的育种目标、种质资源和育种途径。第四至第七章,从品种演替,育种目标,品种选育方法等方面分别对甜玉米、糯玉米、爆裂玉米、笋玉米予以专述。第八章是过渡章,从栽培生理的角度论述了生育过程中的水分代谢、碳代谢和氮代谢。第九至第十一章属耕作栽培范畴,包括播期类型,单作,多作种植,轮作与倒茬;品种选用,隔离种植,选地与整地,播种技术,运筹肥水,田间管理技术,收获;保护地栽培技术包括育苗移栽和地膜覆盖等内容。第十二章内容主要是病虫害防治。第十三章分别撰述了鲜食与爆裂玉米的加工和综合利用的有关知识。对发展特用玉米种植起保证作用的种子生产内容,构成本书的第十四章,有制种基地选择,自交系种子生产,杂交制种的主要技术环节,种子质量及其检验等知识。第十五章集中反映了育种研究的物化成果,按甜玉米、糯玉米、爆裂玉米、笋玉米 4 类,分别简要介绍了一批优良新品种。对每个品种的介绍包括品种来源,特征特性,产量和品质,栽培要点,适宜种植范围等内容。共 15 章 47 节组成了本书的写作体系。

参考文献按章编排。所引用的都是正式出版物和公开发行的刊物。作者姓



氏按汉语拼音排序，同一作者以其著作发表的年代先后为序。英文文献排在中文文献之后，也按作者名字和发表年代编排。

本书资料翔实，数据可靠，论述得体，各章节体例统一，是一本理论与实际相结合的科技读物。可供科研人员和有关院校师生参考。也可供农业行政部门有关人员以及基层科技人员阅读。

限于作者水平，不当和错误之处难免，望同行专家和读者不吝赐教。

张保明

2008 年 2 月

目 录

第一章 鲜食与爆裂玉米概述	(1)
第一节 玉米品种的用途类型	(1)
第二节 鲜食与爆裂玉米的生产现状和发展趋势	(9)
第二章 鲜食与爆裂玉米的形成和遗传基础	(23)
第一节 玉米起源和鲜食与爆裂玉米的形成	(23)
第二节 鲜食与爆裂玉米的遗传基础	(37)
第三章 鲜食与爆裂玉米育种	(52)
第一节 育种目标	(52)
第二节 种质资源	(56)
第三节 育种途径	(61)
第四章 甜玉米品种选育	(86)
第一节 品种演替及类型	(86)
第二节 甜玉米育种目标	(93)
第三节 甜玉米品种选育方法	(96)
第五章 糯玉米品种选育	(109)
第一节 品种演替	(109)
第二节 糯玉米育种目标	(116)
第三节 糯玉米品种选育方法	(119)
第六章 爆裂玉米品种选育	(132)
第一节 爆裂玉米的起源、特点与价值	(132)
第二节 爆裂玉米的特征特性与遗传基础	(135)
第三节 爆裂玉米育种目标和品种选育方法	(138)
第四节 爆裂玉米爆花原理和条件	(146)
第七章 笋玉米品种选育	(150)
第一节 概况	(150)
第二节 笋玉米育种目标和品种选育方法	(156)
第八章 玉米生育过程的物质代谢	(161)
第一节 水分代谢	(161)



第二节 碳代谢	(172)
第三节 氮代谢	(184)
第九章 种植方式	(195)
第一节 播期类型	(195)
第二节 单作	(201)
第三节 多作种植	(207)
第四节 轮作与倒茬	(226)
第十章 栽培技术	(236)
第一节 品种选用	(236)
第二节 隔离种植	(240)
第三节 选地和整地	(242)
第四节 播种技术	(246)
第五节 运筹肥水	(250)
第六节 田间管理技术	(258)
第七节 收获	(267)
第十一章 保护地栽培技术	(272)
第一节 育苗移栽	(272)
第二节 地膜覆盖	(275)
第十二章 病虫害防治	(283)
第一节 主要病害及其防治	(283)
第二节 主要虫害及其防治	(298)
第十三章 鲜食与爆裂玉米的综合利用	(310)
第一节 鲜食玉米的加工与综合利用	(310)
第二节 爆裂玉米的加工与综合利用	(327)
第十四章 种子生产	(337)
第一节 制种基地的选择	(337)
第二节 自交系种子生产	(343)
第三节 杂交制种的主要技术环节	(350)
第四节 种子质量与质量检测	(363)
第十五章 优良新品种简介	(378)
第一节 甜玉米	(378)
第二节 糯玉米	(391)
第三节 爆裂玉米	(405)
第四节 笋玉米	(411)

Contents

Chapter 1	Introduction of the Fresh-Eating Corn and Popcorn in Brief	(1)
Section 1	Types of the varieties of maize according to the use	(1)
Section 2	Present status and developmental tendency for the production of the fresh-eating corn and popcorn	(9)
Chapter 2	Formation and Genetic Basis of the Fresh-Eating Corn and Popcorn	(23)
Section 1	Origin of the maize and formation of the fresh-eating corn and popcorn	(23)
Section 2	Genetic basis of the fresh-eating corn and popcorn	(37)
Chapter 3	Breeding of the Fresh-Eating Corn and Popcorn	(52)
Section 1	Breeding goals	(52)
Section 2	Germplasm resources	(56)
Section 3	Breeding methods	(61)
Chapter 4	Breeding of the Sweet Corn	(86)
Section 1	Variety succession and types	(86)
Section 2	Breeding goals of the sweet corn	(93)
Section 3	Breeding methods of the sweet corn	(96)
Chapter 5	Breeding of the Waxy Corn	(109)
Section 1	Variety succession	(109)
Section 2	Breeding goals of the waxy corn	(116)
Section 3	Breeding methods of the waxy corn	(119)
Chapter 6	Breeding of the Popcorn	(132)
Section 1	Origin, characteristics and value of the popcorn	(132)
Section 2	Traits and genetic basis of the popcorn	(135)
Section 3	Breeding goals of the popcorn and its breeding methods	(138)
Section 4	Popping mechanism of the popcorn and its condition	(146)
Chapter 7	Breeding of the Baby Corn	(150)



Section 1	General condition	(150)
Section 2	Breeding goals of the baby corn and its breeding methods	(156)
Chapter 8	Material Metabolism	(161)
Section 1	Water metabolism	(161)
Section 2	Carbon metabolism	(172)
Section 3	Nitrogen metabolism	(184)
Chapter 9	Planting Pattern	(195)
Section 1	Types of sowing dates	(195)
Section 2	Sole cropping	(201)
Section 3	Multiple cropping	(207)
Section 4	Rotation of crops and changing stubble	(226)
Chapter 10	Techniques of the Cultivation	(236)
Section 1	Choosing the varieties	(236)
Section 2	Planting with isolated plots	(240)
Section 3	Choosing the land and leveling the fields	(242)
Section 4	Sowing techniques	(246)
Section 5	Management of fertilizer and water	(250)
Section 6	Techniques of the management of the fields	(258)
Section 7	Harvest	(267)
Chapter 11	Techniques of the Shed Cultivation	(272)
Section 1	Crop seedling production in plastic shed greenhouse and transplanting the seedlings	(272)
Section 2	Plastic film mulch	(275)
Chapter 12	Control of Disease and Insect Pests	(283)
Section 1	Main diseases and their control	(283)
Section 2	Main insect pests and their control	(298)
Chapter 13	Comprehensive Utilization of the Fresh-Eating Corn and Popcorn	(310)
Section 1	Processing of the fresh-eating corn and its comprehensive utilization	(310)
Section 2	Processing of the popcorn and its comprehensive utilization	(327)
Chapter 14	Production of seeds	(337)
Section 1	Choosing the bases of producing seeds	(337)
Section 2	Production of the seeds of inbred lines	(343)