

鲜食糯玉米

高效生产技术

刘开昌 龚魁杰 主编



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

鲜食糯玉米高效生产技术

刘开昌 龚魁杰 主编

山东科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

鲜食糯玉米高效生产技术 / 刘开昌, 龚魁杰主编.
—济南: 山东科学技术出版社, 2017.9
ISBN 978-7-5331-8727-9

I. ①鲜… II. ①刘… ②龚… III. ①糯玉米—栽培技术 IV. ①S513

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 160936 号

鲜食糯玉米高效生产技术

刘开昌 龚魁杰 主编

主管单位: 山东出版传媒股份有限公司

出 版 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路16号

邮编: 250002 电话: (0531)82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发 行 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路16号

邮编: 250002 电话: (0531)82098071

印 刷 者: 山东泰安新华印务有限责任公司

地址: 泰安市灵山大街39号

邮编: 271000 电话: (0538)6119313

开本: 850 mm × 1168 mm 1/32

印张: 7.25

字数: 150 千

印数: 1~2000

版次: 2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-8727-9

定价: 30.00 元

主 编 刘开昌 龚魁杰

副 主 编 陈利容 张发军 张 慧

编著人员 (以姓氏笔画为序)

王旭清 王 鹏 刘开昌

祁国栋 孙琳琳 李宗新

李晓月 张发军 张成华

张 慧 陈利容 龚魁杰

韩 伟

前言



糯玉米是玉米属的一个亚种，是因玉米第9染色体wx基因发生突变而产生的新类型。玉米传入中国后，由于云南、广西一带的傣族、哈尼族有喜爱黏食的习俗，在长期的栽培实践中，选择黏食型玉米突变体培育而成了糯玉米，它是玉米各类型中唯一起源于中国的类型。鲜食糯玉米的主要消费市场在东亚和东南亚地区，因而东亚也成为最为活跃的学术和产业前沿。中国是鲜食糯玉米产业与研究的主要基地。当前，国内玉米市场面临“高库存、高产量、高进口”压力，玉米供给侧结构亟需调整。随着人们生活水平不断提高和经济发展，糯玉米作为特殊风味的食品和工业原料，需求量日渐增多。发展鲜食糯玉米符合农民传统农业种植习惯，又食饲兼用，对于走出当前玉米种植业发展困境具有现实意义。

近年来，美国、欧盟都开始陆续进口中国的鲜食糯玉米，且数量在逐年增加，表明鲜食糯玉米正在成为一

个国际性食品受到关注。目前，鲜食糯玉米产业已经呈现快速发展的趋势。据估算，2015年我国鲜食玉米年种植面积为1 200万~2 000万亩，其中糯玉米1 100万亩左右，鲜食糯玉米已经形成了一个庞大的产业。但是在产业发展过程中，鲜食糯玉米品种多而杂，种植户很难做出合适的选择；栽培技术过于粗放，难以实现集约化经营；鲜食糯玉米的加工品种类型单一，耗能、耗水非常严重，成为制约鲜食玉米产业发展的“瓶颈”。以问题为导向，解决产业发展过程中的问题，提振产业发展的科技水平，是鲜食糯玉米产业发展面临的重要节点。基于此，我们组织了长期从事鲜食糯玉米育种、栽培、加工技术的科研人员，同时联合农技推广部门，结合各自的科研实践和农技推广中存在的问题，客观分析，理性总结，编写完成了此书。

本书共分八章，阐述了鲜食糯玉米的基本概况，分析了糯玉米的生长发育过程，以此为基础，提出了糯玉米的安全高效栽培技术；针对鲜食糯玉米特殊的物质组成，对其采后生理进行了系统的研究，为鲜食糯玉米采后贮藏加工技术提供了理论基础，并介绍了多种高效安全的贮藏加工技术；针对鲜食糯玉米的推广现状，进行了主粮化发展和一二三产业融合发展设计，为鲜食糯玉米规模化、集约化指出了发展方向。本书是鲜食糯玉米最新发展成果的系统总结，将有利于促进技术创新和学术繁荣。

本书在编写过程中得到了山东省现代农业产业技术体系玉米创新团队(SDAIT-02-11)、山东省科技发展计划(2014GNC113013)、国家科技支撑计划课题“粮食丰产科技工程(2013BAD07B06)”等项目的支持,在此一并表示感谢!

本书较为全面地归纳了近年来鲜食糯玉米的育种、栽培、加工的最新科研和实践成果,并提出了鲜食糯玉米产业发展的设想。由于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,恳请读者尤其是同行提出宝贵的意见和建议。

编 者

2017年5月

1



鲜食糯玉米高效生产技术

第三章 鲜食糯玉米高效安全栽培技术 63

- 第一节 鲜食糯玉米栽培技术 63
- 第二节 鲜食糯玉米栽培中的水管理 69
- 第三节 鲜食糯玉米栽培中的合理施肥 72
- 第四节 鲜食糯玉米采收技术 78
- 第五节 鲜食糯玉米间作套种技术 78
- 第六节 鲜食糯玉米绿色、无公害栽培技术 82

第四章 鲜食糯玉米采后品质调控 86

- 第一节 鲜食糯玉米采后呼吸生理变化 86
- 第二节 鲜食糯玉米采后水分生理变化 92
- 第三节 鲜食糯玉米采后甜味变化 96
- 第四节 鲜食糯玉米采后黏性变化 100
- 第五节 鲜食糯玉米采后糖代谢相关酶活性变化
..... 105
- 第六节 鲜食糯玉米采后柔嫩度变化 112
- 第七节 鲜食糯玉米采后多糖降解代谢变化 117
- 第八节 鲜食糯玉米采后木质素代谢变化 123
- 第九节 鲜食糯玉米采后柔嫩度变化分析 127



第五章 鲜食糯玉米采后安全贮藏	131
第一节 鲜食糯玉米采后微生物侵染	131
第二节 复合涂膜常温保藏鲜食糯玉米	136
第三节 复合涂膜低温保藏鲜食糯玉米	141
第四节 硅窗袋气调贮藏鲜食糯玉米	148
第五节 气调包装袋贮藏鲜食糯玉米	150
第六章 鲜食糯玉米高效加工技术	153
第一节 鲜食糯玉米采后初加工技术	153
第二节 鲜食糯玉米真空包装贮藏技术	156
第三节 鲜食糯玉米棒速冻加工技术	158
第四节 鲜食糯玉米粒速冻加工技术	161
第五节 鲜食糯玉米罐头	163
第六节 鲜食糯玉米饮料	165
第七节 鲜食糯玉米发酵饮料	168
第八节 鲜食糯玉米酸奶	170
第九节 鲜食糯玉米营养粥	173
第十节 鲜食糯玉米面条	175
第十一节 速冻鲜食糯玉米粽子	178



鲜食糯玉米高效生产技术

第七章 鲜食糯玉米产业经济 181

第一节 从食用价值看待鲜食糯玉米主粮化 181

第二节 从经济效益看待鲜食糯玉米主粮化 186

第三节 鲜食糯玉米对于玉米种植结构调整的意义 189

第四节 发展鲜食糯玉米成为国际优势产业 193

第五节 鲜食糯玉米产业发展对策 195

第八章 发展鲜食糯玉米产业成为一二三融合产业 199

第一节 鲜食糯玉米实现一二三产业融合发展的可行性分析 200

第二节 鲜食糯玉米实现一二三产业融合发展的短板分析 204

第三节 鲜食糯玉米一二三产业融合发展的产业设计 207

附 录 213

第一章

鲜食糯玉米概述

糯玉米，也称蜡质玉米，因其切口暗淡、平滑，与蜡很相像而得名。鲜食糯玉米俗称黏玉米、嫩玉米，是指在乳熟期鲜采食用的玉米类型，其淀粉构成全部为支链淀粉，黏度大，适口性强，营养丰富，加工品种多，作为嗜好性食物受到消费者的喜爱，同时鲜食糯玉米及其糯玉米粒又可作为宾馆饭店的配菜而得到广泛的应用。

第一节 鲜食糯玉米的起源与发展

1. 玉米在中国的传播与发展

玉米原产于中美洲和南美洲，早在公元前5300年前后，古印第安人在墨西哥南部就开始种植玉米。之后传播到美洲的其他热带地区，包括巴拿马和南美洲。玉米



鲜食糯玉米高效生产技术

等作物从野生到人工种植，是玛雅文明的重要标志。在古老的美洲，玉米是宗教性的神圣之物，严格的管理，精心的选择，从而培育出了果穗硕大、籽粒饱满的玉米。1492年，哥伦布的远航船队在古巴发现了玉米，1494年引进到了西欧，因为甘甜可口、适应性广，仅用了二三十年时间，玉米就几乎传遍了整个欧洲。又过了约半个世纪，玉米随着欧洲人的殖民步伐和商业往来逐步传到了非洲和亚洲。

中国玉米栽培历史已超过400年，估计传入的时间当在明嘉靖三十九年（1560年）前。传入的路线则无明确记载，根据民间传说，大体上有以下3条路线：从西班牙传到麦加，再从麦加经中亚引种到我国的西北地区；从欧洲传到印度、缅甸等地，再引种到我国西南地区；从欧洲传到菲律宾，又由葡萄牙人或在菲律宾经商的中国商人经海路传到中国。玉米传入中国后，直到明末，虽然分布已见于十二省，但也主要种植在新开发的山区；到了清朝乾隆、嘉庆两朝，随着人口的大幅度增加，为解决粮食自给问题，才开始大面积种植，到了清后期玉米已经成为各地常见的粮食作物。

进入20世纪，在黄河中下游各地，玉米逐渐成为重要粮食作物。但从种植面积和总产量来看，还次于谷子。20世纪70年代以后，随着华北地区水利条件逐步改观，以及新品种、新技术推广，玉米发展到仅次于小麦的主粮



地位。到了20世纪80年代，随着小麦、稻米供给能力的增强，玉米和其他谷物在居民食物消费结构中所占份额逐渐减少。1990年之后，每人每年消费玉米5~6 kg，玉米基本上退出了食用作物舞台，转向以饲料和加工用途为主。

2. 糯玉米的出现

玉米在中国传播的初期，并没有得到广泛的种植。但玉米的鲜食属性却为人们所认识，常有平川地区在田头屋角或菜园中“偶种一二，以娱孩稚”，而主要的食用形式就是鲜食。玉米在中国能得到大面积种植，一个重要原因就是其能“乘青半熟，先采而食”，以解燃眉之急，因此鲜食玉米的发展历史一直伴随着玉米的发展进程。不过在很长的一段时间里，鲜食玉米都是玉米发展的副产物，没有作为一个独立的事物走出自己的路，直至糯玉米的出现。

糯玉米是玉米属的一个亚种，是因玉米第9染色体wx基因发生突变而产生的。玉米传入中国后，由于云南、广西一带的傣族、哈尼族有喜爱黏食的习俗，在长期的栽培实践中选择黏食型玉米突变体培育而成了糯玉米，它是玉米各类型中唯一起源于中国的类型；由其起源也可看出，相对于较高的产量属性，糯玉米的最初特性与优良的食用价值联系更为紧密。



鲜食糯玉米高效生产技术

1908年, 上海的美国长老会传教士 Rev. J. M. W. Farnham 把蜡质型玉米种子寄给了美国外国种子引种处, 随种子的便条写道: “这是一种特殊的玉米, 有几种颜色, 但中国人说这几种颜色的玉米都是同一个品种。这种玉米比其他玉米黏得多, 在我看来, 可能会发现它有些用途, 或许可以做粥吃。” 1908年5月9日, 植物学家柯林斯把寄来的种子种在美国首都华盛顿附近, 有53株成熟, 他记载了这些植株的全部特征和籽粒胚乳的组成, 发表在美国农业部新闻简报上, 于1909年12月出版。蜡质型玉米于是被作为一种遗传的珍品而得到保存和研究。

3. 鲜食糯玉米的发展

蜡质玉米出现后在美国的主要用途是作为食品用的增稠剂、贴邮票和粘信封的黏着剂, 也可使杂志的纸面光滑, 作为支链淀粉的来源而得到一定程度应用, 但发展规模不大, 当时支链淀粉的主要来源为木薯。到二次世界大战时, 由于日本切断了木薯的供应渠道, 加工者开始转向采用蜡质玉米, 幸好当时 G. F. Sprague 和其他育种者已经开始了蜡质玉米的高产杂交育种工作, 因而蜡质玉米开始根据食品加工业者的需求而得到发展。

但蜡质玉米在美国并没有形成鲜食应用的市场, 鲜食用途的糯玉米发展起源于东亚地区, 得益于东亚地区居民有喜食鲜嫩青穗的传统。韩国较早开展鲜食糯玉米



的研究与生产,目前已经有十几个品种获得了推广,韩国也一度成为鲜食糯玉米主要的生产国和出口国,但随着农业人口向首尔等大城市的转移,鲜食糯玉米种植业和加工业产量出现下降,他们开始将目光转移到中国,每年从中国进口的鲜食糯玉米开始增多。

鲜食糯玉米在中国的发展始自20世纪80年代,起因于消费者对健康饮食的追求,而鲜食糯玉米口感香甜、糯软,适口性强,因此鲜食糯玉米得到快速传播,成为重要的休闲食品,种植面积快速增大。据初步统计,我国鲜食糯玉米面积已由本世纪初的7万 hm^2 增加到目前的70万 hm^2 以上,产量约1 500万t,规模以上加工企业超过2 000家。糯玉米从花色上分,有白、黄、紫、绿、黑、红、花色等各种颜色;从熟期类型上分,有早、中、晚熟等各类品种。我国现已成为鲜食糯玉米第一生产和消费大国。

第二节 鲜食糯玉米的营养健康价值

1. 鲜食糯玉米的能量供给与主要营养成分

鲜食糯玉米被营养学家称为“黄金谷物”“新型营养保健食品”“长寿食品”,鲜食糯玉米含有多多种玉米干籽粒中含量较少的氨基酸、维生素、微量元素等营养成分,



鲜食糯玉米高效生产技术

食用价值远高于完熟玉米籽粒，是一种较理想的营养平衡食品，单独食用即可获得较全面的营养。鲜食糯玉米与普通玉米干籽粒营养成分对比见表 1-1。

表 1-1 鲜食糯玉米与普通玉米干籽粒营养成分比较

项目	鲜食糯玉米	普通玉米干籽粒
水分	4.88	1.0
蛋白质	1.07	1.0
赖氨酸	1.24	1.0
脂肪	1.48	1.0
淀粉	0.84	1.0
可溶性糖	310.0	1.0
粗纤维	1.79	1.0
膳食纤维	3.23	1.0
灰分	1.49	1.0
能量	1.02	1.0
维生素 A	3.83	1.0
维生素 B ₂	0.92	1.0
维生素 C	98.1	未检出
维生素 E	1.35	1.0
磷 (P)	0.98	1.0
铁 (Fe)	0.69	1.0
钙 (Ca)	4.37	1.0

注：表中数据均以普通玉米干籽粒为基数折算成的倍数。表中数据来源：

刘春泉，宋江峰，李大婧．鲜食甜糯玉米的营养及其加工．农产品加工，2010(6)：8-9．