

中国东北 高油玉米



赵仁贵 高洁 高树仁 主编

中国农业科学技术出版社

中国东北 高油玉米



赵仁贵 高洁 高树仁 主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国东北高油玉米/赵仁贵, 高洁, 高树仁主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2013. 1

ISBN 978-7-5116-1030-0

I. ①中… II. ①赵… ②高… ③高… III. ①玉米—栽培技术 IV. ①S513

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 177053 号

责任编辑 鱼汲胜

责任校对 贾晓红 范 潇

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 (0) 13671154890 (编辑室) (010) 82109704 (发行部)

(010) 82109703 (读者服务部)

传 真 (010) 82106624

网 址 [http:// www. castp. cn](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 787mm × 1092mm 1/16

印 张 21.75

字 数 460 千字

版 次 2013 年 1 月第一版 2013 年 3 月第二次印刷

定 价 49.00 元

— 版权所有 · 翻印必究 —

内容简介

本书对中国玉米主产区东北春玉米区的高油玉米种植作了全方位阐述。全书由 12 章组成，内容包括：玉米起源与传播，玉米分类；高油玉米籽粒品质概述；中国东北玉米生产布局；高油玉米品种选育（高油玉米遗传基础，育种基本途径，东北地区高油玉米育种成就）；高油玉米物质代谢（水分代谢，碳代谢，氮代谢，含油量）；气候条件、地理因素、栽培措施对玉米品质的影响；高油玉米高产栽培（种植方式，高产栽培技术体系，覆盖栽培）；非生物胁迫与对策（水分胁迫，温度胁迫，盐碱胁迫）；生物胁迫与对策（主要病害与防治，虫害、螨害、鼠害与防治，杂草防除）；灾害性天气防御；高油玉米种子生产；东北地区高油玉米良种简介。资料翔实，撰述得体，读者面广。

按章编排参考文献。参考文献以作者姓名的汉语拼音排序，同一作者的文献则以年代先后为序。外文文献在中文文献之后，以作者姓名为序编排。

编 委 会

策 划

曹广才 (中国农业科学院作物科学研究所)

魏 澍 (东北农业大学农学院)

顾 问

王玉兰 (吉林农业大学农学院)

侯立白 (沈阳农业大学科学技术学院)

主 编

赵仁贵 (吉林农业大学农学院)

高 洁 (吉林农业大学农学院)

高树仁 (黑龙江八一农垦大学农学院)

副主编 (按姓名的汉语拼音排序)

白庆荣 (吉林农业大学农学院)

陈长卿 (吉林农业大学农学院)

顾万荣 (东北农业大学农学院)

滕文星 (吉林省通化市农业科学研究院)

王 雪 (吉林农业大学农学院)

衣 莹 (沈阳农业大学农学院)

赵长江 (黑龙江八一农垦大学农学院)

编委 (按姓名的汉语拼音排序)

- 白庆荣 (吉林农业大学农学院)
陈长卿 (吉林农业大学农学院)
高洁 (吉林农业大学农学院)
高树仁 (黑龙江八一农垦大学农学院)
顾万荣 (东北农业大学农学院)
李红霞 (吉林农业大学农学院)
李玉杰 (吉林农业大学农学院)
姜云 (吉林农业大学生命科学院)
宋日 (吉林农业大学农学院)
滕文星 (吉林省通化市农业科学研究院)
王丽艳 (黑龙江八一农垦大学农学院)
王霞 (黑龙江八一农垦大学农学院)
王雪 (吉林农业大学农学院)
王艺陶 (沈阳农业大学农学院)
王振萍 (吉林省通化市农业科学研究院)
杨丽娜 (吉林农业大学农学院)
衣莹 (沈阳农业大学农学院)
于海波 (沈阳市农业广播电视学校)
张海燕 (黑龙江八一农垦大学农学院)
赵长江 (黑龙江八一农垦大学农学院)
赵洪亮 (沈阳农业大学农学院)
赵明晶 (沈阳农业大学科学技术学院)
赵仁贵 (吉林农业大学农学院)

作者分工

第一章	
第一节	赵仁贵, 宋日, 李玉杰
第二节	赵仁贵, 宋日, 李红霞
第二章	赵仁贵, 李红霞
第三章	
第一节	赵长江
第二节	王丽艳, 张海燕, 赵长江
第四章	高树仁
第五章	赵长江
第六章	滕文星
第七章	衣莹, 赵洪亮, 王艺陶, 赵明晶, 于海波
第八章	顾万荣
第九章	
第一节	王雪, 高洁
第二节	王雪, 杨丽娜, 高洁
第三节	陈长卿, 高洁
第十章	白庆荣
第十一章	顾万荣
第十二章	滕文星, 王振萍
全书统稿	曹广才, 魏湜

目 录

第一章 玉米起源与分类	1
第一节 玉米起源与传播	1
第二节 玉米分类	22
第二章 高油玉米籽粒品质概述	35
第一节 玉米籽粒的形成和结构	35
第二节 高油玉米籽粒的营养品质	39
第三章 中国东北玉米生产布局	54
第一节 东北玉米种植区域概述	54
第二节 东北高油玉米分布	73
第四章 高油玉米品种选育	84
第一节 高油玉米遗传基础	84
第二节 高油玉米育种基本途径	91
第三节 东北地区高油玉米育种成就	103
第五章 高油玉米的有关物质代谢	107
第一节 水分代谢	107
第二节 碳代谢	119
第三节 氮代谢	130
第四节 高油玉米含油量	141
第六章 环境条件对玉米品质的影响	153
第一节 气候条件的影响	153
第二节 地理因素对玉米脂肪的影响	158
第三节 栽培措施对玉米籽粒脂肪的影响	159

第七章 高油玉米高产栽培	167
第一节 种植方式	167
第二节 高产栽培技术体系	179
第三节 覆盖栽培	191
第八章 非生物胁迫与对策	206
第一节 非生物胁迫的类型及概述	206
第二节 水分胁迫与对策	208
第三节 温度胁迫与对策	219
第四节 盐碱胁迫与对策	228
第九章 生物胁迫与对策	238
第一节 东北地区玉米主要病害与防治	238
第二节 东北地区玉米主要虫害、螨害和鼠害及其防治	253
第三节 东北地区玉米田主要杂草与防除	269
第十章 灾害性天气防御	290
第一节 风灾	290
第二节 雹灾	293
第三节 霜冻	295
第四节 阴害	298
第五节 暴雨	299
第十一章 高油玉米种子生产	303
第一节 种子繁育与生产	303
第二节 种子质量与检验	312
第三节 种子加工与贮藏	317
第十二章 东北地区高油玉米良种简介	333

第一章 玉米起源与分类

第一节 玉米起源与传播

一、玉米起源

玉米 (*Zea mays* L.) 即玉蜀黍, 亦称苞米、包谷、棒子等。分类学上玉米属于禾本科玉蜀黍族玉蜀黍属植物。玉米的花是雌雄同株的单性花, 茎的顶端着生雄花序 (雄穗), 雄花序主轴具有多列小穗, 而分支只具有两列小穗; 中部节间着生侧枝, 其节间短缩, 顶端着生粗大的肉穗状花序 (雌花), 又称果穗, 果穗上着生多列成对的雌性小穗, 每个小穗内有两朵小花, 处于低位的小花经常被抑制不能发育成果实, 而处于上位的小花能开花结实。果穗被侧枝各节间着生的数层变态的叶鞘 (苞叶) 包裹, 对果穗具有良好的保护作用。

玉米起源于南美洲, 其驯化可能开始于 7 000 ~ 10 000 年以前。玉米与小麦、水稻相比传播时间较晚, 直到 1492 年哥伦布发现美洲大陆之后, 看到印第安人食用一种“特殊”的作物——玉米, 1494 年玉米才被带回西班牙, 从此便逐渐传往世界各地。至今, 尚未发现与玉米形态相似的野生材料、化石或玉米从野生到栽培种驯化过程中的中间类型。玉米祖先问题一直困扰着科学界。近两个世纪以来, 科学家们从形态学、细胞学、分子生物学、考古学等角度对玉米祖先进行了不懈的探究, 提出了许多玉米起源的理论假说, 主要包括: 有稃玉米起源假说、大刍草起源假说、共同祖先起源假说、“三成分”起源假说以及野生玉米与多年生大刍草杂交种起源假说等 5 个主要理论假说和另外几个次要的理论假说。

(一) 有稃玉米起源假说

有稃玉米起源假说是 1829 年由法国博物学家 Saint-Hilaire 提出的。该假说认为, 玉米起源于原始有稃野生玉米, 现今玉米的无稃以及果穗外包被厚厚苞叶是人们长期驯化、选择的结果。这一理论假说提出之后, 立即引起了当时科学家的广泛关注。其与栽培玉米只

有一个基因的差异，除此之外，也引起了一系列的质疑：这种类型的玉米表现型可以自发地从栽培玉米中产生，经常表现出畸形和不育等现象（Mangelsdorf, 1974）。

从现在的研究结果来看，尽管有稈玉米起源假说表现出了较多的不足和缺陷，但在玉米起源的相关研究上，正如 Mangelsdorf 所指出的那样，这一理论假说本身仍然具有一定的积极意义：至少在科学研究与实验条件相对落后的早期阶段，该假说为玉米的起源研究提供了一种可供检测的理论模型，这一点对于后续相应假说的提出和验证具有重要的参考价值 and 借鉴意义。

（二）大刍草起源假说

该理论假说认为栽培玉米是从其野生近缘种一年生大刍草（*Z. mays* ssp. *mexicana*）逐渐进化而来，这种大刍草是发现于墨西哥和中美洲的一种野生草本植物。这一理论假说的雏形始于 Ascherson 在 19 世纪 70 年代中期到 80 年代初期的一系列试验结果。他认为玉米果穗是大刍草带有中央穗状花序的侧枝融合的结果（徐尚忠, 2002; Dhillon et al., 2002）。该理论假说建立的一个基点是栽培玉米与一年生大刍草之间有着极其近似的遗传关系，正因为这一点才使其成为了被人们接受程度最高的玉米起源说，并且得到了不同研究者的认同与支持。

（三）共同祖先起源假说

共同祖先起源假说是 1906 年由 Montgomery 首次提出的。他认为玉米和大刍草起源于一个共同的祖先。后来，Weatherwax 在 1918 年进一步对这一观点进行了完善，玉米与大刍草和摩擦禾具有共同的祖先——原始普通野生玉米，从而形成了共同祖先起源假说。Weatherwax 对玉米、大刍草和摩擦禾进行了深入的研究，结果表明，三者存在着许多在进化过程中退化或消失的器官，因此进一步提出假设，如果这些退化的器官在适宜的生长条件下都得到完全的发育，那么，玉米、大刍草以及摩擦禾将具有相同的植株形态。

如同评价有稈玉米起源假说的合理性一样，至今还没有发现普通野生玉米祖先的任何化石标本支持这种假设理论。

（四）“三成分”起源假说

该理论假说是在 1939 年由 Mangelsdorf 和 Reeves 共同提出的，涉及 3 方面的内容。①原始野生有稈玉米是玉米的原始自然野生类型，大约在 2 500 年前，人类在美洲大陆出现以后，有稈玉米发生突变产生野生玉米和其他变种；②突变产生的野生玉米和摩擦禾天然杂交或回交产生原始大刍草；③原始大刍草与野生玉米杂交产生墨西哥大刍草、墨西哥马齿型玉米以及热带硬粒型玉米等。“三成分起源”学说的主要证据来源于考古学方面。考古学家在美国南部地区和墨西哥发掘出了许多的玉米穗轴、苞叶、叶鞘、籽粒和雄穗化石等，其中夹杂一部分摩擦禾和大刍草的种子以及玉米与大刍草杂交后代的穗轴化石等。

“三成分”起源假说提出的初期也受到了质疑，Mangelsdorf 和 Reeves 与他们之前的几种有关玉米起源的主要理论假说比较后指出，无论是大刍草起源假说，还是共同祖先起源假说，很大程度上都依赖于一种想象的且已经灭绝的禾本科植物，因而这两种起源假说根本无从验证。“三成分”起源假说则不同，该理论假说完全是基于玉米、有稃玉米、大刍草以及摩擦禾这些现存的物种在大量实验的基础上提出的，从而决定了其可验证性。此外，这一理论假说的建立过程及其方式，在探索玉米起源及相关的研究中，还具有积极的指导意义。

(五) 野生玉米与多年生大刍草杂交种起源假说

该理论假说是建立在玉蜀黍属 (Genus *Zea*) 繁茂亚属 (Section *Luxuriantes*) 中一个新种二倍体多年生大刍草种 (*Zea diploperennis*) 鉴定与确立的基础上，且这一起源假说也是 5 个主要的玉米起源假说中建立时间最晚的一个。当报告发现二倍体多年生大刍草后，Mangelsdorf 于 1979 年又对“三成分”理论进行了实质性的修改，指出栽培玉米的祖先应该是两个，即有稃—爆裂玉米和二倍体多年生大刍草。有稃—爆裂玉米与二倍体多年生大刍草杂交后，其后代不仅产生了栽培玉米，还同时产生了一年生大刍草，即栽培玉米起源于野生玉米与多年生大刍草的杂交种。

这一理论假说提出后，Mangelsdorf 于 1979 年用杂交育种试验验证这一假设，即选用了—个原始的玉米品种 Palomero Toluqueno 与二倍体多年生大刍草进行杂交，杂种一代的互交，以及与多年生大刍草进行回交，在 F_2 群体中得到了—年生玉米、多年生玉米、—年生大刍草和多年生大刍草的后代植株；此外，在回交群体中也得到了—定数量的一年生大刍草植株。

二、玉米进化

关于玉米进化的学说主要有以下两种。

(一) 大刍草直向进化起源假说

大刍草直向进化起源假说是 1895 年由 Ascherson 提出的。该假说认为玉米起源于—种原始野生的大刍草 (*Zea mays mexicana*)。原始的大刍草与现在大刍草的籽粒成熟后都具有易于脱落的特性，只是人们在采集过程中，往往采集那些不易于脱落的种子，长期这种无意识的选择以及后期驯化、选择，使易于脱落的种子逐步增加了缩合水平，后来发现这种半驯化缩合类型有利于栽培、采集，并通过长期的选择、驯化成了现代的栽培玉米。

该起源假说得到很多形态学、细胞学、分子生物学研究成果的有力支持。细胞学研究结果表明，墨西哥玉米亚种染色体在染色体臂长、臂比、着丝粒位置、异染色体体节长度与位置等极其相似于栽培玉米，二者杂交在减数分裂时染色体配对完全，杂种表现完全可

育。因此，认为墨西哥玉米亚种与栽培玉米是同一属的成员，栽培玉米有可能起源于墨西哥玉米亚种。近年来，随着生物技术的进步，以蛋白质和以 DNA 为基础的分子生物学为深入研究玉米起源与进化提供了契机。蛋白质酶学资料分析繁茂玉米种、二倍体多年生玉米种、四倍体多年生玉米种与玉米具有较大差别，而墨西哥玉米亚种、小颖玉米亚种与玉米极其相似，推测墨西哥玉米亚种、小颖玉米亚种之一有可能是玉米的祖先。分子钟 (Molecular clock) 研究玉米与大刍草分化信息表明，玉米是墨西哥玉米亚种、小颖玉米亚种之一起源的，即单一起源；玉米与大刍草分化开始于 9 000 年以前，分子钟推测的时间与考古学证据相符。基因组学研究表明，大刍草与玉米看起来差别较大，但二者具有较大的遗传相似性，区别主要表现在 4~5 个主要基因上，玉米与大刍草果穗形态分化是由一些关键基因如 *tb1*、*zfl2* 不同导致的。

但是，这种假设理论的合理性也有许多值得商榷的地方。①大刍草籽粒是不可食用的，人们选择大刍草籽粒进行采集、驯化获得现代栽培玉米是不可理解的；②对比其他演化作物起源的研究资料，玉米演化（进化）表现得十分突然，是什么原因导致这么剧烈的进化，驯化程度如此高级；③如果玉米直接从大刍草演化而来，至今没发现它们的中介物；④如果玉米籽粒是从大刍草籽粒演化而来，还没有发现一个相似于大刍草持久果壳的现今或史前时期古生物玉米；⑤大刍草果壳坚硬、凹陷，而古生物学玉米颖片软化、瘦薄、壳斗较浅，相差太大；⑥如果由大刍草果穗直接进化而成玉米果穗，现代玉米和古生物学玉米果穗上经常出现雄蕊的分枝如何解释；⑦大刍草细小的雌花（果穗）即使通过人类的选择育种，似乎也不可能形成现代玉米硕大的多列果穗。有人提出古代人们选择大刍草植株甜秆比选择成熟籽粒作为食物来源显得更切合实际，证据来源于 TEHUA-CAN 山洞发现有咀嚼过的玉米秆渣化石和 Iltis 提供的小孩咀嚼玉米秆照片。

（二）大刍草异常突变假说

基于上述大刍草直向进化起源假说面临的难题，Benz and Iltis 等提出大刍草异常突变假说。该理论认为玉米是沿如下几个途径进化的：①原始大刍草驯化成玉米不是单基因突变一步一步积累变化的结果，而是某种偶然因素引起大刍草发生大的突变，这种突变可能发生在至少 8 000 年以前，当时存在许多类型的突变体；②导致突变产生的原因可能是寒冷、病毒、支原体、半知菌类或火山爆发等作用；③驯化成玉米的异常突变体早期是致死的，只是人为对它的保护和栽培，经过长久的栽培、选择、驯化形成现代的栽培玉米；④严格意义上讲，玉米真正的驯化是从大刍草产生突变转化后，即突变体能够产生开放式籽粒才开始的（proto-ears 原始果穗，玉米籽粒是开放式的），因为开放式籽粒才能允许被人们利用，人们才有理由加以栽培、驯化、利用这些具有苞叶、小穗轴、开放式籽粒的玉米果穗；⑤玉米果穗不是由大刍草的雌花驯化而来的，而是突变导致大刍草侧生枝变短，侧生枝长出裸露籽粒、顶端长雄花的果穗结构，即大刍草的主要侧枝穗状雄花顶端的中心小穗转化成为玉米的雌穗。在植物内源激素的作用下，抑制正常大刍草雌蕊的生长柱，促

进顶端成对的软颖片状穗状花序加速有丝分裂，经过持续的旋转式沉积和小穗轴的滑动，大量的营养物质配给新的玉米果穗，大刍草雄花序轴逐渐变为新玉米果穗。Benz and Iltis认为，尽管玉米与大刍草在遗传上有着较大的相似，但玉米与大刍草在果穗和植株生长形态上存在显著的差异，差异主要表现在大刍草具有较多顶部生长着雄花的长腋生枝，玉米仅有较少顶部生长着雌花果穗的短腋生枝；玉米与大刍草雌花组织结构差异甚大，但玉米与大刍草在遗传上是极其相近的，相互之间具有较好的可杂交性；大刍草的雄花与玉米的雌穗比它们两者的雌穗有更大的同源性，如玉米雌穗返祖现象是一个有力的证据（即玉米雌穗有时还表现出雄花特性等）。

三、玉米的世界传播路线

公元1492年哥伦布到达美洲大陆后，才开始正式有了关于玉米的文字记载。哥伦布在航海日记中记述：“我发现了一种奇异的谷物，它的名字叫马希兹。甘美可口，焙干，可以做粉。”继哥伦布之后接踵而至的欧洲航船，在古巴、墨西哥、危地马拉等地也有种植玉米的报道。由此可以相信，在哥伦布到达新大陆之前，从南美洲的智利南端到北美洲的加拿大，从东海岸横跨西海岸的海平面直至3600m的高山，在南北美洲大部分地区都早已开始种植玉米了，那时至少已经有马齿型、硬粒型、爆裂型、粉质型和甜质型玉米；从粒色上分，则有白玉米、红玉米、蓝玉米、黄玉米、紫玉米等。玉米除供作食用外，还有专门用作制糖、酿酒、做罐头和染色的玉米品种。16世纪以来，随着世界性航线的开辟，玉米基本上是沿着三条路线先后传播到世界各地。

第一路，哥伦布到达美洲大陆后，航海家们便把玉米果穗首先带到西班牙，随后沿地中海航线传播到意大利南部及希腊和土耳其西部直到北非等地。以后玉米又经由比利牛斯山传入法国，经威尼斯进入德国。1496年西班牙和意大利相继出版书籍，介绍了关于玉米的情况。1500年《西班牙年鉴》详细记载了玉米；1542年德国在《植物标本势》中首次刊印了玉米植株的木刻图案。但是玉米在欧洲较长时期只在宫廷花园里作为供观赏的珍奇植物或果蔬种植而已，并没有被用作粮食作物。由于16世纪欧洲不断发生饥荒，玉米的食用价值才逐渐为人们所认识；特别是玉米具有很强的适应性和抗逆力，才在南欧很多国家作为粮食作物种植。1562年玉米被引种到英国，其后由土耳其经巴尔干半岛又传入波兰、捷克、罗马尼亚等一些东欧国家。17世纪末，玉米传入俄国。18世纪初罗马尼亚才开始种植玉米；而捷克和波兰等国是在19世纪开始种植玉米的。所以玉米在欧洲各国有很多异名，如印第安谷、希腊米、土耳其麦、亚细亚小麦、意大利玉米、威尼斯玉米等。

第二路，16世纪20年代，玉米通过地中海沿岸国家的商业往来，从非洲北部的突尼斯传入埃及、苏丹、埃塞俄比亚。1550年，葡萄牙人又把玉米带到西非的象牙海岸，以后随着殖民主义者贩卖黑人奴隶的道路，把玉米作为奴隶的食品带到南非很多国家。

第三路，玉米向亚洲传播的时间稍晚一些。在16世纪30年代，玉米通过陆路从土耳其

其、伊朗、阿富汗传入东亚；另一路，通过葡萄牙人开辟的东方航线，经非洲好望角至马达加斯加岛，尔后传播至印度和东南亚各国。1579年（天正七年），葡萄牙人最早把玉米带到日本的长崎县；19世纪中期，日本又从美国引进玉米在北海道种植。

中国玉米栽培已有500多年的历史。最早记载的玉米书籍是1511年安徽省《颖洲志》，那时玉米叫珍珠秫，最早记载关于玉米植株形态的古籍是1560年由赵时春撰写的《平凉府志》。玉米在中国的传播大致是先边疆，后内地，先丘陵，后平原，其传播和发展速度很快。从16世纪初期到中期，玉米已经先后出现在安徽、广西壮族自治区（以下称广西）、河南、江苏、甘肃、云南、浙江、福建、广东、山东、陕西、河北、湖北、山西、江西、辽宁和湖南等许多地方的县志中。到18世纪中叶，南方各省已经广泛种植玉米。当时玉米主要种植在不宜种水稻的丘陵和山区。玉米很快就传到北方，并成为主要农作物。随后又传入朝鲜和日本。

现在，玉米在世界各地都有种植，分布在 $40^{\circ}\text{S} \sim 50^{\circ}\text{N}$ ，从低于海拔20m的盆地，直至海拔4000m的高原，玉米都可以良好生长。从地理位置和气候条件看，世界玉米集中产区主要分布在北半球温暖地区，即7月份等温线在 $20 \sim 27^{\circ}\text{C}$ ，无霜期在140~180d范围内，以北美洲的种植面积为最大，亚洲、非洲和拉丁美洲次之。其中，最适宜种植玉米的地区有拉丁美洲的美国、欧洲的多瑙河流域诸国，亚洲则是中国的华北平原、东北平原和西南丘陵地区。

四、玉米向中国的传播

（一）玉米向中国的传播路线

农史学界认为玉米传入中国有3条途径：第一路径，先从北欧传至印度、缅甸等地，再由印度或缅甸最早引种到中国西南地区；第二路径，先从西班牙传至麦加，再由麦加经中亚最早引种到中国西北地区；第三路径，先从欧洲传到菲律宾，尔后由葡萄牙人或在地经商的中国人经海路引种到中国东南沿海地区。

1. 第一个时期（明正德、嘉靖年间到清康熙、雍正年间） 玉米传入中国略早于番薯，大概在16世纪前期，即明正德、嘉靖之间，已在某些地区开始种植。根据国内外学者的研究，玉米传入的途径分海路和陆路。陆路又有两条：一是由印度、缅甸入云南的西南线；另一条经波斯、中亚到甘肃的西北线。海路则经东南沿海省份再传入内地。到明朝末年，全国已有半数以上省份引种了玉米。清初，玉米的种植区域继续有所扩大，一些过去未见有玉米记载的省区，也都先后出现。但是，直到康熙年间，全国除少数省份种植地域较广以外，大部分地区还不普遍。

但是到了雍正年间，玉米种植范围明显扩大，各省都先后引种玉米，但情况很不平衡。云南省推广比较顺利，从明末至清初，全省大部分府县已种植玉米，推进的顺序大致

由西向东。不过云南地处边陲，地广人稀，与内地交通也很不方便，因此对外省的影响亦迟缓。在内地各省中，引种玉米较为普遍的应当属于河南省，其地区大致沿黄河两岸，以及淮河流域上游的尉氏、鄢陵、襄城和归德府等一些府县。河南地处中州，向来是东西南北的冲途。上述种植玉米的州县，大多是些交通较为便捷的区所，这大体符合早期引进的规律。河南省种植玉米的路线，多半由西往东，即从西北的甘肃省传入，然后再向东发展。但也不排除东部沿海省份传入的可能性，其具体路线是从运河经淮河，进入豫东地区。万国鼎在《五谷史话》中确认，正德《颍州志》中的珍珠秫，是中国种植玉米的最早记载。颍州就是今天的阜阳，属皖北淮河流域区，由此溯水而上，就是河南省的归德等府县。当然，对于万国鼎的说法，有的学者曾提出质疑，但在《古今图书集成·凤阳府物产考》中，也见到载有玉麦。《古今图书集成》成书于雍正时期，实际上早在康熙年间，已由陈梦雷基本定稿。从《方輿汇编》《物产考》辑取的资料看，都属康熙以至包括明末的方志。照此看来，皖北一带仍属引种玉米较早的地区。

在东南沿海各省中，广东、福建可能是最早引种玉米的省份。这是因为从明代以来，尽管因政治风云的变化，不时出现闭关、开关、禁海、开海的变动，但闽广两省仍是中国人民与外洋接触较多的地区。其他像浙江、江苏等省的种植玉米，多数由海路从闽广传入。康熙《天台县志》叫玉米为广东芦。又如闽广一带常把玉米叫做珍珠粟，而浙江、江苏一带也有此等称呼，这都可以说明它们之间的联系。

由于玉米传入不久，中国就发生了明清之际的大变动。连年不停的战争，不但使广大人民颠沛流离，也使农业生产遭到严重的破坏。这种局面一直延续到17世纪的60年代晚期，即康熙二十年代初。以后，随着清朝的统治局面趋向稳定，社会面貌也开始有了起色。即使如此，在一个相当的时期里，全国很多地区仍然是地广人稀，亟须恢复生产。所以从玉米开始传入起，到清康熙年间，虽然从时间上已经历了近两个世纪，而且也传遍了各个省区，但仔细考察，就会发现，无论从广度或深度上，都远远不够。

以种植的地域而论，除了个别的像云南等省份外，大多限于沿海以及沿江沿河等交通比较便捷、人们来往较多的地区，而且基本上是一些传统的农业生产区。人们一方面因囿于旧的习惯，另一方面也是因为在平原河谷地带，不能充分发挥出玉米耐旱涝，适于山地沙砾种植的优势，这也大大局限了人们对它价值的认识。屈大均在谈到明清之际广东农村种植玉米情况时说：“玉膏黍，一名玉膏粱，岭南少以为食。”说明玉米作为一种粮食作物，还没有真正排上队。在山东，顺治《招远县志》：“玉蜀黍即玉膏粱，有五色，田畔园圃间艺之。”即连引种较普遍的云南省，在接触到的有关记载中，它都是与一般作物并列，并不因为它是一种新的品种，而另外再多做说明。

正因为如此，在当时，玉米常常被人们视作珍品。在《金瓶梅词话》中，玉米面是财主西门庆用来宴客，或与烧鹅肉、玫瑰果等一道上席的阔气食品。《古今图书集成》记载甘肃宁远县和陕西安定县出产玉麦，都注明这是一种特产。在关外辽东一带，康熙前期已有种植玉米的记载，但直到乾隆元年（1736），吕耀曾编《盛京通志》，还说它是“内务

府沔粉充贡”的皇家御用品。同样，雍正十一年（1733）编订的《广西通志》，谈到桂林府出产玉米，亦言其“品之最贵者”。康熙二十七年（1688）秋，法国传教士张诚等陪同康熙帝一行巡视口外蒙古。当张诚回京路经长城古北口时，发现：“虽然古北口地方并不足道，我们却在那儿看到了很好的水果，像紫葡萄和非常好的桃子和梨。他们还在周围地里播种玉米，简而言之，我们感到自己是处于一个很不相同的地方。”根据张诚的叙述，古北口的农民已把玉米作为一般口粮，不过范围很小，更不能包括整个直隶地区，有关情况，在下面还会谈到。

2. 第二个时期（乾隆中期到道光时期） 玉米的大规模推广是在18世纪中到19世纪初，也就是乾隆中期到嘉庆、道光时期。这时，清代社会已经历了康熙、雍正到乾隆初将近七八十年相对稳定的局面，农业生产以及整个经济都有较大的发展。与此同时，封建社会的固有矛盾也愈益突出。在激烈的土地兼并下，大批农民因失去生产手段而成为游民、流民，另外再加上人口迅速增长所造成的土地紧张，又增加了问题的严重性。当时，特别在一些传统的农业生产区，“人浮于地”的情况已很明显。正如有人所说：“今户口日蕃而地不加增，民以日贫者，人与土赢拙之势异也。”贫苦农民为寻求生活出路，往往被迫离开故土，向外地流亡迁徙。他们有的流入城市集镇，更多的是流向人口比较稀少，封建势力又相对薄弱的边疆海岛和广阔的山区，从事垦荒劳动。中国本来就是一个多山的国家，据新中国成立后有关部门的统计，在全国15亿亩耕地中，山地丘陵地占了将近一半。而这些山区丘陵地带，在清代中期以前，大多还没有很好的开发和利用。就在大批农民进入山区发展生产的同时，适合山地种植的玉米，也迅速得到推广，并且成为这些地区最重要的粮食作物。玉米作为一种新的农作物品种，在中国引种200多年以后，它的价值和意义才真正得到体现，更普遍地为人们所认识。

四川引种玉米最早估计在明末清初，由云南传入川西一带。云南通称玉米为玉麦，而川西的很多州县也作同样称呼，这与该省中部和东部各府县叫做包谷，有着明显的不同。但在相当长的时期里，川西一带的玉米种植却进展缓慢。直到雍正、乾隆时，随着湖广粤闽等大批移民迁入四川，玉米才迅速扩展到全省各地，包谷这个称呼，就是由他们带进来的。在曾秀翹撰写的《奉节县志》中记载，包谷——“乾嘉以来渐产此物”，这大致反映了当时情况。

四川的玉米种植主要也集中在山区，“今之芋麦，俗名包谷者是也，蜀中南北诸山皆种之”。具体到各地，如叙州府长兴县，包谷等杂谷之属，“山地种之多茂，贫民赖以资生”。达州渠县，“山农多种粱、麦、包谷”。石碇厅，“包谷深山广产，贫民以代米粮”。川东北的巴山老林地区，包谷种植更加普遍。像南江、广元等县，“山农以包谷杂粮为重”。在通江，“民食所资，包谷杂粮”。太平“两境山多田少，稻收不过百分之一，民食合赖包谷杂粮”。

至于半山半田的地方，大致平原水边以种稻为主，山区则多种包谷。峨眉县，“地沃民淳”，“日三餐稻米、小米不等，下户或以荞面杂粮为之，山居则玉蜀黍为主”。彭县，