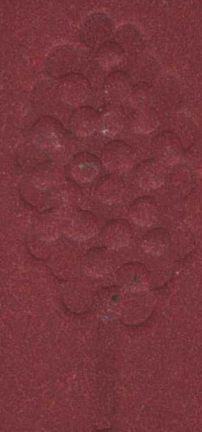


中国高粱栽培学

辽宁省农业科学院主编



农业出版社

中国高粱栽培学

辽宁省农业科学院 主编

农业出版社

主 编 乔魁多

执笔人 (按姓氏笔划为序)

马宜生 王树森 王树齐 王富德 冯广印 乔魁多
张文毅 杨有志 谷玉周 武恩吉 费雪南 段维生
奚 惕 徐爱菊 郭 有 梁亚超 庾正平 傅祚荣
廖嘉玲 潘铁夫

审稿人 (按姓氏笔划为序)

么永儒 牛天堂 孙凤舞 李公德 张孔恬 郑丕尧
赵增煜 龚畿道 崔玉华 魏振山

中 国 高 粱 栽 培 学

辽宁省农业科学院 主编

责任编辑 张兴瓚

农业出版社出版 (北京朝阳区东营路)
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 27.25印张 11插图 630千字

1988年12月第1版 1988年12月北京第1次印刷

印数 1—1,070册 定价 15.00元

ISBN 7-109-00121-0/S·86

引 言

早在1959年，原农业部和中国农业科学院曾组织编辑出版一套以农作物栽培学为主的农业科学著作。到1966年共出版了水稻、小麦、棉花、花生等十一种，其余著作因“文化大革命”而中断。这十一种著作，在当时不仅对国内农业科研、教学和生产起了一定的作用，而且在国外也受到重视。近二十多年来，我国农业生产的各个方面都发生了很大变化，在科研和生产中出现了许多新成果、新经验、新问题。因此，重新编写一套反映我国主要农作物栽培科学研究的重要成果和生产实践经验的科学理论著作，是农业科学技术工作的一项基本建设，对于培养、提高科技人员水平，促进农业生产的发展，加速实现农业现代化，以及加强国际经济合作与技术交流，都具有重要意义。为此，我们协同农业出版社和上海科学技术出版社组织中国农业科学院部分直属所和有关省、市、自治区科研单位以及部分高等院校的科研、教学人员编写了一套《中国主要农作物栽培学》共22分册。

其中：由农业出版社出版的有：

《中国稻作学》

《中国小麦栽培学》

《中国高粱栽培学》

《中国谷子栽培学》

《中国马铃薯栽培学》

《中国油菜栽培学》

《中国大豆育种与栽培》

《中国麻类作物栽培学》

《中国甜菜栽培学》

《中国甘蔗栽培学》

《中国蔬菜栽培学》

《中国果树栽培学》

《中国热带作物栽培学》

等13分册。

由上海科学技术出版社出版的有：

《中国棉花栽培学》

《中国玉米栽培学》

《中国甘薯栽培学》

《中国花生栽培学》

《中国桑树栽培学》

《中国茶树栽培学》

《中国养蚕学》

《中国肥料概论》

《中国烟草栽培学》 等 9 个分册。

这套农业科学理论著作，是在两个出版社和各主编单位及参加编写的同志共同努力下完成的。在此，谨向他们致以谢意。

我国农业生产及农业科学研究工作在党的十一届三中全会以后，有了很大发展，书中不足之处请读者予以指正，以便再版时修改补充。

农牧渔业部宣传司

1982 年 9 月 28 日

序 言

受原农业部委托，辽宁省农业科学院承担《中国高粱栽培学》一书的主编任务。为顺利完成此项工作，邀请全国有关的13个农业科研和教学单位从事高粱研究的同志参加编写。1981年8月完成了初稿的初审和复审。1982年5月对复审稿进行统编。1984年初完成终审稿，并进一步做了修订，于1984年12月定稿。

《中国高粱栽培学》是一本系统反映中国高粱栽培研究重要成果和生产实践经验的理论专著，它以理论联系实际为编写原则，力求在继承中国高粱栽培的传统技术经验和吸取国外栽培理论及先进技术的基础上，全面地反映近三十年来中国高粱栽培科学的新成果、新经验和新理论。全书除绪论外共有17章。1—4章着重阐述高粱栽培的基础科学理论知识，5—14章介绍高粱栽培的主要技术，15—17章讲述高粱的贮藏、加工和综合利用。可供高粱科技人员及农业院校师生参考。

参加本书编写的单位有：辽宁省农业科学院高粱研究所、科学技术情报研究所、土壤肥料研究所，辽宁省粮食科学研究所，黑龙江省农业科学院嫩江农业科学研究所、克山马铃薯研究所，黑龙江省科学技术情报研究所，吉林省农业科学院气象研究室，山西省农业科学院农作物品种资源研究所，山东省潍坊市农业科学研究所、东北师范大学生物系，辽宁师范大学生物系，上海农学院农学系，河北农业大学昌黎分校农学系。北京农业大学郑丕尧为本书的主要审稿者。王富德、廖嘉玲负责全书的统稿工作。朱宝镛、张承武、陆欣来曾对本书的部分初稿予以审阅。此外，本书编写过程中还得到有关单位和专家的支持，提供了很多宝贵资料和意见，在此一并致谢。

由于编者水平和资料所限，书中遗漏和错误之处，希读者指正，以待再版时修订。

辽宁省农业科学院

1985年

目 录

绪论	1
第一章 起源、分布与分区	11
第一节 起源和进化	11
第二节 分布与分区	16
第二章 形态解剖	25
第一节 胚与幼苗	25
第二节 根	28
第三节 茎	31
第四节 叶	36
第五节 花序和花	40
第六节 子实（果实和种子）	53
第三章 生理	59
第一节 光合作用	59
第二节 氮素和矿质营养	71
第三节 水分	83
第四节 逆境生理	89
第五节 激素	106
第四章 生长发育与环境条件的关系	113
第一节 生长发育过程	113
第二节 生长发育的基本规律	123
第三节 环境条件对生长发育的影响	135
第五章 良种与良种繁育	151
第一节 良种选用	151
第二节 良种选育	160
第三节 良种繁育	174
第六章 轮作与耕作	183
第一节 轮作	183
第二节 土壤耕作	190
第七章 播种	203

第一节 播前准备	203
第二节 播种时期	206
第三节 播种技术	212
第四节 特殊播种法	219
第八章 种植密度和种植方式	223
第一节 种植密度对高粱生育的影响	223
第二节 确定种植密度的依据和原则	233
第三节 种植方式对高粱产量的影响	237
第九章 施肥	243
第一节 肥料反应和施肥原则	243
第二节 施肥方法	248
第十章 田间管理	267
第一节 前期管理	267
第二节 中期管理	273
第三节 后期管理	277
第十一章 主要病害及其防治	281
第十二章 主要虫害及其防治	297
一、高粱蚜	297
二、玉米螟	301
三、粘虫	304
四、蝼蛄	309
五、蛴螬	312
六、地老虎	315
七、高粱芒蝇	317
八、高粱长蜡象	319
九、高粱根蚜	320
十、高粱舟蛾	321
十一、高粱条螟	322
十二、桃蛀螟	323
十三、高粱穗隐斑螟	325
第十三章 收获	327
第一节 收获时期	327
第二节 收获方法	332
第三节 脱粒	333
第十四章 特殊栽培	337

第一节	育苗移栽.....	337
第二节	再生栽培.....	342
第三节	糖用高粱栽培.....	345
第四节	饲用栽培.....	350
第十五章	贮藏.....	353
第一节	子粒的化学组成与贮藏中的物理特性.....	353
第二节	贮藏期间理化特性的重要变化.....	357
第三节	贮藏方法.....	364
第四节	贮藏期间的管理.....	374
第十六章	加工.....	381
第一节	子粒的工艺性质.....	381
第二节	清理.....	384
第三节	碾米与制粉.....	388
第四节	产品及食用方法.....	394
第十七章	综合利用.....	399
第一节	制酒.....	399
第二节	制糖.....	406
第三节	造纸.....	409
第四节	饲用.....	414
第五节	其他利用.....	422

绪 论

高粱 (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) 又名蜀黍, 是中国最早栽培的禾谷类农作物之一。主要分布在东北、华北、西北和黄淮流域的温带地区。高粱的生物学产量和经济产量均较高, 有独特的抗逆性和适应性, 产品用途广泛, 经济价值高, 在我国农业生产和人民生活中一直占有重要地位。

一、高粱生产的经济意义

中国高粱生产以粒用高粱为主, 兼有糖用、饲用和工艺用高粱的栽培。在中国高粱栽培史中, 不仅出现过小面积亩产子粒达 750—1000kg 的高产纪录, 而且也有几十万亩大面积平均亩产子粒达 400kg 乃至 500kg 的记载。高粱的根系较玉米发达, 可利用较深土层中的水分和养分, 抗土壤干旱, 也耐大气干旱, 其蒸腾系数 (332) 低于玉米 (368)、小麦 (514) 等作物。高粱耐瘠薄, 对肥料的利用效率高。因此, 在中国旱粮作物产区中, 凡不适于玉米、小麦栽培的干旱或半干旱的瘠薄耕地, 种植高粱均能获得较高和较稳定的子粒产量。高粱还有较好的抗涝和耐盐碱能力, 对土壤要求也不严格, 在 pH 值为 5.5—8.5 的各类土壤上都能正常生长。所以, 高粱也是适于盐碱、涝洼地区广泛栽培的高产作物。在中国一年三熟, 以生产水稻为主的南方各地; 二年三熟, 以生产小麦为主的中原各地, 高粱还是重要的搭配和接茬作物, 起着轮作换茬、调节劳力和调剂生活的重要作用。

中国栽培的粒用高粱以食用为主, 少部分用于工业加工和饲料。元代《王桢农书》中写道, 蜀黍“其子作米可食。馥及牛马。”看来高粱主要用于粮食的习惯已很久远。东北各地习惯将高粱子粒碾磨去皮制成高粱米食用, 特别喜爱掺有食用豆类做成的高粱米干饭或稀粥。黄河流域则习惯于将高粱子粒加工成面粉, 做成各种别有风味的面食。无论北方或

表 1 高粱等几种主要谷类食物营养成分的比较
(中国科学院卫生研究所, 1976)

种 类	热量 (cae)	蛋白质 (cge)	脂肪 (g)	糖 (g)	钙 (g)	磷 (g)	铁 (g)
高粱米 (红)	360	8.1	2.7	75.6	7	188	4.1
大米 (标三梗)	351	7.3	1.4	77.2	16	183	2.3
标准粉	354	9.9	1.4	74.6	38	268	4.2
玉米 (白)	362	8.5	4.3	72.2	22	210	1.6

南方，人们都喜欢食用糯性高粱面粉制成的各式粘食糕点。人们习惯于将高粱称为粗粮，实际上高粱子粒含有的营养成分和可释放的热量不亚于大米和白面（表1）。但是，高粱米（面）的营养使用价值却不及大米和白面。原因在于高粱米（面）中易消化的碱溶性蛋白质含量少于大米和白面，难消化的醇溶性蛋白质含量却多于大米和白面。高粱子粒蛋白质的氨基酸组成也不平衡，明显缺乏人体必需的赖氨酸、色氨酸等，而亮氨酸和异亮氨酸含量又过多（表2）。再加上高粱种皮和果皮中含有单宁，往往与蛋白质结合成不易为胃肠吸收的络合物，从而使高粱蛋白质的消化度降低。单宁味苦涩，也直接影响高粱米（面）的适口性。近年来，中国高粱研究者十分注重从品质性状和加工工艺两个方面改进高粱产品的品质，并取得了明显的进展和改善。

表2 高粱等几种谷类食物的主要氨基酸含量(mg)
(中国科学院卫生研究所, 1976)

种 类	赖氨酸	色氨酸	蛋氨酸	苏氨酸	亮氨酸	异亮氨酸	缬氨酸	精氨酸
高粱米	2160	980	1680	3610	16000	3720	5240	3190
玉米	3670	780	1830	4400	15200	3280	4950	4700
小麦粉	2440	1140	1410	3060	7110	3580	4220	4290
稻米(粳)	3520	1680	1730	3850	8400	3540	5430	8200

高粱子粒作家畜和家禽的精饲料时，其饲用价值与玉米相近。高粱的茎秆和叶片也是良好的粗饲料，既可作干草又可作青贮、青饲。特别是糖高粱作青贮喂养奶牛，可明显提高产奶量。

在中国，用高粱子粒酿制高粱酒（白酒）或酒精，不仅历史悠久而且工艺水平高。驰名中外的茅台酒、汾酒等均系用高粱子粒酿制而成。制酒的副产物——酒糟也是优良的饲料。高粱子粒还是制作淀粉、粉条和醋的好原料。用高粱子粒酿成的名醋，如山西陈醋等在国内外市场上久享盛誉。

中国栽培的糖用高粱，以往多用于制作糖浆和生啖。近年来，在中原地区注重研究用糖高粱造酒、酒精和制结晶糖。据崔玉华（1983）报道，通常每亩糖高粱茎秆，土法加工出75—100kg红砂糖，用机械加工可产100kg白砂糖；制酒则可产190kg品味良好的白酒；制糖剩余的废糖浆每0.5kg可制出2—2.5kg香醋；废渣可制作包装用纸或压制成纤维板。可见，糖高粱的综合利用颇为广泛，具有较高的经济效益。

中国粒用高粱茎秆多系高大、坚韧、髓质干涸型。在高粱产区，普遍使用高粱茎秆作房笆、扎顶棚、夹间壁墙和作晒棉花的帘子等。在蔬菜生产中，用作支架或防风障子。在不生产芦苇的地方，常用高粱茎秆的外皮编织席茆。穗柄（花序柄，俗称箭秆）用于穿制盖帘、锅盖等日用品和手工艺品。穗茆（花序）用来制作扫帚和炊帚。高粱茎秆的纤维质量也较好，可作为制造纸浆、隔音板、绝缘板和装饰板的补充材料。在能源不足的部分地区，以高粱茎秆、根茬及穗茆等做燃料也很普遍。

高粱又是一味中药。李时珍在《本草纲目》(1548)中记载,高粱米“甘涩温无毒”。王祯早在1313年就评述高粱是“无有弃者。亦济世之良穀。农家不可阙也”。王象晋(1621)亦称高粱“有利于民者最博”。这都说明自古以来,高粱就有较高的食用和经济价值,在中国的农业生产和人民生活中占有较为重要的地位。

二、高粱生产情况

据现有资料一时还难以确切地说明中国古代高粱的生产情况。万国鼎(1957)等认为,西汉以前中国就有高粱的种植,而且在某些地区的产量还不少。由于文字记载与出土实物的考证尚不完全一致,所以在中国古代究竟是何时较为普遍地种植高粱,它在那时的农业生产中占有何等地位,尚需深入研究。因而在此仅介绍现代中国高粱的生产情况。

本世纪初,高粱在中国已是普遍种植的作物。据朱道夫(1980)的统计资料,1914年全国高粱播种面积为11100万亩。栽培面积最大的省份是辽宁和山东,均在3000万亩以上。其次是河北、吉林,各在1000万亩以上。超过百万亩的省份有河南、热河、山西、江苏、湖北和黑龙江,不足百万亩的省份有新疆、湖南、四川、陕西、甘肃、云南和广东,浙江、广西、贵州、福建、察哈尔等均属零星种植。当年全国平均亩产量为74.5kg。亩产较高的省份是山东(119.5kg/亩)和辽宁(84.5kg/亩)。1918年是近代中国高粱种植面积最大、总产量最高的一年。当年种植面积为22103.5万亩,总产量为21.38Mt,平均亩产为73.0kg。二十年代中后期,高粱的播种面积有所下降,总产量也有明显减少,单位面积产量却略有提高。以1929年统计数字为例,全国高粱播种面积为14068.8万亩,总产量为13.94Mt,平均亩产为93.7kg。三十年代初期,全国高粱播种面积又较前十年有所减少。1932年全国高粱播种面积为6063.5万亩,总产量为7.2Mt,平均亩产为84.8kg。东北地区(包括原热河和察哈尔省)的高粱播种面积占全国的34.6%,总产量占全国总产量的40.5%。三十年代的中后期和四十年代,高粱生产遭受严重破坏。全国播种面积最低时仅维持在1400万亩左右,只占二十年代末期的10%,最高时也不超过6000万亩。据有关资料,当时生产的高粱有39—45%用于粮食消费,21—24%作饲料,23—33%用于加工工业,7—8%作种用。

中华人民共和国成立后,高粱生产很快就恢复到二十年代末期的生产规模 and 水平。1952年全国高粱播种面积达14078.7万亩,占全国农作物播种总面积的7.5%。总产量达11.1Mt,低于1929年,比1947年增加了5.9Mt。平均亩产79kg。1956年前,全国高粱播种面积一直保持在12000万亩以上,总产量为100亿公斤左右,平均亩产约75kg。

自第一个五年计划起,农业生产条件逐步改善,大面积盐碱、涝洼地得到改良,农家肥数量、质量都有提高,化学肥料施用量也逐渐增多。同时,人民生活水平不断提高。各地的作物布局开始发生变化,水稻、小麦等细粮作物的播种面积不断增加,旱粮作物中玉米的面积也迅速扩大,致使高粱的播种面积又逐渐减少,到1960年全国高粱播种面积已减少到

5919.2 万亩。六十年代前期，曾由于高粱品种的改良和杂交种的试种推广，特别是在全国范围内推广高产栽培技术，使得高粱的播种面积又有所增加，到 1965 年以前维持在 9000—10000 万亩左右，总产量和单产都与 1956 年相近，即总产量为 6—7Mt，平均亩产为 60—75kg。七十年代中期以前，全国高粱播种面积虽较六十年代中期为少，但仍维持在 8000 万亩左右。仅个别省（区）有明显的增减。此期间单产已超过历史最高水平（73.9kg/亩，1929 年），平均亩产由 1970 年的 115kg 迅速提高到 1975 年的 154kg。播种面积虽有减少，由于单产的提高，总产量仍有增加。1975 年较 1965 年增加 3.6Mt。七十年代中后期，全国高粱播种面积再次下降，从 1976 年的 6493.0 万亩降到 1980 年的 4039.2 万亩。单产曾一度下降后又有提高，到 1980 年平均亩产已达 168kg。由于单位面积产量的提高抵偿不了种植面积的大幅度锐减，所以总产量仍有降低，从 1975 年的 10.7Mt 降低到 1980 年的 6.7 Mt（图 1）。由图 1 可见（1965—1970 年缺乏统计资料），建国以来高粱播种面积多次波动，总的趋势是不断下降。总产量也因播种面积的起伏，在七十年代中期超历史最高水平后又锐减。与此相反，单产水平一直稳步上升，在七十年代以后上升速度明显加快。高粱

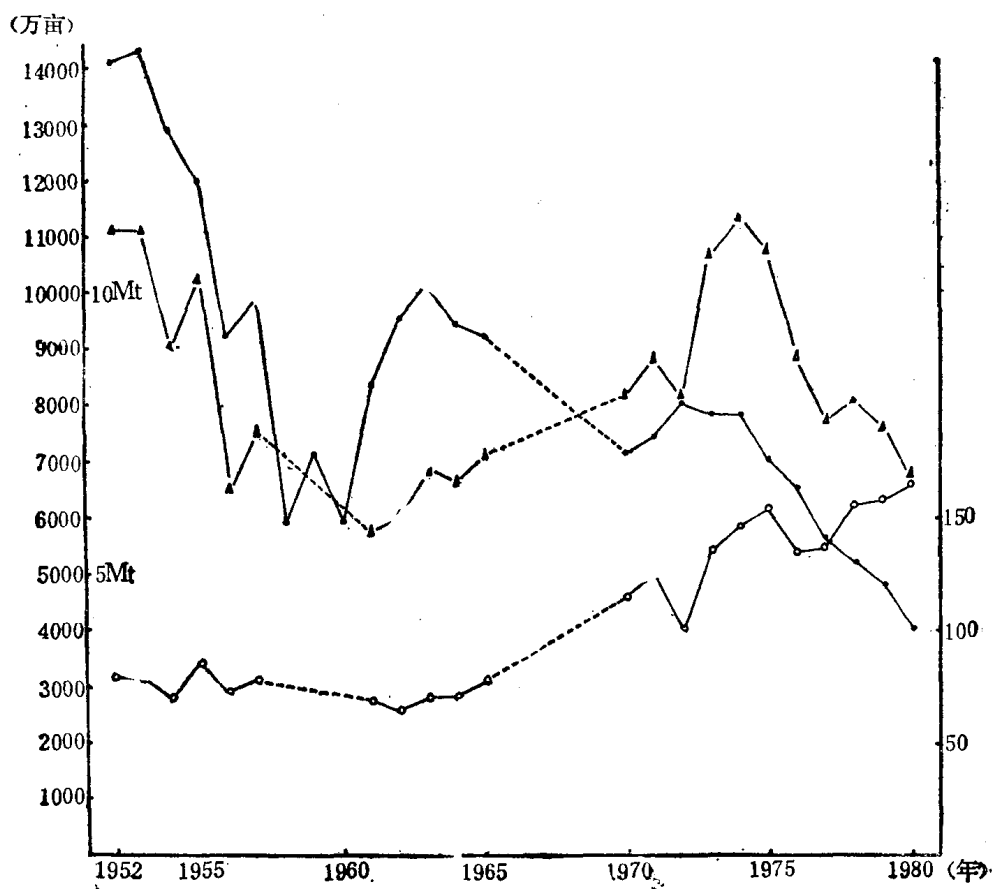


图 1 1950—1980年中国高粱播种面积、总产量和单产的变化情况
 ·——·播种面积 (万亩) ▲——▲总产量 (Mt) ·——·单产 (kg/亩) -----缺乏数据

播种面积不断减少,可归因于生产条件的改善、耕作制度的改革和玉米种植面积的不不断扩大。单产水平不断上升,则归因于高产品种和杂交种的迅速推广和栽培技术的提高。

1980年全国高粱播种面积占全国粮食作物播种面积的2.3%,列在谷子之后居第八位,单产居第四位,排在稻谷、薯类和玉米之后;总产量占全部粮豆总产量的2.1%。同年中国高粱播种面积居世界第二位,总产量居世界第三位,单产水平居世界第十三位,居亚洲之首。播种面积最大的省(区)是辽宁(837.4万亩),其次为河北(576.4万亩)和黑龙江(407.0万亩),再次为山西、吉林和山东(均为350万亩)。河南200余万亩,安徽、陕西均为100万亩以上,天津、四川和新疆各有80—90万亩。其余各省均属小面积零星种植。平均单产水平最高的省份为辽宁(270.5kg/亩),其次为宁夏(257kg/亩)。超过150kg/亩的省份有山西、吉林、福建、四川、黑龙江和河北。总产量也是辽宁居首位(2.3Mt),河北居第二位(0.9Mt),以下依次为山西、吉林和黑龙江。

三、高粱栽培的传统经验

中国历代农民和学者在从事高粱生产和科学研究的实践中,培育出许多优良品种,积累了丰富的栽培技术经验。中国高粱栽培传统的精耕细作和比较完整的栽培技术,是一份极为珍贵的农业遗产。继续发掘和整理历代高粱栽培技术经验,对促进今后高粱栽培技术的进一步发展是有益的。

有关高粱栽培技术的详细记载,在十三世纪以后的中国农书中已逐渐完备。如《王桢农书》(1313)、《群芳谱》(1621)、《农政全书》(1628)、《农蚕经》(1705)、《三农记》(1760)、《马首农言》(1836)与《植物名实图考》(十九世纪中期)等书均有记载,尤以《增订教稼书》(1721)和《救荒简易书》(1896)为详细。现据胡锡文等(1959)在《中国农学遗产选集·甲类第三种·粮食作物》中收集的资料,将中国高粱栽培的历史经验概括如下:

(一) 选用良种 有关高粱植物学形态和农艺性状的最早描述,见于《王桢农书》(1313),“蜀黍茎高丈余。穗大如帚。其粒黑如漆。”后来,李时珍(1548)于《本草纲目》中又进一步描述道,“茎高丈许。状似芦荻。而苗实叶亦似芦。穗大如帚。粒大如椒。红黑色。”自《本草纲目》始,已将高粱按胚乳淀粉结构特点区分为两类,“黏者可和糯秫酿酒作饵。不黏者可以作糕煮粥。”到清代,对所用不同品种有了更为详尽的考察和记载。如吴其濬在《植物名实图考》中引用《山西通志》的资料指出,“高粱土人又称茭子。在太原属者。苗低穗紧。在汾州属者。苗高穗松。在平阳绛州属者。有早秫晚秫二种。早秫有大老汉。小老汉诸种。晚秫有红黑黄白蓬头诸种。蓬头穗下垂。红黑白三种穗上生。黄穗四面分披。”郭云陞(1896)在《救荒简易书》中明确记载,“直隸老农曰。种黑子高粱。尤宜碱地及卑下地。”“黑子高粱性能耐水。宜种水地。其秆比红高粱又粗又坚又柔韧。水上二三尺。而特立水中。”“快高粱伏前熟。涝水之患弗及也。故直隸水乡多有快高粱者。”这表明,当时河北、北京一带农民已能因地选用良种,以保收成。

(二) 选地、耕作与轮作 大约十三世纪中期成书的《务本新书》记有,“葛黍宜下地。”此后,多数农书中均引用此条。看来,高粱宜于涝洼地种植,在中国很早就为人们所掌握。后来,徐光启(1628)在《农政全书》中写有“北方地不宜麦禾者。乃种此。尤宜下地。立秋后五日。虽水潦至一丈深。不能坏之。但立秋前水至即坏。”还说“秦中硷地。则种葛秫。”据《救荒简易书》(1896)记载,十九世纪末,中国河北、北京一带农民已能根据硷地、沙地、水地、草地(系指杂草严重之地块)选择不同品种,因地制宜合理种植。

蒲松龄(1705)在《农蚕经》中指出,“高粱地无连年重种。”意指高粱不宜连作,应实行轮作。反映今山西省农事的《马首农言》(1836)中记述“高粱多在去年豆田种之。”已知豆类作物是高粱的良好前茬。该书又指出“其田秋耕者为上。春耕者次之。犁深二寸。耙一次。”

(三) 播种与种植密度 在十三世纪中后期的《务本新书》中指出,高粱的适宜播种期是“春月早种”。《农桑辑要》(1314)中也提到“春月早种收多”。这是中国种植高粱的传统经验。后来的许多农书中对早种又都进一步作过论述。例如,《群芳谱》(1621)指出,“春月早种得子多。”《农政全书》(1639)说,“下地种葛秫特宜早。须清明前后种。”《农蚕经》(1705)也指出,“三月高粱宜清明前种之。勿太晚。”《三农记》(1760)则具体地说明了合理播种期的界限,指出“二月种者为早。三月种者为晚。早得子多。晚得子少。”论述高粱播种期较为详尽的农书是《救荒简易书》(1896)。它不仅指明不同品种应分别于二、三、四月份播种,而且明确指出,不同播种期的成熟时节和收获日期。书中还记载了再生高粱的播种和割收期,“再熟快高粱自三月至五月初皆可种。七叶快高粱。三月种者。五月底熟。刀刈其种。七月再熟。若能五月初种。熟期绰绰有余。”

张宗法(1760)记述到高粱的播种有“漫、耬、点”等方法。祁寯藻(1836)述及山西种植高粱的播种深度和播种量时指出,“谷雨后种子。深寸余。子半升至一升皆可。切忌过深。深则子粉矣。种毕砣之。”这些传统的播种经验至今还在沿用。

关于种植密度的经验更多,记述得更为丰富。《三农记》(1760)中载有“留强者。去弱者。并者相去尺余一株。谚云。苗稀穗大。子圆粒坚。”在《增订教稼书》(1721)中还记述了“方亩之地种烟三千株。今种蜀黍亦如之。不令其多。其以三千为率者。亩积二百四十步。步积二十五尺。尺与步相乘。得六千尺。虚其半以为沟灌水。故止三千也。按一株三歧。其旁出之穗。不及正穗远甚。莫如芟其旁枝。于方尺之地种二株。足敌歧枝之穗有余。且又得稗秸三千根也。”此时,对种植密度、分蘖与密度的关系都已做过初步探讨,并研究了怎样保证种植密度多收子粒和秸秆的经验。其后,《马首农言》(1836)又提出了因地力而择密度的主张,“立苗欲疏。二尺余亦不为远。尺五至稠。”“肥地可留其支苗。薄地则去之。”

(四) 田间管理及收获 中国历来重视高粱的田间管理,《三农记》(1760)指出,“苗生三四寸锄一遍,五六寸锄一遍。七八寸再锄以壅根。”“苗及尺余再耘耨。且耐旱。不畏风雨。”《马首农言》(1836)记载了“苗高三四寸则锄。”“再锄时。以土壅根。”“锄不厌

多。多则去草且易熟。”说明了铲耪时期、次数和方法，以及对抗旱、抗涝、抗倒、灭草、促熟的作用。尤为值得重视的是，早在1705年蒲松龄就记述了追肥的经验，“锄二遍时。每棵投炕洞土一碗。每亩二石。”有关追肥时期、追肥数量和肥料种类在各农书中均较详备。

有关高粱收获技术的记载，较早的可见于《王祯农书》(1313)，“熟时收刈成束。攒而立之。”至《三农记》(1760)有关收获技术的记述已臻完备。“收获。获时不宜过老。须粒带微嫩。四青五黄收之。造米不糙。无涩滞味。先刈其穰秸。束为把。架高棚待乾。敲子晒乾入贮。”

近年，胡锡文(1981)著文论证“古之粱秫即今之高粱”，最重要的论据之一是南北朝后魏时贾思勰撰写的《齐民要术》中有关粱秫的记载。他认为书中“粱秫第五”所记载的有关种植技术都是专指高粱的。而且，“收刈欲晚”的说法是粱秫与谷子(粟)在栽培技术上的根本区别。若此说成立，中国关于高粱栽培技术的记载始期应上溯至公元五世纪左右。现今学者对此看法不一，有待进一步讨论。

四、近三十年中国高粱栽培技术的发展概况

中华人民共和国成立前的近百年间，农业技术的发展极为缓慢，高粱种植技术自不待言。民国初期成立的中央农业实验所曾将高粱作为杂粮研究中的重要项目，开展了品种改良、栽培技术和植物保护等课题研究。有些农业院校和部分农业研究机构也开展了品种收集和选育研究。一些有远见卓识的学者还陆续引入和介绍了一些国外的高粱研究成果和经验。尽管这些努力都有一定的推动作用，但是由于社会制度的根本桎梏，不可能改变当时高粱生产和栽培技术日趋落后的局面。

近三十多年来，在中国共产党和各级人民政府的领导下，经广大农民群众和科学技术工作者的共同努力，高粱研究和栽培技术得到了迅速发展。从五十年代初期开始，高粱主产区陆续组建了高粱科研专业机构和专业队伍，广泛开展高粱栽培技术和品种选育等研究。与此同时，各级人民政府奖励农业生产劳动模范，组织科技人员深入实际，研究总结劳动模范的丰产栽培技术经验，并进行有关应用技术与技术原理的研究，宣传推广农业技术。到六十年代初期，在中国北方高粱生产地区，以高粱样板田的形式较大范围地普及了良种和丰产栽培技术，获得了大面积高粱普遍增产增收的良好效果。七十年代，随着杂交高粱的广泛应用，又及时研究总结出适合杂交高粱特点的栽培技术，使高粱的单位面积产量显著提高。为便于理解本书所论述的高粱栽培技术，这里先将近三十年来我国高粱栽培技术的进展情况概括如下：

(一) 选用推广优良品种和杂交种 中国高粱品种资源丰富，但五十年代以前已濒于严重混杂和退化。近三十多年来，大体实行了三次高粱主栽品种的更换。最初是五十年代前期，通过开展群众性良种评选活动，实行专业研究与群选群育相结合，从地方品种中整

理鉴定出许多适应当地的优良品种，互相串换，就地推广后，实现了第一次品种更换。在这一批优良品种中，具代表性的有辽宁省的打锣棒（盖县）、回头青（海城）、关东青（锦州）、白大头（开原）等，吉林省的护脖娃（怀德），黑龙江省的红壳棒子（阿城），河北省的关东青（乐亭）、平顶冠（青龙），山东省的竹叶青（邹平）、香高粱（乳山），河南省的鹿邑歪头（鹿邑）、民权大青节（民权），山西省的离石黄（离石）、三尺三（汾阳），安徽省的西河柳（宿县）、黑柳子（阜阳），四川省的盐亭先锋高粱（绵阳），陕西省的白高粱（绥德），宁夏回族自治区的娃娃高粱（平罗），新疆维吾尔自治区的直立密穗（吐鲁番）等。它们在当时的农业生产中都起过明显的增产作用。在评选与整理地方良种的基础上，各地农业科研部门随即开展了系统选育和杂交育种。五十年代中后期开始，先后选育出一批高产、优质、适应性强的新品种。这些新品种都比当地优良品种增产10%以上。通过有组织有步骤地进行省间联合区域试验，新育成品种得以在全国范围内普及推广，至六十年代初期基本实现了第二次品种更换。这一时期应用的代表品种有熊岳253、熊岳334、熊岳360、锦梁9-2、跃进4号、多穗高粱、分枝犬红穗、护2号、护4号、护22号、平原红、处处红、抗蚜2号及119等。早在五十年代末期进行系统选育和杂交选育的同时，即开始了高粱杂种优势利用的研究。六十年代中后期先后选配出一批高产杂交高粱在生产上试种和推广。如遗杂7号、遗杂10号、晋杂5号、忻杂7号、忻杂52号、原杂10号、同杂2号、黑杂1号、吉杂2号、吉杂11号等，其中晋杂5号应用面积最大。高粱杂交种一般比优良品种增产20%以上。七十年代初期，中国高粱生产区已有近一半的生产面积以杂交种更换了改良品种。七十年代中后期以后，又筛选出一批米质好、产量高的新杂交种。如晋杂1号、晋杂4号、渤杂3号、郑杂3号、铁杂6号、沈杂3号、冀杂1号、锦杂75号、吉杂52号、吉杂26号、辽杂1号、辽杂2号等相继投入生产使用。从而使高粱的产量不断提高，全国平均亩产量迅速突破100kg，并很快又提高至175kg左右的水平。当前，杂交种高粱中的高产优质组合已成为各高粱主产区的主栽良种。总之，三次大规模的品种更换带来三次高粱产量的提高。据估计，在高粱产量的增加中优良品种和杂交种的作用一般可占30%以上。

（二）加深耕层、增施粪肥 用畜力犁耕翻耕层较浅，一般“犁无三寸土”，且难于大面积实现秋翻地。采用机耕作业后，在高粱主产区陆续实现了机耕秋翻地，春季顶浆塌垄或耙压。这种连续的机械作业，既可保住春墒，又能加深耕层厚度。目前高粱主产地区的耕层厚度可达20—24cm。高粱施肥数量有明显增加，基本改变了高粱种白茬地的状况。一般，每亩高粱地可施用2000—4000kg农家肥（土粪）和数十斤的磷肥作基肥，15kg以上的氮素肥料作追肥。同时，普遍推广了以施基肥为主、追肥为辅、氮磷配合、按生育状况和生育时期施肥的技术经验。在有灌溉条件的地区，还按高粱需水规律制定出适宜的灌溉制度。三十余年来，围绕高粱丰产所需土壤、营养及水分条件所做的大量研究，总结出深翻土地、加厚耕层、增施底肥、巧施追肥、促控结合、适期灌溉的综合栽培技术经验，从而为进一步持续提高生产水平奠定了良好的基础。