

钱章强 樊贵义 编著

杂交玉米制种技术



513-035-
01

安徽科学技术出版社

杂交玉米制种技术

钱章强 樊贵义 编著

安徽科学技术出版社

(皖)新登字 02 号

责任编辑：刘三珊

封面设计：赵素萍

杂交玉米制种技术

钱章强 樊贵义 编著

安徽科学技术出版社出版

(合肥市九州大厦八楼)

邮政编码：230063

安徽省新华书店发行 安徽新华印刷厂印刷

*

开本：787×1092 1/32 印张：5.125 字数：107,000

1991年10月第1版 1991年10月第1次印刷

印数：6,000

ISBN7—5337—0670—6/S·117 定价：2.30元

编者的话

玉米是一种高产作物，营养丰富，含热量高，不仅可以粮用、饲用，而且是重要的工业和医药原料。近几年，我国玉米生产处在一个发展高峰期，玉米种植面积和总产仅次于美国而居世界第二位。玉米生产之所以迅速发展是和杂交种的推广紧密相联的，杂交种替代了原有的常规品种，因而玉米生产发生惊人的变化。

我省玉米杂交种子的来源尚有困难，大多数地方还没有建立自己的玉米良种繁育基地，制种面积小，产量低，需要年年从外省调运玉米杂交种种子。为了解决这个问题，我省种子部门于1990年多次召开专门会议，并在有关地(市)举办了技术培训班。鉴于这种情况，我们特地编写了《杂交玉米制种技术》一书。

刚学玉米制种的农民，严格按照书中的方法去做，可以获得成功；已经会制种的农民，可以学到制种的高产经验。相信这本书能够得到农村读者的欢迎，在不久的将来我省玉米杂交制种问题一定能得到发展，并将进一步提高玉米生产的水平。

1990.12.

序

近几年，伴随着生产条件的改善和开发性农业的发展，我省粮食产区的作物结构也随之进行调整，特别是单产高、品质好，既可食用又能充当优质饲料或工业原料的杂交玉米倍受开发区的农民亲睐，种植面积不断扩大。这种种植成本低、经济效益好、符合市场需求的粮食作物，目前在我省大有加快发展的必要。然而，遗憾的是，由于杂交玉米制种技术要求高，许多农民和基层干部至今没有掌握，以致我省杂交玉米制种面积小、产量低，种源不足，常年外调种源，由于种种原因，既不能及时满足供应，影响了杂交玉米面积的扩大；又往往因种子质量差甚至是劣假种子，而带来减产，不利于整个作物结构的调整。这是需要我们认真而又迫切加以解决的问题。

正是出于这种需要，钱章强、樊贵义同志根据自己掌握的理论和实践知识，并吸收了外地经验，结合我省实际编写了这本《杂交玉米制种技术》，是很及时并富有意义的，它将成为广大制种农户的良师益友，也将为广大基层干部、农业技术人员以及农业院校、农业职业学校师生提供学习参考资料，提高玉米制种的理论和实际操作水平。

汪涉云

1990.12.28

目 录

一、玉米生产的重要意义	1
(一)国内外玉米的生产概况	1
(二)我省的玉米生产概况和发展趋势	4
(三)发展玉米生产的重要意义	4
(四)玉米杂交种在增产中的作用	9
(五)我省玉米种子生产中存在的问题	12
二、玉米的植物学特征和生理功能	15
(一)根	15
(二)茎	19
(三)叶	21
(四)花	24
(五)种子	28
(六)玉米雌雄穗的分化过程	30
三、玉米的生长发育以及和环境条件的关系	45
(一)玉米的生长发育	45
(二)玉米生长发育对温度的要求	47
(三)玉米生长发育与光照的关系	49
(四)玉米生长发育对土壤养分的要求	49
(五)玉米生长发育与水分的关系	52
四、玉米的分类	57
(一)按子粒形态与结构分类	57
(二)按生育期分类	59

(三)按玉米的子粒颜色和用途分类	60
五、玉米杂交种的类型	61
(一)自交系的概念	61
(二)品种间杂交种	62
(三)品种与自交系间的杂交种	62
(四)自交系间杂交种	62
六、建立健全玉米良种繁育体系	65
(一)繁育体系	65
(二)繁育规划	66
七、玉米杂交种的繁育制种技术	70
(一)种子基地的建设和隔离区的选择	70
(二)玉米自交系的繁育	75
(三)玉米杂交种的制种	88
八、玉米种子的质量检验	98
(一)种子质量标准化	98
(二)品种品质的检验	101
(三)播种品质的检验	104
(四)签发种子质量检验证明书	109
九、玉米杂交种的制种新技术	111
(一)筛选“双高”组合	111
(二)适期播种、增加密度	112
(三)扩大行比、缩小株距、宽窄行种植	113
(四)种子包衣处理技术	114
(五)采用前重式追肥	115
(六)关于调整玉米制种花期相遇的措施	117
(七)关于改进人工辅助授粉技术	121

(八)关于玉米生长健壮素在制种工作中的应用	123
(九)关于利用姐妹系配制改良单交种	124
(十)关于不育化制种技术的研究与应用	129
十、我省杂交玉米夏播制种中应注意的一些问题	132
(一)隔离与选地	132
(二)播种	133
(三)田间管理	134
(四)去杂、去雄和人工辅助授粉	135
(五)收获	136
十一、适合我省夏播栽培的玉米杂交种及常用自交 系介绍	137
(一)适合我省夏播栽培的玉米杂交种	137
(二)我省几个常用自交系介绍	141
附录一 玉米田间观察记载和室内考种的项目与 标准	143
附录二 玉米密度计算表	148
附录三 农作物生育日数计算表	150
附录四 玉米自交系的繁殖档案记载卡片	152
附录五 玉米单、双交种配制档案记载卡片	153
主要参考文献	154

一、玉米生产的重要意义

(一)国内外玉米的生产概况

玉米又叫玉蜀黍、苞米、苞谷、玉茭、棒子、珍珠米等。在我省淮北，群众多叫大蜀黍。

玉米原产在墨西哥、秘鲁一带。它的栽培历史估计已有4 500~5 000年，是一种古老的栽培作物，但一直到1492年哥伦布发现美洲时，才知道有玉米的栽培。1496年哥伦布将玉米带回西班牙，以后才传往世界各地。

玉米现在已成为一种分布范围广、栽培面积大、单产又很高的谷类作物。从北纬58度通过赤道直到南纬35~40度的广大地区均有栽培。据1986年世界农业统计资料公布，玉米的栽培面积为1.34768亿公顷，仅次于小麦、水稻而居第三位。总产为4.83604亿吨，仅次于小麦而居第二位。单产为3 588公斤/公顷，高于水稻、小麦而居谷类作物之首。

表1 1976~1986年世界稻、麦、玉米面积和产量比较表

作物	面积(亿公顷)			单产(公斤/公顷)			总产(亿吨)		
	1986年	1976年	1986年为1976年%	1986年	1976年	1986年为1976年%	1986年	1976年	1986年为1976年%
小麦	2.29602	2.35302	97.35	2 236	1777.5	125.79	5.12100	4.17500	122.66
水稻	1.44940	1.42248	101.89	3 286	2430	135.23	4.76302	3.45400	139.90
玉米	1.34768	1.18054	114.16	3 588	2827.5	126.90	4.83604	3.34000	144.79

从表1可以看到,在世界范围内,近几年玉米生产仍处在一个发展高峰期,玉米的巨大增产潜力已愈来愈引起人们的注意和科学家的兴趣。科学家们预测,到21世纪初,玉米将位居谷类作物之首,并名符其实地将成为“高产作物之王”。

我国栽培玉米已有近500年的历史,过去人们多认为1578年李时珍所著《本草纲目》是记载玉米最早的一本书,其实不然,据中国农业科学院农业遗产研究室后来发现,1511年我省的《颍州志》已有关于玉米的记载。由此可见,我省栽种玉米的历史是悠久的。

我国的玉米分布范围也极广,但主要集中分布在自东北、华北至西南山区的斜长形地带。我省主要集中在淮北平原和皖西、皖南山区。

我国的玉米种植面积发展也很快,1952年全国播种面积仅1232.6公顷,而1986年已扩大到1921.9万公顷,增加了55.9%,1988年扩大到1969.67万公顷,比1952年增加了59.8%。现在我国的玉米种植面积和总产,都已仅次于美国而居第二位。70年代我国每年尚需从国际市场进口玉米,到80年代开始已转为出口,1985年的出口额已达633.7万吨,这一年我国成立了中国玉米出口公司,标志着我国已成为世界上的重要玉米出口国之一。

我国的玉米产区可根据各地的自然条件和栽培制度分为以下八个区:

1. 北方春玉米区 本区大部分位于北纬40度以北,包括黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古等省(区)和河北、山西两省的长城以北地区。这是我国的玉米主要产区之一,约占全国玉

米播种面积的27%。其耕作制度基本上为一年一熟的春玉米。

2. 西北春玉米区 包括甘肃、宁夏、新疆以及陕西省的北部。本区玉米播种面积约占全国玉米播种面积的8%。其耕作制度主要是一年一熟的春玉米，部分地区为二年三熟制的春、夏玉米。

3. 北方春、夏玉米区 包括北京、天津、河北省中部以及辽宁南部和山西中部。本区玉米播种面积约占全国玉米播种面积的15%。其耕作制度主要是二年三熟制的春、夏玉米，也有一年两熟的麦套玉米和麦茬玉米。

4. 北方夏玉米区 包括山东、河南、河北省的南部、山西省的南部、陕西省的关中和陕南以及甘肃省南部的部分地区。本区的玉米面积约占全国玉米播种面积的20%。其耕作制度主要是一年两熟的夏玉米，也有少量的春玉米。

5. 西南春、夏、秋玉米区 包括四川、贵州、广西、湖北、湖南和云南大部分地区，本区玉米播种面积约占全国玉米播种面积的20.5%。其耕作制度主要是一年一熟、一年两熟制的春、夏玉米和少数秋玉米。

6. 东南春、夏、秋玉米区 包括安徽、江苏、江西、浙江、福建、上海、台湾和广东的大部分地区。本区玉米播种面积约占全国玉米播种面积的9%。其耕作制度主要为一年两熟和两年五熟的春、夏、秋玉米。

7. 青藏高原春玉米区 包括青海、西藏部分低谷地区和喜马拉雅山的南坡。面积很少。其耕作制度以一年一熟为主，也有少量两年三熟的春玉米。

8. 南方冬玉米区 包括海南省、广东省的雷州半岛以及

云南省和台湾省的南部。面积很少。其耕作制度主要是一年三熟制的冬玉米。

(二)我省的玉米生产概况和发展趋势

我省玉米主要分布在以下3个地区：

1. 淮北平原玉米区 系指阜阳、宿县两个地区和淮北市、蚌埠市、淮南市的一些县区。是我省玉米的最主要产区，种植面积约占全省面积的70%。以麦茬、油菜茬后的夏玉米为主。

2. 江淮丘陵玉米区 主要指大别山区和皖东一带，分布于岳西、金寨、霍山及天长、来安等地。以夏玉米为主，也有少量春玉米。

3. 皖南山地玉米区 主要指皖南的新安江上游一带，尤以绩溪、祁门、休宁、歙县等地比较集中，以夏玉米为主，也有少量秋玉米。

我省不仅有较悠久的玉米生产历史，同时玉米生产的发展也很快。1952年的玉米播种面积为233万亩，单产仅72.5公斤/亩，1965年增加到265万亩，单产上升到110公斤/亩，1975年播种面积进一步上升到330万亩，单产达179公斤/亩，1976年以后曾上升到430万亩，但到80年代初却下降到200多万亩，直到1985年又回升到382万亩，单产204公斤/亩，1988年恢复到430万亩，1989年则超过了500万亩。现计划到“八五”期间玉米面积要发展到800万亩。

(三)发展玉米生产的重要意义

为什么玉米生产会有如此迅速的发展呢？主要原因有以

下几方面：

1. 玉米是高产作物 从作物生理角度看，作物产量的90%以上靠光合作用的积累。因此，作物产量的形成不仅取决于光能利用率的高低，还取决于呼吸消耗的高低。因此，只有那些光能利用率高而呼吸消耗低的作物，才能获得更高的产量。玉米是 C_4 作物，它的光合作用效率高，净光合作用值较 C_3 植物的小麦、水稻、大豆等可高出3倍，同时玉米又是非光呼吸作物，它虽然也进行光呼吸，但强度很低，养分消耗少而积累多，这是玉米能获高产的生理基础。

玉米又是我省能利用杂种优势的几种主要作物之一。现在我省良种重点抓“三杂”，也就是杂交水稻、杂交油菜和杂交玉米。由于充分利用了杂种优势，杂交玉米往往表现为空秆率低、穗大、粒多、粒大、出子率高，宜密植，并且抵抗不良环境的能力有所增强，这是玉米高产的遗传基础。

由于我省推广了掖单2号、4号，丹玉13号，宿单2号、3号等优良玉米杂交种，加上栽培管理技术的不断提高，淮北夏玉米的单产已普遍达到300公斤/亩以上，少数地块单产已达500公斤/亩以上，经济效益已远超过淮北传统的作物——大豆，所以受到群众的普遍欢迎。

据介绍，山东掖县农民育种家李登海选育的紧凑型玉米新品种——掖单13号，在山东麦茬夏播，采取了高水肥栽培条件，单产已超过了1000公斤/亩，现在该品种已引入我省，相信我省的玉米单产必将得到进一步的提高。

2. 玉米的营养价值高 玉米在我国北方农村和西南山区仍是主要的粮食作物，在我省虽然已很少作粮用，但却是一种重要的饲料，因此它的营养价值如何，将直接关系到人们

的健康和畜牧业的发展。根据中央卫生研究院的分析，玉米和其它几种主要粮食作物的营养成分如表2：

表2 几种主要粮食的营养成分(每500克的含量)

粮 食	营 养 成 分 (克)	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 1 号	乙 种 2 号		
黄 玉 米	42.5	21.5	365	0.56	1.70	0.50	11.50	1825	
白 玉 米	42.5	21.5	365	0.00	1.75	0.45	10.50	1825	
籼 米	34.5	3.0	395	0.00	0.86	0.25	7.00	1745	
粳 米	33.5	4.0	380	0.00	0.75	0.30	7.00	1685	
标 准 粉	49.5	9.0	375	0.00	2.30	0.30	1.25	1780	

从上表中可以看到，玉米子粒中所含脂肪是很高的，蛋白质虽略低于面粉，但高于稻米，维生素的含量也很高。玉米作为粮食或饲料，有发热量高的特点。

玉米子粒的蛋白质中赖氨酸、色氨酸和蛋氨酸(人、畜营养中不可代替的氨基酸)含量不足，影响了它的营养价值。但由于在60年代中，人们在玉米上发现了突变基因奥派克-2和弗洛里-2的利用价值，它们可显著地提高赖氨酸和色氨酸的含量，从而使改进玉米子粒中的蛋白质品质成为可能。

3. 玉米是高产的优质饲料 由于玉米的营养成分较为全面、丰富，所以它是一种很有价值的饲料作物。现今世界上的玉米大约有75~80%用作饲料，仅10~15%作为粮食。它在世界饲用谷物(含玉米、大麦、燕麦、高粱、谷子)中约占总量的50%左右，是畜禽最重要的高能量精料，对提高猪

肉、牛奶及蛋品产量有显著的作用。试验证明，100公斤玉米籽粒的饲用价值相当于135公斤燕麦、120公斤高粱或130公斤大麦。我国年用饲料粮750亿公斤左右，其中玉米约占500亿公斤，因此它和人们所关切的“菜篮子”工程有着密切的联系。北京市每年需调入大量玉米用作饲料；上海市因国内调入不足，每年尚需进口相当数量的玉米；福建省的饲料加工生产能力已达12.2亿公斤，但由于省内玉米不足，1989年仅生产混合饲料7.1亿公斤。我省广大稻产区的农民，由于缺少玉米，所以常用稻米作畜禽饲料，这不仅营养上不如玉米，还增加了成本，十分可惜。因此在广大稻产区也应适当发展一些玉米以节约粮食。

目前许多玉米杂交种都是果穗成熟收获后，茎叶仍保持鲜绿，可以用作青贮饲料。据介绍，在良好的栽培条件下，于乳熟至蜡熟期收获，每亩可产青贮料3 500~5 000公斤，于蜡熟末至完熟初期收获，每亩可产青贮料2 500~4 000公斤。我省宿县地区农科所选育的宿单2号、3号就是优良的粮饲兼用杂交种。

玉米除了子粒作精料、茎秆可供青贮外，在一些畜牧场站，也有种植作青刈饲用的。青刈玉米是当玉米雄穗刚抽出时收割其鲜茎叶，由于它柔嫩多汁，口味良好，所以适于做牛、猪的青饲料。尤其对奶牛和幼畜，饲用价值更大。青刈玉米可新鲜喂饲，也可制成干草供冬春喂饲。它营养丰富，无氮浸出物含量高，并且易于消化。见表3。

另据报道，鲜草中的粗蛋白和粗纤维的消化率各为65%和67%，而粗脂肪和无氮浸出物的消化率则分别高达72%和73%。用它喂猪，应切碎或打浆后喂给。

表3 青刈玉米的营养成分比较(%)

种 类	水分	粗蛋 白质	粗脂肪	无 氮 浸出物	粗纤维	粗灰分	可消化 蛋白质	可消化 总养分
鲜 草	78.9	1.7	0.4	13.2	4.6	1.2	1.0	14.2
青 贮	82.8	1.4	0.8	8.5	5.2	1.3	0.9	10.0
干 草	18.1	7.1	2.1	40.6	25.8	6.3	3.7	52.9

4. 玉米是重要的工业和医药原料 玉米是轻工业的重要原料，玉米植株各部分直接或间接制成的工业产品 约达500种以上。玉米子粒可以制成淀粉、糖浆、葡萄糖、酒精、醋酸、丙酮、丁醇等。目前最主要的是用于制造淀粉，因为玉米淀粉是制造抗生素(如青霉素、链霉素和金霉素等)的重要原料。而我省宿州市新建的大型无水酒精厂的主要原料也是玉米。70年代玉米结晶糖问世，被公认是制糖业的重大突破，它的品质远远高于蔗糖，美国现在的食用糖已有50%是玉米糖。可以认为其产量和前景将大大超过蔗糖和甜菜糖。我省地处江淮，缺乏糖业原料，发展玉米糖 将更有重大意义。

玉米胚中的脂肪含量高达36~47%，是很好的油脂原料。每百公斤玉米胚能出油40公斤，比大豆出油率高出1倍多。并由于玉米油含亚油酸比例较高，经过加工后可以食用，它还含有激素和多量维生素E，具治疗高血压和血管硬化的作用。玉米油还可做肥皂、油漆、涂料、润滑油等。榨油后的油饼还可以酿酒、制造饴糖等。

从玉米的穗轴和茎秆中，还可以提取糠醛(含量16.5~

19.0%)，它是制造高级塑料的原料，提取糠醛后的残渣还可以酿造酒精。玉米茎秆又能制造出很好的纤维素、人造丝、纸、电气绝缘体和化学胶板等。玉米的穗轴还可制造电木、漆布、人造软木塞、黑色火药、人造胶水和酒精等。有些玉米品种的穗轴，在未授粉幼嫩时可作蔬菜用，被称作“玉米笋”，制成罐头已进入国际市场。

玉米的花丝和苞叶是用作包装和填充的良好原料。玉米的苞叶更可以用来编制多种花式品种的工艺品，我省阜南县苗集区的玉米苞叶编织品已远销海外，真可称是一种不用设备投资的创汇农业。玉米花丝可用以治疗高血压，并具有利尿功能。

玉米花粉可以开发为高级的滋补营养食品。有一种用爆裂型玉米子粒作原料制成的“爆米花”已在大城市盛销，受到了人民群众的欢迎。

由于玉米具有产量高、适应性强、用途广等特点，在作为粮食、饲料和轻工业原料等方面又具有很高的经济价值。因此，省政府现已作出在我省发展杂交玉米，提高玉米生产水平的重要决策。淮北的秋粮生产将逐步形成以山芋、玉米和水稻为主的格局，结构调整的基本原则是大幅度扩大夏玉米，积极发展水稻，压缩大豆和杂粮，稳定山芋。初步设想1990年淮北玉米扩大到500万亩，1995年发展到700万亩。这对于增产粮食，促进畜牧业发展，支援社会主义建设等方面，将具有十分重要的意义。

(四)玉米杂交种在增产中的作用

玉米生产之所以得到迅速发展是和杂交种的推广紧密相