

玉米育种的理论和实践

刘仲元编著



上海科学技术出版社

玉米育种的理论和实践

刘 仲 元 編 著

上海科学技术出版社

玉米育种的理论和实践

刘仲元 編 著

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路450号)

上海市书刊出版业营业许可証出 093 号

商务印书馆上海厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 850×1168 1/32 印张 17 4/32 插页 1 排版字数 454,000

1964年9月第1版 1964年9月第1次印刷

印数 1—4,000

统一书号 16119·510 定价(科六) 2.60 元

內 容 提 要

本书就玉米的形态、分类及生物学特性等方面作了詳細探討,然后分析了杂种优势的利用,重点評介各种玉米育种方法以及杂交种后代的利用問題;最后談到良种繁育工作,介紹了我国生产上常用的玉米良种。

本书理論与实践并重,是一本比較系統的育种論著,可供农业科研人員、技术干部、农业院校师生参考。

前 記

本书是在拙著《玉米育种》(1959年第1版)的基础上,经过修訂而成。由于修訂中改写的部分較多,保留原有的篇幅內容較少;因此,将本书更名为《玉米育种的理論和实践》。

玉米育种的任务是,通过各种手段,創造出新的适于当地农业生产需要的丰产良种,并迅速地加以扩大和推广。但是,这种創造,只有深入了解玉米的全部生活过程,以及掌握育种的主要原理、方法和步骤时,才能較快地实现。

根据国际間玉米育种的历史經驗,到目前为止,創造高产良种的最有效方法,应该属于自交系間杂交育种。而其他方法則大多是一种过渡性的手段。因此,为了強調自交系間杂交育种的优越性,本书除在原理、技术和方法等方面作較詳細的闡述外,还从育种史方面作了系統的介绍,以便比較各种方法的效果和优缺点。此外,对于我国玉米生产簡史和一般概况,以及栽培玉米的生物学基础,都作了相应的說明。

本书在玉米育种的学术观点方面,是试图依据党的“百花齐放,百家爭鳴”的方針来处理的。从玉米育种,尤其是从自交系間杂交育种的历史和方法来看,应该说摩尔根学派所做的工作和具体的資料較多,并取得一定的成績。因此,在本书中,对于玉米育种理論的闡释,引述了一些摩尔根学派的研究資料;同时,还吸取了米丘林学派的若干論点。作者认为,不論是摩尔根学派的試驗資料,或者是米丘林学派的学术观点,只要能有助于对玉米育种作出系統的解释,都应尽可能的加以闡明和介绍。当然,限于作者的思想水平与业务水平,这样处理是否恰当,以及其他可能存在的問題,請讀者予以批評指正。

刘仲元 1963年7月于合肥

目 录

前 記

第一章 緒論	1
一、玉米在国民經济中的地位	1
二、玉米在农业生产中的重要作用	5
三、玉米的起源及其发展	9
四、我国玉米的生产概况	16
五、我国玉米的分布和区划	21
六、玉米育种对发展生产的意义	29
七、我国玉米育种簡史	35
第二章 玉米的植物学形态	40
一、根	40
二、茎	44
三、叶	47
四、花	50
五、籽粒	54
第三章 玉米的分类学特点	58
一、植物学分类	58
二、生态学分类	76
三、生育期分类	78
四、农艺学分类	82
五、商品学分类	83
第四章 玉米的生物学基础	85
一、玉米生长发育的特性	85
二、玉米生育与环境条件的关系	102
三、玉米产量形成的因素	115
四、玉米受精生理的特点	132
五、玉米細胞遺传的机制	153

目 录	3
-----------	---

第五章 玉米育种的任务	171
一、对玉米品种的要求	171
二、育种任务的制订	173
三、育种的基本目标	175
第六章 玉米育种的材料和評定	185
一、玉米的原始材料	185
二、材料选择的技术	197
三、性状鉴定的内容	204
四、田间試驗的特点	208
第七章 玉米品种資源的利用	223
一、良种評选	223
二、引种	227
第八章 玉米品种的选育和改良	242
一、混合选种	242
二、单株选种	249
第九章 玉米杂种优势的利用	258
一、杂种优势利用的特点	258
二、玉米杂种优势产生的原因	261
三、产生玉米杂交种的方法	270
四、玉米杂种优势利用的类型	273
第十章 玉米的品种間杂交	277
一、杂交亲本的选配	277
二、亲本正反交的影响	283
三、杂交种性状的遺传性	290
四、杂交种的增产效果	295
五、杂交种产生的步驟和方法	303
第十一章 玉米的自交系間杂交	309
一、自交系的一般概念	309
二、自交系的选育	323
三、自交系配合力的測定	352
四、自交系杂交組合的选配	366
五、自交系間杂交种的利用	382
六、自交系的改良	404

七、雄花不孕性在玉米育种上的应用	412
第十二章 杂交种后代的利用問題	441
一、杂交种后代优势的表现	441
二、杂交种后代优势的維持	445
三、杂交种后代利用的条件	453
第十三章 玉米的良种繁育	457
一、良种繁育的一般概念	457
二、良种繁育的組織体系	461
三、良种繁育的技术措施	467
四、良种繁育的品质鉴定	484
第十四章 玉米良种簡介	495
一、优良品种	495
二、品种間杂交种	504
三、自交系間杂交种	518
結 語	527
附 录	530
1. 玉米育种試驗調查記載項目及記載标准	530
2. 5%标点的 F 值表	534
3. 1%标点的 F 值表	535
4. t 分配表	536
5. 玉米育种試驗研究田間記載及室內考种鉴定項目表	537

第一章 緒 論

在討論玉米育種工作之前，了解一些有关玉米在国民經济中的意义，它的起源和发展，我国的生产概况，以及党在领导我国农业生产中，如何重視玉米生产和科学研究工作，对于更好地开展玉米育種工作是有重要意义的。

为了学习先进經驗，了解世界各国的玉米育種工作动态，以及通过利用玉米杂交种获得增产和发展国民經济取得成就的实例，对于玉米育種来說，同样也是很必要的。

一、玉米在国民經济中的地位

玉米是一种具有許多宝貴經济特性的谷类作物，它在国民經济中有其一定的地位。主要表现在如下几个方面。

粮食方面 玉米是重要的粮食作物，在我国中的地位仅次于稻麦而居于杂粮之首，玉米的总产量和播种面积也占着相当的比例。

玉米籽粒之所以大量作为粮食，主要因为它的营养价值比較高。根据中央卫生研究院的分析，它所含的营养成分如表 1-1。

表 1-1 几种主要粮食的营养成分（每 100 克含量）

粮 食 名 称	营 养 成 分	維 生 素					其 他 成 分			
		胡蘿 卜素 (毫克)	硫胺素 (毫克)	核黄素 (毫克)	尼克酸 (毫克)	抗坏 血酸 (毫克)	蛋白质 (克)	脂 肪 (克)	醣 (克)	热 量 (仟卡)
小 站 米		0	0.16	0.03	1.0	0	7.5	0.5	79	351
机 米		0	0.19	0.03	1.3	0	7.5	0.6	79	351
伏 地 小 米		0.19	0.59	0.09	1.6	0	9.7	1.7	77	362
高 粱 米		0	0.14	0.07	0.6	0	8.2	2.2	78	365
玉米(黄鮮)		0.34	0.21	0.06	1.6	0.66	3.8	2.3	40	196
玉 米 (黄)		0.1	0.34	0.1	2.3	0	8.5	4.3	73	365
玉 米 (白)		0	0.35	0.09	2.3	0	8.5	4.3	73	365
八 一 粉		0	0.25	0.06	3.4	0	11.0	1.4	74	353

从表 1-1 可以看出, 每 100 克的玉米籽粒含有醣(淀粉) 73 克; 脂肪含量达 4.3 克, 超过任何谷类作物; 蛋白质 8.5 克, 仅次于小麦和小米, 較大米高 15%; 黄玉米含有丰富的維生素甲和抗坏血酸的成分, 而大米和小麦却完全缺如; 它放出的热量为 365 仟卡, 除高粱米以外, 其他谷类作物均不能与之相比。

玉米的籽粒不仅可以加工成玉米粉、罐頭食品 and 苞米花, 而且还可以做出許多不同的美味食品。例如, 在我国山西、陝西等地区, 玉米在当地做出的食品就达 50 种以上。现在玉米在食用方面已經有許多粗糧細作的方法, 可以做出多种多样的美味食品, 特別是用玉米磨成极細的面粉(小粉), 常可以做出許多細致可口的食品。

在玉米蜡熟的前期, 收获青果穗并經煮熟, 既富营养, 味道亦好, 常为人們所喜爱。这在我国古书《尔雅》“谷名考”中, 就曾这样記載过“……初結粒时, 剖而烹之, 以为肴, 甚脆美, 俗呼珍珠笋”。

目前, 我国种植的玉米几乎都作为粮食, 尤其是在华北、东北地区 and 南方的山区, 广大人民不仅有食用玉米的习惯, 而且已把它当作一种主要的粮食。

飼料方面 玉米的籽粒是最主要的和最有价值的精飼料, 其获得高产的綠色体, 也是极好的青飼料和青貯料。不仅全身无废物, 而且具有很高的营养价值和丰富的脂肪。通常籽粒中含有 7% 的可消化蛋白质, 60~66% 的淀粉和 5~8% 的脂肪。100 斤籽粒能折合 135 个飼料单位, 而同样数量的高粱米只有 117 个, 燕麦只有 100 个, 谷子只有 95 个。而且玉米含有的这些成分, 几乎对所有的牲畜都适应, 因此是良好的精飼料。

玉米用作飼料的部分不仅是它的籽粒, 而且是它的所有各部分。茎秆和叶子折合的飼料单位, 通常要超过其他谷物稻草約一倍半。因此, 很好地保存茎秆和叶子, 可以用来代替油渣, 在飼料缺乏时, 可以把它們切碎后喂牲畜。

国外的研究指出, 玉米单位面积产量全部折合的飼料单位, 要比馬鈴薯、甜菜、燕麦等高得多(表 1-2)。

表 1-2 玉米和其他作物的飼料价值

作物名称	飼 料 部 分	产 量 (公担/公頃)	每 公 頃 飼料单位
玉 米	青飼	200	3600
	乳熟期茎叶和果穗	275	5775
	蜡熟初期的籽粒	90	3600
	茎和叶	210	3150
	总 計	300	6750
	18% 湿度时果穗中籽粒	30	3600
	干燥茎秆	60	1800
	总 計	90	5400
馬 鈴 薯		175	5250
飼用甜菜	根	300	4200
	茎叶	100	1000
	总 計	400	5200
燕 麦	籽粒	16	1600
	茎秆	24	720
	总 計	40	2320

玉米用作飼料的生产成本和所費的劳动量，也比其他飼料作物低得多。如以玉米每亩收获 400 斤籽粒和 2,500 斤左右的茎叶，折成的飼料单位为 6,750 个，按 100% 計算劳动力，那末飼用燕菁所費的劳动力为 1,407%，飼用甜菜为 610%，糖用甜菜为 500%，馬鈴薯为 413%，燕麦为 120%，等等。

玉米用作飼料，通常有以下三种方法：

(1) 在雄穗刚抽出时，割下茎秆，可以作为許多牲畜的青飼料；

(2) 在乳熟至蜡熟期間，分別收割果穗进行青貯，可以作为牲畜与家禽的精飼料；

(3) 在乳熟至蜡熟期間，分別收割茎叶，把它們切碎进行青貯，可以作为牲畜的优良青貯料。

根据国外的研究,玉米在不同成熟期中,收获的饲料产量和饲料单位也有所不同(表1-3)。因此,在收获饲用玉米时,应根据牲畜的需要,在产量最高的时期进行。

表 1-3 不同成熟期与玉米饲料产量和饲料单位的关系

成熟期	产 量 (公担/公顷)	水 分 (%)	干物质(公担/公顷)		饲料单位 (个/公顷)	可消化 蛋白质 (公斤/公顷)
			总 计	籽 粒		
乳 熟	254.8	78.0	56.1	6.3	5989	300
乳 蜡 熟	268.5	68.0	85.8	26.3	7963	502
蜡 熟	244.4	61.3	94.4	34.2	9277	643
完 熟	168.0	46.4	89.9	37.0	8920	590

研究指出,在雄穗刚抽出时收割的茎叶,是一种极有价值的青饲料,含有丰富的维生素,特别是对幼畜,它的饲用价值更高。

研究同样指出,玉米在乳熟至蜡熟期间,果穗和茎叶都含有最高的营养物质,特别是其中含有的糖分,比在一般情况下要高出一倍以上(籽粒含有的糖分达到15~18%)。在进行青贮以后,不但不损失其优良品质,而且通过青贮后用来饲养乳牛,可以大大地增加牛奶产量;用来饲养猪、羊,可以增加肉类产量;用籽粒饲养家禽,可以增加产卵量。

实践证明,脱粒后的穗轴,同样是牲畜的良好饲料。把穗轴煮后磨碎,不仅为牛、马所爱吃,而且用来喂猪,尤其是肥育架子猪容易上膘,可以较快地增加肉的产量,并且容易使母猪生育旺盛,多产仔猪。

由于玉米是一种很有价值的饲料作物,因此畜牧业的发展与玉米生产的发展有着极其密切的关系。

原料方面 玉米的经济价值,还表现在它的全身都是工业上和医药上的重要原料。用玉米作为原料,直接或间接制成的工业产品,在十九世纪下半期还只有40种,而到1900年,在巴黎世界博览会上,玉米的工业品已达150种以上。根据最近的资料知道,利用玉米制成的工业品已达300种,甚至500种之多。

玉米的籽粒经过加工厂加工，可以制成淀粉、酒、酒精、糖蜜、糖浆、醋酸、葡萄糖，以及其他许多食品工业和工业产品，但最广泛的是用来制造淀粉和酒精。目前，我国石家庄市的第一个机械化的淀粉厂，大量地制造淀粉和葡萄糖，就是用玉米作为原料的。

同时应当指出，由于玉米籽粒的胚含有 47% 以上的脂肪，每百斤玉米胚能榨油 40 斤，可以作为工业用油的贵重原料。玉米胚榨出的油可做肥皂、油漆、涂料等，经过加工也可供食用，胚饼还可酿酒、制造飴糖等。

用玉米籽粒磨成的小粉，是纺织工业上用来浆纱的极好原料，可以代替小麦面粉，目前在我国纺织工业上，已广泛采用。

研究与实验证明，利用玉米的茎秆，可以制造出很好的纤维素、人造丝、纸张、电气绝缘体、化学胶板等等贵重的工业品；剩下的渣子，仍可以制造酒精。安徽省宁国县曾利用玉米茎秆造纸，质量不低于毛竹，而成本却大为降低。

玉米的穗轴，同样是重要的工业原料，利用它可以制造电木、漆布、人造软木、黑色火药、胶水和酒精。最近的科学研究指出，从玉米的穗轴和秸秆中可提取 16.5~19% 的糠醛，它是制造高级塑料——尼龙六六的重要原料。

玉米也广泛地利用于医学领域内。由玉米制成的淀粉，是获得青霉素、链霉素、金霉素等贵重药品的良好原料。成熟的玉米果穗上的花丝，可以用 70 度酒精来制成药剂，对于治疗某些肝脏病和止血有着良好的效果。在我国古代医学上的《本草纲目》一书中曾经指出：“玉米气味甘平，无毒，可主治调中开胃”，又指出，利用玉米的根叶煎成汤药，对治疗小便淋瀝也有着良好的效果。

玉米的花丝和苞叶，也是用作包装和填充的良好材料。

二、玉米在农业生产中的重要作用

玉米是一种高产作物，适应性强，产量稳定，适宜和其他作物轮作，以达到培养地力和提高产量的目的。

产量方面 玉米和水稻都是高产作物；但因为稻谷用作粮食的有效部分，实际上只占产量的75%左右。通常亩产800斤的稻谷，只能相当于600斤的玉米；同时，要获得同样的产量，栽培水稻所费的劳动和肥料等要比玉米多得多。因此，玉米本身的高产性能，对增产粮食来说，是很宝贵的。

玉米的高产性能，也表现在它用作饲料的绿色体(青的茎、叶)部分，而且所获得的饲料单位比栽培其他作物为多，甚至多几倍以上。通常玉米的籽粒产量可以保持每亩在300~400斤以上，而它的绿色体则每亩可以获得3,000斤以上。

根据国际资料指出，在世界谷类作物的生产中，单位面积的平均产量，玉米略低于稻谷；如果稻谷按75%折算的话，则玉米的产量反而要高得多。在我国历年的全国农业展览会上，或各地的农业生产资料中，都曾出现许多大面积丰产纪录。这些丰产的获得，揭示了我国的玉米生产蕴藏着很大的潜力。

例如在1956年，甘肃省成县乐楼农业社，种植春玉米75.89亩，平均每亩产量831斤；丰产地19.24亩，平均每亩产1,245斤。

又如在1957年，新疆生产建设兵团的24农场，在552亩的面积上，获得了每亩721斤的高额产量，其中80亩平均亩产达到1,417斤。

河北省抚宁县火炬农业社，在276.5亩的土地上，获得了平均亩产922斤的高产纪录，并在37亩地上，获得了每亩产量1,106斤。

在我国南方，玉米也能获得高产。1956年广西桂西僮族自治州亮表农业社种植玉米1,182亩，平均每亩产量590斤；其中90亩，每亩产量达到900斤。

在南方的浙江省青田县，船寮农业社夏播32亩，平均亩产达到989斤，其中11亩平均达到1,340斤。

在山区坡地种植玉米也同样获得了高额的产量。如山西省昔阳县联胜农业社，1956年种植玉米5,533.49亩，平均每亩产量509斤；其中880.99亩，平均每亩产量969斤；丰产地为6.6亩，

平均亩产1,570斤。

在云南高原上，祿劝县先鋒农业社1956年种玉米1,233.84亩，平均亩产835.96斤，其中有2.34亩平均亩产1,500斤。

在1958年大跃进的年代里，全国各地由于鼓足干劲和认真地贯彻了农业“八字宪法”，出现了大面积亩产千斤的新纪录。如新疆生产建设兵团农41师12团农场在10,187亩土地上，获得了平均亩产1,058.9斤的高额产量。

所有上述的玉米丰产事例，不仅表明了我国玉米生产的迅速发展，也表明了我国勤劳勇敢的农民的智慧 and 创造。

輪作方面 在农业生产中，輪作对培养地力和提高作物产量的作用很大。玉米在輪作中能很好地和許多作物实行輪作。輪作的方式也很多，通常在实行以玉米和水稻、小麦、谷子(粟)、高粱和豆类等作物进行輪作的情况下，常能使前后茬都获得令人满意的产量。

不过，就玉米本身来说，它最好的前作是经过休閑的土地上的冬小麦或豆类作物。玉米之所以能和許多作物很好地进行輪作，主要有如下一些特点：

(1) 玉米的适应性很强，在任何地区和任何土壤上都能种植，并且生长良好。由于它的播种季节较长，不同地区可以种植2~3作，因此，在某些作物收获后，仍可种植玉米，以增加复种指数。即使在遭受不同程度灾祸的地区，种植玉米仍能获得比较稳定的产量。

(2) 玉米是一种中耕作物，种植玉米不仅可以保持土壤的疏松，而且还可以减轻田间杂草；用玉米作为麦类的前茬作物，特别在干旱地区，田间杂草较之种植向日葵、高粱、谷子等作物时要少得多（可减少70%以上），而土壤则比前作为水稻的要疏松得多，它的根系分布比向日葵较浅，不致吸收过多的肥料，影响下一茬作物的土壤肥力。

(3) 玉米的栽培技术，不象稻、麦、谷子等那样复杂，生产成本较低，一般用工较少。根据统计，水稻亩产400斤稻谷，一般用工

需 22.5 个,每个工的生产量为 17.8 斤,劳动生产系数为 44.5%,而玉米获得同样的产量,只需用工 13.5 个,每个工的生产量达 29.6 斤,劳动生产系数达到 74%(表 1-4)。如果在实现农业机械化的条件下,玉米的用工还可减少。

表 1-4 栽培水稻和玉米的用工、产量比較

作物	产量 (斤/亩)	用工 (工/亩)	每工生产量 (斤)	說 明
水稻	400	22.5	17.8	农业部編印: 全国农业劳动用工参 考資料
玉米	400	13.5	29.6	
水稻	800	30.0	26.7	
玉米	800	18.0	44.7	
水稻	600	14.0	42.8	1960 年柏谷庄农场
玉米	400	7.3	55.3	1958 年黄泛区农场

实践証明,稻谷的出米率为 75% 左右。如果把水稻的用工和出米率結合起来,那末玉米的劳动生产系数就要比水稻高出 121% 以上。

(4) 玉米是一种旱地作物,能够較經濟地利用雨水。如在我国北方,春季干旱,由于玉米的蒸騰系数較低,仍能正常生长,并能很好地利用夏季雨水获得較高的产量。而在我国南方,則由于它的绝对需水量比水稻低得多,种植玉米就不象水稻那样需要长期浸水,而只需要进行几次适量的灌溉,便能获得較高的产量。玉米的这种特点,在我国南方某些水利条件較差的稻区,适当地改变水稻連作为和玉米輪作,对于調节用水和合理用水問題,同样是具有实际意义的。

其他方面 玉米除具有上述两項重要作用外,在农业生产中,玉米还具有以下一些特点:

(1) 实行玉米和其他作物的間作、混作和套作,对于充分利用地力和光能,以及調节劳动力、增加产量,都有着很大的意义。我国农民对于玉米的間作、混作和套作,有着丰富的經驗,并获得了

很好的增产效果。如玉米和豆类作物间作、混作；玉米和薯类间作；利用玉米地进行套作各种作物和蔬菜，或利用麦地套作玉米，都能很好地调节劳动力、提高产量和增加经济效益。

(2) 玉米种子有较高的繁殖系数，不仅它的产量较高，而且它的播种量也较少。通常一亩面积所需的播种量，不同作物之间的差别是很大的。如水稻直播需要20斤左右，由秧田播种量折合成插秧，每亩也需10斤左右；小麦多在10~15斤（有的地区则已增至20斤以上）；而玉米只需要3~4斤，在条播的情况下，也只需5~6斤左右，仅及稻、麦播种量的 $\frac{1}{5}$ ~ $\frac{1}{3}$ 。谷子的播种量虽较玉米为低（1~1.5斤），但是由于它在间苗阶段所费的劳动较多，且产量也较低。因此，种植玉米既能节约种子，又能提高产量。

(3) 玉米在成熟时，具有不落粒的特性，这种不落粒性不仅可以保证丰收，而且同样可以很好地调节劳动力，不象稻、麦、谷子、甘薯等作物，收获工作必须在很短时期内完成。同时它比甘薯容易贮藏，不易腐烂。

(4) 玉米也常常作为屏障休闲作物。在我国北方，常用玉米来积雪、防风，对于保护冬小麦越冬，以及冬季种植蔬菜，都有一定的经济价值。

三、玉米的起源及其发展

玉米的起源 关于玉米起源的问题，到现在为止还没有一致的结论。但玉米是一种古老的植物，这是完全可以肯定的。估计它的原始野生类型至少在若干年以上，而它的栽培历史也至少在四千五百年至五千年左右。至于玉米的起源问题，从下列的若干资料，可以推测出发生地点。

根据许多考古资料指出，玉米可能是原产于新大陆，而且以下列三个地区的可能性比较大。

1. 中美（危地马拉或墨西哥）在危地马拉的某些地区，可以发现一种一年生的野生植物——类玉米（teosinte，也即通常所谓的大刍草），除了它的分枝果穗和细小的籽粒以外，外部形态和玉