



玉米栽培生理

吴绍骅 韩锦峰 石敬之 编著

上海科学技术出版社

玉米栽培生理

吴绍骥 韩锦峰 石敬之 编著

玉米栽培生理

吴绍骥 韩锦峰 石敬之 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海群众印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 11.625 字数 254,000

1980年7月第1版 1980年7月第1次印刷

印数 1—6,000

书号: 16119·686 定价: (科三)0.93 元

编 者 的 话

玉米是一种高产作物。根据国内外农业生产情况来看，玉米不论是作为粮食作物，还是作为饲用作物，都有广阔的发展前途。由于玉米的适应性强，经济价值高，在我国从黑龙江到贵州、广西都有种植，近年来，在我国许多地区的播种面积又有了迅速的扩大。为了把玉米栽培技术建立在可靠的生理学基础上，更好地促进玉米生产，提高其产量，为我国社会主义现代化建设服务，我们编写了这本《玉米栽培生理》。

顾名思义，玉米栽培生理是玉米的生理学和栽培学的连接点。它主要是研究在栽培条件下，玉米的生长发育和其他重要生理功能的特点，以及阐述生产上所采用的高产栽培措施的生理基础及其实质。因而，玉米栽培生理既是玉米栽培的直接理论基础，又是不断探索新的增产措施的分析依据。

从上述指导思想出发，《玉米栽培生理》在内容安排上，前五章系统地阐述了玉米的形态学特征和从种子萌发到籽粒成熟一生中的各阶段生长发育规律，及其与外界环境条件的关系和控制途径；后五章着重阐述了玉米的几个重要生理机能（如光合作用，呼吸作用，营养代谢，水分代谢，抗性等）的特点及其在外界条件下的变化规律。这样，既不是离开玉米这个具体作物谈生理，又不是罗列生产中的具体措施单纯地加以生理解释，使理论结合实践。为了适应农村开展科学实验的需要，书末还附有玉米栽培生理实验方法，以供参考选用。

由于编者水平有限,书中定有错误和不当之处,敬希读者批评指正。

1980年5月

目 录

第一章 玉米的形态和特征.....	1
一、玉米的类型和品种	1
(一)玉米的起源和类型	1
(二)玉米的品种资源	3
二、玉米器官的形态特征	7
(一)根	7
(二)茎	9
(三)叶	10
(四)花序	13
(五)种子(籽粒)	15
(六)株型和穗形	15
第二章 玉米的一生.....	17
一、玉米的一生	17
二、玉米的器官发生	19
(一)雄穗发生	19
(二)雌穗发生	23
(三)玉米器官发生与外界条件的关系	26
三、多穗玉米形成的形态生理分析	30
四、玉米杂种优势的生理生化解释	34
(一)原胚说	34
(二)生理刺激说	34
(三)细胞和亚细胞的互补说	35
(四)酶与杂种优势	36

(五) 杂种优势的形态、生理分析	37
第三章 玉米种子的萌发和幼苗生长	40
一、种子的萌发	40
(一) 种子的萌发过程	40
(二) 种子萌发时的物质转化	43
(三) 种子萌发的内在、外界条件	50
(四) 物理、化学因素处理种子对萌发的影响 和增产效果	56
二、玉米幼苗的生长	62
(一) 叶片生长	62
(二) 根系生长	64
(三) 苗期的干物质积累	64
(四) 影响苗期生长的外界环境条件	65
三、玉米红苗的生理原因及防治	67
(一) 玉米红苗的表现	67
(二) 玉米红苗的生理原因	68
(三) 生产上防治红苗的途径	71
四、玉米蹲苗的生理基础	72
(一) 玉米蹲苗的生理作用	72
(二) 蹲苗的措施	76
第四章 玉米植株生长和结实器官的形成	78
一、根的生长	78
二、茎的生长	80
三、雌雄穗的分化	81
(一) 雄穗的分化	81
(二) 雌穗的分化	83
(三) 穗分化阶段与增叶的相关性及其在生产上的应用	85
(四) 影响穗分化的外界条件	90
四、玉米空秆发生的生理原因及防止	96

(一)玉米空秆的生理原因	96
(二)空秆产生与外界条件的关系	97
(三)玉米空秆的防止途径	102
第五章 玉米的受精生理和籽粒形成	104
一、雄花和雌花的开花与受精	104
(一)雄穗花序开花	104
(二)雌穗花序开花	106
(三)受精和雌雄花的物质代谢	110
二、籽粒发育	117
(一)受精后果穗变化	117
(二)胚和胚乳的发育	117
(三)籽粒体积和长、宽、厚度的变化	121
(四)籽粒鲜重、干重和含水量的变化	123
(五)籽粒成熟期间的物质变化	127
(六)影响籽粒成熟的因素	132
三、籽粒产量形成的生理基础	136
(一)产品的容积	136
(二)产量的内容——光合产物的供应量	137
(三)产量内容与产量容积的关系	139
(四)光合产物向籽粒的运输	139
四、果穗秃顶与缺粒的原因与防止	142
(一)秃顶、缺粒的表现	143
(二)秃顶、缺粒的生理原因	143
(三)防止秃顶、缺粒的途径	144
第六章 玉米灌溉的生理基础	145
一、水分对玉米生长的生理作用	145
二、玉米对水分的吸收	146
(一)种子和细胞吸水	147
(二)根系吸水	151

三、玉米对水分的散失——蒸腾作用	156
(一)蒸腾器官的失水规律	156
(二)蒸腾系数	158
四、植株细胞中水的状态和特性	159
(一)细胞的持水力	159
(二)细胞中水的形式——自由水和束缚水	160
五、玉米各生育阶段与水分的关系	162
(一)物质代谢与水分	162
(二)各生育阶段对水分的需要	163
六、合理灌水	165
(一)灌水的效果	165
(二)灌水方法	170
(三)玉米灌水诊断的可能性	171
第七章 玉米施肥的生理基础	173
一、玉米必需的营养元素及其生理作用	173
(一)玉米生长必需的营养元素	173
(二)玉米所需营养元素的吸收状态	174
(三)玉米所需营养元素的生理作用及缺乏症状	175
二、根系对营养元素的吸收	184
(一)玉米从土壤中吸收营养的过程	184
(二)影响根系吸收营养的因素	185
三、营养元素的吸收形态及转变	190
四、营养元素对物质代谢和生长发育的影响	191
(一)对玉米多穗性的影响	191
(二)对物质代谢的影响	192
(三)对某些生理过程的影响	193
五、施肥的生理基础	194
(一)玉米籽粒生产所需要的氮、磷、钾比例	195
(二)玉米各器官中氮、磷、钾的分布	196

(三)玉米各生育期对氮、磷、钾的吸收	198
(四)玉米的干物质积累与施肥	202
(五)营养物质在植株体内的运转、分配	204
(六)玉米品种和类型对营养元素的反应	207
(七)根外追肥的生理作用	207
(八)施肥的时期和方法	209
第八章 玉米的光合作用及合理密植的生理基础	214
一、光合作用器官	214
(一)光合器官——叶片的生长	214
(二)光合器官形成的条件	222
二、光合作用过程和光呼吸作用	227
(一)光合作用	227
(二)光呼吸	230
三、影响植株光合活动的条件	233
(一)光	233
(二)叶面对光合活动的作用	235
(三)水和光合作用的关系	235
(四)土壤酸度	237
(五)温度	239
(六)营养物质	239
四、玉米产量形成的生理基础和群体对光能的利用	241
(一)玉米群体利用光能的概况	241
(二)光合性能的分析	248
(三)玉米田的群体结构	257
(四)高产群体的结构图型和生产实践	264
第九章 玉米生长的能量基础——呼吸作用	271
一、呼吸作用的途径和基质	272
(一)呼吸作用的途径	272
(二)呼吸作用的基质	277

二、玉米种子的呼吸特点及其物质变化	278
(一)种子呼吸的特点	278
(二)种子呼吸中的物质变化	279
三、玉米个体发育中呼吸作用的变化	281
四、玉米各器官的呼吸作用特点	285
(一)叶与茎	285
(二)不同叶位叶片	285
(三)植株的不同层次	287
(四)雌、雄穗	288
五、杂种玉米的呼吸作用	289
第十章 玉米对不良条件的抗性	292
一、低温对玉米的影响及提高抗寒性的途径	292
(一)低温对玉米生长发育的影响	293
(二)低温对植株生理过程的影响	296
(三)提高玉米抗寒性和防止低温为害的途径	298
二、玉米的抗旱性	299
(一)玉米抗旱的机理	299
(二)提高玉米抗旱性的途径	302
三、玉米的抗盐性	302
附录 玉米栽培生理实验方法	304
一、种子生活力的快速测定	304
(一)红墨水染色法	304
(二)氯化三苯基四氮唑(TTC)显色法	305
(三)酸性靛蓝(Indigo Carmine)染色法	306
二、根系活力的测定	307
(一)根系体积的测定	307
(二)根系总吸附面积和活跃吸附面积的测定	308
(三)氯化三苯四氮唑法(TTC法)测定根系活力	309
(四) α -萘胺氧化法测定根系活力	310

(五)重量法测定玉米伤流液量	311
三、叶面积和光合势的测定	313
(一)叶面积测定	313
(二)光合势测定	313
四、叶绿素含量的测定	314
(一)目视比色法	314
(二)光电比色法	315
五、植株光合强度的测定	316
(一)改良半叶法测定光合强度	316
(二)pH 比色法测定光合强度	318
六、大田光照条件及光能利用率的测定	324
(一)太阳能利用率的测定	324
(二)太阳能转换率的测定	324
(三)大田群体结构及光分布调查法——分层切片法	325
(四)田间光照条件的测定	326
七、可溶性糖和淀粉的测定	328
(一)蒽酮法测定可溶性糖	328
(二)淀粉的测定	329
八、呼吸强度的测定	332
(一)广口瓶法测定呼吸强度	332
(二)干燥器法测定呼吸强度	333
(三)pH 比色法测定植株的呼吸强度	336
九、玉米种子中赖氨酸含量的测定	336
(一)玉米粉赖氨酸含量的测定	336
(二)玉米胚乳切面上赖氨酸的快速鉴定	339
十、玉米籽粒中色氨酸含量的测定	340
十一、玉米植株的营养诊断(速测)	342
(一)植株氮素营养诊断	342
(二)植株磷素营养诊断	348

(三)植株钾素营养诊断	350
附: 营养水平诊断参数	351
十二、玉米田间试验记载项目和记载标准	352
(一)生育期记载	353
(二)生长情况考察	353
(三)考种方法	354
主要参考资料	356

第一章 玉米的形态和特征

要想获得高产优质的玉米，除了考虑和选择优良的玉米类型和品种外，还必须使根、茎、叶、果穗等各器官协调生长。要达到这一目的，就需要了解玉米的形态特点，以便在生产中为它们的充分而协调生长创造条件。

一、玉米的类型和品种

(一)玉米的起源和类型

1. 玉米的起源

玉米起源于拉丁美洲的墨西哥、秘鲁一带，已有五千余年的栽培历史。1492年哥伦布发现美洲大陆以后，玉米才由美洲传到欧洲和世界各地，成为世界性的栽培作物。

玉米是十六世纪传入我国的，至今已有四百六十余年的栽培历史。至于玉米传入我国的途径，以往有三种说法：一说是阿拉伯人来东方经商，带着玉米从麦加经中亚细亚，先传入西藏，再传到四川；一说是西班牙人从美洲经印度入西藏传到四川；有说是由海路先传入东南沿海，再到内地各省。哪种说法正确，因无确切历史资料，尚待继续考证和研究。

玉米传入我国以后，在我国的生态环境和栽培条件下，经过劳动农民的长期选择，产生了一个新的玉米亚种——糯质玉米，使我国成为世界上糯质玉米的发源中心之一。糯质玉米的胚乳全部由支链淀粉组成，含有丰富的营养成分，可作多

种高级食品。因此,它的出现不仅丰富了玉米类型,而且扩大了玉米的利用范围和利用价值。

由于玉米适应性强,经济价值高,所以我国各地都有种植。但主要集中在北自黑龙江起,沿吉林、辽宁、河北、山西、山东、河南转向湖北、陕西、四川、云南、贵州到广西的一条弧形地带,其播种面积占全国玉米播种面积的百分之八十以上,其中以东北、华北和西南各省较多。

2. 玉米的类型

玉米属于禾本科玉米属,学名 *Zea mays* L., 为一年生禾本科作物。但是玉米的植株形态, 却与禾本科其他植物有很大差异: 它的植株高大, 根系发达, 叶片大, 雌雄同株异花, 雌雄花序异形异位, 籽粒肥大。

玉米是玉米属中唯一的种, 但根据形态特征、生物学特征、利用状况等, 又可分成下述许多亚种:

(1) 按籽粒形状、胚乳的结构及稃的有无, 可分为马齿型、硬粒型、半马齿型、糯质型、粉质型、爆裂型、甜质型、甜粉型和有稃型九种(图1)。其中前三种类型在我国种植面积较大, 其余六种仅有少量种植。一般说来, 马齿型玉米形成的时间较晚, 它的特征是籽粒顶部凹陷, 株高籽大, 耐肥水, 生育期较长, 产量较高。硬粒型玉米为古老的品种, 籽粒外部全为角质淀粉, 植株低, 籽粒小, 耐瘠薄, 生育期较短, 产量较低。半马齿型玉米的性状居于两者之间。

(2) 按生育期分: 我国玉米分布较广, 气候条件差别很大, 生育期也迥然不同。玉米的生育期, 即指从出苗到成熟时的天数。我国现有的玉米品种, 生育期一般为 70~150 天, 可分为早、中、晚三种类型。

①早熟类型: 生育期 70~100 天。要求积温 2000~2200℃。

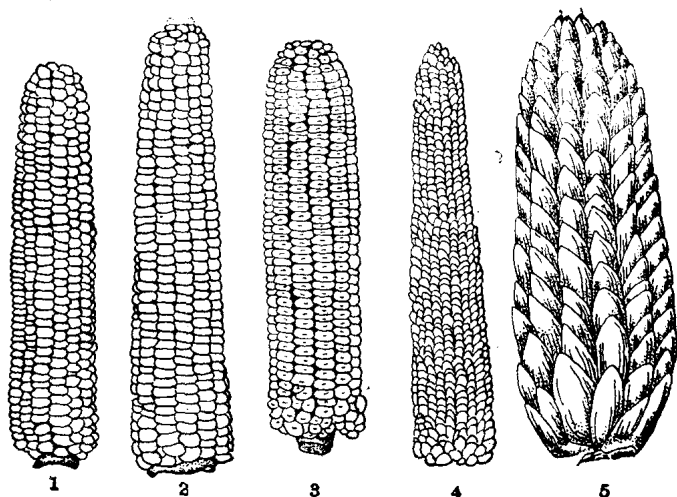


图 1 玉米的主要类型

1.硬粒型；2.粉质型；3.马齿型；4.爆裂型；5.有稃型。

该类型多是植株小，叶片少，生育期短，产量低。在我国高寒地区，多种此种类型。

②中熟类型：生育期 100~120 天。要求积温 2300~2600°C。叶片数为 16~20 片，产量较早熟类型为高。既可在无霜期较短的地区春播，又可用于麦茬复种。

③晚熟类型：生育期 120 天以上。要求积温 2500~2800°C。植株高大，生育期长，一般适用春播栽培。

此外，若按籽粒的颜色分，可分成黄、白、杂三种类型；若以其用途分，可分为食用、饲用和食饲兼用三种；若按植株高低分，可分为高、中、矮三种。

(二)玉米的品种资源

1. 玉米品种的种类及特点

“种”(品种)是农业生产上的重要生产资料。玉米品种按其形成过程,可分为农家种(地方种、改良种)和杂交种(人工创造的品种)两类。

我国幅员广阔,气候复杂,耕作制度不同,加上劳动农民的长期选择,形成各地区丰富的农家品种。由于这些农家品种是在一定的自然栽培条件下形成的,因此,这些品种对当地的自然环境和耕作制度具有高度的适应性。我国各地区代表性的农家品种很多,如东北地区的“英粒子”、“黄金塔”、“长八趟”、“白鹤”、“白马牙”,北京地区的“小八趟”、“墩子黄”,河北省的“华农2号”、“白马牙”,河南省的“干白顶”、“金丝黄”、“鹅令白”,山东省的“小粒红”,山西省的“金皇后”,陕西省韩城的“野鸡红”,新疆的“墨玉米”、“泡玉米”,四川省的“二金黄”、“南充秋子”,贵州省的“晴隆五穗白”,广东省的“东莞多穗”玉米,浙江省的“满蒲金”,安徽省的“黄火爆”等。从遗传的角度看,玉米农家品种的遗传组成是杂合性的,株间差异甚大。由于玉米有强烈的受精选择性,所以能保持一定程度的典型性和一致性。由于品种内群体间株高、生育期、穗粒性状参差不齐,优劣并存,生产力不一致,所以农家品种一般较难得到很高的群体产量。但农家品种抗逆性强,产量稳定,可以年年留种。农家品种在其形成的漫长岁月中,积累了丰富的遗传性能,不仅可以在生产上直接利用,而且它贮备着无数优良的基因,是人工创造玉米新品种的重要材料。

玉米杂交种,即人工创造的玉米新品种。由于其亲本来源或所包括的亲本自交系的数目不同,可分为下列几类:

(1)品种间杂交种:即指由两个农家品种相交而成的杂交种。

(2)自交系品种间杂交种:一个自交系和一个品种杂交所