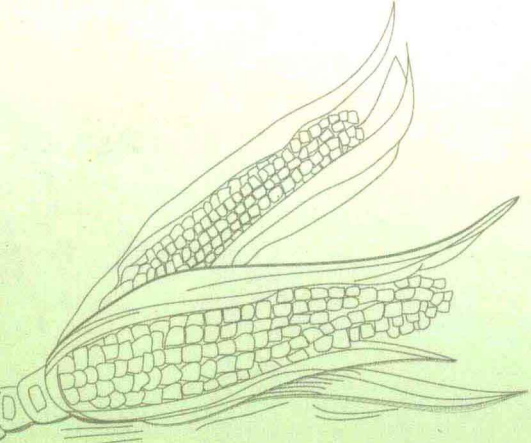




# 贵州



## 玉米育种

陈泽辉 编著

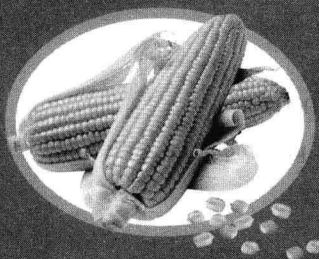


贵州科技出版社

# 贵州



GUIZHOU YUMI YUZHONG



# 玉米育种

陈泽辉 编著



贵州科技出版社

· 贵阳 ·

### 图书在版编目(CIP)数据

贵州玉米育种/陈泽辉编著. —贵阳:贵州科技出版社, 2011. 2

ISBN 978 - 7 - 80662 - 889 - 8

I. ①贵… II. ①陈… III. ①玉米 - 作物育种 - 贵州省  
IV. ①S513.03

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 264229 号

出版发行 贵州科技出版社

地 址 贵阳市中华北路 289 号 邮政编码 550004

网 址 <http://www.gzstph.com> <http://www.gzkj.com.cn>

经 销 贵州省新华书店

印 刷 贵阳德堡快速印务有限公司

版 次 2011 年 2 月第 1 版

印 次 2011 年 2 月第 1 次印刷

字 数 360 千字

印 张 19.5

开 本 787mm × 1 092mm 1/16

印 数 1 000 册

书 号 ISBN 978 - 7 - 80662 - 889 - 8/S · 173

定 价 39.00 元

# 前 言

“玉”和“米”，均属汉字里寓意最好的字，合帝王之尊与社稷之本。何米方能为玉？在命名的时候，就加入了多少遐想，预示着玉米在我们的生活中将会有多么的重要。

玉米是重要的粮食作物、饲料作物、工业原料作物，最近又上升为能源作物。据统计，贵州的玉米年播种面积是733 300hm<sup>2</sup>，但实际播种面积近1 333 000hm<sup>2</sup>，玉米担负着山区巨大人口压力下主要食物和饲料来源的重任。

贵州的玉米单产水平低，主要是由于玉米种植区生态条件复杂多样，土壤条件差，适宜的好品种不多等原因造成的。直接引进玉米种植水平较高地区的品种，又很难适宜贵州玉米种植区的气候、土壤等条件，因此生产上所用品种靠自育为主。

贵州的玉米育种工作经历过引进和筛选地方良种、省外良种和国外群体改良种，到选育自交系组配杂交种的过程。筛选和推广了以大黄包谷、大白包谷、贞丰黄、晴隆五穗白为代表的地方良种，引进和推广了金黄后、北京马牙、苏湾1号、墨白1号等群体品种，育出了黔单4号、交三单交、兴黄单89-2、遵玉3号、黔单16号、贵单8号等杂交种。在杂交种的类型上，有普通玉米、优质蛋白玉米、糯玉米、甜玉米、高油玉米和青饲玉米等，这些品种的育成，对贵州玉米生产水平的提高起了重要的作用。

在玉米育种方法的使用上，20世纪50年代初主要采用选择果穗的穗选法，60年代进行了品种间杂交种的选育，70年代开始了从地方品种中分离自交系，组配杂交种，到80年代开展了对玉米群体的轮回选择工作，90年代主要采用二环系分离自交系。进入新世纪后，分子遗传学技术逐渐在玉米育种中应用，包括对育种材料的遗传多样性研究、杂种优势类群划分、分子标记辅助选择和转基因育种的一些前期研究等。



在 50 多年的玉米育种历程中,贵州的玉米育种工作者在条件极其艰苦的条件下,除了育出一批优良杂交种外,在育种材料的选择、自交系的选育及杂交种组配等方面也总结出了不少的育种经验与做法。本书即是对这些经验作简要总结与介绍,以便为今后的玉米育种提供参考。

全书共 11 章。其中:第一、二章介绍贵州玉米种植区的生态条件和生产现状,第三章重点介绍贵州玉米地方品种及利用,第四章介绍主要的几种玉米育种方法,第五章是回顾上世纪 80 年代以前的贵州玉米育种,第六章的主要内容是贵州所用热带玉米的特点、引进及利用,第七、八章详细叙述 80 年代、90 年代和进入新世纪后的贵州玉米杂交种育成过程及特点,第九章介绍了贵州特用玉米育种及育成杂交种,第十章简要介绍引入贵州大面积使用的主要杂交种,最后一章是贵州玉米杂交种的种子生产。

在本书撰写过程中,作者查阅了大量资料,拜访了老一辈的育种工作者,大量引用了前人著作及文章中的相关内容,以及一些未发表的资料。同时,贵州省种子管理站、贵州省农业技术推广总站、贵州大学、贵州省农业科学院等单位提供了重要的档案资料,在此一并表示衷心的感谢。由于作者水平有限,不当之处在所难免,诚望读者批评指正,以便今后修正、补充。

作者

2010 年 11 月 22 日

## 目 录

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| <b>第一章 贵州玉米种植区的生态条件</b> ..... | (1)  |
| 第一节 贵州的地形地貌特点 .....           | (1)  |
| 第二节 贵州的地形地势与气候特点 .....        | (2)  |
| 第三节 贵州的土壤资源状况 .....           | (3)  |
| 第四节 贵州玉米生育期间的气候条件 .....       | (6)  |
| 第五节 贵州的玉米种植区划 .....           | (16) |
| <b>第二章 贵州玉米生产概况</b> .....     | (27) |
| 第一节 玉米在贵州省种植业中的重要地位 .....     | (27) |
| 第二节 种植面积与产量 .....             | (28) |
| 第三节 贵州省各地玉米播种面积及杂交玉米分布 .....  | (30) |
| 第四节 贵州玉米的种植方式及主要栽培技术 .....    | (32) |
| <b>第三章 贵州地方玉米种质资源</b> .....   | (36) |
| 第一节 贵州省各市、州、地的主要玉米地方品种 .....  | (36) |
| 第二节 贵州玉米地方品种的主要特点 .....       | (58) |
| 第三节 贵州玉米地方品种の利用 .....         | (61) |
| <b>第四章 玉米育种方法</b> .....       | (63) |
| 第一节 玉米自交系的选育方法 .....          | (63) |
| 第二节 改良玉米自交系的方法 .....          | (69) |
| 第三节 玉米群体改良的轮回选择法 .....        | (70) |
| 第四节 玉米育种中应用的几种主要生物技术方法 .....  | (76) |
| <b>第五章 贵州早期的玉米育种</b> .....    | (82) |
| 第一节 早期的玉米品种引进与驯化 .....        | (82) |



|            |                                      |              |
|------------|--------------------------------------|--------------|
| 第二节        | 早期玉米地方品种的分布与利用 .....                 | (83)         |
| 第三节        | 早期引入贵州的玉米自交系及杂交种 .....               | (87)         |
| 第四节        | 贵州省早期玉米杂交种的选育 .....                  | (90)         |
| <b>第六章</b> | <b>热带玉米种质的引入 .....</b>               | <b>(100)</b> |
| 第一节        | 苏湾种质的引入 .....                        | (100)        |
| 第二节        | CIMMYT 玉米种质的引入 .....                 | (113)        |
| <b>第七章</b> | <b>20 世纪 80 ~ 90 年代的贵州玉米育种 .....</b> | <b>(131)</b> |
| 第一节        | 20 世纪 80 年代的贵州玉米育种 .....             | (131)        |
| 第二节        | 玉米雄性不育系的利用 .....                     | (136)        |
| 第三节        | 贵州的玉米群体改良 .....                      | (137)        |
| 第四节        | 利用热带材料选育多抗优质的玉米自交系 .....             | (141)        |
| 第五节        | 贵州高寒山区玉米育种的理论与实践 .....               | (144)        |
| 第六节        | 20 世纪 90 年代贵州玉米杂交种的选育 .....          | (149)        |
| 第七节        | 贵州不同生态条件下玉米育种目标及杂种优势组配模式 .....       | (164)        |
| <b>第八章</b> | <b>进入 21 世纪后的贵州玉米育种 .....</b>        | <b>(168)</b> |
| 第一节        | 贵州省级审定自育普通玉米杂交种分析 .....              | (168)        |
| 第二节        | 适应贵州东部区的玉米杂交种选育 .....                | (171)        |
| 第三节        | 适应贵州西部山区的玉米杂交种选育 .....               | (183)        |
| 第四节        | 适应贵州高海拔地区的玉米杂交种选育 .....              | (204)        |
| 第五节        | 适应贵州南部低热河谷的玉米杂交种选育 .....             | (211)        |
| 第六节        | 适应全省主要生态区的玉米杂交种选育 .....              | (212)        |
| 第七节        | 走出贵州的玉米杂交种 .....                     | (226)        |
| 第八节        | 生物技术在贵州玉米育种中的应用 .....                | (231)        |
| <b>第九章</b> | <b>贵州特用玉米的育种 .....</b>               | <b>(237)</b> |
| 第一节        | 糯玉米杂交种的选育 .....                      | (237)        |
| 第二节        | 甜玉米杂交种的选育 .....                      | (250)        |
| 第三节        | 优质蛋白玉米杂交种的选育 .....                   | (251)        |
| 第四节        | 青贮玉米杂交种的选育 .....                     | (252)        |
| 第五节        | 高油玉米杂交种的选育 .....                     | (253)        |
| <b>第十章</b> | <b>贵州引进的主要玉米杂交种 .....</b>            | <b>(256)</b> |
| 第一节        | 20 世纪 70 年代引进的玉米杂交种 .....            | (256)        |

|                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| 第二节 20 世纪 80 年代引进的玉米杂交种 .....  | (257)        |
| 第三节 20 世纪 90 年代引进的玉米杂交种 .....  | (259)        |
| 第四节 21 世纪引进的玉米杂交种 .....        | (262)        |
| <b>第十一章 贵州玉米杂交种的种子生产</b> ..... | <b>(266)</b> |
| 第一节 贵州玉米自交系的特点 .....           | (266)        |
| 第二节 贵州玉米杂交种种子生产基地的选择 .....     | (270)        |
| 第三节 玉米杂交种的质量控制 .....           | (274)        |
| 第四节 玉米杂交种的高产制种技术 .....         | (277)        |
| 第五节 玉米杂交种纯度鉴定方法与技术 .....       | (282)        |
| <b>参考文献</b> .....              | <b>(284)</b> |
| <b>附表 1</b> .....              | <b>(290)</b> |
| <b>附表 2</b> .....              | <b>(301)</b> |

# 第一章 贵州玉米种植区的生态条件

## 第一节 贵州的地形地貌特点

贵州省土地面积为 17.6 万  $\text{km}^2$ , 是云贵高原的重要组成部分, 高耸于四川盆地和广西丘陵之间, 平均海拔 1 100 m, 正处于我国西部高原山地的第二梯级向东部丘陵平原第三梯级的过渡地带。全省地势由西、中部向北、东、南倾斜, 分布于省境的大娄山、武陵山、苗岭、老王山和乌蒙山五大山脉(岭), 构成了贵州地形骨架, 成为长江水系和珠江水系的分水岭。

贵州地貌最显著的特征之一是其层状地貌, 宏观上由西向东, 具有明显的四级阶梯, 见表 1.1 (江新荣, 1990)。这四级阶梯不仅海拔高度不同, 地貌类型组合不同, 而且地貌发育特征也有差别, 现分述如下。

表 1.1 贵州不同海拔高程地形台面及其基本地貌类型

| 台面                  | I 级台面               | II 级台面        | III 级台面             | IV 级台面                 |
|---------------------|---------------------|---------------|---------------------|------------------------|
| 海拔(m)               | >1 900              | 1 400 ~ 1 900 | 900 ~ 1 400         | <900                   |
| 基本地貌类型              | 高中山、浅高丘、<br>深浅丘、高盆地 | 中山、低台地        | 低中山、浅中丘、<br>低中丘、中盆地 | 低山、低盆地、低台<br>地、浅低丘、深低丘 |
| 面积( $\text{km}^2$ ) | 13 307.72           | 30 504.01     | 100 037.87          | 32 228.12              |
| 占全省面积(%)            | 7.6                 | 17.3          | 56.8                | 18.3                   |

第一级地形台面在海拔 1 900m 以上, 集中连片地分布在赫章、纳雍、织金、水城连线以西, 毕节、大方、盘县等地有零星分布, 与云南东部为邻, 是滇东高原的东延部分, 占全省总面积的 7.6%, 海拔多在 1 900 ~ 2 600m。其中, 威宁、赫章等地是



岩溶高原的主要分布区。这里地势高,海拔常达2 200~2 400m。高原面微波起伏,相对高差仅数十米,地面坡度和缓,均在 $15^{\circ}$ 以下,风化壳分布广,土层深厚。高原的北、东、南边缘坡褶明显,形成环绕高原的高中山地貌。这里河流深切,相对高差明显增大,常达500~700m,坡度多在 $25^{\circ}$ 以上。

第二级地形台面在海拔1 400~1 900m,较连片地分布在毕节、大方、纳雍、织金、盘县、桐梓和习水一带,黔南和黔东南零星分布,占全省面积的17.3%。它是贵州高原向黔中丘原低中山的过渡地带,多为贵州主要大河的分水岭。这里河流深切,相对高度500~700m。

第三级地形台面集中连片地分布在松桃、江口、镇远、剑河、三都和荔波一线以西,黔西、平坝、安顺、关岭和兴仁一线以东的广大地区,占全省面积的56.8%,是全省面积最大的一级地形台面。本级台面海拔900~1 400m,高原面保存较好,地面平坦,丘陵起伏,坝子较多,是贵州高原的主体。从宽阔的分水岭(高原面)到深切峡谷,地貌组合类型呈现规律性的变化,是贵州典型的高原峡谷地貌结构集中分布区。碳酸盐岩分布极广,占总面积的80%,缓坡起伏的丘陵及散布其间的岩溶盆地、洼地,构成了强岩溶化丘原地貌。

第四级台面,海拔900m以下,大多在600~800m,比较集中连片分布在松桃、江口、镇远、剑河、榕江一线以东,乌江下游、赤水河下游、南盘江、北盘江、红水河等地有零星分布。本级台面面积占全省的18.3%,轻变质岩、砂页岩占区内面积的56%以上,非碳酸盐岩比重最大,是地势最低的一级台面,地貌类型以低山丘陵盆地其特征。

## 第二节 贵州的地形地势与气候特点

### 一、地形错综复杂,气候生态环境多样

贵州地处亚热带,大部分地区受东南季风控制,东、西两部分水、热、光照差异明显。由于西靠云南高原,东邻湘西丘陵,中部苗岭横亘于四川盆地和广西丘陵之间,构成长江与珠江两大水系的分水岭。同时贵州喀斯特地貌分布广泛,发育强烈,造成大部分地区山岭崎岖,峰岩峻峭,河流交错,槽谷纵横,地面破碎。由于地势相差悬殊,地形、地貌错综复杂,直接影响光、热、水条件的再分配,使光、热、水的空间分布相当复杂。河谷、平坝、丘陵、高原等的气候差异很大,导致全省具有从南亚热带到中温带的5种气候类型。在较小范围地区来看,高大山体形成海拔差异

很大,还形成温热、温暖、温凉和寒冷等若干气候层,而且山体的阳坡、阴坡、迎风面和背风面以及山谷等的小气候特征也不同,形成了多种多样的中小生态气候环境。

## 二、西高东低的地势,形成静止锋天气,阴雨日数较多

贵州是一个山脉纵横,山峦重叠,丘陵起伏的高原山地。全省平均海拔为1 107m,西部威宁一带超过2 200m,最高峰的韭菜坪达2 900m,中部贵阳、遵义等一带降为800~1 200m,东部玉屏、铜仁等一带不足500m,最低的水口河出省处仅137m。最高与最低之间相差2 763m。由于西高东低的地势,冷空气往往从东北方向进入黔境向中、西部推进时,总是处于爬坡状态,速度减慢,势力减弱,并在贵州中部或在云贵边境趋于静止,形成静止锋天气。在静止锋后面的贵州广大地区,往往出现连绵阴雨的天气,故贵州的阴雨日数较多。

## 三、地势高差悬殊,立体气候明显

贵州地处云贵高原东斜坡地带,地势高差悬殊,东西之间海拔高度相差2 763m,各地相对高差也多在300~600m,有的可达千米以上,形成各种气候要素和天气现象在垂直方向差异很大,是立体气候明显的省份之一。就全省来看,明显存在着温、水、光气候要素的立体分布。例如,罗甸海拔400m,年平均气温为19.6℃,年降水量为1 160mm,年日照时数为1 475h;到六枝海拔升高到1 200m,年平均气温降低至14.5℃,年降水量增至1 489mm,年日照时数减至1 191h;到威宁海拔升高到2 300m,年平均气温降低到10.4℃,年降水量减至922mm,年日照时数增至1 805h。从局部地区来看,立体气候更加明显。例如,在雷公山的山麓海拔680m,年平均气温为16.1℃,年日照时数为1 353h,年降水量为1 200mm;到山顶海拔2 178.8m处,年平均气温降至9.0℃,年日照时数减至960h,年降水量增至1 700mm。此外,在一个地区、一个县甚至一个乡(镇),由于相对高差较大,也往往存在着平坝、半山、高山3种气候类型。

# 第三节 贵州的土壤资源状况

## 一、贵州的土壤类型及分布

贵州自然条件复杂,土壤类型较多,从亚热带的红壤到暖温带的棕壤都有分布。其中,黄壤分布面积最广,遍及贵州高原的主体部分。同时,境内还广泛发育



石灰土和紫色土等岩性土,其中又以石灰土分布较广,紫色土呈斑状或条带零星分布于全省各地。

贵州土壤的纬度地带性与经度地带性在大范围内与垂直地带性相互复合。从南到北,呈现2个土壤带,即南部纬度较低的红壤带,海拔仅500~600m;中部及北部纬度较高的黄壤带,海拔800~1200m。自东向西出现3个土壤带:东部边缘地区的红壤,海拔500~600m;中部和大部分东部地区的黄壤,海拔700~1400m;西部的黄棕壤,海拔在1900m以上。

## 二、贵州土壤资源状况

### 1. 土壤资源数量

表 1.2 贵州省土壤资源状况

| 土壤资源 |                          |        |       |                          |         | 耕地资源 |                          |        |
|------|--------------------------|--------|-------|--------------------------|---------|------|--------------------------|--------|
| 土壤类型 | 面积<br>(万 $\text{hm}^2$ ) | 比例 (%) | 土壤类型  | 面积<br>(万 $\text{hm}^2$ ) | 比例 (%)  | 耕地类型 | 面积<br>(万 $\text{hm}^2$ ) | 比例 (%) |
| 黄壤   | 738.37                   | 46.400 | 红黏土   | 0.02                     | 0.001   | 坡地   | 177.73                   | 47.63  |
| 红壤   | 114.59                   | 7.201  | 新积土   | 0.43                     | 0.027   | 梯地   | 75.79                    | 20.31  |
| 黄棕壤  | 98.44                    | 6.186  | 沼泽土   | 0.69                     | 0.043   | 坝地   | 44.62                    | 11.96  |
| 棕壤   | 5.47                     | 0.344  | 泥炭土   | 0.04                     | 0.003   | 槽谷地  | 51.00                    | 13.67  |
| 石灰土  | 278.56                   | 17.505 | 潮土    | 1.33                     | 0.084   | 石坷拉地 | 16.13                    | 4.32   |
| 紫色土  | 88.67                    | 5.572  | 山地草甸土 | 2.23                     | 0.140   | 麻窝地  | 7.88                     | 2.11   |
| 粗谷土  | 95.50                    | 6.001  | 水稻土   | 155.02                   | 9.742   |      |                          |        |
| 石质土  | 11.84                    | 0.744  | 合计    | 1591.31                  | 100.000 | 合计   | 373.15                   | 100.00 |

从表 1.2 看出,贵州全省土壤面积 1591.31 万  $\text{hm}^2$ 。其中,黄壤面积最大,其次为石灰土和水稻土,分别占土壤总面积的 46.4%、17.5% 和 9.7%。与农业生产紧密关联的耕地资源以坡耕地为主,占 47.63%;综合条件优越的坝地面积较小,仅占耕地面积的 11.96%。

### 2. 土壤资源质量

(1) 肥力性状 耕作层是耕地土壤最重要的发生层次,受耕作、施肥、灌溉影响较大,其厚度与农作物产量息息相关。在贵州耕地土壤中,无论稻田或旱地,均以 15~20cm 耕层厚度的面积比例最大,分别为 47.6% 和 58.0%,其次为 10~

15cm 耕层厚度,小于 10cm 耕层厚度的比例最小。一般稻田耕层厚度比旱地的大。贵州壤土面积最大,达 173.35 万  $\text{hm}^2$ ,占耕地面积的 46.4%;黏土面积 87.38 万  $\text{hm}^2$ ,占 23.4%;沙土面积 54.85 万  $\text{hm}^2$ ,占 14.7%;砾质土(砾石含量小于 30%)面积 27.07 万  $\text{hm}^2$ ,占 7.3%;砾石土(砾石含量 30%~70%)面积 30.52 万  $\text{hm}^2$ ,占 8.2%。

土壤表层容重多在 0.70~1.21  $\text{t}/\text{m}^3$ ,以山地草甸土最小,新积土最大。平均容重小于 1.00  $\text{t}/\text{m}^3$  的土壤类型有山地草甸土、泥炭土、石质土、沼泽土、石灰土、紫色土、黄壤,大于 1.00  $\text{t}/\text{m}^3$  的有红壤、粗谷土、新积土、水稻土。

土壤 pH 值在 3.1~8.9。通常林草地土壤与耕地土壤之间有一定的差异。全省耕地土壤以微酸性(pH 值 5.5~6.5)所占面积比例最大,为 35.7%;其次为中性(pH 值 6.5~7.5)土壤,占 31.1%;酸性和微碱性土壤分别占 16.6%和 13.1%;强碱性和碱性土很少,分别占 1.8%和 1.7%。

土壤阳离子交换量一般变幅在 3.0~58.7  $\text{mg}/\text{cmol}$ ,随土地利用方式、土壤类型、质地和有机质含量不同而异。林草地土壤表层阳离子交换量平均值为:黄棕壤>石灰土>粗谷土>紫色土>黄壤>红壤。而旱作土则为:紫色土>黄棕壤>石灰土>粗谷土>黄壤>红壤。

贵州土壤有机质及全氮含量的总体水平较高,平均为 4.06%和 0.204%。耕层有机质、全氮很丰富的分别占 27.1%和 29.9%,中等和较丰富的分别占 54.9%和 54.1%,低和较低的分别占 18.0%和 16.0%。土壤速效磷含量很低,平均为 8.06  $\text{mg}/\text{kg}$ ,变幅为痕量至 99  $\text{mg}/\text{kg}$ 。缺磷及极缺磷耕地面积大,占 93.6%。速效钾平均值为 124.40  $\text{mg}/\text{kg}$ ,变幅为 1~802  $\text{mg}/\text{kg}$ ;中等及丰富水平以上比例为 85.4%,很丰富的比例高达 15.3%。有效态微量元素含量的趋势是铁、锰、铜、锌高或较高,钼中,硼低,平均含量分别为 70.83  $\text{mg}/\text{kg}$ 、27.4  $\text{mg}/\text{kg}$ 、2.5  $\text{mg}/\text{kg}$ 、1.73  $\text{mg}/\text{kg}$ 、0.174  $\text{mg}/\text{kg}$ 、0.38  $\text{mg}/\text{kg}$ 。有效硼低于 0.5  $\text{mg}/\text{kg}$  的土壤样品占 69.5%,钼 <0.15  $\text{mg}/\text{kg}$  的土样占 38.2%,锰 <5  $\text{mg}/\text{kg}$  的占 12.2%,锌 <0.5  $\text{mg}/\text{kg}$  的占 7.9%,铜 <0.2  $\text{mg}/\text{kg}$  的占 8.4%,铁 <4.5  $\text{mg}/\text{kg}$  的占 4.0%。

(2)土壤等级 根据耕地土壤的作物产量、土壤内因和部分外因,非耕地土壤的土层厚度、土体构型、有机质、侵蚀程度等,对贵州土壤资源进行评级,结果为:上等土壤 270.00 万  $\text{hm}^2$ ,占土壤面积的 18.31%。其中,上等旱作土 26.07 万  $\text{hm}^2$ ,仅占旱地面积的 10.11%,一般分布在盆地边缘、坡麓和丘陵下部。中等土壤 726.28 万  $\text{hm}^2$ ,占 49.26%。其中,中等旱作土 102.88 万  $\text{hm}^2$ ,占旱地面积的 39.92%,在丘陵山地广为分布。下等土壤 478.14 万  $\text{hm}^2$ ,占土壤面积的 32.43%。其中,下等



旱作土 127.55 万  $\text{hm}^2$ , 占 49.96%, 是旱作土的主体部分, 较多分布在中、低山和丘陵顶部。

(3) 玉米对土壤的要求 玉米植株高大, 根系发达, 最适宜在肥沃深厚的土壤上生长, 以土壤疏松, 保水保肥力强, 结构稳定, 有机质含量高, 微生物活跃, pH 值为 6.5 ~ 7.0 的土壤最为适宜。由于玉米的适应性强, 对土壤要求并不十分严格, pH 值为 5.5 ~ 8.0 的土壤也能生长。

贵州旱地占耕地面积的 58.0%, 土壤多为黄泥土, 占旱地面积的 38.6%, 大土泥占 35.7%, 灰泡土占 11.1%, 紫泥土占 11.4%, 有少量红泥土和潮泥土, 土壤一般呈酸性, pH 值为 5.5 ~ 6.7, 适宜于玉米的生长。

从贵州省种植玉米土地的土层厚度、肥力条件等指标来看, 玉米种植在肥力较高, 属上等地的平缓坝地占玉米生产面积的 20%, 在目前的品种及栽培条件下, 一般单产 450 ~ 550  $\text{kg}/667\text{m}^2$ ; 分布在丘陵坡地的中等土, 约占玉米种植面积的 50%, 一般单产 300 ~ 450  $\text{kg}/667\text{m}^2$ ; 肥力较低的下等地, 约占玉米种植面积的 30%, 一般单产 150 ~ 300  $\text{kg}/667\text{m}^2$ 。土壤瘠薄, 坡瘦地面积大, 是贵州发展玉米生产的限制因素。

## 第四节 贵州玉米生育期间的气候条件

玉米是一种适应性较强的高产粮食作物, 在贵州各地均能种植。但玉米喜温、喜湿和喜强光, 其生长发育和较高产量的形成需要充足的光、热和水条件。

根据玉米生长环境、所处纬度、海拔高度及其生长季节温度等因子, 可以将其划分为热带玉米、亚热带玉米、温带玉米和高山玉米几个典型的类型(表 1.3)(潘兴明, 2003)。按这种方式划分, 贵州既有热带玉米和亚热带玉米, 又有高山玉米。下面分别介绍贵州玉米种植区的光、热、水条件。

表 1.3 玉米生长环境类型划分的相关农业气候标准

| 环境  | 玉米生长季节的温度( $^{\circ}\text{C}$ ) |     |    | 海拔(m)     | 纬度(N-S)                      |
|-----|---------------------------------|-----|----|-----------|------------------------------|
|     | 最低温                             | 最高温 | 平均 |           |                              |
| 热带  | 22                              | 32  | 28 | 1 000     | $<33^{\circ}$                |
| 亚热带 | 17                              | 32  | 25 | 1 600     | $23^{\circ} \sim 34^{\circ}$ |
| 温带  | 14                              | 24  | 20 | $<500$    | $>34^{\circ}$                |
| 高山  | 7                               | 24  | 16 | $>1\,800$ | $\leq 23^{\circ}$            |

## 一、光照条件

玉米属喜光作物,在充足的光照条件下,生长健壮,光合产物多,产量较高。贵州虽是我国年太阳总辐射和年日照时数较少的地区之一,但在玉米生长期间的太阳总辐射和日照时数较多,完全能满足玉米生长发育和高产优质的要求。

### 1. 太阳总辐射

贵州年太阳总辐射量虽较少,但在玉米生长期(4~9月)的太阳总辐射占年总辐射的比例较大,大部分地区占62%~68%,而且年辐射量较少的地区所占的比例较大,年辐射量较多的地区所占的比例较小。如东、北部地区占67%以上,以遵义的69.5%为最大;西部和南部地区在63%以下;以威宁的最小,也占58.6%。因而贵州玉米生长期间的太阳辐射量仍较多,大部分地区在 $2\,350 \sim 2\,710 \text{ MJ/m}^2$ 。其地域分布呈自西南向东北递减的趋势。西南部地区多在 $2\,620 \text{ MJ/m}^2$ 以上,以兴义的 $2\,817 \text{ MJ/m}^2$ 为最多;东北部地区多在 $2\,350 \text{ MJ/m}^2$ 以下,以道真的 $2\,242 \text{ MJ/m}^2$ 为最少。

### 2. 日均温 $>10^\circ\text{C}$ 期间的光合有效辐射

作物在进行光合作用过程中,只能吸收太阳辐射可见光波长 $380 \times 10^{-9} \sim 710 \times 10^{-9} \text{ m}$ 的部分,这部分光波具有光合效应,对作物的正常生长才具有实际意义,故常把这一波长区的太阳辐射称为光合有效辐射,也叫生理辐射。贵州4~10月(日均温 $>10^\circ\text{C}$ 期间)的光合有效辐射值,大部分地区在 $1\,256 \sim 1\,465 \text{ MJ/m}^2$ ,比我国大部分地区略少,而比青藏多。贵州日均温 $>10^\circ\text{C}$ 期间光合有效辐射的地区以南部地区和北部赤水河谷一带最多,为 $1\,465 \sim 1\,675 \text{ MJ/m}^2$ ;西北部地区虽然太阳总辐射多,但因日均温 $>10^\circ\text{C}$ 的日数少,故光合有效辐射反而少,不足 $1\,256 \text{ MJ/m}^2$ 。

### 3. 日照时数及其逐月分配

贵州年日照时数虽较少,但在玉米生长期间的日照时数占年总日照时数的比例大,大部分地区占60%~75%,而且年日照时数较少的北部地区占的比例较大,可达70%以上,以遵义的78.5%为最大;年日照时数较多的西部地区占的比例较小,在60%以下,以威宁的51.5%为最小。因而,贵州玉米生长期间的日照时数仍较多,大部分地区为800~900h;西部边缘地区多在900h以上,以兴义的982h为最多;北部和中部一带较少,在800h以下,以麻江的704h为最少。

贵州玉米生长季节日照时数的逐月分配如表1.4。大部分地区4月日照时数多在90~170h,西部多,东部少。西部边缘地区多于170h,最多的威宁为193h;东



部边缘地区少于90h,最少的锦屏为75.7h。5月日照时数多在100~160h,西南部多,东北部少。西南部边缘地区多于160h,最多的安龙172h;东部边缘地区和北部部分地区少于100h。6月日照时数多在100~140h,西南部多,东北部少,但不很规则,多于140h的有兴义和安龙,少于100h的有长顺、贵定、麻江、开阳等。7月日照时数多在160~200h,地区分布不规则,多于200h的有印江、玉屏、岑巩、三穗、息烽、黔西、纳雍和赤水等,少于160h的有麻江、贵定、荔波、普定和六枝等。8月日照时数多在160~210h,地区分布不规则,多于210h的有赤水、仁怀和印江,少于160h的有贵定、麻江、普定和长顺等。9月日照时数多在110~140h,地区分布不规则,多于140h的有罗甸和玉屏,少于110h的有赤水、道真、正安、务川、桐梓、织金、普定和六枝等。

表 1.4 贵州省部分地区玉米生育期间各月日照时数(h)

| 月份 | 贵阳  | 遵义  | 铜仁  | 凯里  | 都匀  | 安顺  | 毕节  | 水城  | 兴义  | 罗甸  | 威宁  |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 4月 | 120 | 100 | 84  | 99  | 94  | 126 | 128 | 159 | 172 | 134 | 193 |
| 5月 | 126 | 105 | 94  | 113 | 103 | 125 | 120 | 146 | 166 | 148 | 164 |
| 6月 | 118 | 109 | 116 | 123 | 108 | 108 | 109 | 120 | 147 | 135 | 123 |
| 7月 | 182 | 190 | 193 | 188 | 170 | 164 | 194 | 176 | 177 | 185 | 167 |
| 8月 | 183 | 193 | 193 | 177 | 174 | 163 | 190 | 175 | 178 | 192 | 167 |
| 9月 | 131 | 117 | 131 | 137 | 136 | 116 | 121 | 121 | 140 | 154 | 116 |

综上所述,贵州玉米生长期各月日照时数的特点,东部与西部之间的差异大,南部与北部之间差异小。东、西部之间日照时数的逐月变化,可归纳为3种类型:

第一种为东部地区的少—中—多—少型。如锦屏4、5月日照时数均较少,分别为76h、90h,6月增至107h,7月陡增到174h,8月与7月相当,9月迅速减少到135h。

第二种为西部地区的多—中—多—少型。如威宁4月日照多,为193h,5、6月逐渐减少,分别为164h、123h,7月陡增至167h,8月与7月相当,9月迅速减至116h。

第三种为中部地区的中—中—多—少型。如贵阳4、5、6月日照时数分别为120h、126h、118h,处于东部和西部地区的中间值,7月陡增至182h,8月与7月相当,9月迅速减至131h。

## 二、温度条件

玉米是喜温作物,其生长发育需要有一定的热量条件,才能获得较高产量。据试验,日平均气温  $10^{\circ}\text{C}$  以上即可播种和正常出苗生长,  $18^{\circ}\text{C}$  以上能正常开花,  $16^{\circ}\text{C}$  以上能正常灌浆成熟,全生育期需  $>10^{\circ}\text{C}$  有效积温达  $2\ 100\sim3\ 500^{\circ}\text{C}$ 。

### 1. 日平均气温 $>10^{\circ}\text{C}$ 始日

贵州大部分地区日均温  $>10^{\circ}\text{C}$  的始日在 3 月中下旬。南部边缘地区和赤水河谷较早,在 3 月上旬以前;西北部地区较晚,在 4 月上旬以后。若按 80% 保证率统计,则大致推迟 1 旬左右,即大部分地区在 3 月下旬至 4 月中旬。南部边缘地区和赤水河谷在 3 月中旬以前,西北部地区在 4 月中旬以后。

### 2. 各月平均气温

贵州玉米生长期各月的平均气温如表 1.5。4 月份各地气温迅速回升,除西北部高寒地区和习水、开阳等地的月平均气温低于  $14^{\circ}\text{C}$ ,南部边缘地区高于  $20^{\circ}\text{C}$  外,其余地区在  $14\sim20^{\circ}\text{C}$ 。5 月平均气温大部分地区为  $17\sim23^{\circ}\text{C}$ ,威宁、大方和水城低于  $17^{\circ}\text{C}$ ,南部边缘地区高于  $23^{\circ}\text{C}$ 。6 月平均气温为  $19\sim25^{\circ}\text{C}$ ,威宁、水城和大方低于  $19^{\circ}\text{C}$ ,罗甸、册亨、从江和榕江高于  $25^{\circ}\text{C}$ 。7 月平均气温为  $20\sim27^{\circ}\text{C}$ ,威宁、水城低于  $20^{\circ}\text{C}$ ,赤水河谷和东部边缘的部分地区高于  $27^{\circ}\text{C}$ 。8 月平均气温与 7 月相似。9 月平均气温为  $18\sim24^{\circ}\text{C}$ ,西北部高寒地区低于  $18^{\circ}\text{C}$ ,罗甸和从江高于  $24^{\circ}\text{C}$ 。

表 1.5 贵州省部分地区玉米生育期间各月平均温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )

| 月份  | 贵阳   | 遵义   | 铜仁   | 凯里   | 都匀   | 安顺   | 毕节   | 水城   | 兴义   | 罗甸   | 威宁   |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 4 月 | 16.1 | 15.7 | 16.9 | 16.2 | 16.6 | 15.0 | 13.6 | 13.5 | 17.9 | 20.9 | 11.6 |
| 5 月 | 19.7 | 19.8 | 21.4 | 20.3 | 20.5 | 18.3 | 17.1 | 16.6 | 20.4 | 24.1 | 14.3 |
| 6 月 | 21.9 | 22.4 | 24.8 | 23.2 | 23.0 | 20.3 | 19.2 | 18.1 | 21.7 | 25.7 | 15.7 |
| 7 月 | 24.0 | 25.3 | 28.0 | 25.7 | 25.0 | 22.0 | 21.8 | 19.9 | 22.4 | 26.9 | 17.6 |
| 8 月 | 23.5 | 24.6 | 27.3 | 24.8 | 24.5 | 21.6 | 21.0 | 19.1 | 22.1 | 26.4 | 16.9 |
| 9 月 | 20.7 | 21.0 | 23.4 | 21.7 | 21.6 | 18.9 | 17.8 | 16.6 | 20.0 | 24.3 | 14.3 |

### 3. 日均温 $>10^{\circ}\text{C}$ 持续日数和积温

贵州日均温  $>10^{\circ}\text{C}$  持续日数,大部分地区在  $220\sim250$  天,罗甸、望谟、册亨和赤水等地可达  $260\sim280$  天,威宁最少,只有 163 天。 $>10^{\circ}\text{C}$  积温大部分地区在  $4\ 000\sim5\ 500^{\circ}\text{C}$ ,南部边缘地区和赤水河谷在  $5\ 500^{\circ}\text{C}$  以上,西北部高寒地区在  $4\ 000^{\circ}\text{C}$  以下。最多的罗甸达  $6\ 477^{\circ}\text{C}$ ,最少的威宁只有  $2\ 569^{\circ}\text{C}$ ,前者约为后者的 2.5 倍。