

气象灾害指标在湖南春玉米种植区划中的应用^{*1}

陆魁东¹⁾ 黄晚华¹⁾ 方 丽²⁾ 周 玉³⁾ 谢佰承¹⁾

¹⁾(湖南省气象科学研究所, 长沙 410007) ²⁾(衡阳市农业气象试验站, 衡阳 421001)

³⁾(长沙市农业气象试验站, 长沙 410125)

摘 要

根据湖南省 97 个气象站 1961—2004 年气温、日照、降水等气象资料, 结合玉米生态习性和田间试验分析结果, 计算了玉米生长期内的灾害指标。得出玉米吐丝-成熟期干旱、高温热害及播种-出苗期的连阴雨 3 个气象灾害指标对其生长的影响最大, 在分析该 3 个灾害指标的地域分布特征基础上, 利用该 3 个指标出现概率, 引进“无级变速”原理, 进行春玉米种植区划。区划结果表明: 湖南大部分地方适宜种植春玉米, 从区划结果与实际产量对比分析比较, 湖南玉米的高产区均在最适宜区和适宜区内; 低产区大多都在较适宜区和次适宜区, 只是湘东南山地低产区在最适宜区范围内, 与实际情况不吻合。原因可能是这一区域玉米生长期内光、温资源不足, 加之土壤肥力较差的缘故。

关键词: 春玉米; 干旱; 高温热害; 连阴雨; 气候区划

引 言

玉米是湖南第一大旱粮作物, 目前种植面积虽接近 $330 \times 10^3 \text{ hm}^2$, 总产达到 $128.6 \times 10^4 \text{ t}$ 左右, 但与实际需求(约 $700 \times 10^4 \text{ t}$)相比, 存在很大的差距, 因而, 发展玉米生产市场潜力巨大。此外, 湖南玉米单产较低, 全省平均仅 4500 kg/hm^2 左右, 比全国平均水平 4950 kg/hm^2 低 450 kg/hm^2 左右。造成单产较低的主要原因是布局不够合理和移栽期安排欠妥。

以往农作物气候区划研究主要利用气候要素作为区划因子, 采用等级划分的方法^[1-9], 较适合气候资源差异明显的地区, 为当地作物布局提供了有用信息和参考。近年来, 陆魁东等利用气象灾害指标进行了湖南一季超级稻种植气候区划^[10], 区划效果较理想。湖南气候资源相对丰富, 气候资源基本能够适应春玉米生长的需求, 但不同生育期的气象灾害制约着春玉米的稳产和高产。试验证明湖南春玉米生育期内干旱、高温、连阴雨是制约玉米高产的主要因子, 因此, 本文通过对湖南春玉米生育期气象灾害因子的系统分析, 利用其年次概率^[11]作为区划指标, 从回避气象灾害风险角度, 为玉米生产合理布局

及防灾避灾提供科学依据和方法。

1 材料与方 法

本文所用的资料来自湖南省气象局档案馆, 包括 1961—2004 年 3 月中旬至 4 月上旬日降水量 $\geq 0.1 \text{ mm}$ 的降水日数、日照时数和 6—7 月的降水量、逐日最高气温 $\geq 35 \text{ }^\circ\text{C}$ 的资料。利用统计方法计算了玉米苗期连阴雨和吐丝-成熟期干旱、高温热害 3 种灾害的年次概率。

在灾害出现概率分析中, 引进了年次概率的定义, 年次概率是某灾害发生的年次数与统计资料的总年数之比, 即 $P = N/n \times 100\%$, 其中 P 为年次概率, N 为统计时段某灾害出现的总年数, n 为统计时段年数。

2 结果与分析

2.1 播种-出苗期连阴雨分析

2.1.1 连阴雨的 定义

春季连阴雨是一种常见的气象灾害, 如果连阴雨天气出现在玉米播种或育苗期, 就会造成玉米烂

* 湖南省气象局“湖南玉米减灾避灾及配套栽培技术研究”课题资助。

2006-04-18 收到, 2007-01-09 收到再改稿。

种、出苗率低、生长缓慢甚至发生死苗现象。根据《气象灾害术语和分级》^[12]中的连阴雨定义:3月中旬至4月上旬日降水量 $\geq 0.1\text{ mm}$ 连续7d或以上,且过程日平均日照时数 $< 1\text{ h}$ 。

2.1.2 连阴雨年次概率

根据1961—2004年历史气象资料分析,各站连阴雨年次概率计算结果见图1。由图1可见,湖南全

省玉米生育期连阴雨发生概率比较高,平均值为58.7%。但各站连阴雨发生概率分布极不均匀,最少的慈利为23.3%,最多的蓝山、安仁两站发生年次概率为86.7%。年次概率较低的地方主要在澧水流域、沅水中下游及洞庭湖区,为50%以下;株洲、衡阳、郴州及永州大部分地方年次概率在66%以上,其他地方连阴雨的年次概率在50%~66%。

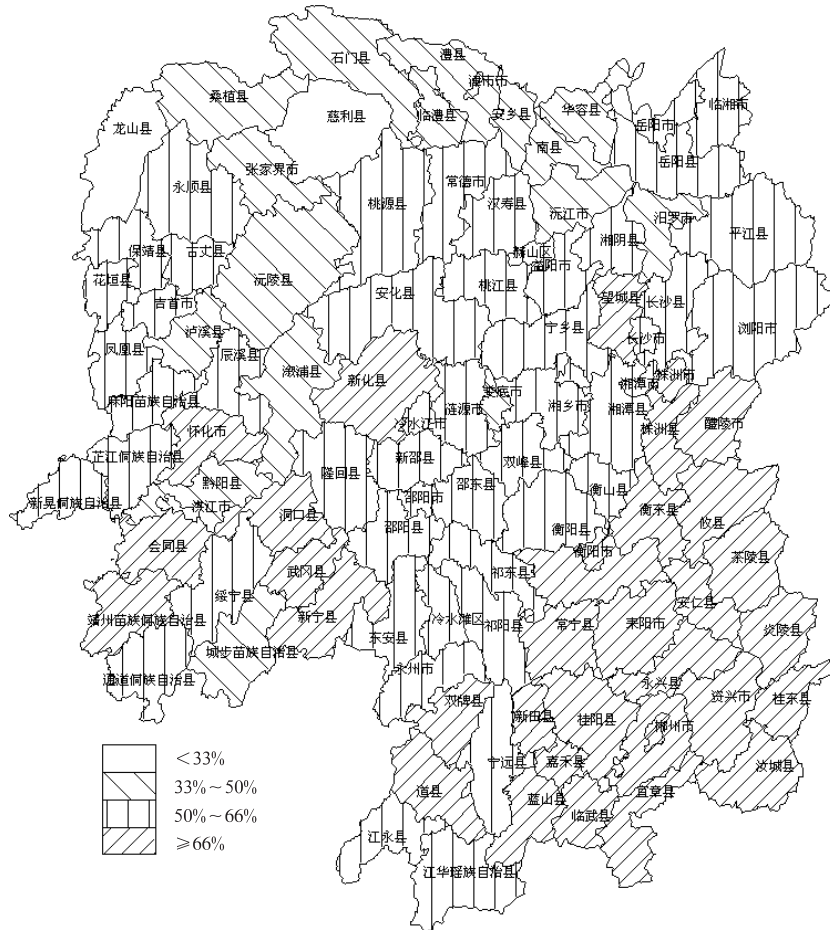


图1 春玉米播种-出苗期连阴雨年次概率地域分布

Fig.1 The regiond probability distribution of protracted rain spell from spring maize sowing to seeding stage

2.2 生殖生长期干旱

2.2.1 干旱评价方法

湘中以南地区大多数年份于6月下旬雨季结束,湘西大多数年份于7月中旬雨季结束。如果雨季结束比常年偏早或雨季降水偏少,就会出现干旱。玉米在灌浆成熟期受到干旱危害,会致使叶片提前枯黄甚至死亡,籽粒瘦瘪,千粒重明显下降,导致减产或绝收。如2005年6月上旬至7月上旬,湘西北降水量比常年同期偏少60%~90%,导致玉米产量减少

30%左右,水利条件差的地方甚至绝收。这里采用农业缺水率指标^[13-14]来评价春玉米生殖生长期干旱状况,即当吐丝-成熟期降水量(R)少于农作物需水量(E)称为干旱,干旱程度用缺水量(D)与需水量(E)之比(即农业缺水率)表示。其中,作物需水量: $E=0.16 \sum t$,作物缺水量: $D=R-E$,式中, $\sum t$ 是吐丝-成熟期积温。当 $E>R$ 时, $D<0$,干旱发生,生殖生长期缺水率(K_1): $K_1=D/E$ 。

另外,前期降水对玉米生殖生长期干旱程度也有

影响,如果玉米营养生长期内降水明显偏少,对玉米种植区内特别是丘陵山区蓄水不利,后期供给也明显会受到影响。因此,结合玉米营养生长期(春季)降水距平(K_2)进行修订,当 $K_2 < -0.30$ 时^[12],会明显加大玉米生殖期干旱概率(即 $K_2 + 0.30 < 0$ 时,春旱发生)。在此定义综合干旱指数^[15]: $K = K_1 + (K_2 + 0.30)$, $K < 0$ 表示玉米生殖生长期发生干旱。

2.2.2 干旱的地域分布

湖南省各站玉米生殖生长期内各地干旱发生年次概率的计算结果见图2。各地干旱发生年次概率在4.6%~45.5%之间,呈湘西、湘中以南偏多,资水流域及洞庭湖区偏少的分布趋势。衡阳、郴州中部、永州局部及怀化中部等地干旱年次概率在33%以上,其中衡阳部分地区在40%以上。湘东北、资

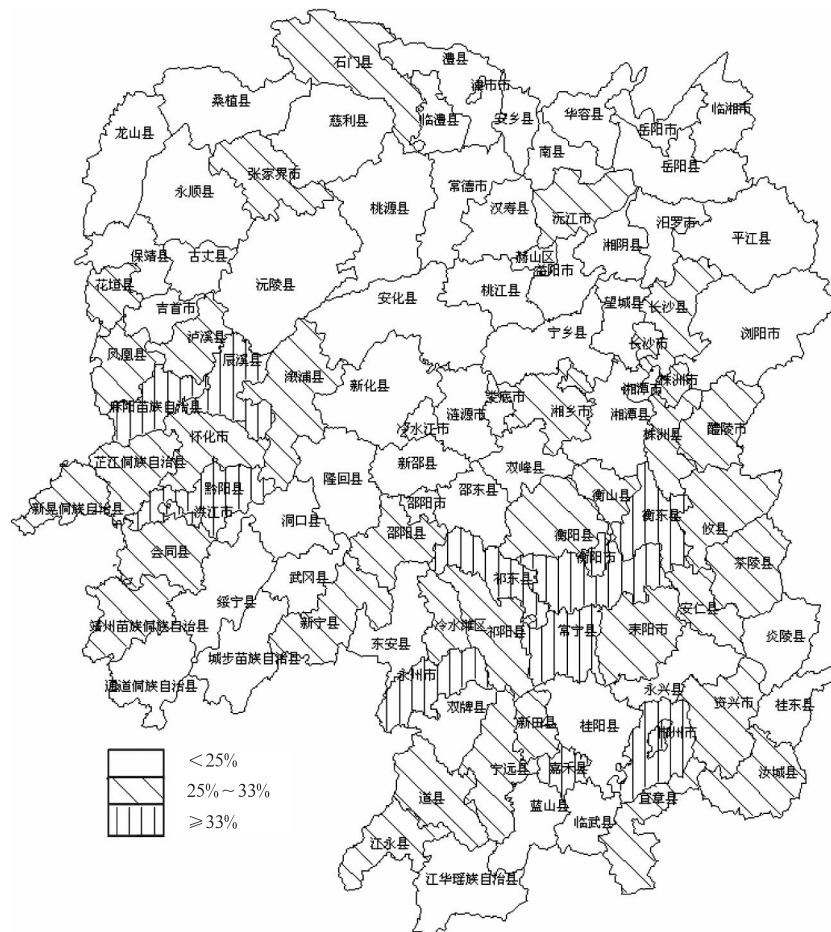


图2 玉米生殖生长期干旱年次概率地域分布

Fig. 2 The regional drought probability distribution in maize growth period for reproduction

水流域及湘西北和湘南两地部分地区在25%以下,其中龙山、平江、安化、桃江、新邵、洞口、涟源等低于10%。其他地区在25%~33%之间。

2.3 吐丝-成熟期高温热害分析

2.3.1 高温热害的定义

湖南省春玉米吐丝-成熟期一般为6月上旬至7月底,不同地区略有区别,湘西和湘东南山地为6月中旬至7月下旬,其他地方的春玉米为6月上旬至7月中旬。玉米生殖生长期内遭遇高温天气,影响

花粉活力,造成灌浆期缩短,此外,高温加剧干旱的发展。根据田间试验结果,高温天气对处于灌浆成熟期的玉米影响很大,产量会受到明显的影响。以日最高气温 $\geq 35^\circ\text{C}$ 持续5d或以上的高温天气(气象上称为高温热害)作为危害指标。

2.3.2 高温热害的地域分布

湖南省各站玉米吐丝-成熟期高温热害发生年次概率的计算结果见图3。由图3可见,全省春玉米在吐丝-成熟期高温热害发生年次概率为0~

(P_d 为干旱年次概率);同理,设高温热害发生年次概率为 30%时区划评分为 1,连阴雨发生年次概率为 50%时区划评分为 1,则高温热害发生年次概率评分指数为 $K_h = P_h / 0.30$ (P_h 为高温热害年次概率),连阴雨发生年次概率评分指数为 $K_c = P_c / 0.50$ (P_c 为连阴雨年次概率)。各灾害因子区划评分指数累加为综合分区指数: $K = K_d + K_h + K_c$ 。根据综合分区指数把全省春玉米划分如下 4 个区域:最适宜区、适宜区、较适宜区、次适宜区。

表 1 玉米种植气候区划分级指标

Table 1 The classification index of maize planting climatic regionalization

指标	P_d	P_h	P_c	评分指数范围
区划评分	0~25%	0~30%	0~50%	0~1
	25%~50%	30%~60%	50%~100%	1~2
	≥50%	≥60%		≥2
气候分区等级	最适宜区	适宜区	较适宜区	次适宜区
	$K < 3$	$3 \leq K < 4$	$4 \leq K < 5$	$K \geq 5$

根据以上分区原则,将湖南省分为 4 个玉米种植气候生态区域(图 4)。

最适宜区:春玉米最适宜区主要分布在洞庭湖区、娄底、邵阳两地、龙山、保靖、花垣一片、永州南部及湘南山区等地。这些地区吐丝-成熟期降水较多,干旱发生年次概率较低,高温热害不明显,苗期连阴雨大部分地方较少。

适宜区:春玉米适宜区主要分布在湘中以北除了以上最适宜区地方,即沅水流域、澧水流域、资水和湘江两水下游;湘南部分丘陵山地等也是适宜区。

较适宜区:主要分布在株洲、衡阳、永州和郴州两地中北部除次适宜区以外的地方。包括株洲市郊、醴陵、衡山、祁东、祁阳、冷水滩、永州市郊、双牌、新田、宁远、嘉禾、永兴等地。

次适宜区:主要在衡阳盆地、株洲中部和郴州市郊区等平原丘陵区域,包括衡东、衡阳市郊、衡南、常宁、耒阳、郴州市郊、安仁、攸县、茶陵等地。

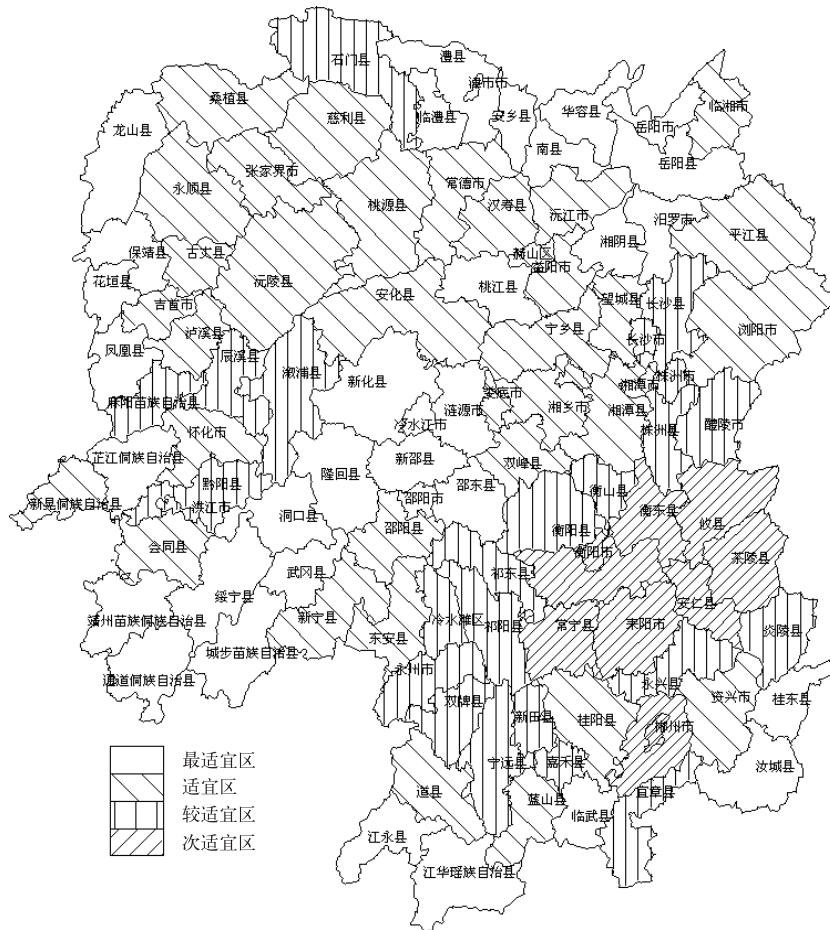


图 4 湖南省玉米种植生态气候分区图

Fig. 4 The ecological climate distribution of maize plant

4 结论与讨论

1) 从区划结果来看,湖南总体上都适宜春玉米种植。只有衡阳盆地及株洲中部是春玉米的次适宜区,其他地方均适宜种植春玉米。

2) 从区划结果与实际产量对比分析比较,湖南玉米的高产区均在最适宜区和适宜区内,如浏阳、邵东、汨罗等地是湖南玉米的高产区。玉米的低产区大多都在较适宜区和次适宜区,如攸县、衡南县、绥宁县等玉米低产区。只有湘东南山地的桂东、汝城玉米低产区在最适宜区范围内,与实际情况不吻合,主要原因是这些地方玉米生长期内光、温资源不足,加之土壤肥力较差的缘故。

3) 玉米吐丝-成熟期干旱是玉米生殖生长期内的主要气象灾害,高温热害也对玉米灌浆影响很大。特别是以衡阳为中心的周边地区为较适宜区或次适宜区,是全省受干旱和高温热害最严重的地方,但光温潜力比较大,所以水源充足的地方可发展春玉米。

4) 湘西等地干旱相对较低,是玉米种植适宜区域,但水利条件较差,这些地方种植春玉米应采取相应的农业技术措施。

本文仅从气候生态气象灾害指标角度对湖南省玉米种植进行了区划,其中也仅考虑灾害的年次概率,没有考虑灾害强度及土壤和栽培条件等其它因素,有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 乔盛西,吴宜进,陈正洪. 湖北省 1991 年度柑桔冻害与避冻栽培区划. 应用气象学报,1996,7(1):124-128.
- [2] 高素华. 灰色归类在海南橡胶寒害区划中的应用. 气象科学研究院院刊,1989,4(1):108-112.
- [3] 朱琳,叶殿秀,陈建文. 陕西省冬小麦干旱风险分析及区划. 应用气象学报,2002,13(2):124-128.
- [4] 马兴祥,邓振镛,李栋梁,等. 甘肃省春小麦生态气候适宜度在适生种植区划中的应用. 应用气象学报,2005,16(6):820-827.
- [5] 顾本文,施晓晖. 云贵高原岩溶地区生态气候类型区划. 中国农业气象,2002,23(4):13-17.
- [6] 董谢琼,徐虹,杨晓鹏,等. 基于 GIS 的云南烤烟种植区划方法研究. 中国农业气象,2005,26(1):16-19.
- [7] 魏丽,殷剑敏,王怀清. GIS 下的江西优质早稻种植气候区划. 中国农业气象,2002,23(2):27-31.
- [8] 姚玉璧,朱国庆,李巧珍,等. 陇中高寒阴湿区蚕豆气候区划. 中国农业气象,2002,23(1):27-31.
- [9] 张惠玲,刘明春,马兴祥,等. 河西走廊胡麻和充气候条件分析及适生种植区划. 中国农业气象,2003,24(1):51-54.
- [10] 陆魁东,黄晚华,申建斌,等. 湖南一季超级稻种植气候区划. 中国农业气象,2006,27(2):79-83.
- [11] 薛晓萍,史可琳. 试论厄尼诺与山东降水作物产量的关系. 山东师范大学学报(自然科学版),1997,12(3):298-302.
- [12] 湖南省质量技术监督局. 气象灾害术语和分级. DB43/T 234-2004, 2004.
- [13] 张莉,丁一汇,任国玉. 我国北方沙尘天气演变趋势及其气候成因分析. 应用气象学报,2005,16(15):583-592.
- [14] 陆魁东,帅细强,张国君. 利用农业缺水率评价湖南省干旱状况. 湖南气象,2001,22(1):37-40.
- [15] 梁平,冯晓云,韦波. 黔东南夏季干旱指数及气候规律研究. 广西气象,2005,26(增刊 D):166-168.
- [16] 阮忠唐. 机械无级变速器设计与选用指南. 北京:化学工业出版社,1999:1-158.

[1] 乔盛西,吴宜进,陈正洪. 湖北省 1991 年度柑桔冻害与避冻栽培

The Climatic Zoning of Spring Maize in Hunan Based on Meteorological Disaster Indexes

Lu Kuidong¹⁾ Huang Wanhua¹⁾ Fang Li²⁾ Zhou Yu³⁾ Xie Baicheng¹⁾

¹⁾ (Hunan Meteorological Research Institute, Changsha 410007)

²⁾ (HengYang Agro-meteorology Station, HengYang 421101) ³⁾ (Changsha Agro-meteorology Station, Changsha 410125)

Abstract

The maize is the biggest drought grain crop in Hunan, the single yield is lower than the average of the country about 450 kg/hm², moreover, the total yield is very difficult to reach the practical demand. So considering the reduction of the meteorological disaster's risk, and carrying out the maize plant zoning, it is expected to arrange well the distribution and provide scientific foundation to prevent and avoid disasters. The climate factor are defined in zoning index in crop climate zoning research in the past, the grade division is the main method. Plant zoning will be carried out according to the meteorological disaster index which will restrict the spring maize high and stable yield.

Based on the historical meteorological data of 97 weather stations in Hunan from 1961 to 2004, combined with the ecological habit of maize and field experiment data results, the disaster index is calculated in maize growth. This index includes the drought from maize spin to maize autumn, high temperature damage and protracted rain spell at the stage of seeding, and it affects significantly in maize growth. At the same time, these indexes are used to maize plant zoning. The three disasters of the zoning distribution character are systematic analyzed in City-star software. The protracted rain spell annual probability is from 23.3% to 86.7% at the stage of seeding, the terrain distribution tendency is more in the south than north. The drought annual probability is from 4.6% to 45.5% at the procreate growth, the tendency is that the west of Hunan and the south of center Hunan has much high probability, there is small probability in the Zi River valley and the Dongting Lake region. The high temperature damage annual probability is from 0 to 81.8% from spin to autumn, there is high occurrence probability in Hengyang, the south of center Zhuzhou; but there is low occurrence probability in the Dongting Lake region, the west of Hunan and the hilly southwest Hunan, the mountainous southeast Hunan. The annual probability of disaster index is used. At the same time, the "variable speed" theory is introduced. The climate factor is not only the integral grade, but also fine variable. The zoning grade according to disaster factor for maize growth influence is used. The drought occurrence annual probability grade index is $K_d = P_d/0.25$. The high temperature damage occurrence annual probability grade index is $K_h = P_h/0.30$; protracted rain spell occurrence annual probability grade index is $K_c = P_c/0.50$. At last, the total grade index is reached, it is $K = K_d + K_h + K_c$. The spring plants are divided into four regions according to the synthesis grade index.

The results show that most regions are adaptable to plant maize in Hunan, whereas the adaptability is different in different areas. The high yield region distributes in the optimum region and suitable region; the low yield region distributes in the relatively suitable region and sub-suitable region. But the low yield region in the southeast of Hunan is in the suitable region, the causes for that may be the lack of sunshine and temperature in the mountainous region and the soil fertility is bad.

Key words: spring maize; drought; high temperature damage; protracted rain spell; climatic regionalization