

文章编号:1673-8411 (2014) 03-0075-04

田阳干旱指数对早玉米产量影响的农业气候评价

周冬梅¹, 欧阳兆云¹, 张和稳², 黄飞², 莫绍宁¹

(1.田阳县气象局, 广西 田阳 533600; 2.百色市气象局, 广西 百色 53300)

摘要:利用田阳 1987 年至 2012 年早玉米产量与其生育前期易旱的 3 月上旬至 5 月中旬的旬干旱指数,采用数理相关统计法,计算旬干旱指数与早玉米产量的相关系数及多元回归方程模式的建立,评价干旱指数对早玉米生产利蔽的影响。结果表明:干旱主要影响早玉米生理需水敏感的抽雄吐丝期,俗称“卡脖子旱”,其次干旱影响早玉米播种后全苗齐苗。这对充分利用当地农业气候资源,科学规避干旱的影响,趋利避害,夺取早玉米高产稳产意义重大。

关键词:田阳;早玉米;产量;干旱指数;农业气候;评价

中图分类号:S16

文献标识码:A

Agroclimatic assessment of drought index affecting corn yield in Tianyang

Zhou Dong-mei, Ouyang Zhao-Yun, Zhang He-wen, Huang Fei, Mo Shao-ning

(1.Tianyang County Meteorological Service Guangxi Tianyang 533600;

2 Baise Municipal Meteorological Service, Guangxi Baise 53300)

Abstract: Based on Tian Yang corn yield and its drought index, which is from early ten-days in March to mid ten-day in May, from 1987 to 2012, coefficient of correlation between drought index and early maize yield was calculated and multiple regression equation model was established by the mathematical related statistics methods to evaluate the influence of drought index on early maize production. The results showed that drought mainly affected spinning tasseling stage of maize; the second influence was on seedling emergence after sowing. The results are of great significance in full development and utilization of local agricultural climate resources and avoiding the influence of the drought.

Key words: Tianyang; early corn; yield; drought index ; agricultural climate; assessment

1 前言

玉米是田阳县当地主要副食品及饲料粮之一,常年种植面积约 7000.0 公顷,近五年全县平均单产在 275.0kg/667 m²。二十世纪八十年代初,本县的农业气候区划报告中,所作的早玉米生产农业气候专题分析中,则重分析春季(3—5月)光、温、水单独气象要素气候特征,简单对比分析各要素与玉米产量形成的定性关系,其分析结果较简单。如今全球气候在变暖,经过近三十年的农业生产变化,全县早玉米

平均产量形成也在逐年提高。通过对田阳 1987 年至 2012 年早玉米生育前期易旱的 3 月上旬至 5 月中旬旬干旱指数对早玉米产量影响关系统计分析,建立早玉米产量与逐旬干旱指数关系的模式,明析早玉米主要生育前期温、水气象要素综合对其产量形成影响的利弊,采取相应的农业生产措施,趋利避害,对提高玉米产量生产意义重大。

干旱是我国自然灾害之一,不同领域对干旱的定义不同,一般干旱分为气象干旱、农业干旱、水文干旱及社会经济干旱,而气象干旱是各类干旱发生

收稿日期:2014-05-16

基金项目:广西百色市气象局科学研究与技术开发项目(2013-03)资助。

作者简介:周冬梅(1982-),女,壮族,本科,工程师,从事大气探测、防灾减灾及气象服务工作。

的主要原因之一,气象干旱主要考虑自然降水、气温、蒸发量、降水日数等。庞万才^[1] 等对半干旱地带干旱指数的探讨,对干旱指数表达式,考虑了时段内气温、降水总量、有效降水日数对作物生育的综合影响,分析结果与实际生产极相吻合。黄晚华^[2] 等的研究,基于作物水份亏缺指数的春玉米季节性干旱时空特征分析指出,干旱频率较高时段主要在玉米抽雄—吐丝期,对产量影响较大。徐玲玲^[3] 等的研究,基于订正后的 CI 指数分析近 50 年干旱对山西省玉米产量的影响,变化多端的气象干旱,更重大显著影响的是玉米抽雄吐丝期。实践证明农业干旱(或者针对某作物、品种)有着极其复杂的机理,涉及到大气、作物(不同时段发育期)、土肥及水体等多种因素,不同地域、不同作物的农业干旱标准差异巨大,仅用单一的气象干旱指标来评判很难客观反映农业干旱的发生发展状况。本文参考相关文献,统计分析田阳近 26 年干旱指数 (p) 对早玉米产量影响的关系,建立 3 月上旬至 5 月中旬旬干旱指数与早玉米气象产量关系的多元回归方程模式,由相关系数及多元回归方程回归系数综合评价各旬干旱指数对早玉米产量影响定性及定量值,分析结果与参考相关文献研究相至吻合。

2 干旱指数(Pi)计算表达式及物理意义

本文干旱指数(P)计算表达式如下:

$$P_i = P_T \cdot P_R \cdot P_K \quad (1)$$

其中: $P_T = \bar{T}_i / \bar{T}_i$ \bar{T}_i 为 i 第旬(1987—2012 年)平均气温

\bar{T}_i 为某年第 i 旬平均气温

$P_R = R_i / \bar{R}_i$ \bar{R}_i 为第 i 旬(1987—2012 年)平均雨量

R_i 为某年第 i 旬降雨量

$P_K = K_i / \bar{K}_i$ \bar{K}_i 为第 i 旬(1987—2012 年)日雨量 $\geq 1.0\text{mm}$ 平均日数

K_i 为某年第 i 旬日雨量 $\geq 1.0\text{mm}$ 日数

由(1)式可见,某年某旬气温越高, T_i 越大,热交换效应明显,土壤水份易蒸散损耗,同时温度高,附着生长于地表的玉米植物生理旺盛 植株蒸腾耗水多,加速了土壤水份的损耗,对于玉米植被则易造成土壤水份亏缺而发生农业干旱。由于早玉米种植多为番坡斜地,土壤贫脊 土层浅薄 保水保肥差玉米生育生理所需水份来源全靠自然降水获得,故

旬降雨量越少,有效降水(日雨量 $\geq 1.0\text{mm}$)日数越少,则 P_R 、 P_K 值愈小,愈易发生干旱,导致玉米生长发育出现水份生理亏缺,最终影响到玉米产量的形成,可见上式(1)干旱指数计算表达式物理意义明显。

3 分析资料来源

早玉米产量为全县平均值($\text{kg}/667\text{m}^2$),资料来自县统计局年报统计值,1987—2012 年共计 26 年,气象资料取自本站气象资料室同年的月气象报表,以下所分析气象资料多年平均值等均为 1987—2012 年期间。

4 分析技术方法

$$\text{早玉米产量表达式: } y = y_i + y_w \quad (2)$$

y 为早玉米全县实际平均产量($\text{kg}/667\text{m}^2$)。 y_i 为时间趋势产量,随着时间年际的前进,农业生产科学技术不断提高,玉米优良品种的推广,农业生产投入增加,早玉米实际产量也在逐年趋势增加。而早玉米实际产量是在年际产量上升趋势中波动变化,引起早玉米产量年际波动变化的即是由于当年气象因素影响造成的,用 y_w 表示。分离早玉米时间趋势产量(y_i)根据最小二乘法原理,采用线性回归方程模拟分离,在此年际变化定为 $x_1=1987, x_2=1988, \dots, x_{26}=2012$ 作为线性方程座标横轴,相对应的年际全县早玉米平均产量(y)为座标纵轴,建立线性回归方程,即提取时间趋势产量为:

$$y_i = 84.98 + 6.8133x_i \quad (i=1987 \sim 1988 \dots 2012) \quad (3)$$

(3)式线性方程相关系数 $r=0.8464$,通过置信度 0.001 相关显著性检验,即线性方程自变量(x_i)与因变量(y_i)密切相关,回归效果显著,其关联结果可作下一步技术分析使用,如图 1。

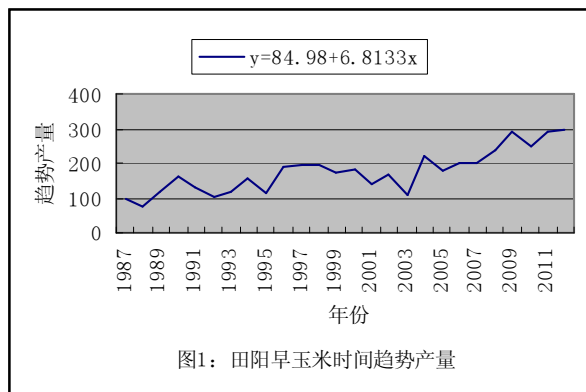


图1: 田阳早玉米时间趋势产量

由(3)式提取历年气象产量 y_w , 为便于统计分析消除产量量纲的影响, 气象产量分析采用表达式:

$$y_{wi}=(y_i-y_{ii})/y_i\times 100\%$$
 (4)

通过(3)、(4)式计算历年早玉米气象产量(%),

然后计算早玉米主要生育期的3月上旬至5月中旬逐旬干旱指数 p_i 值与 y_w 的单相关系数(r_i)、显著过检置信度如表1。

表1 干旱指数(p_i)与早玉米气象产量 y_w (%)相关信息

旬/月	上/3	中	下	上/4	中	下	上/5	中		
干旱指数 p_i	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7	p_8	p_9	p_{10}
单相关系数 r_i	0.4807	0.4493	0.3053	0.261	0.2746	0.2159	0.1373	0.4528	0.4688	0.806
过检信度	0.025	0.025	0.075	0.1	0.1	—	—	0.025	0.025	0.01
多元回归系数 b_i	1.6048	1.1501	2.1044	1.045	1.6282	3.2538	3.6904	5.5549		

(注:表1中, p_9 为4月下旬至5月中旬旬干旱指数合计值, p_{10} 为3月上旬至5月中旬旬干旱指数合计值)

建立上旬/3(p_1)至中旬/5(p_8)旬干旱指数(p_i)与气象产量(%)的多元回归方程:

$$y_i=-30.7+\sum b_i p_i(i=1,2\cdots 8)$$
 (5)

方程回归效果检验参数 $F=6.2$, 通过 0.01 显著性检验,复相关系数 $R=0.862$,说明自变量干旱指数(p_i)对因变量(y_{wi})的影响特别显著,(5)式回归系数(b_i)见表1。

玉米属 C_4 植物,植株高大,生物产量高,其生产生育过程是在露下进行生物再生产过程,最终其产量形成受环境气象因素影响较大。田阳早玉米种植多为旱地,土壤贫脊而浅薄,蓄水保水能力差,其生育期所需水份完全依靠自然降水供给,干旱少雨对其生育不利影响很大,产量波动大。我县早玉米早播种(田植)于2月份下半月,大多数面积地玉米大种于3月上中旬,3月—4月为早玉米播种出苗至拔节的营养生长期,3月份此时若土壤水份足够,种子播种后有充足水份吸收萌芽,则利于全苗齐苗。若干旱少雨,温度高土壤蒸散耗水多,则玉米出苗率低,缺苗断垄严重,严重影响亩有效穗数,产量低。4月适当少雨轻旱,有利于玉米蹲苗,促进植株根系纵深生长,健壮的植株根系进入生殖生长期后,有利其根系吸收系统功能的提高,增强抗旱力,故早玉米出苗、营养生长期的3月各旬干旱指数(p_1-p_3)与早玉米气象产量($y_w\%$)单相关系数较显著密切见表1(0.48070—0.3053),通过0.025—0.075显著性检验。4月各旬各旬干旱指数(p_4-p_6)与早玉米气象产量($y_w\%$)的相关系数变化小而稳。多元回归方程回归系数(b_1-b_5)值在1.045—2.1044,其值全在正小而稳值区间变化,即旬干旱指数每增减一个单位 其对

玉米产量贡献的增减%值。4月下旬至5月上旬为早植田玉米,5月上旬中至中旬为地植玉米抽雄开花吐丝期,此期为玉米一生对水份需求关键敏感期,此期若高温少雨干旱,则雄花花粉粒发育不良畸形量少,雌穗吐丝不出且丝条稀短而少,玉米开花吐丝授粉生育期受到严重不利影响,造成穗短粒少,穗秃顶加长,颗粒不饱满,粒重轻,产量锐减,农业生产上俗称的“卡勃子旱”。4月下旬至5月中旬多元回归方程斜率在3.2538—5.5549其间值在高位,变幅大说明此期干旱少雨的气象因素对早玉米产量形成不利影响突显。另计统计4月下旬至5月中旬旬干旱指数合计值 p_9 (见表1)与气象产量相关系数为0.4688,通过0.025显著性检验,其回归方程为:

$$y=4.5703p_9-4.87$$
 (6)

方程斜率为4.5703,即干旱指数每增减一个单位,对早玉米产量贡献增减4.6%此值略高于期间三旬方程回归系数的均值,综合(6)式更能有效显现玉米抽雄吐丝期对水份需求的敏感关键期。计算3月上旬至5月中旬旬干旱指数合计值 p_{10} ,与早玉米气象产量 y_w 的相关系数高达0.8060,通过0.001显著性检验,其回归方程为:

$$y=1.5328p_{10}-21.3113$$
 (7)

可见干旱指数对早玉米生育易旱的前期充满着正能量的影响且影响非常显著,所采用干旱指数农业气候评价早玉米产量形成与实际大田农业生产相吻合。

5 早玉米农业气象干旱机率

通过以上分析,干旱是田阳早玉米生产主要自然灾害之一,以早玉米生育前期易受干旱影响的3

月上旬至5月中旬干旱指数合计值 p_{10} 为临界指标,在此定制早玉米农业气象干旱统计,由公式(2)见,当 $y_w \leq 0.0\%$ 时,即定为早玉米减产年份,早玉米主要生育期的干旱指数合计值,由公式(7)而得 $p_{10} \leq 13.90$,早玉米26年共出现18年欠收,占70%。由公式(3)看出,早玉米时间趋势产量增产每年为6.8公斤/667 m^2 ,考虑权重平均在此定制早玉米产量 $0.0 < y_w < 4.0(\%)$ 为产量平年,则干旱指数 $13.90 < p_{10} < 16.49$,出现3年,占11%,当 $y_w \geq 4.0(\%)$ 时,早玉米产量为丰收年景,其累计干旱指数 $p_{10} \geq 16.49$,出现5年,占19%。可见,用干旱指数表示早玉米生产农业干旱机率为十春七旱,这与当地早玉米大田农业生产相吻合。

6 小结

(1)干旱指数表达式,考虑了时段内的温度、降水总量、有效降雨日数综合对早玉米生长发育的有机系统的影响,通过以上分析切合实际农业生产。干旱指数对早玉米产量形成的主要影响,是早玉米抽雄吐丝期“卡脖子旱”的4月下旬至5月中旬,历年此期干旱指数值越大,说明温度适宜,雨水充足,土壤含水量能满足玉米抽雄吐丝期的生理需要,则当年早玉米产量高,此期干旱指数越小,则玉米产量减产。而早玉米播种出苗至拔节的营养生长期3月上旬至4月下旬,干旱指数对其生长发育影响不大,适当的干旱少雨有利于玉米蹲苗,培育健壮株苗,这与实际生产相吻合,所分析农业气象意义明显。

(2)针对当今气候变暖,田阳近50a年、春季(3-5月)气温气候倾向率均为 $0.1^\circ\text{C}/10\text{a}$,有同全球气候变暖趋势,若早玉米为了盲目避过“卡脖子旱”而盲目的迟播,在暖春的年份,由于气温偏高将会缩短其营养生长期,植株矮小不健壮,穗短粒少,这对其产量形成也不利。如今科技抗旱先进,农业生产投入增加,如近年较正规系统的实施人工增雨作业抗旱,效果明显,特别是在5月中旬汛期到临前,每年实施的人工增雨作业都能洽到好处的满足玉米生育需水关键期的要求,如2010年中国西南大旱田阳名列其中,秋、冬、春连旱,实属历史罕见,当年实施的人工增雨作业集中于3月下旬至5月增雨效果明显,4

月底5月初旱情缓解,当年早玉米产量仍获较好收成,气象产量属平年未造成减产。在抗旱科技强力支撑下,早玉米还是应按当年天气趋势抗旱适时早播于“立春”前后,大播于“雨水”节季前后,“惊蛰”前后播种种植完早玉米,巧避春暖年对其营养生长的不利影响。

(3)由上分析,干旱主要影响早玉米抽雄吐丝期,其次是播种期干旱不利玉米全苗齐苗,亩有效株数减少,产量低。玉米地膜覆盖栽培具有良好的保温保水保肥,投入与产出经济效益比例高,按照规范栽培,科学田间管理,是玉米抗旱防灾夺高产有效生产措施之一。

致谢:本文相关统计软件支持由广西气象服务中心钟丽华同志帮助完成,谢谢!

参考文献:

- [1] 庞万才,王桂芝.对半干旱地区干旱指数的探讨[J].中国农业气象,1998,19(3):58-61.
- [2] 黄晚华,杨晓光,曲辉,等.基于作物水份亏缺指数的春玉米季节性干旱分析[J].农业工程学报,2009,25(8):28-34.
- [3] 徐玲玲,王建林,宋艳玲,等.基于证正后的CI指数分析近50年干旱对山西省玉米产量的影响[J].干旱地区农业研究,2013,31(3):227-233.
- [4] 姚玉璧,张存杰,邓振铺.气象、农业干旱指标综述[J].干旱地区农业研究,2007,25(1):185-189.
- [5] 史建国,严昌荣,何文清,等.气象干旱指数计算方法研究综述[J].中国农业气象,2007,28(S1):191-195.
- [6] 马静宇,张兰霞,李家.综合气象干旱指数(Ic)自动计算的实现[J].气象研究与应用,2011,32(04):17-19.
- [7] 冯振家.武鸣县旱涝的气候规律及其对农业生产的影响[J].气象研究与应用,2012,33(2):59-62.
- [8] 廖雪萍,梁骏,黄梅丽,等.广西冬耕季农业气候资源对冬种马铃薯布局的影响[J].气象研究与应用,2012,33(4):47-50.
- [9] 杨月文,黄文,邹燕.基于连旱日数的气象干旱评价方法[J].气象研究与应用,2013,34(3):17-21.
- [10] 郭洪权,何草青,陆炳记,等.2011年后汛期干旱特点及成因诊断分析[J].气象研究与应用,2013,34(S1):19-20.