

东北春玉米生长发育气象 条件的适应性分析*

杨贤为 黄朝迎 张 强

(国家气象中心,北京 100081)

提 要

统计分析1981—1990年东北地区30个农试站的气象资料、物候资料和春玉米产量资料,建立光、热、水等资源条件与产量变化之间的统计关系,从而确定出各地种植春玉米的适应性指数及等级。

关键词: 春玉米 生育阶段 回归系数 适应性指数

引 言

玉米在我国栽培地区很广,主要集中在东北、华北及西南的部分地区^[1]。春玉米是东北地区的主要粮食作物之一。

本研究从摸清东北地区不同地点春玉米各生育期的气象状况着手,通过与逐年的实际产量相比较,建立光、热、水等气象条件与因气候变动原因所引起的产量变化之间的统计关系,在此基础上确定各地种植春玉米的农业气候资源条件适应性指数及等级,从而为有关部门因地制宜地制订农业综合开发规划,合理利用农业气候资源,提高农业气候资源的利用率,提供科学的依据和定量的指标。

1 研究站点和资料

我们搜集、整理了东北地区1981—1990年种植春玉米的30个农试站的全部气象资料、物候资料和产量资料。站名及其编号如表1所示。

表1 站名和编号

站名	编号	站名	编号	站名	编号	站名	编号		
阜新	1	绥中	7	长岭	13	梅河口	19	巴彦	25
建平	2	岫岩	8	农安	14	桦甸	20	集贤	26
新民	3	宽甸	9	榆树	15	通化	21	哈尔滨	27
锦州	4	金县	10	梨树	16	海伦	22	勃利	28
本溪	5	白城	11	吉林	17	泰来	23	五常	29
新宾	6	扶余	12	敦化	18	青冈	24	宁安	30

本研究将春玉米从播种到成熟的全过程分为3个生育阶段,即播种—拔节、拔节—抽雄和抽雄—成熟,分别简称为第1、第2和第3阶段。统计各站点逐年各阶段的平均气温、降水量和日照时数以及历年的实际单产(平均每亩的产量)。实际产量的逐年变化不但受到气候波动的影响,而且还受到水肥条件、品种以及技术水平等因素的制约,因此,要搞清楚逐年的气象条件对产量的变化有多大影响,必须将生产水平变化等因素所造成的产量变

* 本文由区域农业气候资源生产潜力评价及开发利用对策课题资助。庄洁同志参加本文部分统计工作。

化趋势从实际产量中分离出来。

设 y_t 为趋势产量, y_c 为气候变动所引起的产量变化, y_R 为逐年的实际产量, 则有

$$y_R = y_t + y_c \quad (1)$$

趋势产量 y_t 用几何重心描绘法拟合^[2]。即将历年作物的实际产量点绘在以时间(年代)为横坐标, 以产量 kg 为纵坐标的坐标图上。相邻的3点可组成一个个三角形, 依次求得这些三角形的重心, 联结这些重心所形成的平滑曲线即为时间趋势产量曲线(图略)。由式(1)求出各站点逐年的波动产量 y_c 。

2 典型站年的挑选和基准值的确定

如前所述, 既然波动产量(y_c)是气候变动的影响所致, 那末, 某站某年波动产量较大可以认为是气象条件较为理想的站年。本研究规定波动产量占实际产量的百分比超过30%为典型站年。经测算, 共挑出典型站年6个(表2), 典型站年的实际产量一般也较高。

典型站年确定后, 挑出典型站年在3个生育阶段的热、水、光指标组, 共组成9组数列。取每组数列的平均值作为各气象指标各生育阶段的基准值。现以第一生育阶段平均气温为例来说明基准值是如何确定的。根据表2所示的典型站年, 挑出阶段1相应的气温值17.1, 18.6, 17.2, 18.4, 18.9, 18.1℃, 此组数列的平均值是18.1℃。同样可得到东北地区春玉米各生育阶段热、水、光指标的9个基准值(表3)。

表2 东北春玉米典型站年

年代	1982	1985	1986	1987	1988	1988
站号	9	2	22	13	23	27
y_c /kg	141	312	196	287	211	109
y_c/y_R %	32	42	40	38	36	34

表3 春玉米各生育阶段的基准值

阶段	平均气温/℃	降水量/mm	日照时数/h
1	18.1	12.8	497
2	22.5	126	175
3	20.4	202	421

3 各生育阶段气象指标的标准化处理

各生育阶段气象指标的单位不同, 变化幅度也有明显差别, 为了便于相互比较, 必须进行标准化处理。我们的标准化处理遵循3项原则: (1)以表3的基准值为基准, 而不是以各阶段气象指标值的算术平均值为基准; (2)气象指标愈接近基准值, 所换算的标准化数据愈大; 气象指标愈偏离基准值, 所换算的标准化数据愈小; (3)换算的标准化数据均为无量纲值, 且都在相同的范围内(譬如0—1)变化。

换算分两个步骤进行, 首先将各阶段的气象指标对照各自的基准值换算成相对比值。现以平均气温为例说明。设某阶段的平均气温共有 n 个站年资料, 此阶段某站某年的平均气温为 T_{α} ($t=1, 2, \dots, n$), 基准值为 T_{α}^* , 换算公式为:

$$\bar{T}_{\alpha} = 1 - \frac{|T_{\alpha} - T_{\alpha}^*|}{T_{\alpha}^*} \quad (2)$$

$\alpha=1, 2, 3$ 分别表示3个生育阶段, 据此计算出30个台站逐年各阶段平均气温的相对比值。以同样方法计算30个台站逐年各阶段的降水量(P_{α})和日照时数(S_{α})的相对比值, 其变化范围如表4。

表4 各阶段气象指标相对比值的变化范围

阶段	\bar{T}_{α}	P_{α}	S_{α}
1	0.76—1	0.12—1	0.53—1
2	0.77—1	0.04—1	0.13—1
3	0.82—1	0.08—1	0.46—1

可见,不同生育阶段、不同气象指标,其对比值的变化范围差异很大,若要放在一起综合比较,还须进行相应的变换。以第1阶段平均气温为例予以说明。设该阶段平均气温相对比值的全距为 d , 即 $d=1-0.76=0.24$, 令

$$x_{1t} = \frac{\bar{T}_t - 0.76}{d} \times 100\% \quad (3)$$

这里 x_{1t} 称该阶段平均气温的相对比率,其变化范围为0—100%。利用式(3),将各生育阶段气象指标的相对比值换算成相对比率,它们的变化范围也都是0—100%。

4 气象条件适应性指数的计算

由于不同生育阶段、不同气象指标所换算的相对比率可以相互比较,若以 $x_{1t}, x_{2t}, x_{3t}, x_{4t}, x_{5t}, x_{6t}, x_{7t}, x_{8t}, x_{9t}$ ($t=1, 2, \dots, n, n$ 为站年总次数)依次表示各站历年春玉米生育期内平均气温、降水量和日照时数在各阶段的相对比率,则计算气象条件适应性指数的一项简单办法是将这一系列相对比率累加

$$y_t = x_{1t} + x_{2t} + \dots + x_{9t} \quad (4)$$

这样处理虽然简便易行,但实际上不同生育阶段不同气象要素对作物最终产量的作用和影响是不可能等同的。为此,若在这些相对比率之前根据各自对作物产量“贡献”的大小,乘以一个权重系数,即

$$y_t = b_1 x_{1t} + b_2 x_{2t} + \dots + b_9 x_{9t} \quad (5)$$

则如此计算的适应性指数理应更精确,也更符合实际情况。下面就采用适当的方法来寻求这些权重系数。

假设波动产量与各相对比率之间有下列多元线性方程关系:

$$y_t = a + b_1 x_{1t} + b_2 x_{2t} + \dots + b_9 x_{9t} \quad (6)$$

上式中 y_t 为波动产量, x_1, x_2, \dots, x_9 为各生育阶段气象指标的相对比率, a, b_1, b_2, \dots, b_9 为待定的回归系数。这些回归系数可通过

最小二乘法来确定,即要求

$$\sum_{t=1}^n (y_t - a - b_1 x_{1t} - b_2 x_{2t} - \dots - b_9 x_{9t})^2 = \min \quad (7)$$

上式中 t 为站年序号, n 为拥有波动产量及相应全部相对比率资料的站年总数。本研究选取波动产量资料最完整的6个农试站(其站号分别为2、3、5、22、25和28)的有关资料为样本进行计算, $n=48$ 。

令

$$y = y_t - a \quad (8)$$

代入式(6)可得:

$$y = b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_9 x_9 \quad (9)$$

y 是考虑了玉米生育期内各阶段气象条件对作物产量的不同影响而归纳的适应性指数。 y 值愈大,表明某地的气象条件愈适合于种植春玉米;反之,则表明这种适应性较差。

5 结果讨论和检验

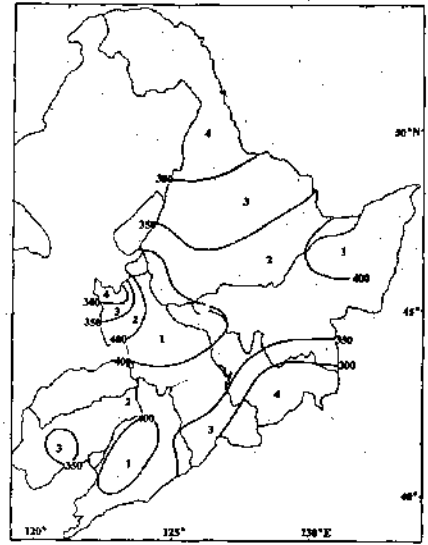
将各站历年的相对比率和权重系数一一代入式(5),可以得到各站历年的适应性指数 y_t 。某站历年适应性指数的平均表示该站的适应性指数(表5)。从中可见,本区适应性指数的变化范围为161—442。现以 $>400, 350-400, 300-350, 250-300$ 和 <250 分别表示最适(1级),较适(2级),中等(3级),较不适(4级)和最不适(5级)等5个等级(见表5),据此画出东北主要玉米种植区的适应性指数分布图和分级图(见附图),由此可见:(1)本区大部分地区为1级和2级区,说明东北地区,特别是 45°N 以南适宜种植春玉米的地区相当普遍;(2)辽宁除局部地区为1级区外,其余绝大部分为2级区,适应性指数分布比较均匀;(3)吉林中西部有大片1级区,但在其西侧和东南侧,级别逐渐下降到4级;(4)黑龙江境内1级区的范围仅偏于东南一隅,由南往北适应性指数呈递减趋势。

表5 东北各站适应性指数和级别

站号	指数	级别	站号	指数	级别	站号	指数	级别
1	395	2	11	292	4	21	338	3
2	352	2	12	404	1	22	347	3
3	391	2	13	418	1	23	402	1
4	349	3	14	418	1	24	364	2
5	402	1	15	442	1	25	385	2
6	344	3	16	387	2	26	411	1
7	361	2	17	354	2	27	385	2
8	410	1	18	161	5	28	373	2
9	362	2	19	383	2	29	376	2
10	391	2	20	356	2	30	360	2

鉴于本研究制订的适应性指数是全面考虑了各生育阶段不同气象指标的一种综合指数,为了进一步考察这种指数的可靠性和代表性,我们计算了该指数与波动产量的相关系数,其值为0.487,经 $\alpha=0.01$ 的 t 检验,结果相关程度显著。由此可见,本研究制订、计算的适应性指数有相当的可靠性和代表性。

我们相信,通过改进波动产量的计算方法以及更恰当地选取气象指标因子,两者的相关程度还能有所提高。



附图 东北地区春玉米适应性指数分布及分级图

参考文献

- 1 崔读昌等. 中国主要农作物气候资源图集. 北京: 气象出版社, 1984.
- 2 丁沪宁等. 农业气候资源分析和利用. 北京: 气象出版社, 1985, 287—303.
- 3 陈家鼎等. 概率统计讲义. 北京: 人民教育出版社, 1983, 250—252.
- 4 屠其璜等. 气象应用概率统计学. 北京: 气象出版社, 1984, 172—175.

An Adaptability of Spring Maize to Meteorological Conditions in Northeast China

Yang Xianwei Huang Chaoying Zhang Qiang

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

Based on the meteorological elements, phenodata and spring maize yield at 30 agrometeorological stations from 1981 to 1990, the statistical relationship between climatic resources and the yield variation is established, and the adaptability indexes and classes for planting spring maize are determined.

Key Words: spring maize growth stage regression coefficient adaptability index