

文章编号: 1003-8701(2015)04-0017-04

吉林省不同生态区气象因子对玉米产量影响的评价

梁烜赫¹, 徐 晨¹, 王 冰², 刘春光¹, 于 雷¹, 曹铁华^{1*}

(1. 吉林省农业科学院农业资源与环境研究所, 长春 130033; 2. 吉林省科技厅, 长春 130041)

摘 要:采用灰色关联度的方法,研究了吉林省不同生态区气象因子对玉米产量的影响。结果表明:在中部地区,日照时数和积温与玉米产量的关联度最为密切;在东部地区,玉米抽雄吐丝后的积温和日照时数与玉米产量的关联度最为密切;在西部地区,降水与玉米产量的关联度最为密切。在中东部地区,积温增加会带来产量的增加,而在西部地区,积温增加产量反而减少。因此,在生产上,应合理选用品种,并采取相应的栽培技术措施,以便充分利用自然资源。

关键词:不同生态区;气象因子;玉米产量;影响;评价

中图分类号:S513

文献标识码:A

Evaluation of Effect of Climatic Factors on Maize Yield in Different Ecological Regions of Jilin Province

LIANG Xuan-he¹, XU Chen¹, WANG Bing², LIU Chun-guang¹, YU Lei¹, CAO Tie-hua^{1*}

(1. Institute of Agricultural Resource and Environment Research, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033; 2. Jilin Provincial Science and Technology Department, Changchun 130041, China)

Abstract: The grey correlation degree method was applied to study effects of climatic factors on maize yield in different ecological regions of Jilin Province. The results showed that the correlation degree of sunshine hours and accumulated temperature with maize yield was the closest in central region. The correlation degree of accumulated temperature and sunshine hours after anthesis and silking stage with maize yield was the closest in eastern region. The correlation degree of precipitation with maize yield was the closest in western region. Maize yield would increase with the increase of accumulated temperature in mid and eastern area, but it would decrease with the increase of accumulated temperature in western area. So, reasonable varieties should be selected and corresponding cultivation technology adopted to fully use natural resource.

Key words: Different ecological regions; Climatic factors; Maize yield; Effect; Evaluation

玉米产量的形成是玉米品种、基因、土壤、生产力水平和气候因素等综合作用的结果。玉米高产不仅取决于品种更替和栽培措施优化等因子,与光、热、水等生态因子的充分利用也直接相关^[1-2]。玉米喜温,因此,热量条件是影响玉米产量的重要因子之一,同时,它又是一种水分利用

效率较高的作物,不同的生育阶段需水量是不同的。光、热、水已成为玉米生长发育和产量形成的基本要素,也是影响玉米品质,尤其是玉米子粒品质的重要因子。刘淑云等^[3]对新疆、山东两个不同生态区玉米产量和品质中存在差异的研究表明:新疆地区的玉米子粒产量、干物质积累、蛋白质含量均高于山东。造成这些差异的原因主要是花后光照、花后日均光照和积温。气温日较差的差异是造成两地产量差异的重要因素,同时也是玉米子粒品质形成的关键因子。影响生育期长短的主要因子是温度条件,较低温延长生育,较高温促进生育,从而影响产量。低温高纬度地区有利于蛋白质的形成,反之有利于提高淀粉和粗

收稿日期: 2015-03-30

基金项目: “十二五”粮食丰产科技工程(2012BAD04B02); 吉林省科技厅青年科研基金项目(201201089)

作者简介: 梁烜赫(1980-),女,助理研究员,主要从事农产品质量安全工作。

通讯作者: 曹铁华,男,博士,副研究员, E-mail: caotiehua2002@163.com

脂肪的含量。

本文以吉林省中部、东部、西部3个不同生态区的玉米种植试验结果为资料,系统分析吉林省不同生态区气象因子与玉米产量的相互关系,为确定高产玉米与气象因子的相互关系及充分发挥不同生态区优势气象因子的作用提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验设计

试验于2012、2013年在吉林省中(农安)、东(通化)、西(洮南)3个生态区完成,选用中晚熟品种先玉335为试验材料,种植密度为6.5万株/hm²。试验小区面积45.5 m²,行距0.65 m,7行区,3次重复,随机排列,其余均为正常的田间管理。

1.2 测定项目和方法

1.2.1 玉米产量及产量构成因素测定

在玉米的成熟期每小区10 m²取样测产后,折合公顷产量,同时测定玉米的穗行数、行粒数、百粒重等产量构成要素。

1.2.2 气象数据来源

气象资料由省气象局提供,包括5~10月整个玉米生长发育阶段的逐日平均温度、降水、日照时数。

1.2.3 数据统计分析

按照灰色关联分析^[4-6]的要求,分别将3个不同生态区玉米的产量与45个影响玉米产量的气象因子指标视为一个总体(灰色系统),以玉米产量作为参考数列,记为X₀(k),k=1、2、3,X₀表示产量,k表示三个不同生态区,以5~9月份上、中、下旬的日平均温度、日平均降水量、平均日照时数共45个气象因子作为参比数列X_i(k)(i=1,2,3…,45)。用DPS7.05将各比较数列进行数据标准化处理,取分辨系数=0.1,计算产量与气象因子的关联度。

用Excel和DPS7.05进行数据处理,对不同生态区域间的玉米产量进行方差分析,检验不同区域间产量的差异显著性,对玉米产量及其相关的

气象因子进行关联度分析,并将主要影响因子与玉米产量进行回归分析,建立不同生态地区气象因子-产量关系模型。

2 结果与分 析

2.1 3个不同生态区玉米的产量及产量构成因素差异比较

从表1中可以看出,3个不同的生态区中,中部地区的玉米产量最高,其次是东部地区,较产量最低的西部地区产量分别高出23.84%和21.09%,中、东部地区的玉米产量与西部玉米产

表1 不同生态区玉米产量及产量构成因素比较

	穗行数 (行)	行粒数 (粒)	百粒重 (g)	产量 (kg/hm ²)
中部(农安)	15.60b	35.00a	36.84a	12021.43a
东部(通化)	16.00b	36.00a	30.95b	11601.76a
西部(洮南)	16.93a	32.73a	25.99c	9155.17b

注:不同小写字母表示5%水平差异显著

量之间存在显著的差异,而中部地区与东部地区之间的玉米产量差异不显著。从玉米产量主要构成因素来看,中、东部地区玉米的穗行数与西部地区玉米的穗行数之间差异显著,3个地区玉米的行粒数之间差异不显著,而百粒重三者之间均差异显著。单位面积上玉米的产量是由穗数、穗粒数、百粒重三者决定的,三者的乘积越大,则产量越高。但产量各因素之间存在着相互影响和相互制约的关系。总体来看,中部地区百粒重高是其产量高的主要原因。

2.2 3个不同生态区气象因子比较

图1列出了中、东、西3个不同生态区玉米全生育期内积温、总降水量及总日照时数。3个地区的积温中西部>中部>东部,分别为3169.8℃·d、2992.9℃·d、2850.4℃·d。总降水量东部>中部>西部,分别为617.0 mm、450.1 mm、318.1 mm。总日照时数西部>中部>东部,分别为1381.4 h、1145.3 h、1090.3 h。

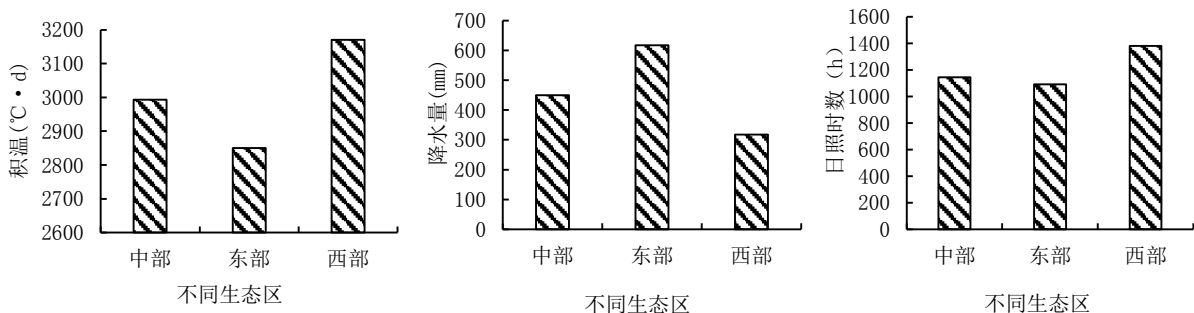


图1 不同生态区主要气象因子比较

2.3 3个不同生态区气象因子与产量的关联度分析

从表2可以看出,与中部地区玉米产量关联较为密切的气象因子有7月中旬日照时数、9月下旬日照时数、8月下旬日照时数、7月下旬积温、9月中旬积温、5月上旬日照时数、9月下旬积温、7月下旬日照时数、8月上旬积温、8月上旬日照时数。玉米是喜光作物,全生育期都需要充足的光照。光照影响玉米的生长发育,它可以驱动玉米的光合作用,从而影响碳水化合物的分配与生物

量的积累。在中部地区,5月上旬是玉米出苗的时期,充足的光照有利于玉米出苗,光照弱会影响玉米的出苗速度^[7]。7月中旬~9月下旬是玉米抽雄吐丝期至灌浆成熟的时期,这一阶段的日照时数和积温与中部地区玉米产量的关联度最为密切。玉米在生殖生长期需要充足的光照,抽雄吐丝期至成熟期,充足的日照时数有利于开花授粉和子粒灌浆^[8-9],这也就是中部地区玉米子粒百粒重高,进而产量高的主要原因。

表2 中部地区玉米产量与气象因子的关联度分析

$r_{01}=0.4198$	$r_{06}=0.3772$	$r_{11}=0.3104$	$r_{16}=0.2953$	$r_{21}=0.416$	$r_{26}=0.2949$	$r_{31}=0.3457$	$r_{36}=0.4665$	$r_{41}=0.3361$
$r_{02}=0.2791$	$r_{07}=0.3945$	$r_{12}=0.2955$	$r_{17}=0.3160$	$r_{22}=0.2782$	$r_{27}=0.4433$	$r_{32}=0.3113$	$r_{37}=0.3893$	$r_{42}=0.3477$
$r_{03}=0.4522$	$r_{08}=0.3993$	$r_{13}=0.4085$	$r_{18}=0.3026$	$r_{23}=0.3209$	$r_{28}=0.4390$	$r_{33}=0.3301$	$r_{38}=0.3342$	$r_{43}=0.4469$
$r_{04}=0.3516$	$r_{09}=0.3457$	$r_{14}=0.3134$	$r_{19}=0.4026$	$r_{24}=0.4883$	$r_{29}=0.3009$	$r_{34}=0.3900$	$r_{39}=0.3164$	$r_{44}=0.3104$
$r_{05}=0.2778$	$r_{10}=0.3458$	$r_{15}=0.4038$	$r_{20}=0.3428$	$r_{25}=0.4665$	$r_{30}=0.4294$	$r_{35}=0.3121$	$r_{40}=0.4610$	$r_{45}=0.4765$

关联度排序: $r_{24}>r_{45}>r_{36}>r_{25}>r_{40}>r_{03}>r_{43}>r_{27}>r_{28}>r_{30}>r_{11}>r_{21}>r_{13}>r_{15}>r_{19}>r_{18}>r_{34}>r_{37}>r_{26}>r_{4}>r_{42}>r_{10}>r_{9}>r_{31}>r_{20}>r_{41}>r_{38}>r_{33}>r_{23}>r_{39}>r_{17}>r_{14}>r_{35}>r_{32}>r_{44}>r_{11}>r_{18}>r_{29}>r_{12}>r_{16}>r_{26}>r_{2}>r_{22}>r_{5}$

从表3可以看出,与东部地区玉米产量关联较为密切的气象因子有7月下旬积温、7月下旬日照时数、9月下旬积温、9月上旬日照时数、7月中旬日照时数、8月上旬日照时数、6月上旬日照时数、7月上旬日照时数、6月下旬积温、8月中旬日照时数。可见,在东部地区玉米抽雄吐丝后的积温和日照时数与玉米产量的关联度最为密切。东

部地区虽然雨量充沛,但阴雨天频发,尤其7、8月份,进入灌浆期后,低温会使玉米子粒灌浆受阻,灌浆速率减慢,持续期加长,粒重减轻^[10],严重的会影响成熟。所以,在种植时间上,可适当地调整播期。在品种选择上,考虑到温度和日照成为了影响东部玉米产量的主要因素,可以选择生育期短,抗倒伏性强,脱水快的玉米品种。

表3 东部地区玉米产量与气象因子的关联度分析

$r_{01}=0.3493$	$r_{06}=0.3894$	$r_{11}=0.3401$	$r_{16}=0.4504$	$r_{21}=0.3930$	$r_{26}=0.4005$	$r_{31}=0.3333$	$r_{36}=0.3373$	$r_{41}=0.3837$
$r_{02}=0.3165$	$r_{07}=0.4838$	$r_{12}=0.4393$	$r_{17}=0.4201$	$r_{22}=0.4345$	$r_{27}=0.4069$	$r_{32}=0.3442$	$r_{37}=0.2925$	$r_{42}=0.2971$
$r_{03}=0.2822$	$r_{08}=0.3369$	$r_{13}=0.3028$	$r_{18}=0.3923$	$r_{23}=0.3665$	$r_{28}=0.3779$	$r_{33}=0.3963$	$r_{38}=0.2993$	$r_{43}=0.3323$
$r_{04}=0.3466$	$r_{09}=0.3558$	$r_{14}=0.3084$	$r_{19}=0.3841$	$r_{24}=0.3668$	$r_{29}=0.3863$	$r_{34}=0.3232$	$r_{39}=0.4371$	$r_{44}=0.3341$
$r_{05}=0.3798$	$r_{10}=0.3687$	$r_{15}=0.2877$	$r_{20}=0.3051$	$r_{25}=0.3237$	$r_{30}=0.4665$	$r_{35}=0.388$	$r_{40}=0.3285$	$r_{45}=0.3281$

关联度排序: $r_{25}>r_{27}>r_{43}>r_{39}>r_{24}>r_{30}>r_{12}>r_{21}>r_{16}>r_{33}>r_{45}>r_{18}>r_{28}>r_{31}>r_{1}>r_{10}>r_{5}>r_{32}>r_{36}>r_{8}>r_{9}>r_{41}>r_{11}>r_{14}>r_{29}>r_{22}>r_{2}>r_{37}>r_{4}>r_{26}>r_{34}>r_{6}>r_{20}>r_{35}>r_{15}>r_{44}>r_{23}>r_{3}>r_{42}>r_{13}>r_{17}>r_{19}>r_{38}>r_{7}>r_{40}$

从表4可以看出,与西部地区玉米产量关联较为密切的气象因子有6月中旬降水、7月上旬降水、8月上旬降水、6月上旬积温、5月中旬日照时数、6月上旬日照时数、8月上旬积温、9月中旬积温、9月上旬降水、7月下旬降水。可见,在西部地区降水与玉米产量的关联度最为密切。吉林省的西部地区一直都有十年九旱的说法^[11]。春季干旱会导致播期延迟,缺苗断苗,夏秋干旱会使雌雄分化受阻,雌雄穗发育不协调,雌穗抽出缓慢,花丝抽出推迟,增加败育小花数量。花丝和花粉活力下降,授粉结实能力降低,穗粒数减少,灌浆速

率减慢,粒重降低,最终导致减产^[12]。西部地区的光热条件充足,如果能充分地利用水资源,有可能实现西部地区玉米高产,因此在品种选择上该地区应该选择抗旱品种,在播种时可选择坐水种或地膜覆盖,保证苗期正常生长,同时加强中后期的田间管理。

2.4 玉米产量与气象因子关系模型建立

根据灰色分析结果,将3个不同生态区与玉米产量形成有较大灰色关联度的前10个气象因子与产量进行回归分析,结果如表5。

表4 西部地区玉米产量与气象因子的关联度分析

$r_{01}=0.3635$	$r_{06}=0.4684$	$r_{11}=0.4138$	$r_{16}=0.3516$	$r_{21}=0.3636$	$r_{26}=0.4381$	$r_{31}=0.3531$	$r_{36}=0.2990$	$r_{41}=0.4167$
$r_{02}=0.4075$	$r_{07}=0.2839$	$r_{12}=0.4573$	$r_{17}=0.3845$	$r_{22}=0.3016$	$r_{27}=0.2599$	$r_{32}=0.4024$	$r_{37}=0.4009$	$r_{42}=0.3522$
$r_{03}=0.2496$	$r_{08}=0.4214$	$r_{13}=0.2860$	$r_{18}=0.4079$	$r_{23}=0.3780$	$r_{28}=0.4514$	$r_{33}=0.3294$	$r_{38}=0.4403$	$r_{43}=0.3987$
$r_{04}=0.3084$	$r_{09}=0.3204$	$r_{14}=0.5433$	$r_{19}=0.3583$	$r_{24}=0.2442$	$r_{29}=0.4817$	$r_{34}=0.3281$	$r_{39}=0.3833$	$r_{44}=0.4214$
$r_{05}=0.3940$	$r_{10}=0.4801$	$r_{15}=0.3317$	$r_{20}=0.5138$	$r_{25}=0.2723$	$r_{30}=0.3444$	$r_{35}=0.4325$	$r_{40}=0.4488$	$r_{45}=0.3518$

关联度排序： $r_{14}>r_{20}>r_{29}>r_{10}>r_6>r_{12}>r_{28}>r_{40}>r_{38}>r_{26}>r_{35}>r_{44}>r_8>r_{41}>r_{11}>r_{18}>r_2>r_{32}>r_{37}>r_{43}>r_5>r_{17}>r_{39}>r_{23}>r_{21}>r_1>r_{19}>r_{31}>r_{42}>r_{45}>r_{16}>r_{30}>r_{15}>r_{33}>r_{34}>r_9>r_4>r_{22}>r_{36}>r_{13}>r_{17}>r_{25}>r_{27}>r_3>r_{24}$

表5 玉米产量与气象因子关系模型

生态区	模 型
中部	$Y=59.059-28.517X_2+116.345X_3+77.117X_4-293.894X_5+188.900X_6-84.058X_8+427.126X_9+378.308X_{10}$
东部	$Y=7692.189+151.001X_1+51.235X_4+26.298X_5-22.578X_6$
西部	$Y=9177.516+0.819X_1+1.080X_4-1.792X_7+0.339X_{10}$

经检验3个不同生态区的模型的P值均小于0.05,差异显著。从中部地区的方程来看,8月上旬积温(X_9)的回归系数最大。在其他因子不变的情况下,积温每增加 $1^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,产量增加 427.126 kg/hm^2 ;从东部地区的方程来看,7月下旬积温(X_1)的回归系数最大。在其他因子不变的情况下,积温每增加 $1^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,产量增加 151.001 kg/hm^2 ;从西部地区的方程来看,8月上旬积温(X_7)的回归系数最大,在其他因子不变的情况下,积温每增加 $1^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,产量减少 1.792 kg/hm^2 。综合来看,中、东部地区的积温和日照对玉米产量影响最大,而西部地区由于干旱,温度高反而影响玉米的产量,这可能与温度高导致玉米生育期缩短,灌浆不足有关系^[13]。

3 小 结

研究表明,在吉林省的不同生态区,在相同种植密度的条件下,玉米的产量取决于穗粒数和百粒重,而百粒重造成的产量差异最为显著。中部地区的玉米产量最高,其次是东部地区,西部地区的产量最低,分别为 $12\,021.43\text{ kg/hm}^2$ 、 $11\,601.76\text{ kg/hm}^2$ 和 9155.17 kg/hm^2 。同一品种在不同的生态条件下,产量之间存在很大的差异,因此要做好品种资源与生态资源的合理配置^[14]。

从气象因子与玉米产量的关联度来看,中部地区日照时数和积温与产量的关联最大;东部地区的积温和日照时数与产量的关联最大;西部地区的降水与产量的关联最大。在中、东部地区,积温增加会带来产量的增加,而在西部地区,积温增加产量反而减少。

温度过高,光照不足,严重干旱均会影响玉米的

产量。因此,在种植玉米时一定要进行合理规划,根据不同区域气候特点选择合适的玉米品种,适时播种^[15]、合理密植^[16],加强中后期的田间管理,充分利用不同区域的有效资源,通过采取应对措施减少不足资源的影响,更好地做到玉米高产稳产。

参考文献:

[1] 侯玉虹,陈传永,郭志强,等.春玉米不同产量群体叶面积指数动态特征与生态因子资源量的分配特点[J].应用生态学报,2009,20(1):135-142.

[2] 张 宾,赵 明,董志强,等.作物产量“三合结构”定量方程及高产分析[J].作物学报,2007,33(10):1674-1688.

[3] 刘淑云,董树亭,胡昌浩,等.不同生态区玉米产量和品质的差异研究[A].中国粮食安全战略——第九十次中国科协青年科学家论坛文集[C].2004:104-112.

[4] 王淑荣.灰色关联分析应用于大豆主要数量性状上的研究[J].农业系统科学与综合研究,1995,11(1):75-77.

[5] 刘玉华,史纪安,贾志宽.气候因子与苜蓿草产量的灰色关联度分析[J].草业科学,2009,26(8):101-106.

[6] 陈 伟,陈 懿,黄 磊,等.土壤与气候对烤后烟叶烟碱和钾含量的影响[J].土壤,2013,45(4):713-717.

[7] 李潮海,栾丽敏,尹 飞,等.弱光胁迫对不同基因型玉米生长发育和产量的影响[J].生态学报,2005,25(4):824-830.

[8] 尤 莉,顾润源,陈廷芝.内蒙古农作物产量气候影响因子分析与评估[J].干旱区资源与环境,2010,11(24):79-82.

[9] 郑 伟,张艳红.气候因素对玉米产量和品质的影响研究[J].现代农业科技,2007(11):103-104.

[10] 李绍长,白 萍,吕 新,等.不同生态区及播期对玉米子粒灌浆的影响[J].作物学报,2003,29(5):775-778.

[11] 赵炳南,朱凤文,杨 威.吉林省西部半干旱区玉米灌溉现状分析及对策[J].吉林农业科学,2010,35(6):8-10,15.

[12] 冯 晔,高建华,包额尔敦嘎,等.高温、干旱对玉米的影响及相应的预防措施[J].内蒙古农业科技,2008(6):38-39.

[13] 王 柳,熊 伟,温小乐.温度降水等气候因子变化对中国玉米产量的影响[J].农业工程学报,2014,21(30):138-146.

[14] 边秀芝,任 军,刘慧涛,等.生态环境对玉米产量和品质的影响[J].玉米科学,2006,14(3):107-109,132.

[15] 李言照,东先旺,刘光亮.光温因子对玉米产量及产量构成因素值的影响[J].中国生态农业学报,2002,10(2):86-89.

[16] 郭晓华.生态因子对玉米产量构成因素的调控作用[J].生态学杂志,2000,19(1):6-11.

(责任编辑:范杰英)