

黑龙江省主要玉米品种及其亲本光温反应特性研究

II 12 个玉米品种及其亲本温度反应特性

张建国

(黑龙江省农业科学院玉米研究所, 黑龙江哈尔滨 150086)

摘要: 通过对 12 个玉米品种及其亲本温室内和室外大田环境对比种植的有效积温调查结果表明, 出苗~5.5 叶期和出苗~抽雄期两种环境下差异较大, 可以作为温敏反应的衡量指标。四早六、龙单 23、本育 9 号、龙单 21、446、龙系 8、G801 对温度反应敏感; 海玉 4 号、龙单 22、444、Mo17、7884 7、H172、龙系 85、4F1 反应迟钝。同时两种环境下各品种和亲本的株高、穗位高也存在显著的差异, 温室环境明显高于室外环境。反应敏感的材料包括四早 6 号、龙单 21、K10、东 46、龙系 1、Mo17、268; 反应迟钝的有四单 16、龙单 13、龙单 16、龙单 23、四单 19、龙系 53、4F1、龙抗 11、龙系 8、G801。

关键词: 玉米; 品种; 温度敏感反应

中图分类号: S513      文献标识码: A      文章编号: 1002-2767(2009)03-0018-04

Study on Responses to Photoperiod and Temperature of Maize Varieties and Their Parents in Heilongjiang Province

II Responses to Temperature of 12 Maize Varieties and Their Parents

ZHANG Jian-guo

(Maize Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: The effective accumulated temperature of 12 maize varieties and their parents were studied on the greenhouse and outdoor. The results showed that: The difference between the emergence to 5.5 leaves stage and the seedling stage to heading stage were quite different, so it could be used as index to judge the responses to temperature. Sizao No. 6 Longdan23, Benyu No. 9 Longdan 21, 446, Longxi 8, G801 were sensitive on responses to temperature; Haiyu No. 4, Longdan22, 444, Mo17, 7884 7, H172, Longxi85, 4F1 were dullness. And the difference of the plant height and ear height was significant in these two environment, it was higher in the greenhouse than that of outdoor. The sensitive materials were Sizao No. 6 Longdan21, K10 Dong46, LongxiN1, Mo17, 268; and Sidan16 Longdan13 Longdan16 Longdan23 Sidan19 Longxi53, 4F1, Longkang11, Longxi8 G801 were dullness.

Key words: maize; variety; parents; sensitive on responses to temperature

随着玉米杂交育种水平的不断提高, 由于少数优良的种质被大量重复和集中利用, 结果导致了遗传多样性的明显减少<sup>[1-4]</sup>。温带玉米育种遗传基础狭窄的问题日益突出, 目前应用遗传变异的数量仅有遗传多样性的一小部分, 大多数国家的玉米育种是在 3、4 个优良群体基础上进行的, 温带玉米育种急需引进热带、亚热带种质, 用以拓宽种质资源<sup>[5-9]</sup>。

热带、亚热带种质在温带种植同样受到温度的影响而表现出不适应性<sup>[10-14]</sup>。O 8310B 研究了光周期、温

---

收稿日期: 2008-10-10  
作者简介: 张建国(1972-), 男, 黑龙江省绥化市人, 硕士, 副研究员, 从事玉米遗传育种研究。E-mail: zhangjg\_663@sohu.com.

度等对温带玉米品种的影响, 认为光周期反应常常为温度作用所扭曲。但同时也指出对温度这个甚至可以改变光周期反应特征的因素估计不可过高。Allis 等研究证明, 提高温度或缩短光周期能使玉米开花期提前<sup>[15-19]</sup>。在一定温度范围内温度和光周期与抽雄期、吐丝期存在某种直线或曲线关系。而且不同的品种对温、光的反应变化是不一样的。品种成熟性与光周期反应强弱有关, 遗传上越晚熟的品种, 通过出苗至雄穗分化所花费的时间越长, 经历不利于开花的光周期的作用时间就越长。

热带和亚热带地区的玉米种质具有许多有利基因, 但因其对光温的敏感反应在黑龙江省难以直接利

用。为了合理利用热带和亚热带种质资源, 必须首先了解和掌握现有当地主要资源对光、温的反应程度, 在此基础上, 可选择温钝材料与外引种质杂交, 以改良其光温反应特性, 实现在温带玉米育种中的利用价值。为此本研究以黑龙江省 12 个常用玉米品种及其亲本为试验材料, 研究其光、温反应特性, 评价各材料的光、温反应特性, 以及杂交种和亲本的杂种优势关系。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

黑龙江省目前常用的玉米品种 12 个, 骨干自交系 21 个(见表 1)。

表 1 材料名称、来源及熟期

品种名称	母本	父本	活动积温/℃
绥玉 7 号	合 344	896I	2300
龙单 13	K10	龙抗 11	2350
龙单 16	龙系 53	706	2350
龙单 23	H172	龙系 8	2450
四单 19	444	Mo17	2500
本育 9 号	7884-7	Mo17	2600
海玉 4 号	268	1134	2200
东农 248	东 46	东 237	2250
龙单 21	龙系 85	G801	2380
龙单 22	G110	龙系 1	2200
四早 6 号	434	4F1	2400
四单 16	446	Mo17	2550

### 1.2 温度反应试验设计与测定方法

1.2.1 试验处理 2003~2004 年在哈尔滨试验点将 33 份试验材料于 4 月 28 日播种在盆栽内, 分两组。其中一组放置在温室内, 另一组在室外生长。

1.2.2 试验设计 两组材料均采用随机区组设计, 每份材料种植 5 盆, 每盆 9 株, 3 次重复。

1.2.3 测定项目和方法 在整个生育期间调查生育期及植株性状。生育期包括: 3.5 叶期、5.5 叶期、7.5 叶期、9 叶期、抽雄期、散粉期、抽丝期。植株性状包括: 株高、穗位高、全株叶片数、雄穗分枝数。计算温室内、室外两种条件下出苗~5.5 叶的有效积温, 出苗~抽雄期有效积温, 两者作差值比较, 以此衡量玉米杂交种及自交系的温敏感程度。绝对差值= 正常性状间隔期-室内性状间隔期, 相对差值= 绝对差值/ 正常性状间隔期, 相对差值系数= 100× 相对差值。用累积有效积温差来衡量, 对室内外同一品种不同时期积温之差值对比, 来衡量品种对温度的敏感程度。室内外光照一致, 肥水条件一致, 差异的只是温度不同, 相对差值系数= 100× (室内活动积温-室外活动积温)/ 室内活动积温, 以此作为衡量指标来确定敏感程度。

将杂交种分成中早熟组、中晚熟两个熟期组进行分析, 中早熟组出苗~成熟活动积温 2 200℃~2 400℃, 中晚熟组出苗~成熟活动积温 2 450~

2 650℃。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同生育进程阶段对温度反应的差异分析

通过显著性测定, 不同温度处理间差异显著, 品种间差异显著。仅以室内外温度差值衡量变幅太大无法统一尺度, 而用相对差值系数分析更为合理, 设定相对差值系数>20 为敏感, <10 为钝感。

经过综合分析, 出苗~5.5 叶期, 出苗~抽雄期, 这两个时期材料间室内与室外差异较明显, 而出苗~抽雄期的明显反应体现在 9 叶~抽雄期间隔上, 可以用此作为衡量温度敏感钝感的指标, 在室内有几个品种未散粉, 未抽丝, 可能因为上限温度超越品种忍耐极限所致。

2004 年品种间温室内外温度对比可见, 从出苗~5.5 叶期间有效积温不同品种温室内从 293~389℃, 室外从 269.4~291.1℃, 相对差值系数品种间变幅 4.57~34.4。室外品种间有效积温变幅很小仅仅为 21.7℃, 而温室内有效积温变幅达到 96℃。

2.1.1 利用出苗~5.5 叶期有效积温衡量杂交种温度反应 对中早熟组比较来看, 表明绥玉 7 号、龙单 13、龙单 16、东农 248 在室外出苗~5.5 叶有效积温一致, 说明这几个品种室外发苗速度较一致, 而在室内却表现明显不同, 绥玉 7 号室内出苗~5.5 叶有效积温明显偏高, 相对差值系数达 23.53, 可定为敏感型, 龙单 22 也较敏感, 而海玉 4 号表现钝感, 其余为中敏类型。

对中晚熟组比较来看, 室外出苗~5.5 叶有效积温从 255.2~291.1℃, 而室内 311.7~389℃, 除四早 6 号外, 其它 5 个品种相对差值系数均较高, 可以表明四单 19、龙单 21、龙单 23、本育 9 号、四单 16 这 4 个品种在出苗~5.5 叶对温度反应敏感, 四早 6 号表现钝感。

表 2 中早熟组品种间室内外对比

品种名称	出苗~5.5 叶有效积温/℃		
	室内	室外	相对差值系数
绥玉 7 号	362.1	276.9	23.53
龙单 13	313.8	276.9	11.76
龙单 16	337	276.9	17.83
海玉 4 号	293	279.6	4.57
东农 248	337	276.9	17.83
龙单 22	337	269.4	20.06

表 3 中晚熟组品种间室内外对比

品种名称	出苗~5.5 叶有效积温/℃		
	室内	室外	相对差值系数
龙单 21	389	291	25.19
四早 6 号	311.7	291.1	6.61
四单 16	363.7	291.1	19.96
龙单 23	362.1	276.9	23.53
四单 19	389	255.2	34.40
本育 9 号	363.7	276.9	23.87

2.1.2 利用出苗~抽雄期有效积温衡量杂交种温度反应 由于出苗~抽雄期的明显变化反应体现在 9 叶

期~抽雄期间隔上,用9叶期~抽雄期室内外有效积温作对比分析。9叶期~抽雄期活动积温对中早熟组比较来看,相对差值系数从1.97~32.55,可以表明、龙单13、龙单16、东农248表现敏感,绥玉7号、海玉4号、龙单22表现钝感。对中晚熟组比较来看,相对差值系数从8.06~33.71,可以表明四单19、龙单21、四早6号、龙单23、本育9号、这5个品种在9叶~抽雄期对温度反应敏感,四单16反应钝感。出苗~5.5叶期与9叶期~抽雄期敏钝感品种表现并不一致的有绥玉7号、龙单22前期敏感,而后发生改变可能说明这两个品种前期耐低温能力差。龙单23、四单19、本育9号、龙单21、四早6号出苗~5.5叶期与9叶~抽雄期一致表现敏感。

2.1.3 利用出苗~5.5叶期有效积温衡量自交系温度反应 通过比较分析,中早熟自交系中东46、龙系1相对差值系数为负值,这两个自交系出苗~5.5叶室内所需要活动积温小于室外所需要活动积温,而其余材料室内所需要活动积温均明显大于室外所需要活动积温,低温环境这两个自交系发苗速度明显慢,比较相对差值系数出苗~5.5叶期敏感的自交系有东46、龙系1、K10、龙抗11、706、268、G110,钝感的为龙系53、中敏型的有东237、合344、434、1134通过比较分析,中晚熟自交系中G801相对差值系数为负值,这个自交系出苗~5.5叶室内所需要活动积温小于室外所需要活动积温,而其余材料室内所需要活动积温均明显大于室外所需要活动积温,比较相对差值系数出苗~5.5叶期敏感的自交系446、龙系8、G801,钝感的有444、Mo17、7884-7、H172、龙系85、4F1。以上比较表明,出苗~5.5叶期中早熟自交系对温度反应多敏感,中晚熟自交系多钝感。

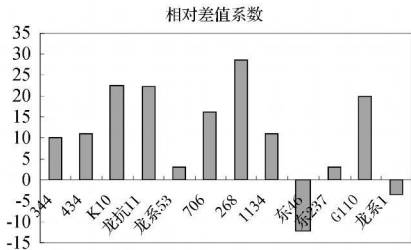


图1 中早熟自交系室内外出苗~5.5叶活动积温相对差值系数比较

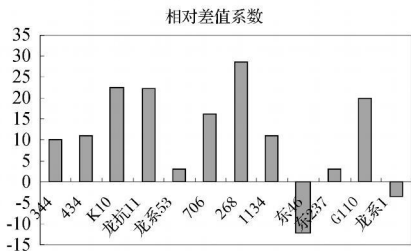


图2 中晚熟自交系室内外出苗~5.5叶活动积温相对差值系数比较

2.2 不同温度环境品种间株高、穗位高差异分析  
2.2.1 杂交种株高、穗位高差异 分析通过显著性测定,室外条件与室内条件两个处理间株高、穗位高差异显著,不同品种间株高、穗位高差异显著。

图3、图4表明,不同温度环境下,品种间株高、穗位高差异较大,株高差异变幅5~90 cm,株高相对差值0.026~0.38,穗位高差异变幅5~70 cm,穗位高相对差值0.06~0.636。

用相对差值系数衡量不同温度环境对株高、穗位高敏感的品种有绥玉7号、四单19、本育9号、东农248、龙单21、龙单22、四单16对株高、穗位高中度敏感的有龙单13、龙单23、四早6号,对株高、穗位高钝感的有龙单16、海玉4号。

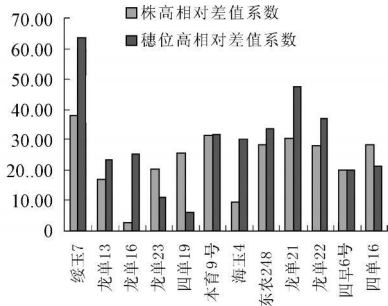


图3 12个品种室内外株高、穗位高相对差值系数比较

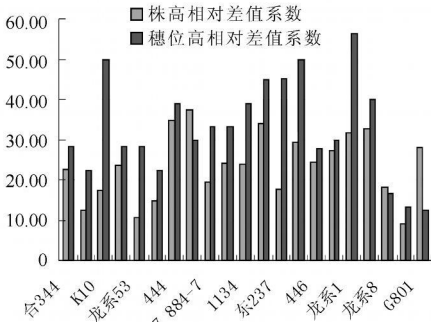


图4 21个自交系室内外株高、穗位高相对差值系数比较

2.2.2 自交系株高、穗位高差异分析 图4表明,不同温度环境下,自交系间株高、穗位高差异较大,株高差异变幅20~105 cm,株高相对差值系数8.89~37.5,穗位高差异变幅10~45 cm,穗位高相对差值系数12.5~56.25,设定相对差值系数>24为敏感,15~24为中敏,<15为钝感。

不同温度环境对株高、穗位高敏感的自交系有444、Mo17、268、1134、东46、4F1、446、G110、龙系1、H172、G801,对株高中度敏感的自交系有合344、龙抗11、7884-7、东237、龙系8,对株高、穗位高钝感的有434、龙系53、龙系85。

2.2.3 亲本和杂交种对温度反应的关系分析 在玉米的不同生育进程阶段温度反应敏感的杂交种四单19、龙单21、龙单23、本育9号、四单16这4个品种在出苗~5.5叶对温度反应敏感,敏感的自交系446、龙系

8、G801,这其中有两个杂交种的父本在敏感亲本之列,说明温敏感与父本相关大于母本相关。

对不同形态性状而言,钝感亲本与偏钝亲本组配的杂交种多钝感,但钝感与敏感材料组配的品种变化较大,有中间型,偏敏感型,也有偏钝感型,说明温敏钝是一个复杂的遗传性状。

3 结论

3.1 通过温室内和室外大田环境对比种植的有效积温调查结果表明,出苗~5.5叶期和出苗~抽雄期两种环境下差异较大,可以作为温度反应的衡量指标。四早6号、龙单23、本育9号、龙单21、446、龙系8、G801对温度反应敏感;海玉4号、龙单22、444、Mo17、7884-7、H172、龙系85、4F1反应迟钝。同时两种环境下各品种和亲本的株高、穗位高也存在显著的差异,温室环境明显高于室外环境。反应敏感的材料包括四早6号、龙单21、K10、东46、龙系1、Mo17、268;反应迟钝的有四单16、龙单13、龙单16、龙单23、四单19、龙系53、4F1、龙抗11、龙系8、G801。

3.2 亲本和杂交种的光、温敏感性分析表明:亲本与杂交种间存在一定的相关性,光温敏感的杂交种其母本多敏感,钝感亲本材料的相应杂交种光温反应多钝感。

3.3 中早熟玉米品种绥玉7号光敏温钝型,四早6号光敏温敏型,龙单21光敏温敏型,海玉4号、龙单22、龙单13光钝温钝型;对中晚熟玉米品种四单19本育9号光钝温敏型,龙单23光钝温敏型,四单16光敏温钝型<sup>[26-27]</sup>。

4 讨论

4.1 关于温光互作效应

热带亚热带种质在温带种植除受光周期影响外同样受到温度的影响而表现出不适应性<sup>[24-25]</sup>。由于光周期敏感性,热带、亚热带种质的群体和自交系在高纬度地区表现出明显的不适应性,植株高大,营养生长旺盛,抽雄期和吐丝期延迟,晚熟,雌雄不协调,有的甚至不能开花结果,这些表现同样受到温度的影响<sup>[26-27]</sup>。本试验研究结果个别品种与实际生产表现可能存在差异,比如合344在海南省短日照条件下,经常表现返祖,而本试验在测其9叶~抽雄期却表现钝感,可能是温光互作效应在品种上体现掩盖了光效应本身表现。试验中温光互作对品种的单一特性会表现出不同的影响。

4.2 对育种和种质创新的指导意义

本试验结果表明,对黑龙江省这种特殊的生态条件若要保持品种的持续生命力,应该多加强对光温钝感品种的选育,应用地方钝感自交材料改良外来种质,加大钝化成分,但同时需要考虑材料的血缘类群。通过杂交种和自交系的光温敏感关系说明,光或温钝型杂交种的组配应为钝感材料为母本,这样改良外来种质才更有针对性,更有成效。

参考文献:

[1] 吴景锋. 我国玉米杂交种发展的主要历程、差距和对策[J]. 玉米科学, 1995, 3(1): 1-5.

[2] 刘纪麟. 玉米育种学[M]. 北京: 农业出版社, 1991.

[3] 荣廷昭, 潘光堂, 黄玉碧等. 热带玉米种质在温带的应用[J]. 作物杂志, 1998(增): 12-14.

[4] 张世煌. 在玉米育种方案中利用外来种质的途径[J]. 作物杂志, 1995, 1: 7-9.

[5] 王永普, 王振华, 张新等. 浅谈玉米外来种质的利用[J]. 种子, 1995(1): 30-32.

[6] 曹靖生. 黑龙江省玉米杂交种种质基础现状与育种对策[J]. 黑龙江农业科学, 1999(2): 42-44.

[7] 史桂荣. 黑龙江省玉米杂种优势利用与创新现状分析[J]. 中国农学通报, 2002(4): 106-107.

[8] 金益. 植物数量性状遗传基础[M]. 2版. 哈尔滨: 东北农业大学出版社, 2004: 88-103.

[9] 苏俊, 李春霞. 黑龙江省玉米品种的种质基础和杂种优势利用模式分析[J]. 中国农业科学, 2000, 33(增刊): 72-79.

[10] 张凤路, Mugo S. 不同玉米杂交种对光周期反应的初步研究[J]. 玉米科学, 2001(4): 54-56.

[11] 陈彦惠, 吴连成, 吴建宇. 两种纬度生态条件下热带、亚热带玉米种质群体的鉴定[J]. 中国农业科学, 2000, 33(增): 40-48.

[12] 杨荣, 潘光堂. 热带玉米种质群体墨白962光周期驯化不同世代的遗传变异研究[J]. 中国农业科学, 2000, 33(增刊): 93-98.

[13] 陈彦惠, 常胜合, 吴连成. 温熟玉米杂交种基本营养生长期遗传的初步研究[J]. 华北农学报, 2000, 15(2): 15-20.

[14] 张世煌, 石德权, 徐家舜等. 对两个亚热带优质蛋白玉米群体的适应性混合选择研究 II 相关响应[J]. 作物学报, 1995, 21(5): 513-519.

[15] Kiniry H H, Ritchie J T. The photoperiod sensitive interval in maize [J]. Agron. J., 1983, 75: 687-690.

[16] Bonhomme R, Derieu M, Emeades G O. Flowering of diverse maize cultivars in relation to temperature and period in multilocation field trials [J]. Crop Sci, 1994, 34: 156-164.

[17] Ellis R H, Sumerfield R J, Edmeades G O. Photoperiod, temperature, and the interval from sowing initiation to emergence of maize [J]. Crop Sci, 1992, 32: 1225-1232.

[18] Ellis R H, Sumerfield R J, Edmeades G O. Photoperiod, temperature, and the interval from tassel initiation to emergence of maize [J]. Crop Sci, 1992, 32: 398-403.

[19] Kao C H, Zeng Z B. General formulas for obtaining the means and the asymptotic variance-covariance matrix in mapping quantitative trait loci when using the EM algorithm [J]. Biometrics, 1997, 53: 653-665.

[20] 苗果园, 张云亭, 侯跃生等. 温光互作对不同生态型小麦品种发育效应的研究[J]. 作物学报, 1993, 19(6): 489-495.

[21] 吴靖发. 玉米栽培生理[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1980.

[22] 肖志敏. 春小麦不同光温反应型与生态育种关系[J]. 黑龙江农业科学, 1992(3): 1-5.

[23] 林成钢. 春小麦南北异地种植光温反应类型及其主要性状相关研究[J]. 作物学报, 1984, 10(2): 113-171.

[24] 张世煌, 石德权. 系统引进和利用外来玉米种质[J]. 作物杂志, 1995(1): 7-9.

[25] 陈彦惠, 王利明, 戴景瑞. 热带、亚热带自交系与中国温带玉米种质杂交种的研究[J]. 中国农业大学学报, 2000, 5(1): 50-57.

[26] 陈彦惠, 吴连成, 吴建宇. 热带、亚热带玉米种质群体的鉴定研究[J]. 河南农业大学学报, 1999, 33(4): 321-325.

[27] 陈彦惠. 温带与热带亚热带玉米种质的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2000.