

# 黑龙江省主要玉米品种及其亲本光温反应特性研究

## I 12 个玉米品种及其亲本的光反应特性

张建国, 曹靖生, 史桂荣, 郭晓明, 赵 伟, 李树军, 蔡 泉  
(黑龙江省农业科学院玉米研究所, 黑龙江哈尔滨 150086)

**摘要:**以黑龙江省 12 个常用玉米品种及其亲本为试验材料, 研究其光反应特性, 通过对材料的每日阶段遮光处理的结果分析, 缩短光照直接影响玉米品种的生育阶段。其中出苗至抽雄期遮光处理与正常光照的叶龄值差异显著, 可作为衡量光反应特性的指标性状。缩短光照后使大部分玉米杂交种及自交系的花期提前, 其中四早六、龙单 21、绥玉 7 号、1134、龙系 85、H172、4F1 对光敏感; 海玉 4 号、四单 16、本育 9 号、合 344、434、706、446 光反应迟钝。遮光处理对品种形态性状株高、穗位高、叶片数及雄穗分枝数都有不同程度的影响。其影响大小程度依次为: 穗位高> 株高> 雄穗分支> 叶片数。

**关键词:** 玉米; 品种; 亲本; 光敏感反应

中图分类号: S513

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2009)02-0023-04

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

### I Responses to Photoperiod of 12 Maize Varieties and Their Parents

ZHANG Jiang-guo, CAO Jing-sheng, SHI Gui-rong, GUO Xiao-ming, ZHAO Wei, LI Shu-jun, CAI Quan  
(Maize Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

**Abstract:** 12 maize varieties and their parents used in Heilongjiang province were studied to know their characteristics on responses to photoperiod. The results showed that: reduce the light affected the growth of the maize directly. Leaf number was significant different between the treatment and CK during the emergence to tasseling stage, it could be used as the index to judge the responses to photoperiod of the maize. The flowering stage was advance of most varieties and inbred lines when reduced the light, which Sizao No. 6, Longdan 21, Suiyu No. 7, 1134, Longxi 85, H172, 4F1 were sensitive on responses to photoperiod; Haiyu No. 4, Sidan16, Benyu No. 9, He 344, 434, 706, 446 were dullness. Shading affected the plant height, ear height, the number of leaf and tassel branch. Effect degree was ear height> plant height> tassel branch> the number of leaf.

**Key words:** maize; variety; parents; sensitive on responses to photoperiod

玉米育种是以利用杂种优势为主, 杂交种的增产潜力取决于亲本自交系的合理组配, 因此选育优良的配合力高的自交系是利用杂种优势的基础, 也是玉米育种工作的重点。当前, 我国玉米育种研究进展缓慢, 其主要原因是种质资源匮乏。玉米育种的重要突破, 往往都是依赖于种质资源中关键基因的发现和利用。目前优良基因的来源主要依靠从现有的种质资源中去获得, 依赖基因的突变是次要的。因为自然界基因突

变或人工诱发突变, 比起现有种质资源中所蕴藏的丰富基因库要少得多, 所以育种工作目前主要是依靠现有种质资源, 在现有基因库中去索取, 并加以改良和利用。

温带玉米种质基础狭窄问题日益突出, 由于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、温的敏感反应使其难以在黑龙江省玉米育种中加以直接利用。为了合理的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, 可选择光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

收稿日期: 2008-11-03

第一作者简介: 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。

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,以指导强适应性玉米杂交种的选育,为热带、亚热带种质的合理利用提供理论基础,进而提高黑龙江省玉米育种和生产水平。

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	母本	父本	活动积温/℃
绥玉 7 号	合 344	8961	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	M o17	2500
本育 9 号	7884-7	M o17	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
四早六	434	4F1	2400
四单 16	446	M o17	2550

1.2 光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 份试验材料分成两组,一组采用全自然光处理、另一组遮光处理(田间将需要遮光的材料四周用封闭木架围成 1.2 m 高)。

1.2.2 田间试验设计 两组材料均采用随机区组设计,3 次重复,双行区,行长 6 m,行距 70 cm,株距 30 cm。遮光处理是在出苗后每天 16 :00 点遮光到天黑(20 :00)。

1.2.3 测定项目 和分析方法 田间准确记载 3.5 叶期、5.5 叶期、7.5 叶期、9 叶期、抽雄期、散粉期、抽丝期的日期,同时测定株高、穗位高、总叶数、雄穗分支等。将这 33 份试验材料分别计算出苗期~3.5 叶期、3.5 叶期~5.5 叶期、5.5 叶期~7.5 叶期、7.5 叶期~9 叶期、9 叶期~抽雄期、散粉期~抽丝期在遮光、正常两种条件下的性状差值,以此衡量玉米杂交种及自交系的光敏感程度。株高、穗位高、叶长、叶宽、雄穗分支同样作差值比较,绝对差值=正常性状间隔期-遮光性状间隔期 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。

2 结果与 分析

2.1 不同叶龄期对品种光敏感性的差异分析

正常条件与遮光条件下 33 个材料不同叶龄期间隔天数的对比差异,用以确定衡量品种间光敏感程度的目标性状,绝对差值=正常间隔期-遮光间隔期,相

对差值=绝对差值/正常间隔期。

通过做成组数据 t 测验比较,出苗期~5.5 叶期、出苗期~7.5 叶期、出苗期~9 叶期 t 值分别为 t<sub>1</sub>=0.825, t<sub>2</sub>=0.763, t<sub>3</sub>=1.152, t 值均小于 t<sub>0.05</sub>=2.042,通过分析这几个生育阶段正常条件与遮光条件差异不显著,品种间有一定差异。

出苗~抽雄期正常条件与遮光条件差异显著(t=2.132),品种间差异也较大,这种显著主要反应在 9 叶~抽雄间隔期上,用 9 叶~抽雄期正常条件与遮光条件性状进行对比分析,作差异显著性测定,在 9 叶~抽雄期间,玉米生长处于雄穗分化期,以相对差值来衡量正常条件与遮光条件性状差值此时期品种间几乎均有差异,只是差异程度大小不一,说明可以用此项指标作为分析玉米品种光敏感、钝感程度的指标。

2.2 利用出苗~抽雄期间隔分析不同品种光敏感程度

2.2.1 杂交种光敏感程度差异分析 出苗期~3.5 叶期、出苗~5.5 叶期、出苗~7.5 叶期、出苗~9 叶期正常条件与遮光条件性状进行对比分析,用成对数据进一步作差异显著性测定。由表 2 可见,9 叶~抽雄期间隔正常条件与遮光条件之间差异达到极显著水平。说明此时期正常条件与遮光条件存在明显差异,可以进行品种间差异大小比较。可作为分析玉米品种光敏感、钝感程度的指标。

表 2 正常条件与遮光条件 9 叶-抽雄间隔期性状比较

处理	均值	5%显著水平	1%极显著水平
正常条件	35.58333	a	A
遮光条件	33.16667	b	B

分析表 3 可知 在 9 叶~抽雄期正常与遮光条件反应敏感的品种有:四早六、龙单 21、绥玉 7 号、龙单 13、龙单 16;反应钝感的品种有:海玉 4 号、四单 16、本育 9 号;反应中度的有:龙单 22、龙单 23、四单 19、东农 248。

表 3 12 个品种正常与遮光条件性状 9 叶~抽雄间隔期相对差值多重比较

处理	均值	5%显著水平	1%极显著水平
四早六	0.08	a	A
龙单 21	0.074	a	AB
绥玉 7 号	0.07033	a	ABC
龙单 13	0.06	ab	ABCD
龙单 16	0.05667	abc	ABCDE
龙单 22	0.03667	bcd	BCDEF
龙单 23	0.03467	bcde	CDEF
四单 19	0.034	bcde	CDEF
东农 248	0.03	cde	DEF
本育 9 号	0.02667	de	DEF
四单 16	0.02	de	EF
海玉 4 号	0.00667	e	F

2.2.2 亲本自交系光敏感程度差异分析 9 叶~抽雄期正常条件与遮光条件性状处理间达到显著水平, 亲本间差异也达到显著水平。用相对差值系数来衡量正常条件与遮光条件性状差值此时期品种间几乎均有差异, 年际间不一致的材料取 3 年权重进行比较, 将 21 个自交系以 9 叶~抽雄相对差值系数进行聚类。

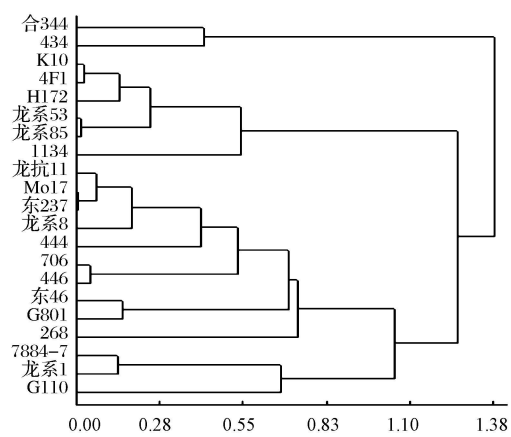


图1 21个自交系以9叶~抽雄相对差值系数聚类图

分析图1表明: 1134、龙系85、龙系53、H172、4F1、K10一类为偏敏感型, 合344、434、706、446为偏钝类型 7884-7、龙系1、G110、G801、东46为偏敏中间型, 龙抗11、Mo17、东237、龙系8、444为偏钝中间型。

2.3 不同形态性状对品种光敏感性的差异分析

2.3.1 缩短光照不同品种株高、穗位高、总叶数、雄穗分支的差异分析 遮光处理使大多数品种株高、穗位高普遍降低, 但幅度差异较大, 正常与遮光株高绝对差值变异幅度在-8~51, 相对差值变幅-4.1%~28.3%, 穗位高变异幅度在3~31, 相对差值4.1%~38.6%,

遮光使多数品种总叶片数降低, 也有无变化的, 品种间差异不显著, 正常与遮光总叶片数绝对差值变异幅度在-1~4 此性状只能作为辅助性状验证个别品种的敏感性。

雄穗分支正常与遮光处理之间差异显著, 品种间差异显著, 正常与遮光雄穗分支绝对差值变异幅度在1~12, 相对差值4.2%~66.7%。

这4个性状中, 影响程度大小依次为: 穗位高>株高>雄穗分支>叶片数。

可以表明对这几个性状而言, 敏感的品种有四早6号、龙单21、绥玉7号、龙单13、龙单22、龙单16; 中度敏感的有东农248、本育9号; 钝感的品种有四单16、龙单23、海玉4号、四单19。

2.3.2 缩短光照对亲本自交系间株高、穗位高、总叶数、雄穗分支的差异分析 正常与遮光条件对株高这一性状处理间差异显著, 不同自交系间差异显著。将自交系分成中早熟组、中晚熟两个熟期组进行分析: 在

中早熟组中, 对株高敏感的自交系有434、K10、706、东237、东46、G110, 钝感的有268、4F1、龙抗11、1134。在中晚熟组中遮光处理对株高敏感的自交系有龙系85、7884-7、H172、Mo17, 钝感的有446、龙系8。

遮光处理后自交系间穗位高普遍降低, 但幅度差异较大, 穗位高变异幅度在2~23, 相对差值4.7%~47.4%, 材料的敏感程度与株高影响基本一致。

2.4 杂交种和亲本光敏感性的关系

杂交种与其亲本的光敏感性有一定相关, 对不同生育进程来看, 光敏感的杂交种, 其母本多敏感; 钝感的亲本, 其相关杂交种多偏钝倾向。但也有个别特殊情况, 合344在生育进程与形态性状都表现偏钝, 但其杂交种绥玉7号却偏敏感, 可能是影响光敏感的其他因素温度、水分等对该品种作用掩盖了光特性自身表现。

3 结论

3.1 通过对12个玉米品种和亲本的每日阶段遮光处理的结果分析, 缩短光照直接影响玉米品种的生育阶段。其中出苗至抽雄期遮光处理与正常光照的叶龄值差异显著, 可作为衡量光反应特性的指标性状。缩短光照后使大部分玉米杂交种及自交系的花期提前, 其中四早六、龙单21、绥玉7号、1134、龙系85、H172、4F1对光敏感; 海玉4号、四单16、本育9号、合344、434、706、446对光反应迟钝。

3.2 缩短光照对品种形态性状株高、穗位高、叶片数及雄穗分枝数都有不同程度的影响。其影响大小为: 穗位高>株高>雄穗分支>叶片数。对株高、穗位高、雄穗分枝光敏感的材料包括: 绥玉7号、龙单21、龙单13、龙单22、四早六、434、K10、706、东237、东46、G110、龙系85等。钝感的材料包括: 四单16、东农248、海玉4号、四单19、268、4F1、龙抗11、1134、446、龙系8等。

4 讨论

4.1 关于光敏感性探讨

Kiniry and Ritchie 在人工控制下对2个光敏感的玉米品种, 用10.0、12.5、15.0、17.0 h不同光照处理。结果发现, 玉米在出苗到雄穗分化前4~8 d(形态上为35%~50%可见叶期)对光周期变化反应钝感, 对光周期反应的敏感期是从雄穗分化前4 d开始, 一直持续到雄穗分化后, 最终导致雄穗分化推迟, 叶片数增多。因此, 雄穗分化期是玉米对光周期反应的敏感时期。Bonhomme 等研究证明, 玉米品种受到光周期从12.2 h延长至19.5 h处理时, 光周期反应敏感的叶片数增加, 早熟种比晚熟种增加的少。Ellis 等的试验证明, 当日照时数为12 h以下时, 玉米能正常生长发育, 当日照长度超过12~13 h后, 随着日照长度的增加, 叶片数量增多, 生育期延迟。玉米对日照长度的敏感时数为12~

13 h。

Manrique 和 Hodges 研究了温度和日长对玉米生长发育的影响。随着日照时数的增加,叶片数、株高、穗位高增加,产量和收获指数下降,对成熟期的影响最显著。张世煌等认为主茎叶片数可以排除温度的影响,用叶片数比开花期更稳定,因此他采用长、短日照条件下主茎叶片数的相对差值(RD)来表示:  $RD(\%) = [(L-S)/S] \times 100$ 。RD>30 定为敏感型, RD<20 为钝感型, RD 在二者之间的为中间型, Bonhomme 提出一种把光照长度和温度结合起来度量玉米品种光敏感度的指标。

本研究从出苗即开始进行不同生育进程阶段缩短光照对品种的影响分析,发现出苗~抽雄期正常条件与遮光条件差异显著,品种间差异也较大,这种显著主要反应在9叶~抽雄间隔期上,确定9叶至抽雄间隔期作为衡量光敏感的指标性状,与前人结果基本一致。

环境对光周期敏感的影响,是通过环境的直接作用和通过环境与基因效应的间接作用互作两种方式来实现。针对品种的适应性而言,在不同生态地区表现出较强的适应能力的品种,多为光钝温钝型品种,但同一品种年际间反应也有差异,这种差异影响可能是多方面的,包括温度、水分、养分等因素。

#### 4.2 关于外引种质的钝化

热带、亚热带种质的群体和自交系由于光周期敏感性在高纬度的温带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,茎节数和叶片增多,空秆率高,经济系数低,生产力受到库的限制。正是由于光敏感的特性限制了在温带的利用,甚至不能作为选育自交系的原始材料,它是在温带利用中存在的主要障碍。

热带亚热带种质研究和利用,首先是在群体水平上进行两类种质遗传潜势、差异和研究,通过配合力、杂种优势的测定,鉴定出在温带具有利用价值的新的杂种优势类群,拓宽原有杂种优势利用模式,这是一个有效利用的重要策略。根据热带、亚热带与温带种质之间存在的遗传关系,建立新的杂种优势群和模式是许多研究采用的重要育种策略。除了美国、CIMMYT 外,许多文献也报道了这方面的结果。

本研究认为最佳利用途径是将热带和亚热带地区的材料进行鉴定筛选,与当地骨干血缘进行测配明确大致血缘,同时注意选择对光温反应较迟钝的材料,与当地主栽品种钝感材料进行遗传交流,转移有利基因的机率较大。

#### 参考文献:

[1] 刘纪麟.玉米育种学[M].北京:农业出版社,1991.

- [2] 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.
- [3] 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,1992(3):17-19.
- [4] 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.
- [5] 曹靖生,史桂荣,孙玉材.利用总配合力效应值确定玉米种质优势类群的研究[J].中国农学通报,2000,16(2):1-4.
- [6] 史桂荣.玉米光敏性状的遗传[J].黑龙江农业科学,2005(3):27-29.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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,开花期性状的直接选择响应[J].作物学报,1995,21(3):271-280.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 霍仕平,宴庆九.玉米数量性状基因位点研究进展[J].国外农学—杂粮作物,1997(3):7-10.
- [14] 姜明月,王金君,张丽颖等.玉米生育期(出苗一吐丝日数)的遗传分析[J].国外农学—杂粮作物,1996(3):16-18.
- [15] 韩天富,王金陵.中国大豆不同生态类型开花至成熟期对光周期的反应[J].作物学报,1996,22(2):20-25.
- [16] 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的研究[J].中国农业大学学报,2000,5(1):50-57.
- [17] 吴靖发.玉米栽培生理[M].上海:上海科学技术出版社,1980.
- [18] 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.
- [19] 林成锦.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.
- [20] Bonhomme R. 玉米叶片数对光周期敏感性的多点田间试验[J].岳铭鉴,译. Agronomy Journal, 1991, 83(1):153-157.
- [21] IIMapae B T E. 拉丁美洲玉米的遗传潜势及其在育种上的应用[J].国外农学—杂粮作物,1998(9):1-4.
- [22] Kiriya H. H. J. T. Ritchie The photoperiod sensitive interval in maize[J]. Agron. J., 1983, 75: 687-690.
- [23] Bonhomme R, Deieu M, Emeades G O. Flowering of maize cultivars in relation to temperature and period in multilocation field trials[J]. Crop Sci., 1994, 34: 156-164.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] 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.