

黄淮海区域主栽玉米品种耐阴性差异研究

乔江方¹,刘京宝*,朱卫红,夏来坤,李川,谷利敏,黄璐,薛华政
(河南省农业科学院 粮食作物研究所/农业部作物栽培科学观测实验站,河南 郑州 450002)

摘要:为明确黄淮海区域主栽玉米品种耐阴性能,以该区域大面积种植和2011年以来审定通过的30个玉米品种为材料,在玉米18片叶龄期进行人工遮阴处理,遮阴7 d后恢复正常光照,研究玉米品种耐阴性差异。结果表明,基于产量减幅情况筛选出耐阴性强的品种为俊达001、郑单958、郑单23、隆平206、鑫玉16、伟科702、豫禾988、郑黄糯2号,耐阴性较差的品种为浚单26、中科11、鑫玉35、新单29、新单36、吉祥1号和豫龙1号。玉米株高变化对弱光的响应不同,存在明显的基因型差异;遮阴处理拉长了雌雄间隔期,郑单958、豫禾988和隆平206等耐阴性品种雌雄间隔期变化较小;遮阴处理降低了籽粒授粉率,授粉率下降较明显的品种有新单36(67.37%)、农禾518(63.36%)、中科11(58.00%),授粉率下降幅度较小的品种有滑丰8号(2.56%)、郑单958(13.78%)、郑单136(14.33%)。弱光胁迫下,雌雄间隔期拉长、授粉率下降是导致玉米产量下降的主要原因,也是鉴定玉米品种耐阴性的主要指标。

关键词:玉米;遮阴;生长发育;产量;雌雄间隔期

中图分类号: S513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2015)11-0016-05

Study on Difference of Shade Tolerance for Main Maize Cultivars in Huang-Huai Region

QIAO Jiangfang, LIU Jingbao*, ZHU Weihong, XIA Laikun, LI Chuan, GU Limin,
HUANG Lu, XUE Huazheng
(Cereal Crops Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences/Scientific Observing and Experimental Station of Crop Cultivation in Central Plain, Ministry of Agriculture, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In order to clarify the shade-tolerance performance of Huang-Huai region cultivars of maize, using 30 large area planted and audited maize varieties from 2011 as material, shading treatment was done at 18 fully expanded leaves stage, and normal lighting treatment was done after shading for 7 days, and the shade tolerance differences of Huang-Huai region cultivars of maize were studied. The results showed that the shade-tolerance varieties were Junda 001, Zhengdan 958, Zhengdan 23, Longping 206, Liyu 16, Weike 702, Yuhe 988 and Zhenghuangnuo No. 2, and Xundan 26, Zhongke 11, Liyu 35, Xindan 29, Xindan 36, Jixiang No. 1 and Yulong No. 1 were weak for shade tolerance. The responses of maize height for low light were different, and genotypic differences existed. Male and female interval of shading treatment was elongated, and the male and female interval of Zhengdan 958, Yuhe 988 and Longping 206 changed little. Pollination rate of shading treatment decreased, which declined more obvious for Xindan 36 (67.37%), Nonghe 518 (63.36%) and Zhongke 11 (58.00%), and less for Huafeng No. 8 (2.56%), Zhengdan 958 (13.78%), Zhengdan 136 (14.33%). Male and female intervals lengthening and pollination rate decreasing were the main factors for lower yields under weak light stress, and which also

收稿日期:2015-05-04
基金项目:河南省科技厅重点攻关项目(132102110070);公益性行业(农业)科研专项(201203033);“十二五”科技支撑计划重大项目(2013BAD07B07)
作者简介:乔江方(1982-),男,河南宜阳人,助理研究员,博士,主要从事玉米栽培生理研究。E-mail:qiaojf@126.com
* 通讯作者:刘京宝(1965-),男,河南虞城人,研究员,主要从事玉米栽培研究。E-mail:jblu1777@126.com

were the main indicators for identification of resistance to the low light stress.

Key words: maize; shading; growth and development; yield; male and female intervals

黄淮海区域是我国玉米主产区,该地区雨季一般出现在 7 月下旬到 8 月中旬,日照少、湿度大,长时间的阴雨寡照天气致使玉米大面积减产。据统计,在河南省夏玉米减产的 12 a 中,有 5 a 出现了花期阴雨天气,占总减产年的 41.7%。典型年份玉米减产幅度达 37%。

前人已有报导,弱光胁迫是玉米花粒期减产的主要原因^[1-3]。玉米是喜光作物,遮光会降低玉米籽粒产量,降低的程度与遮光时期有关^[4-7]。李潮海等^[6]对不同基因型玉米进行遮光处理的研究表明,遮光造成玉米植株高度增加,恢复正常后,株高却逐渐低于对照;遮光后玉米叶面积增大。付景等^[8]对玉米品种在玉米拔节至吐丝期进行 50% 遮光处理的研究表明,遮光后玉米的株高增加,籽粒产量降低。遮阴延迟玉米抽雄吐丝期,使雌雄间隔期拉长,造成花期不遇^[2,3,9];在雄穗小花分化期,光强 2.6 万~6.6 万 lx 以下的光照条件下,玉米的雄穗不能正常发育,表现雄穗退化不育^[10];吐丝期遮阴导致未成熟花和未受精花增加,籽粒形成期和灌浆

期遮阴主要导致败育花增加^[11]。

近年来,新育成玉米品种多为耐密性品种,随种植密度增加,群体内光照随之减弱,也是诱导弱光胁迫的重要因子。同时,玉米对弱光胁迫的响应存在明显的基因型差异^[4,6],因而有必要对不同基因型品种进行耐阴性鉴定与筛选。关于不同基因型玉米耐阴性筛选已有报道^[8-9],然而,其选择材料均为早期审定的品种,不能满足近年来大田生产的需求。为此,以黄淮海地区近年来种植面积较大和 2011 年以来审定通过的 30 个玉米品种为材料,研究遮阴对其生长发育及产量的影响,筛选出耐阴玉米品种,以期为高产耐阴玉米品种的选育和抗逆栽培提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

以黄淮海地区近年来生产中种植面积较大和近年来审定通过的 30 个玉米品种为供试材料(表 1)。

表 1 供试材料来源

名称	来源	名称	来源	名称	来源
郑单 958	郑 58/昌 7-2	豫禾 988	581/547	桥玉 8 号	La619158/Lx9801
蠡玉 16	953/L91158	蠡玉 35	5895/912	俊达 001	LN521/LN659
中科 4 号	CT019/9801	新单 29	新 2247/Lx9801	璞玉 7 号	7965/昌 72
浚单 26	kx99-25/浚 926-8	洛玉 8 号	lz06-1/zk02-1	新玉 998	68-1/6108-3
郑单 136	郑 H03/郑 H04	浚单 29	浚 313/浚 66	弘玉 9 号	弘 58351/黄 9312
中科 11 号	CT03/CT201	郑单 988	郑 63/郑 36	伟科 702	WK858/798-1
先玉 335	PH6WC/PH4CV	吉祥 1 号	武 9086/昌 7-2	中单 868	H59/昌 7-2
滑丰 8 号	HF5218/HFC72	京科 220	北青 02/JG66	农禾 518	Z635/H22
滑玉 11	HF28B×HF473	新单 36	新 2386/新 6	豫龙 1 号	R78/W28
郑黄糯 2 号	郑黄糯 03/郑黄糯 04	隆平 206	L239/L7221	郑单 23	郑 38/郑 37

1.2 试验设计

试验于 2012—2013 年在西华县农业科学研究所进行,试验区地势平坦,肥力中等,前作为小麦。试验采用两因素裂区设计,光照强度为主区,设置遮阴和正常光照 2 个处理,品种为副区,每小区 3 行,行距 0.6 m,等行距种植,行长 5 m,按品种在黄淮海

区域的最佳密度种植,3 次重复。6 月 9 日播种,遮光处理在遮阴棚中进行(透光率 50%),除光辐射外,遮阴棚内田间小气候与正常光照基本一致,遮阴棚和正常光照条件下的光辐射、温度和 CO₂ 浓度见表 2。玉米吐丝前第 18 片叶展开时进行遮光处理,连续遮光 7 d 撤网转为正常光照,全生育期自然光

表 2 遮阴和自然光照玉米群体小气候比较

测定时间	光辐射强度/[$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]				CO ₂ 浓度/($\mu\text{mol}/\text{mol}$)				温度/℃			
	正常光照		遮阴处理		正常光照		遮阴处理		正常光照		遮阴处理	
	冠层	穗位	冠层	穗位	冠层	穗位	冠层	穗位	冠层	穗位	冠层	穗位
10:00	1 280.0	421.6	495.0	142.0	405.0	405.1	405.8	404.4				
12:00	1 520.0	792.0	584.0	277.7	394.0	394.2	394.7	393.5	33.0	32.2	32.5	31.7
15:00	1 550.0	802.5	570.0	288.8	370.0	369.3	370.2	369.6				
17:00	370.0	134.5	120.0	47.3	368.0	367.4	368.2	367.7				

照为对照。整个生育期保证水分供应充足,分别在拔节期和大喇叭口期进行施肥,2 次施肥总量 N 360 kg/hm²、P₂O₅ 180 kg/hm²、K₂O 180 kg/hm²,其他管理同一般高产田,9 月 26 日收获。

1.3 测定项目和方法

株高:成熟期测定地面到植株雄穗顶端的高度(cm)。

抽雄、吐丝日期:抽雄期为 60% 以上的植株雄穗抽出 2 cm 的日期,吐丝期为 60% 以上植株花丝露出苞叶 2 cm 的日期。

授粉率:玉米吐丝后 10 d 进行标记,调查花丝数量,成熟期调查单穗粒数。单穗粒数和花丝数的比值即为授粉率。

室内考种,调查穗数、结穗率、穗粒数、千粒质量

以及理论产量。计算遮阴处理下各品种减产率。
减产率=(对照产量-遮阴处理产量)/对照产量×100%。

2 结果与分析

2.1 遮阴对玉米产量的影响

由图 1 看出,遮阴处理下玉米品种间减产幅度差异较大。遮阴处理下减产幅度相对较小的品种为俊达 001 和郑单 958,减产幅度分别为 53.56% 和 59.38%,减产幅度在 80% 以下的品种还有郑单 23、隆平 206、蠡玉 16 和伟科 702、豫禾 988、郑黄糯 2 号。其余品种减产幅度均在 80% 以上,甚至没有产量,尤其是浚单 26、中科 11、蠡玉 35、新单 29、新单 36、吉祥 1 号和豫龙 1 号。

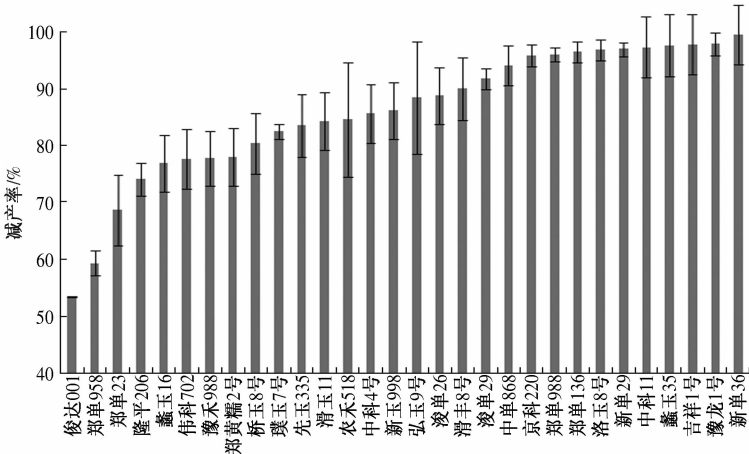


图 1 遮阴条件下不同玉米品种产量减幅百分比

基于上述遮阴处理下的减产幅度,将 30 份玉米品种分为 2 类,耐阴类品种主要为俊达 001、郑单 958、郑单 23、隆平 206、蠡玉 16、伟科 702、豫禾 988、郑黄糯 2 号、桥玉 8 号、璞玉 7 号、先玉 335、滑玉 11、农禾 518;不耐阴品种主要为新单 36、豫龙 1 号、吉祥 1 号、蠡玉 35、中科 11、新单 29、洛玉 8 号、

郑单 136、郑单 988、京科 220、中单 868、浚单 29、滑丰 8 号、浚单 26、弘玉 9 号、新玉 998、中科 4 号。

2.2 遮阴对玉米株高的影响

株高变化对遮阴处理的响应不同(图 2),遮阴处理后,株高呈增加趋势的品种主要是中科 4 号、璞玉 7 号、农禾 518,株高分别增加了 20 cm、18 cm、

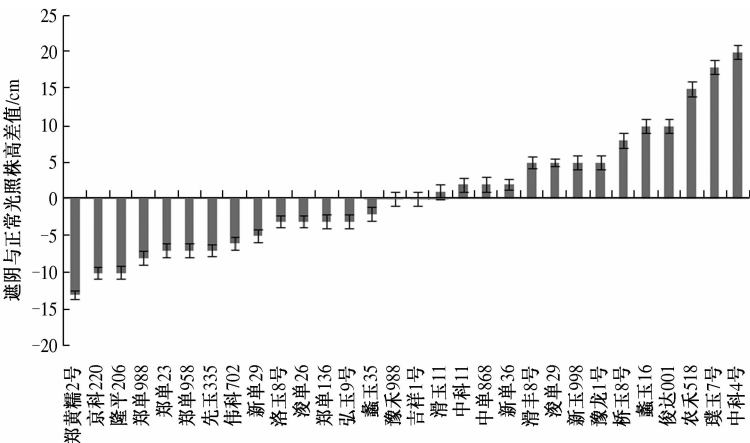


图 2 遮阴和正常光照处理下玉米品种株高差值

15 cm,株高呈下降趋势的品种主要是郑黄糯 2 号、京科 220、隆平 206,分别下降了 13 cm、10 cm、10 cm。株高受遮阴影响较小的品种主要是吉祥 1 号和豫禾 988。

2.3 遮阴对玉米雌雄间隔期的影响

正常光照处理下,玉米雌雄间隔时间在 0~2 d,在玉米 18 片展开叶时进行遮阴处理后,延缓了玉米吐丝时间(图 3)。玉米吐丝较抽雄平均延后了 6 d,

从而导致花期不遇。从图 3 可以看出,遮阴对玉米品种雌雄间隔期的影响存在基因型差异,大致可分为 3 类,不敏感类型品种,主要是郑单 958、蠡玉 16、豫禾 988 和隆平 206;敏感类品种,主要是先玉 335、浚达 001、浚单 26、滑丰 8 号、郑黄糯 2 号、蠡玉 35 等;最敏感类品种,主要是郑单 23、新单 36、豫龙 1 号、农禾 518 等。

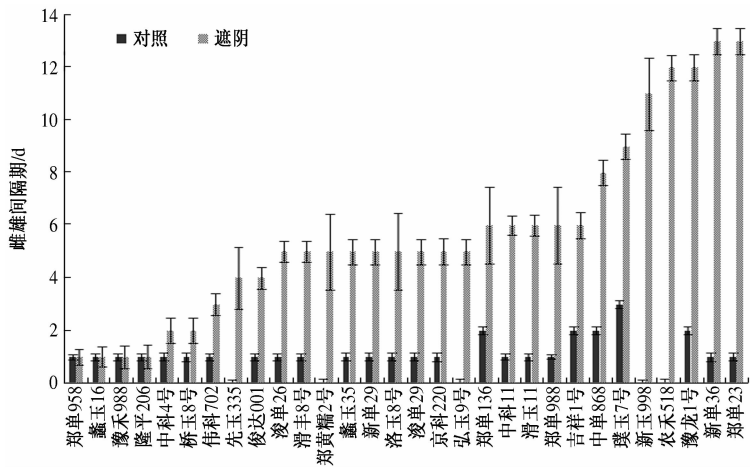


图 3 遮阴对玉米品种雌雄间隔期的影响

2.4 遮阴对不同玉米品种授粉率的影响

正常光照条件下,玉米果穗授粉率存在基因型差异,从图 4 可以看出,正常光照下授粉率最高的品种为豫龙 1 号,达到 97.93%;授粉率最低的品种是滑丰 8 号,为 65.47%。遮阴处理降低了玉米授粉

率,不同品种遮阴后授粉率下降幅度存在较大差异,授粉率下降较明显的品种主要是新单 36(67.37%)、农禾 518(63.36%)、中科 11(58.00%),授粉率下降幅度较小的品种主要有滑丰 8 号(2.56%)、郑单 958(13.78%)、郑单 136(14.33%)。

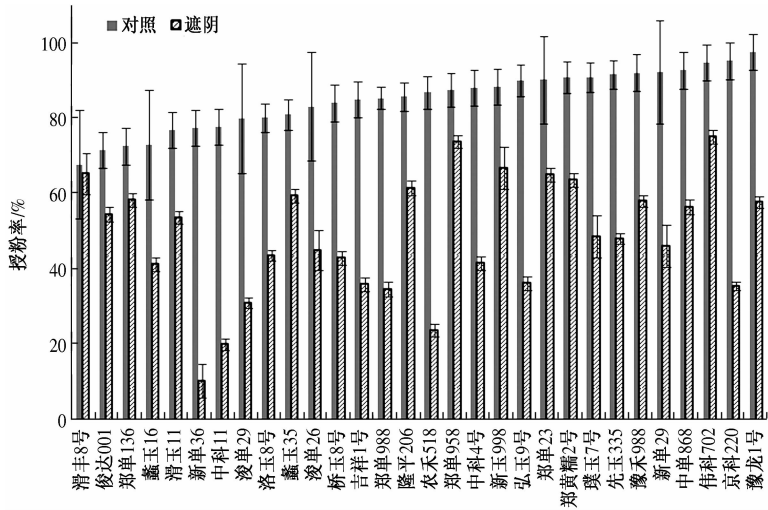


图 4 遮阴对不同玉米品种授粉率的影响

3 结论与讨论

通过人工遮阴处理试验表明,耐阴性较强的品种主要为浚达 001、郑单 958、郑单 23、隆平 206、蠡

玉 16、伟科 702、豫禾 988、郑黄糯 2 号、桥玉 8 号、璞玉 7 号、先玉 335、滑玉 11、农禾 518;不耐阴品种主要为新单 36、豫龙 1 号、吉祥 1 号、蠡玉 35、中科 11、新单 29、洛玉 8 号、郑单 136、郑单 988、京

科 220、中单 868、浚单 29、滑丰 8 号、浚单 26、弘玉 9 号、新玉 998、中科 4 号。本研究还表明,光照影响玉米的生长发育和形态建成,遮阴处理后玉米株高变化存在基因型差异,有些品种遮阴处理下株高呈下降趋势,如郑黄糯 2 号,而有些品种株高变化趋势相反,如中科 4 号,这与前人的研究结论不尽一致^[6,8],可见,玉米形态建成对光照的响应存在基因型差异。吐丝前遮阴直接导致花期不遇^[12],遮光延迟了抽雄吐丝期,随着遮光时间的延长,吐丝比散粉延长的时间更长^[13]。本研究结果表明,遮阴明显降低了玉米的授粉率,且存在较大的基因型差异。本研究还发现,遮阴处理最终影响玉米产量,遮阴后多数品种出现了畸形穗,秃尖加长,穗长缩短,这与前人研究结果相一致^[6,9,11,14]。

黄淮海区域阴雨寡照天气是造成玉米减产的主要原因,即弱光胁迫^[15],加之近年来,高密种植技术、大面积雾霾天气等也均会造成弱光胁迫,因此,通过人工遮阴模拟弱光胁迫,对目前主栽玉米品种开展耐阴性能筛选,对促进高产稳产具有较重要的意义,同时也为该领域基础理论研究提供有针对性的研究材料。

参考文献:

[1] Gerakeis P A,Parakosta-tasopoulou D. Effect of denseplanting and artificial shading on five maize hybrids[J]. Agricultural Meteorology,1980,21:129-137.

[2] Hashemi-Dezfouli A,Herbert S J. Intensifying plant density response of corn with artificial shade[J]. Agronomy Journal,1992,84:547-551.

[3] 王绍辉,郝翠玲,张振贤. 植物遮阴效应的研究与进展[J]. 山东农业大学学报,1998,29(1):130-134.

[4] 张烈. 玉米不同基因型耐密、耐阴、耐瘠特性及遗传相关研究[D]. 泰安:山东农业大学,2001.

[5] 张吉旺,董树亭,王空军,等. 遮阴对夏玉米生长发育和产量的影响[J]. 应用生态学报,2006,17(4):657-662.

[6] 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.

[7] 贾士芳,董树亭,王空军,等. 玉米花粒期不同阶段遮光对籽粒品质的影响[J]. 作物学报,2007,33(12):1960-1967.

[8] 付景,李潮海,赵久然,等. 玉米品种耐阴性指标的筛选与评价[J]. 应用生态学报,2009,20(11):2705-2709.

[9] 栾丽敏. 遮光对不同基因型玉米产量和光合特性的影响[D]. 郑州:河南农业大学,2003.

[10] 赫忠友,谭树义,林力,等. 不同光照度和光质对玉米雄花育性的影响[J]. 中国农学通报,1998,14(4):6-8.

[11] 赵久然,陈国平. 不同时期遮光对玉米籽粒生产能力的影响及籽粒败育过程的观察[J]. 中国农业科学,1990,23(4):29-34.

[12] Hashemi-Dezfouli A,Herbert S J. Intensifying plant density response of corn with artificial shade[J]. Agronomy-Journal,1992,84:547-551.

[13] Struik P C. The effects of short and long shading,applied during different stages of growth,on the development,productivity and quality of forage maize (*Zea mays* L.) [J]. Nether Lands Journal of Agricultural Science,1983,31:101-124.

[14] 孔祥彬,白星焕,王同芹. 阴雨寡照条件下密度对夏玉米叶面积和产量的影响[J]. 玉米科学,2012,20(4):64-68.

[15] 乔江方,刘京宝,夏来坤,等. 2001—2012 年河南省夏玉米产量变化及生长季气象因子分析[J]. 中国农学通报,2014,30(36):85-90.