

玉米不同叶位气孔数量及其形态的差异研究

崔丽娜¹, 董树亭^{2*} (1.德州学院, 山东德州 253023; 2.山东农业大学农学院, 山东泰安 271018)

摘要 [目的] 研究玉米不同叶位气孔数量及形态。[方法] 以郑单 958 为试验材料, 研究玉米不同叶位解剖结构的差异。[结果] 不同叶位叶片上表皮及下表皮气孔的数量及形态存在差异, 且上表皮和下表皮气孔的大小及数量规律不同。[结论] 该研究为挖掘玉米生产潜力提供理论基础。

关键词 玉米; 叶片; 气孔; 形态

中图分类号 S513 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)26-0034-02

Number and Morphology Differences of Stoma in Different Leaves of Maize (*Zea mays* L.)

CUI Li-na¹, DONG Shu-ting² (1. Dezhou University, Dezhou, Shandong 253023; 2. College of Agronomy, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018)

Abstract [Objective] To study the number and morphology differences of stoma in different leaves of maize (*Zea mays* L.). [Method] With maize variety Zhengdan 958 as test materials, we studied the anatomical difference in different leaves of maize. [Result] There were differences in the number and morphology of stoma in upper and lower epidermis in different leaves. And the laws of stoma size and stoma number were different between upper and epidermis of different leaves. [Conclusion] This research provided theoretical basis for excavating the yield potential of maize.

Key words Maize (*Zea mays* L.); Leaf; Stoma; Morphology

叶片是玉米进行光合作用及气体交换的重要器官, 叶片的气孔是玉米进行 CO₂ 及 H₂O 交换的场所。叶片气孔形态及数量的差异导致叶片的生理作用产生差异。掌握玉米不同叶位叶片的生理特性差异对挖掘作物品种遗传潜力和提高栽培管理水平具有重要意义。目前有关玉米叶片气孔的研究多集中在气孔导度与气象水肥等的关系^[1-2]以及气孔导度与光合作用、蒸腾作用的关系上^[3-4], 而对玉米不同叶位气孔数量及其形态的研究较少。对不同叶位叶片气孔数量及其形态的研究有助于了解叶片因不同叶位导致的叶片形态及生理性的差异。鉴于此, 笔者以区试品种郑单 958 为试验材料, 探讨灌浆期玉米不同叶位叶片气孔数目和形态的差异, 以期为该时期进行正确的田间管理, 以及为育种工作者挖掘玉米的产量潜力提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验在山东农业大学玉米科技园进行。试验地土壤质地为壤土, 0~20 cm 土壤 pH 7.40, 含全碳 12.76 g/kg、全氮 1.06 g/kg、碱解氮 79.45 mg/kg、速效磷 74.16 mg/kg、速效钾 94.45 mg/kg。

1.2 供试材料 玉米品种为郑单 958。

1.3 试验方法 分别于每年的 6 月 17 日播种, 种植密度为 75 000 株/hm²。采用完全随机区组排列, 重复 3 次, 小区面积为 3 m×10 m=30 m²。基施复合肥 (N-P-K: 16%-16%-16%) 300 kg/hm², 大喇叭口期追施尿素 675 kg/hm², 田间管理同高产田。试验期间玉米生长发育正常, 分别于每年的 10 月 18 日收获。

1.4 玉米穗位叶解剖结构的观察 玉米开花期从每小区选 80 株生长一致、能代表该区生长状况的玉米挂牌。在每小区选定 5 株挂牌的玉米, 取人工授粉的玉米 (授粉后 20 d) 不同叶位叶中段部分, 在距离叶脉及叶片边缘的中间部分切取叶片 (叶片大小为 0.5 cm×0.5 cm), 横切面用 4% 戊二醛前固定, 磷酸缓冲液冲洗。再用 1% 钨酸后固定, 乙醇梯度脱水。Epon-812 (环氧树脂) 浸透与包埋。瑞典 LKB-7800 型超薄切片机切片, 切片厚 0.6 μm。材料重新建断层后喷金属粉, 利用日本 JSM-660LV 扫描电镜观察照相。

2 结果与分析

2.1 不同叶位叶表皮气孔的形态比较 由图 1 可知, 上表皮气孔从上而下先增大后减小, 最大值出现在第 5 叶; 下表皮气孔从上而下先增大后减小, 最大值出现在第 6 叶。不同叶位上表皮气孔形态基本一致, 不同叶位下表皮气孔形态也基本一致, 上表皮与下表皮气孔形态也基本一致。

2.2 不同叶位叶表皮气孔数目的差异 由表 1 可知, 郑单 958 玉米不同叶位叶上表皮气孔数由上而下逐渐降低; 下表皮气孔数由上而下先降低后升高, 从高到低依次为倒 1 叶>倒 3 叶=倒 7 叶>倒 5 叶>倒 6 叶。由上述分析可知, 不同叶位叶中倒 7 叶 (穗位叶) 上表皮气孔数最低, 下表皮气孔数居中。穗位叶的这种气孔形态有利于减少蒸腾作用, 进行外界气体及水分交换。

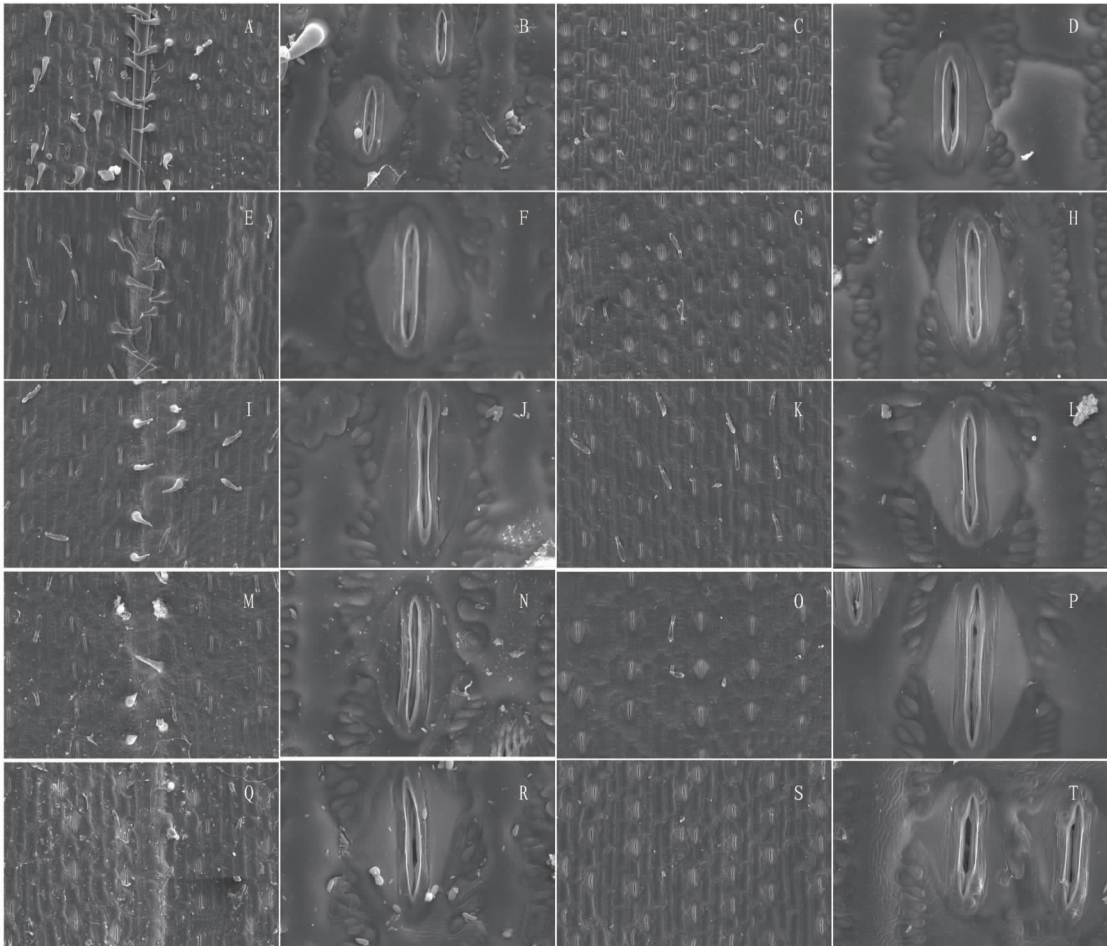
3 小结

气孔是植物进行气体和水分交换与代谢, 响应环境条件, 包括病菌侵染的重要通道, 其大小、密度和分布既受到遗传的控制, 也受到生长环境的影响。玉米气孔的密度既受遗传的控制, 又受光照、温度、二氧化碳浓度和水分等环境因素及栽培措施的影响。研究表明, 气孔特征参数与玉米抗逆性密切相关^[4]。气孔是植物用以调节自身和外界环境关系的重要机构, 是影响植物光合作用的一个重要因素^[5-6]。而营养条件对植物叶片气孔的形成有很大的影响。不同叶位叶

基金项目 国家自然科学基金项目 (31171497, 30871476); 国家现代农业产业技术体系建设项目 (nyhyzx07-003); 国家重点基础研究发展计划 (973 计划) 项目 (2011CB100105)。

作者简介 崔丽娜 (1981—), 女, 山东潍坊人, 高级农艺师, 博士, 从事作物栽培学与耕作学研究。* 通讯作者, 教授, 博士, 博士生导师, 从事作物高产栽培研究。

收稿日期 2018-04-26; **修回日期** 2018-05-07



注:A.倒 1 叶上表皮气孔,200×;B.倒 1 叶上表皮气孔,1 500×;C.倒 1 叶下表皮气孔,200×;D.倒 1 叶下表皮气孔,1 500×;E.倒 3 叶上表皮气孔,200×;F.倒 3 叶上表皮气孔,1 500×;G.倒 3 叶下表皮气孔,200×;H.倒 3 叶下表皮气孔,1 500×;I.倒 5 叶上表皮气孔,200×;J.倒 5 叶上表皮气孔,1 500×;K.倒 5 叶下表皮气孔,200×;L.倒 5 叶下表皮气孔,1 500×;M.倒 6 叶上表皮气孔,200×;N.倒 6 叶上表皮气孔,1 500×;O.倒 6 叶下表皮气孔,200×;P.倒 6 叶下表皮气孔,1 500×;Q.倒 7 叶上表皮气孔,200×;R.倒 7 叶上表皮气孔,1 500×;S.倒 7 叶下表皮气孔,200×;T.倒 7 叶下表皮气孔,1 500×

Note: A. Leaf stoma in upper epidermis of the first leaf from the top, 200×; B. Leaf stoma in upper epidermis of the first leaf from the top, 1 500×; C. Leaf stoma in lower epidermis of the first leaf from the top, 200×; D. Leaf stoma in lower epidermis of the first leaf from the top, 1 500×; E. Leaf stoma in upper epidermis of the third leaf from the top, 200×; F. Leaf stoma in upper epidermis of the third leaf from the top, 1 500×; G. Leaf stoma in lower epidermis of the third leaf from the top, 200×; H. Leaf stoma in lower epidermis of the third leaf from the top, 1 500×; I. Leaf stoma in upper epidermis of the fifth leaf from the top, 200×; J. Leaf stoma in upper epidermis of the fifth leaf from the top, 1 500×; K. Leaf stoma in lower epidermis of the fifth leaf from the top, 200×; L. Leaf stoma in lower epidermis of the fifth leaf from the top, 1 500×; M. Leaf stoma in upper epidermis of the six leaf from the top, 200×; N. Leaf stoma in upper epidermis of the six leaf from the top, 1 500×; O. Leaf stoma in lower epidermis of the six leaf from the top, 200×; P. Leaf stoma in lower epidermis of the six leaf from the top, 1 500×; Q. Leaf stoma in upper epidermis of the seventh leaf from the top, 200×; R. Leaf stoma in upper epidermis of the seventh leaf from the top, 1 500×; S. Leaf stoma in lower epidermis of the seventh leaf from the top, 200×; T. Leaf stoma in lower epidermis of the seventh leaf from the top, 1 500×

图 1 玉米不同叶位叶片的气孔形态比较

Fig.1 Comparison of stoma morphology in different maize leaf positions

表 1 郑单 958 不同叶位叶气孔数量的比较(200×)

Table 1 Comparison of leaf stoma number in different leaf positions of Zhengdan 958

叶位 Leaf position	叶片上表皮气孔数 Number leaf stoma in upper epidermis	叶片下表皮气孔数 Number leaf stoma in lower epidermis
倒 1 叶 The first leaf from the top	28 a	44 a
倒 3 叶 The third leaf from the top	23 b	33 b
倒 5 叶 The fifth leaf from the top	22 b	28 c
倒 6 叶 The sixth leaf from the top	21 bc	27 c
倒 7 叶 The seventh leaf from the top	20 c	33 b

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

不同品种间增产幅度有差异。

金得乐可以显著降低谷子株高,结果表明株高平均降低 11.97 cm,降幅为 5.17%~13.94%,茎秆重心高度及茎秆 4 节长度也有不同程度降低,茎秆重心高度平均降低 6.5 cm,降幅为 2.45%~16.52%;茎秆 4 节长度 3.47 cm,降幅为 1.68%~28.57%,品种表现差异明显。金得乐对夏谷各处理穗茎长与 CK 均有所缩短,但无明显差异,平均缩短 0.89 cm。40 cm 根重变化不明显,不同品种间差异很大。茎秆抗折力较 CK 均有显著提高,增产 7.86~36.50 g,平均提高 420.36 g。各处理倒伏系数均不同程度降低,倒伏系数越低表明植株抗倒性越强,表明金得乐可有效提高谷子抗倒伏的能力,但不同品种间有一定的差异。

试验结果表明,夏谷喷施金得乐后株高显著降低,重心高度、4 节茎秆长度均有所降低,茎秆抗折力增强,这些基部茎秆特性的提高有助于增强抗倒伏能力,该结果与李九星^[34]、李金才等^[35]、朱新开等^[36]的研究结果基本一致。此外,穗茎长缩短,穗粒重、结实率均提高,这对夏谷有一定增产作用。目前,植物生长调节剂对产量的影响报道不尽相同,但该试验结果与夏雪岩等^[22]报道一致。

参考文献

[1] 刘艳丽,田伯红,张立新,等.谷子育成品种的抗倒性评价[J].河北农业科学,2014,18(4):8-12.

[2] TIAN B H, WANG J C, ZHANG L X, et al. Assessment of resistance to lodging of landrace and improved cultivars in foxtail millet [J]. Euphytica, 2010, 172(3): 295-302.

[3] 郭玉华,朱四光,张龙步,等.不同栽培条件对水稻茎秆材料科学特性的影响[J].沈阳农业大学学报,2003,34(1):4-7.

[4] 黄艳玲,石英尧,申广勤,等.水稻茎秆性状与抗倒伏及产量因子的关系[J].中国农学通报,2008,24(4):203-206.

[5] 丰光,景希强,李妍妍,等.玉米茎秆性状与倒伏性的相关和通径分析[J].华北农学报,2010,25(S1):72-74.

[6] 王永学,张战辉,刘宗华.玉米抗倒伏性状的配合力效应及通径分析[J].河南农业大学学报,2011,45(1):1-6.

[7] 刁现民,程汝宏.“谷子糜子育种”专题导读:十五年区试数据分析展示谷子糜子育种现状[J].中国农业科学,2017,50(23):4469-4474.

[8] 姚玉莹.水稻核心种质抗倒特性及其主要农艺性状的全基因组关联分析[D].武汉:华中农业大学,2014.

[9] 杨惠杰.超级稻品种的遗传生理特性研究[D].福州:福建农业大学,1999.

[10] 籍贵苏,崔路平,郝风武.高矮秆夏谷个体发育差异及产量形成特点的研究[J].生态农业研究,2000,8(3):36-39.

[11] 杨惠杰,杨仁崔,李义珍,等.水稻茎秆性状与抗倒性的关系[J].福建

农业学报,2000,15(2):1-7.

[12] 雷小龙,刘利,苟文,等.种植方式对杂交籼稻植株抗倒伏特性的影响[J].作物学报,2013,39(10):1814-1825.

[13] 金正勋,郑冠龙,朱立楠,等.不同氮钾肥施用方法对水稻产量及抗倒伏性的影响[J].东北农业大学学报,2015,46(3):9-14.

[14] 许俊伟,孟天瑶,荆培培,等.机插密度对不同类型水稻抗倒伏能力及产量的影响[J].作物学报,2015,41(11):1767-1776.

[15] 杨世民,谢力,郑顺林,等.氮肥水平和栽插密度对杂交稻茎秆理化特性与抗倒伏性的影响[J].作物学报,2009,35(1):93-103.

[16] 刘强,刘铁山,姜东元,等.喷施“金得乐”对玉米生长发育及产量的影响[J].山东农业科学,2009(7):93-94.

[17] 李华伟,陈欢,赵竹,等.作物生长调节剂对小麦抗倒性及产量的影响[J].中国农学通报,2015,31(3):67-73.

[18] 赵黎明,萧亮亮,顾春梅,等.植物生长调节剂在水稻倒伏上的研究进展[J].北方水稻,2009,39(3):114-117.

[19] 王存.多效唑在植物生产上的应用现状[J].热带农业科学,2009,29(2):67-72.

[20] 汤日圣,张金渝,吴光南.新型植物生长调节剂——多效唑[J].农业科技通讯,1987(10):25-26.

[21] 高杨,王杰,石丽娟,等.叶面喷施烯效唑对谷子抗倒伏性状及光合色素含量的影响[J].山西农业科学,2017,45(8):1232-1236.

[22] 夏雪岩,师志刚,刘猛,等.矮壮素和缩节胺对谷子杂交种生长发育和产量的调控效应[J].河北农业科学,2015,19(3):8-11.

[23] 于洪喜,徐年龙,陈春英,等.不同植物生长调节剂对水稻抗倒性和产量的影响[J].安徽农业科学,2015,43(30):71-73.

[24] 邵彦宾,李晔.喷施多效唑对谷子生物学性状的影响[J].农业科技通讯,2012(7):130-131.

[25] 黄伟浩.不同化学调控剂对水稻的防倒效果[J].宁波农业科技,1998(1):5-8.

[26] 高雪明,徐正良.水稻大田喷施多效唑试验初报[J].上海农业科技,2005(1):85.

[27] 袁立新,张宝金,孙佳馥,等.谷子喷施多效唑(PP 333)效应的研究[J].国外农学-杂粮作物,1998,18(2):43-45.

[28] 姚文麒.矮壮素使用方法与其药害的发生及防止措施[J].现代农业科技,2008(19):251.

[29] 王宇先,李清泉,赵蕾,等.谷子矮化处理对倒伏性状及产量的影响[J].黑龙江农业科学,2016(11):23-25.

[30] 张国合,常建智,李彦昌,等.化控抗倒剂的筛选与评价研究[J].安徽农业科学,2013,41(5):1997-1998.

[31] 赵玉路,秦连保,赵玉兰.玉黄金和金得乐对玉米产量及其性状的影响[J].山西农业科学,2010,38(7):53-55.

[32] 职雨地,李文举,李继平,等.玉米喷施金得乐生长调节剂增产效应的研究[J].河南科技学院学报(自然科学版),2010,38(3):20-24,32.

[33] 王晓琳.不同植物生长调节剂对玉米产量及农艺性状影响效果研究[D].北京:中国农业科学院,2012.

[34] 李九星.多效唑和缩节胺对小麦形态及生理效应的研究[J].河南农业大学学报,1994,28(2):166-172.

[35] 李金才,尹钧,魏凤珍.播种密度对冬小麦茎秆形态特征和抗倒指数的影响[J].作物学报,2005,31(5):662-666.

[36] 朱新开,王祥菊,郭凯泉,等.小麦倒伏的茎秆特征及对产量与品质的影响[J].麦类作物学报,2006,26(1):87-92.

(上接第 35 页)

中穗位叶上表皮气孔数最低,下表皮气孔数居中。穗位叶的这种气孔形态有利于减少蒸腾作用,又有利于进行外界气体及水分交换。因此,在玉米生长的关键时期可以通过肥水等栽培措施条件改变玉米气孔特性,提高光合速率,增加玉米产量。进一步研究气孔的这些特性为育种工作及玉米高产栽培提供参考。

参考文献

[1] PENG S B, KRIEG D R, 卢庆善译.粒用高粱气体交换特性及其与水分利用率的关系[J].国外农学:杂粮作物,1993(5):26-31.

[2] 关义新,戴俊英,林艳.水分胁迫下植物叶片光合的气孔和非气孔限制

[J].植物生理学通讯,1995,31(4):293-297.

[3] 赵明,李少昆,王美云.田间不同条件下玉米叶片的气孔阻力及与光合、蒸腾作用的关系[J].应用生态学报,1997,8(5):481-485.

[4] 杨磊,吴略,赵立华,等.玉米与大豆间作对玉米叶片气孔及光合效率的影响[J].云南农业大学学报,2012,27(1):39-43.

[5] VALENTINUZ O R, TOLLENAAR M. Vertical profile of leaf senescence during the grain-filling period in older and newer maize hybrids [J]. Crop Sci, 2004, 44(3): 827-834.

[6] 段青青,丁明,姜武,等.黑暗对西瓜幼苗叶片叶绿体超微结构的影响[J].电子显微学报,2009,28(3):275-279.

[7] 罗春梅.几种营养元素和植物生长调节剂对小麦叶片气孔形成的影响[J].安徽农学院学报,1981(2):71-74.

[8] 罗春梅.影响小麦叶片气孔密度变化因素的探讨[J].安徽农学院学报,1980(2):88-93.