

水分胁迫下不同抗旱类型大豆叶片气孔特性变化研究

高彦萍¹, 冯莹², 马志军¹, 李强³, 张秀娟³

(1. 甘肃省农业科学院经济作物研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 靖远县气象局, 甘肃 靖远 730600; 3. 兰州市良种场, 甘肃 兰州 730083)

摘 要: 采用火棉胶印膜法, 研究了不同程度干旱胁迫对不同抗旱类型大豆叶片气孔特性的影响。结果表明: 经水分胁迫的大豆叶片气孔密度增加, 气孔开口大小和单位叶面积气孔相对面积减小。但不同抗旱类型大豆品种间表现不同, 气孔密度变化幅度大小顺序依次为: 弱抗品种(A³) > 中抗品种(A²) > 抗旱品种(A¹), 调节气孔开张能力大小顺序依次为: 抗旱品种(A¹) > 中抗品种(A²) > 弱抗品种(A³)。

关键词: 大豆; 水分胁迫; 抗旱类型; 气孔特性

中图分类号: S565.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007)02-0077-03

气孔器是大豆与外界环境进行气体、水分交换的通道, 它不仅与大豆光合作用、呼吸作用和蒸腾作用关系密切, 而且与大豆抗旱性有一定关系^[1~4]。国内外对大豆气孔性状与其抗旱性关系的研究已有相关报道^[5~6], 但就大豆在水分胁迫下叶片气孔特性变化的报道较少。本研究选用了 3 个不同抗旱类型大豆品种, 采用火棉胶印膜法^[7], 观察和测定了不同程度干旱胁迫条件下不同大豆叶片的气孔密度、气孔开口大小和单位叶面积气孔相对面积的变化情况, 揭示不同类型大豆叶片气孔性状对干旱逆境的响应, 以对于干旱胁迫下大豆水分代谢, 呼吸代谢和光合作用的生理机制进行补充, 并为大豆抗旱种质研究及抗旱育种选择提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料培养与处理

选择了 3 种不同抗旱类型大豆品种作为研究对象, 分别为: 靖远黑大豆(A¹, 抗旱品种), 靖远黄大豆(A², 中抗旱品种)和 8907-5(A³, 弱抗旱品种)。试验于 2005 年在兰州市进行。双株室外盆栽, 每盆装大田耕层土 5.0 kg, 正常管理至大豆开花结荚期, 对所有植株选取相同部位同向中上部三出复叶挂牌标记, 进行分组处理。分别设置正常供水 B¹ (土壤含水量 80%左右)、水分胁迫 7 天 B² (轻度干旱胁迫, 土壤含水量 65%~70%)、13 天 B³ (中度干旱胁迫, 土壤含水量 50%~55%)、19 天 B⁴ (严重干旱胁迫, 土壤含水量 35%~40%) 和胁迫 19 天后复水 5 天 B⁵ 六个处理, 以正常供水为对照, 每处理 10 株, 3 次重复。测定材料于晴天上午 10:30 或阴天

下午 12:00 取自所标记三出复叶的中间小叶, 区分近轴叶片与远轴叶片。

1.2 测定项目及方法

用火棉胶印膜法^[7]测定所选叶片的气孔密度、气孔开口。胶膜置于 olympus-BH 光学显微镜下, 每个样品取 10 个视野计数气孔器数目, 取其平均值换算成单位面积的气孔数即气孔密度; 每个视野随机取 10 个气孔器, 测定气孔长度、宽度, 并计算气孔开口大小(长度×宽度)及单位叶面积气孔相对面积(气孔密度×长度×宽度)。

2 结果与分析

2.1 水分胁迫对不同抗旱类型大豆气孔密度的影响

不同处理不同抗旱类型大豆叶片气孔密度的变化见图 1。正常条件下, 不同抗旱类型大豆的气孔密度不同, 抗旱大豆品种气孔密度较高; 同一抗旱类型大豆品种远轴叶面气孔密度极显著大于近轴叶面气孔密度。水分胁迫下, 随着胁迫时间的延长, 不同抗旱类型大豆品种近轴、远轴叶面气孔密度增大呈上升趋势, 但不同抗旱类型大豆品种表现不同, 连续干旱胁迫 18 d, A¹、A²、A³ 近轴叶片气孔密度分别增加 27、40 和 52 个/mm², 密度差异分别为 16.5%、28.0% 和 39.9%; 远轴叶片气孔密度分别增加 29.3、55 和 65 个/mm², 密度差异分别为 10.4%、20.3% 和 25.6%。复水后, 3 种类型大豆近轴、远轴叶面气孔密度均有所下降, A¹、A²、A³ 近轴叶片气孔密度分别减少 3.2、15.2 和 8.3 个/mm²; 远轴叶片气孔密度分别减少 6.3、15.0 和 10.0 个/mm²。

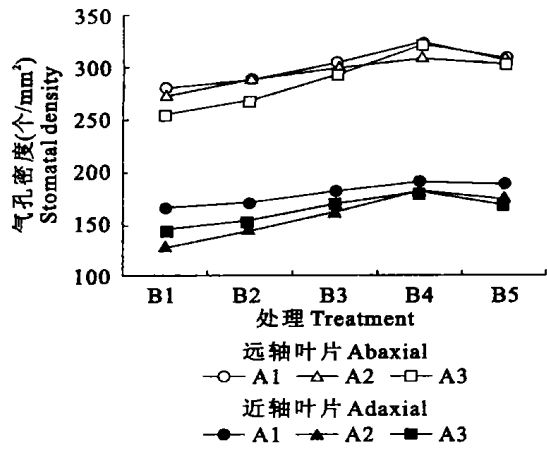


图 1 水分胁迫下不同类型大豆叶片气孔密度变化
Fig.1 Stomatal density change of different cultivars under water stress

2.2 水分胁迫对不同抗旱类型大豆叶片气孔开口大小的影响

不同处理不同抗旱类型大豆叶片气孔开口大小变化见图 2。正常水分条件下，不同抗旱类型大豆品种间气孔大小有差异，抗旱大豆品种气孔开口较小，同一品种近轴、远轴叶片间气孔大小近乎无差异。干旱胁迫条件下，不同抗旱类型大豆品种调节气孔开张的能力表现不同，A1 调节气孔开张的能力最强，A2 次之，A3 最差。在整个处理过程中，A1 气孔大小变化平缓，即使在严重水分胁迫下，仍能维持 $16.45 \mu\text{m}^2$ 的气孔开口，而且复水后气孔开口能很好的恢复。A2 在轻度、中度水分胁迫下，气孔开口缓慢减小，在重度水分胁迫下，气孔开口下降迅速，气孔开口仅为 $11.45 \mu\text{m}^2$ ，复水后，气孔开口恢复缓慢。A3 在轻度水分胁迫下，气孔开度变化小，在中度、重度水分胁迫下，气孔开口减小迅速，开口微小甚至关闭，复水后，气孔呈现不均匀开放，即同一叶片上部分气孔关闭，另一部分气孔可开放，可开放气孔开口大小也只有 $5.53 \mu\text{m}^2$ 。进一步观察发现，A3 叶片表现提早脱落。

2.3 水分胁迫对不同抗旱类型大豆单位叶面积气孔相对面积的影响

不同处理不同抗旱类型大豆单位叶面积气孔相对面积变化见图 3。正常水分条件下，不同抗旱类型大豆品种近轴、远轴叶片间单位面积气孔相对面积差异极显著。水分胁迫下，不同抗旱类型大豆近轴、远轴叶片单位面积气孔相对面积总的变化趋势与单个气孔开口大小变化趋势类同。这说明单位叶面积上气孔相对总面积主要由叶片上分布众多的单个气孔开口大小决定，而气孔密度增加引起单位叶面积上气孔相对总面积增加的作用较小。

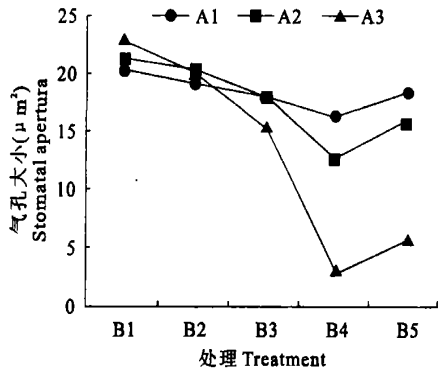


图 2 水分胁迫下不同类型大豆叶片气孔大小变化
Fig.2 Stomatal aperture range of different soybean cultivars under water stress

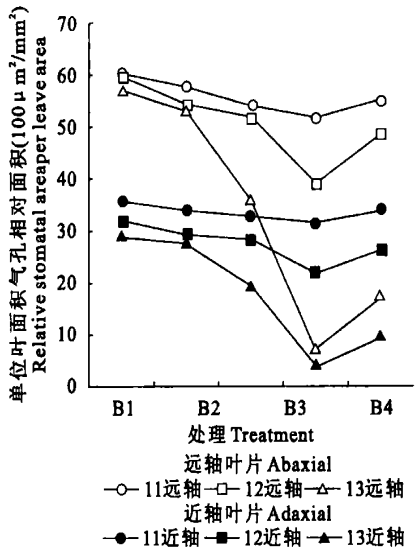


图 3 水分胁迫下不同类型大豆单位叶面积相对气孔面积变化
Fig.3 Relative stomatal area per leaf area change of different drought-resistant soybean cultivars under water stress

3 结 论

1) 气孔数目和密度受大豆遗传特性控制，因大豆品种不同而不同，抗旱大豆品种气孔密度较高。不同程度水分胁迫对不同抗旱类型大豆叶片气孔密度的影响较大，随着水分胁迫程度增加和时间延长，叶面气孔密度明显增大，笔者认为这可能与水分胁迫使叶面积增加减小，从而提高了单位叶面积上的气孔个数有一定关系，且不同类型大豆品种表现不同，与其本身的抗旱性直接相关。

2) 气孔调节是水分胁迫下大豆适应环境，抵御干旱的机制之一。不同抗旱类型大豆品种调节气孔开闭的能力与其生态类型相一致。经历轻度、中度、重度连续 18 d 干旱胁迫，弱抗旱品种 A3 叶片明显发生“干旱性损伤”，部分气孔口保卫细胞丧失了可逆性调节气孔运动的能力。而抗旱品种 A1 气孔开

口减小平缓,能够保持相对稳定的气孔导度和光合效率,即使在严重水分胁迫下,仍能保持一定大小的气孔开度,尽可能地维持生理代谢平衡,度过干旱逆境。

3) 抗旱大豆品种 A1 是在较长期干旱环境中仍能维持水分平衡和正常生长发育的一种大豆生态类型。干旱环境中,这种大豆叶片相对小而厚,被蜡质,着生茸毛,叶脉网状突出,呈现部分旱生植物叶片的结构特征。因此,很有必要进一步研究其持水抗旱机理及意义。

参 考 文 献:

[1] Begg J E. Adaptation of plants to water and hight temperature

stress[M]. New York: John Wiley and Sons, 1980. 295—308.
[2] 关义新,戴俊英. 水分胁迫下植物叶片光合的气孔与非气孔限制[J]. 植物生理学通讯, 1995, 31(4): 293—297.
[3] 杨建昌. 水分胁迫对水稻叶片气孔频率、气孔导度及脱落酸含量的影响[J]. 作物学报, 1995, 21(5): 533—539.
[4] Salisbury F B, Ross C. 北京大学生物系, 华北农业大学农学系译. 植物生理学[M]. 北京: 科学出版社, 1979. 61—733.
[5] 游明安, 盖钧镒, 马育华, 等. 田间条件下大豆气孔特性的初步研究[J]. 大豆科学, 1992, 11(2): 152—158.
[6] 路贵和. 黄淮海地区不同抗旱类型大豆种质资源气孔特性与抗旱性的研究[J]. 大豆科学, 2000, 2(19): 1—7.
[7] 西北农业大学植物生理生化教研组. 植物生理学实验指导[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1987.

Stomatal character changes of soybean leaves under water stress

GAO Yan-ping¹, FENG Ying², MA Zhi-jun¹, LI Qiang³, ZHANG Xiu-juan³
(1. Istitute of Industrial Crops, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China;
2. Jingyuan Weather Bureau, Jingyuan Gansu 730600, China;
3. Lanzhou Seed Droduction Fram, Lanzhou, Gansu 730083, China)

Abstract: Stomatal characters of leaves on three different drought-resistant soybean cultivars under slight, moderate and heavy water stress were observed by the method of collodion imprinting film. The results showed that stomatal density of soybean leaves increased, stomatal apertura and relative stomatal area per leave area decreased under water stress. The sequence of stomatal density change range of different drought resistant cultivars was: the little drought-resistant cultivars A³>the middle drought-resistant cultivar A²>the strong drought-resistant cultivar A¹. The ability to adjust stomatal open was: the strong drought-resistant cultivar A¹>the middle drought-resistant cultivar A²>the little drought-resistant cultivar A³.

Keywords: Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill); water stress ; drought-resistant cultivars; stomatal characters

(上接第 66 页)

Characteristics of nitrate-N movement under film hole infiltration with fertilizer

MU Hong-wen¹, FEI Liang-jun¹, LEI Yan-bin²
(1. Institute of Water Resource, Xi'an University of Technology, Xi'an, Shaanxi 710048, China;
2. Shanxi Water Conservancy Department, Xi'an, Shaanxi 710048, China)

Abstract: With solution for irrigation, the transport processes of nitrate nitrogen under film hole free irrigation with fertilizer was studied. The results showed that the transport velocity of nitrate nitrogen at the front in the wetting body in the horizontal direction and vertical direction was greatly influenced by soil water content and increased with soil water content increase; The transport velocity had a close correlation relationship with transport distance of nitrate nitrogen at the front and decreased with distance as power function. The concentration of nitrate nitrogen at the front increased with the distance, changed as exponential function, and reached to the maximum value at the surface of wet front (the interface of wet and dry soil); the concentration of nitrate nitrogen at the front decreased with soil water content increase as power function; the correlation coefficient between them reached very significant level.

Keywords: nitrate nitrogen; transport velocity; transport concentration; soil water content