

气孔免疫的研究进展及展望

李岩, 徐珊珊, 高静, 王根轩*

浙江大学生命科学学院生态研究所, 植物生理学与生物化学国家重点实验室, 杭州310058

摘要: 气孔长期以来被认为是植物病原菌入侵植物体内的被动通道, 而最新的研究则表明气孔作为植物先天免疫的重要环节, 在限制细菌入侵方面起到主动作用。这一发现也带动了植物免疫学, 即植物气孔开合调控和植物免疫学交叉学科的快速发展。基于此, 本文对气孔免疫的机制研究展开综述并对其对植物水分利用效率的影响进行展望。

关键词: 气孔; 叶际微生物; 气孔免疫; 蒸腾; 水分利用效率

Research Advances and Prospects of Stomata Immunity

LI Yan, XU Shan-Shan, GAO Jing, WANG Gen-Xuan*

State Key Laboratory of Plant Physiology and Biochemistry, Institute of Ecology, College of Life Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China

Abstract: Empirical studies recognized stomata openings as passive access for pathogenic bacteria to plants, while recent studies indicate that stomata can play active roles in confining bacterial invasion as a crucial part of the plant innate immune system. These novel findings have caused rapid advances in stomata-based immunity studies, which is an interdisciplinary subject of plant stomatal regulations and immunology. Here, we reviewed the advanced studies, reveal the mechanism of stomata immunity and envisage its effects on water use efficiency of plants.

Key words: stomata; phyllospheric microorganism; stomata immunity; transpiration; water use efficiency

气孔位于植物表皮, 由成对的保卫细胞以及若干副卫细胞组成(郑玉龙2005), 它是植物与外界环境进行气体交换的重要通道, 也是植物丧失水分的主要通道(Hetherington和Woodward 2003)。保卫细胞能够通过调节自身膨压的变化来控制气孔的开闭, 进而调控和促进光合作用和水分利用效率的动态平衡, 最终达到植物个体适应环境的目的(Belin等2010)。

在调节过程中, 气孔的孔径大小即气孔的开度会随环境因子, 如干旱、光强、空气湿度和CO₂浓度等因子的变化而变化, 开度的大小也直接决定了光和、蒸腾和水分利用效率三者之间的动态平衡。除此之外, 气孔还被认为多种叶际微生物, 如细菌、真菌、放线菌和酵母等进入植物体内的主要通道(Huang 1986; Underwood等2007)。据统计, 叶面上各种微生物的密度在10⁶~10⁷个·cm⁻²左右(Lindow和Brandl 2003), 叶际为多种微生物提供了适合生存的环境并在植物病原菌和宿主的相互作用间起到重要作用(Lindow和Leveau 2002)。研究已发现外寄生菌可以在受多重胁迫(干旱、UV辐射和营养限制)的叶表面完成其附生

生活史(Beattie和Lindow 1995; Lindow和Brandl 2003), 但致病菌只有进入植物体内才能引发其致病性, 因此病原菌必须穿过表皮进入宿主植物胞间隙和叶片内部组织才能建立定殖(Melotto等2008)。病原菌常通过植物的自然开口如叶表皮气孔、根茎皮孔、叶缘、花腺或伤口进入植物体内, 而气孔是主要的通道(Huang 1986)。气孔曾广泛地被看做是植物病原菌侵染过程中的被动通道, 然而最新的研究则打破这一传统观念的束缚, 认为气孔在感应叶面微生物时能够主动的关闭气孔以限制细菌的入侵, 甚至一些植物致病菌已经进化出了专一的毒性因子如冠菌素(coronatine, COR)能够重新打开气孔来抵御气孔防御(Melotto等2006)。大田试验还发现在高湿、雨水或霜冻等促进气孔开放的环境下细菌性病害发病率较高, 而

收稿 2011-06-18 修定 2011-07-22

资助 国家自然科学基金面上项目(30871470)和国家“863”项目(2011AA100503)。

致谢 中国科学院上海生命科学研究院植物生理生态研究所甘毅在论文写作中给予指导与帮助。

* 通讯作者(E-mail: wanggx@zju.edu.cn; Tel: 0571-88206590)。