

# 富士系苹果叶片气孔观察

闫忠业, 伊 凯, 刘 志, 王冬梅, 杨 锋, 吕天星

(辽宁省果树科学研究所, 辽宁 熊岳 115009)

**摘 要:** 采用酸解离法对富士系苹果叶片气孔进行了观察, 从而对富士芽变品种及不同的变异性状进行了鉴别。结果表明: 叶片气孔密度的变化范围在 91~173 个/mm<sup>2</sup>, 保卫细胞长度变化在 25.8~32.4 μm 之间; 保卫细胞宽度变化在 18.4~24.2 μm 之间, 芽变品种的保卫细胞的宽度有变长的趋势。通过聚类分析表明, 短枝型芽变品种的气孔密度显著低于原品种的气孔密度, 可利用气孔密度进行短枝型芽变品种的鉴定; 着色型、早熟型及大果型变异的品种在 3 个类群中都有分布, 不能用气孔性状来鉴别这类变异。

**关键词:** 富士系苹果; 叶片; 气孔密度; 聚类分析

**中图分类号:** S 661.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2007)09-0001-03

气孔是植物与外界环境进行气体、水分交换的通道, 与光合作用、呼吸作用和蒸腾作用都有密切的关系。植物的气孔密度、大小及在胁迫条件下气孔的开闭规律对研究其适应性、抗性有密切的关系<sup>[1-3]</sup>。在种质资源的评价中, 气孔作为重要的植物学性状之一, 可作为观察记载项目。气孔是在自然选择和人工选择下保留下来的重要器官, 具有较大的稳定性, 因而它可以用来研究植物的亲缘关系、演化过程、生态型、染色体特性和地理起源。同属不同种的植物间一般气孔密度及气孔长度的变化相对较小, 而不同属的植物则变化较大<sup>[4]</sup>。气孔密度、气孔保卫细胞叶绿体数目与倍性相关<sup>[5,6]</sup>。李润唐等<sup>[7]</sup>认为气孔形态可以作为研究果树遗传育种, 区别品种、类型的重要微观特征。

富士苹果已成为目前世界上主栽苹果(*Malus domestica*)品种之一。富士芽变品种很多, 有短枝型变异品种、早熟变异品种、着色系变异品种及大果型变异品种。试验通过对富士系苹果的气孔进行观察, 拟进一步利用气孔性状对富士芽变品种及不同的变异性状进行鉴别。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

辽宁省果树科学研究所保存的富士系种质资源, 包括以下品种: 富士、长富 2 号、早熟富士、红将军、福岛短枝富士、望山红、青森短枝富士、选拔早富、烟富 3 号、烟富 6 号、早生富士王、秋富 1、岩富 10、青富 13、丰富士、早

生富士王、弘前富士、86-34、2001 富士、优良短枝富士。所选的试材均为富士芽变系品种。其中早熟变异的品种有早熟富士、红将军、选拔早富、弘前富士、望山红、早生富士王共 6 个品种; 短枝型变异有福岛短枝富士、青森短枝富士、烟富 6 号、86-34、优良短枝富士共 5 个品种; 丰富士和 2001 富士是大果型变异品种。其他品种为富士着色系变异品种。

### 1.2 方法

采用酸解离法: 10%的硝酸溶液和 10%的铬酸溶液按 1:1 比例混合, 配成叶片解离液。在 8 月中旬采集圃内供试品种的叶片, 采叶时间一般在晴日上午, 保证气孔完全开放。叶片取于 1 a 生枝中上部向阳一面的叶片, 取材于叶片第 2 叶脉与第 3 叶脉之间, 每叶片取 1 cm<sup>2</sup> 大小左右。用叶片解离液浸泡 16~20 h, 解离后用镊子取出下表皮, 用清水浸洗, 在光学显微镜下观察。用测微尺测量视野直径(D), 调查每视野的气孔数目(M), 中心视野的气孔长和气孔宽。每叶片观察 5 个视野, 共观察 50 个视野。气孔密度 =  $M/3.14(D/2)^2$ 。结果通过 DPS 进行数据处理, 并进行多重比较和聚类分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 气孔密度的观测

苹果叶片气孔大多分布于下表皮, 上表皮气孔很少。观测品种的气孔密度观测值变化范围为: 91~173 个/mm<sup>2</sup>。不同品种的气孔密度差异较大。芽变品种与原品种气孔密度进行比较, 结果表明: 秋富 1, 青富 13, 显著高于富士的气孔密度; 红将军, 岩富 10, 丰富士, 2001 富士, 优良短枝富士与富士气孔密度差异不显著; 其它的富士芽变品种都显著低于富士的气孔密度。而芽变品种红将军、早生富士王与早熟富士的气孔密度也没有显著的差异。望山红和烟富 3 却显著高于长富 2

第一作者简介: 闫忠业(1969-), 男, 副研究员, 博士研究生, 从事苹果育种研究。E-mail: yanzhongye@163.com。

基金项目: 国家科技攻关资助项目(2004BA515B0802)。

收稿日期: 2007-04-06

号的气孔密度。芽变品种与原品种的气孔密度没有明显的变化规律(见表)。

富士系品种气孔观察表

品种	气孔密度/个·mm <sup>-2</sup>	保卫细胞长/μm	保卫细胞宽/μm
富士	152.9±48.7b	27.0±5.3fg	18.7±2.4hi
早熟富士	139.5±51.3c	29.7±4.3bc	20.9±3.2cde
红将军	152.7±25.8b	29.4±2.9cd	20.4±2.5def
望山红	130.4±20.8c	29.1±2.5cd	20.6±2.6def
选拔早富	103.5±22.2de	31.1±3.3ab	22.3±2.0b
早生富士王	129.1±23.8c	29.9±3.9bc	22.0±2.8bc
弘前富士	99.7±20.1de	29.7±2.5bc	21.2±1.8bcd
福岛短枝富士	132.4±26.6c	28.4±2.9cdef	20.3±2.9def
青森短枝富士	136.9±31.9c	27.5±3.2ef	19.1±2.7ghi
烟富6号	130.0±23.8c	30.0±3.4bc	21.9±2.7bc
86-34	125.1±36.6c	28.9±3.3cde	20.7±3.1def
优良短枝富士	161.3±25.7ab	27.9±2.3def	20.9±2.8cde
长富2	91.0±27.8e	29.0±3.7cde	20.5±3.0def
烟富3号	105.9±25.2d	32.4±4.1a	24.2±3.7a
秋富1	173.4±38.2a	27.5±3.4ef	19.6±2.7fgh
岩富10	164.2±36.6ab	26.0±2.6g	18.4±2.1i
青富13	173.2±41.3a	25.8±3.1g	18.7±2.1hi
丰富士	156.5±25.8b	28.4±4.1cdef	20.2±2.5defg
2001富士	156.4±32.8b	28.1±2.7def	19.9±2.2efg

注:表中英文小写字母表示 $\alpha=0.05$ 差异显著性。

从变异类型来看,5个短枝型品种中有4个气孔密度显著少于富士气孔密度,且这4个品种间的气孔密度差异不显著。优良短枝富士与富士品种间差异不显著。

早熟品种中红将军、早熟富士与富士的气孔密度相近,差异不显著。望山红、早生富士王、弘前富士、选拔早富的气孔密度却显著低于富士的气孔密度。总体看来,富士早熟芽变品种间的气孔密度差异较大,没有明显的变化规律。

着色系芽变品种的气孔密度也没有明显的变化规律。大果型变异的2个品种丰富士、2001富士的气孔密度则与富士品种的气孔密度差异不显著。

## 2.2 保卫细胞长度的变化

保卫细胞长度变化在25.8~32.4μm之间;其中,红将军、86-34、早熟富士、望山红、早生富士王、烟富6、弘前富士、烟富3、选拔早富、长富2保卫细胞长度显著长于富士品种,包括供试品种中6个富士早熟芽变系品种,长富2的早熟芽变品种望山红、早熟富士的芽变品种早生富士王和红将军则与原品种没有显著的差异。其它品种的保卫细胞长度与富士差异不显著。

富士着色系芽变品种的保卫细胞长度变化较大,在25.8~32.4μm之间,品种间也有较大的差异。而2个大果型品种丰富士、2001富士和富士间的保卫细胞长度没有显著的差异。

5个短枝型品种的保卫细胞长度在27.5~30μm之间,其中烟富6号保卫细胞长度最长为30μm,显著长于青森短枝富士和优良短枝富士保卫细胞的长度。其余4个短枝型品种间的保卫细胞长度没有显著的差异。

## 2.3 保卫细胞宽度变化

保卫细胞宽度变化在18.4~24.2μm之间,品种间差异较显著。富士芽变系中只有秋富1、岩富10、青森短枝富士、青富13、2001富士和唐木田富士的保卫细胞宽度与原品种没有显著的差异,其它芽变系品种显著大于富士的保卫细胞宽度。富士的保卫细胞宽度较短,除了略长于岩富10外,与青富13一致,而短于其它所有的供试品种。另外长富2的芽变品种望山红、早熟富士的芽变品种红将军则与原品种没有显著的差异,而芽变品种烟富3和早生富士王的保卫细胞宽度则显著长于原品种的保卫细胞宽度。芽变品种的保卫细胞的宽度有变长的趋势。

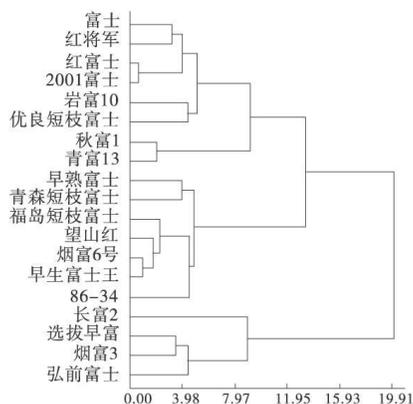
早熟品种保卫细胞的宽度变化在19.2~22.3μm之间,除了唐木田富士与富士差异不显著外,其余的6个早熟芽变品种保卫细胞的宽度都显著大于富士品种。

短枝型品种保卫细胞的宽度变化在19.1~21.9μm之间,除了青森短枝富士与富士没有显著的差异外,其余的4个短枝型品种保卫细胞的宽度都显著大于富士品种。2个大果型变异的品种保卫细胞的宽度也都显著大于富士品种。着色系变异的品种的保卫细胞的宽度也大于富士品种。

## 2.4 利用气孔性状进行聚类分析

利用气孔密度、保卫细胞长、保卫细胞宽进行聚类分析,结果如下:从距离11.95处进行分类,可分为三类,第一类包括富士、红将军、丰富士、2001富士、岩富10、优良短枝富士、秋富1和青富13;第二类包括早熟富士、青森短枝富士、福岛短枝富士、望山红、早生富士王、烟富6

号、86-34;第三类包括弘前富士、烟富3、选拔早富和长富2号(见图)。



气孔性状聚类分析树状图

除了优良短枝富士外,5个短枝型品种有4个集中在第二类群中。这一结果与利用气孔密度进行比较的结果完全一致。可利用气孔密度进行短枝型芽变品种的鉴定,表现为短枝型芽变品种的气孔密度显著低于原品种的气孔密度。其它着色型、大果型及早熟型变异的品种在3个类群中都有分布,说明这些变异性状与气孔性状的相关性不强,不能用气孔性状来鉴别这类变异。

### 3 讨论

气孔保卫细胞长、宽的性状相对较为稳定,但气孔密度在不同的环境条件下差异较大,环境条件能改变气孔密度。赵政阳<sup>[8]</sup>报道了在干旱地区的秦冠的气孔密度为484个/mm<sup>2</sup>。不同倍性的苹果品种气孔密度也不同,Michael等<sup>[9]</sup>报道了三倍体品种在离体条件下气孔密度为475~575个/mm<sup>2</sup>,在树上为320~390个/mm<sup>2</sup>。四倍体品种仅为60~75个/mm<sup>2</sup>。杨传友等<sup>[10]</sup>对12个二倍体品种的气孔密度进行调查,平均为399个/mm<sup>2</sup>,

李赞等<sup>[11]</sup>报道了富士的气孔密度为215个/mm<sup>2</sup>,远远高于该试验的结果,这可能是由于不同的树体条件和环境条件差异引起的。短枝型变异品种的气孔密度显著少于富士的气孔密度,这与杨传友在短枝国光及短枝金帅上观察的结果相同。短枝型变异的品种气孔密度与原品种比较有变少的趋势。

### 参考文献

- [1] Sharkey T D, Ogawa T. Stomatal responses to light. In: Stomatal Function[M]. Zieger, E., Farquhar G. D. and Cowan, I. R. (eds). Stand (CA); Stanford University press, 1987: 195-227.
- [2] Monson J I L. Intercellular CO<sub>2</sub> concentration and stomatal response to CO<sub>2</sub>. In Stomatal Function[M]. Zieger, E., Farquhar G. D. and Cowan, I. R. (eds). Stand (CA); Stanford University press, 1987: 299-251.
- [3] Schulze E D, Tumere N G, Gollan T, et al. Stomatal responses to air humidity and soil drought. In: Stomatal Function[M]. Zieger, E., Farquhar G. D. and Cowan, I. R. (eds). Stand (CA); Stanford University press, 1987: 311-321.
- [4] 张纪英, 杨风云. 几种落叶果树叶片气孔性状观察[J]. 邯郸农业高等专科学校学报, 2001, 18(4): 14-15, 18.
- [5] 张凌媛, 郭启高, 李晓林, 等. 枇杷气孔保卫细胞叶绿体数目与倍性相关性研究[J]. 果树学报, 2005, 22(3): 229-233.
- [6] 张俊龙. 葡萄气孔、花粉等与倍性的关系及倍性判别分析[J]. 甘肃科技, 2005, 21(5): 103-104.
- [7] 李润唐, 张映南, 田大伦. 柑橘类植物叶片的气孔研究[J]. 果树学报, 2004, 21(5): 419-424.
- [8] 赵政阳. 半干旱地区苹果和梨叶片气孔观察[J]. 北方园艺, 1991(3): 6-8.
- [9] Blanke M M, Monika H F, Richard J. Pring. Stomata and Structure of Tetraploid Apple Leaves cultured in Vitro[J]. Annals of Botany, 1994, 73: 651-654.
- [10] 杨传友, 史金玉, 杜欣阁, 等. 苹果叶片气孔的研究[J]. 山东农业大学学报, 1998, 29(1): 8-14.
- [11] 李赞, 石荫坪, 束怀瑞, 等. 应用气孔性状对苹果与梨的倍性判别分析[J]. 果树科学, 1999, 16(1): 9-13.

(本文作者还有李作轩和张志宏, 单位: 沈阳农业大学园艺学院, 110161)

## The Observation on Stoma in Leaves of Fuji Apple Strains

YAN Zhong-ye<sup>1</sup>, YI Kai<sup>1</sup>, LIU Zhi<sup>1</sup>, WANG Dong-mei<sup>1</sup>, YANG Feng<sup>1</sup>, LV Tian-xing<sup>1</sup>, LI Zuo-xuan<sup>2</sup>, ZHANG Zhi-hong<sup>2</sup>

(1. Liaoning Research Institute of Pomology, Xiongyue 115009, China; 2. College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

**Abstract:** This paper adopted acid dissociation method to observe stoma in leaves of Fuji Apple strains thereby to appraise Fuji apple sports and various variance characters. The result showed that the changes of stoma density ranged from 91~173 unit·mm<sup>-2</sup>. Guard cell length ranged from 25.8~32.4 μm. Guard cell width ranged from 18.4~24.2 μm. Guard cell width in sports variety was longer than in original variety. The result through cluster analysis showed that stoma density in spur type sports variety was less than in original variety. It could appraise the spur type sports variety. The sports of coloring up type and early ripening type and big fruit type distributed in each three cluster. They could not be appraised by stoma characters.

**Key words:** Fuji apple strains; Leaf; Stoma density; Cluster analysis