

不同蓝莓品种的叶片结构和气孔特性比较

谢兆森, 宋世鑫, 曹红梅

(河北科技师范学院 园艺科技学院, 河北 昌黎 066600)

摘要:选取3年生“蓝丰”、“北陆”、“美登”蓝莓品种为试验材料,采用石蜡切片法和“指甲油法”观察了3个蓝莓品种叶片解剖结构和气孔特性。结果表明:3个品种的叶片的角质层、表皮细胞、栅栏组织、海绵组织等组织厚度都存在着差异,其中“蓝丰”的角质层、表皮、栅栏组织、海绵组织厚度最大,“北陆”次之,“美登”最小;从叶片组织紧密度来看,“美登”的最大,“北陆”次之,“蓝丰”最小;栅栏比参数比较中,“北陆”最大,“美登”次之,“蓝丰”最小;从蓝莓叶片气孔特性来看,“蓝丰”气孔长度和宽度最大,“北陆”次之,“美登”最小,而气孔的密度呈现相反的结果。

关键词:蓝莓;叶片;结构;气孔

中图分类号:S 663.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)04-0005-04

蓝莓(Blueberry)属杜鹃花科(Ericaceae)越橘属(*Vaccinium*)植物,是一种经济价值高的新兴果树^[1-2]。蓝莓对气候适应性广,从我国北方的黑龙江到南方广东、广西等地都有种植,但不同的品种要求的气候条件也不同。叶片是植物重要的光合器官,是制造光合产物、气体交换和水分蒸腾的重要场所^[3-4]。叶片的结构决定了叶片的功能,叶片组织结构和气孔特性是衡量叶片功能特性的2项重要指标。叶片的结构除受其遗传

特性的影响以外,外界环境条件也影响其结构特征^[5]。蓝莓叶片对光照、水分等外界环境敏感,但不同的蓝莓品种对环境的要求存在一定的差异^[6]。因此在蓝莓种植上选择适宜当地气候条件的品种极为关键。

该试验通过研究蓝莓叶片结构和气孔特性,为生产中蓝莓品种的选择提供理论依据,也为进一步研究不同蓝莓品种生态适应性提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料采用3年生“蓝丰”、“北陆”、“美登”3个蓝莓品种,试验在河北秦皇岛河北科技师范学院昌黎校区进行,采样时间为2012年7月,新梢顶端出现黑点后,采

第一作者简介:谢兆森(1979-),男,博士,副教授,现主要从果树生理等研究工作。E-mail: xiezhaosen@sina.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31101508);河北省自然科学基金资助项目(C2013407107)。

收稿日期:2014-11-12

Comparison of Four Chinese Cabbage on Daily Dynamics of Photosynthesis

DU She-ni^{1,2}, BAI Gang-shuan^{1,2}

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: Taking 4 Chinese cabbage varieties of ‘Jinchun No. 2’, ‘Jinxia No. 55’, ‘Jinxia No. 50’, ‘Jinqiu No. 55’ as materials, in field, the diurnal dynamics of photosynthetic rate (P_n), transpiration rate (T_r), and stomatal conductance (G_s), as well as those of photosynthetic active radiation (PAR), CO_2 concentration in field (C_a), relative humidity (RH) and air temperature (T_a) were measured using portable LI-6400 photosynthesis system. The results showed that, the curves of the diurnal variation in P_n , T_r and G_s of four Chinese cabbage varieties had two peaks except the curves of the diurnal variation in T_r of ‘Jinqiu No. 55’ had one peak, and an obvious midday depression; there were differences in the time and the value of the peaks in P_n , T_r and G_s of four Chinese cabbage; correlation analyses showed that the correlation between P_n and environment factors was less than the correlation between T_r and environment factors.

Keywords: Chinese cabbage; environment factors; photosynthesis rate; transpiration rate; stomata conductance

集新梢中部第 6~7 片成熟叶片备用。

1.2 试验方法

1.2.1 叶片解剖结构观察 分别将采集的蓝莓叶片截取长、宽均为 0.5 cm 的材料,用 FAA 固定液固定 24 h 以上,梯度酒精和二甲苯进行脱水和透明,常规石蜡切片,切片厚度 6~8 μm ,番红-固绿对染,封片剂封片,显微镜下观察、拍照、测量。

1.2.2 气孔观察 选取同一枝条上相对位置和叶片大小相近的成熟叶片套暗袋处理 12~24 h 后摘回实验室,采用“指甲油法”观察气孔大小和分布。

1.3 数据分析

试验数据采用 SPSS 软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 叶片解剖结构特征

由图 1 可以看出,蓝莓叶片横切面的结构分为角质层、上表皮、栅栏组织、海绵组织、下表皮。“蓝丰”、“北陆”、“美登”的叶片厚度分别为 312.6、217.8、158.2 μm

表 1 蓝莓叶片组织结构厚度

Table 1 The thickness of blueberry leaf tissues

品种 Variety	叶片厚度 Leaf thickness	各层组织的厚度 Tissue thickness/ μm				
	/ μm	角质层 Cuticle	上表皮 Upper epidermis	下表皮 Lower epidermis	栅栏组织 Palisade mesophyll	海绵组织 Spongy mesophyll
“蓝丰”“Bluecrop”	312.6Aa	1.3Aa	25.9Aa	16.6Aa	133.9Aa	96.5Aa
“北陆”“Northland”	217.8Bb	0.9Bb	20.9Bb	14.8Bb	100.1Bb	44.6Bb
“美登”“Blomidon”	158.2Cc	1.2Aa	14.7Cc	13.2Bc	73.4Bb	34.9Cc

注:大写字母表示 0.01 水平上显著性差异;小写字母表示 0.05 水平上显著差异。
Note:Capital letters show significant difference at 0.01 level,lowercase letters show significant difference at 0.05 level.

2.2 叶片气孔特性

由图 2 可以看出,蓝莓叶片气孔无规则地分布于下表皮。各个品种的气孔密度各异,气孔密度最大的为“美登”,最小的是“蓝丰”(表 2)。从 3 个品种蓝莓叶片

表 2 蓝莓叶片气孔指标值

Table 2 The value of blueberry leaf stoma

品种 Variety	气孔长度 Stoma length/ μm	变异系数 Variable coefficient	气孔宽度 Stoma width/ μm	变异系数 Variable coefficient	气孔密度 Stoma density/(个 $\cdot\text{m}^{-2}$)	变异系数 Variable coefficient
“蓝丰”“Bluecrop”	41.3	13.3	20.5	8.4	257.6	15.0
“北陆”“Northland”	39.8	12.4	19.8	7.9	290.8	18.9
“美登”“Blomidon”	32.5	15.7	16.6	8.9	323.4	13.4

2.3 叶片不同组织的结构比较

叶片组织结构紧密度(CTR)、叶片组织细胞结构疏松度(SR)、栅海比(叶片中栅栏组织与海绵组织厚度的比值)是衡量叶片与抗性关系的 3 个重要指标。由表 3 可知,3 个品种中蓝莓的 CTR 值“美登”最高为 46.4%，“蓝丰”最低为 42.8%;SR 值“蓝丰”最高为 30.9%，“北陆”最低为 20.5%。叶片栅海比值“北陆”最高为 224.4，“蓝丰”最低为 138.8。

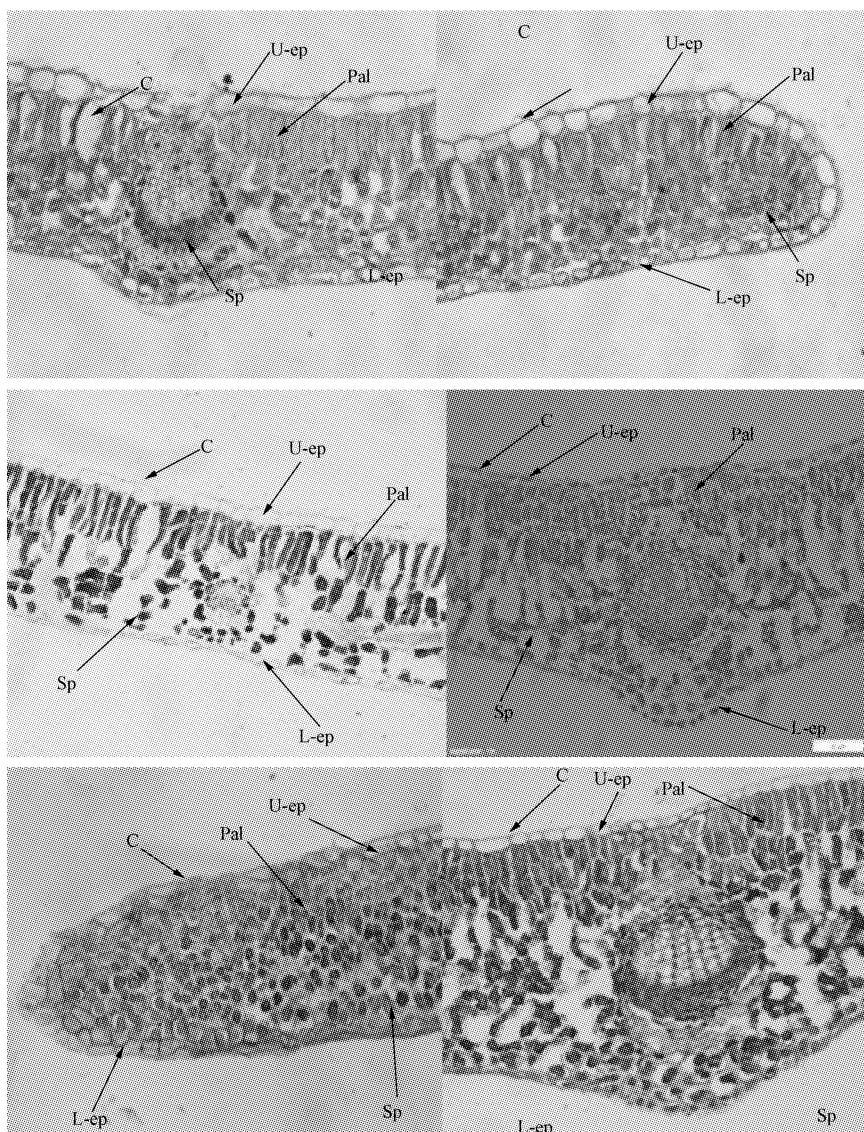
(表 1)。3 个蓝莓品种叶片上下表皮均由单层细胞构成,有明显的角质层,栅栏组织通常由一层排列整齐而紧密的细胞构成;海绵组织的细胞形状不规则,排列疏松,间隙较大。“蓝丰”、“北陆”、“美登”的角质层厚度为 1.3、0.9、1.2 μm ,3 个品种之间差异极显著。3 个品种蓝莓的表皮都由一层细胞组成,排列紧密,为类长方形。上表皮有一层薄薄的角质层、气孔不规则的分布在下表皮。3 个品种蓝莓的上表皮明显厚于下表皮,其中“蓝丰”上表皮厚度为最高 25.9 μm ，“北陆”20.9 μm ，“美登”最低 14.7 μm ;下表皮厚度“蓝丰”最高为 16.6 μm ，“美登”最薄为 13.2 μm 。3 个品种蓝莓叶片叶肉细胞排列紧密,其中“蓝丰”的栅栏组织最厚为 133.9 μm ，“美登”最小为 73.4 μm ;海绵组织位于栅栏组织和下表皮之间,细胞排列不太规则,细胞排列较疏松,“蓝丰”、“北陆”、“美登”的海绵组织厚度分别为 96.5、44.6、34.9 μm ,3 个品种叶片海绵组织厚度达到极显著差异水平。

气孔的长度、宽度大小来看,“蓝丰”最大,“北陆”次之,“美登”最小。3 个品种蓝莓叶片的气孔密度、长度、宽度的变异系数均较小,说明每一品种的气孔密度、长度和宽度均比较稳定。

表 3 不同蓝莓品种叶片组织结构比较

Table 3 Comparison of the leaf anatomy of different blueberry varieties

品种 Variety	叶片组织紧密度 Cell tense ratio	叶片组织细胞结构疏松度 Spongy ratio	栅海比 Palisade
	/%	/%	/spongy
“蓝丰”“Bluecrop”	42.8	30.9	138.8
“北陆”“Northland”	46.0	20.5	224.4
“美登”“Blomidon”	46.4	22.1	210.3

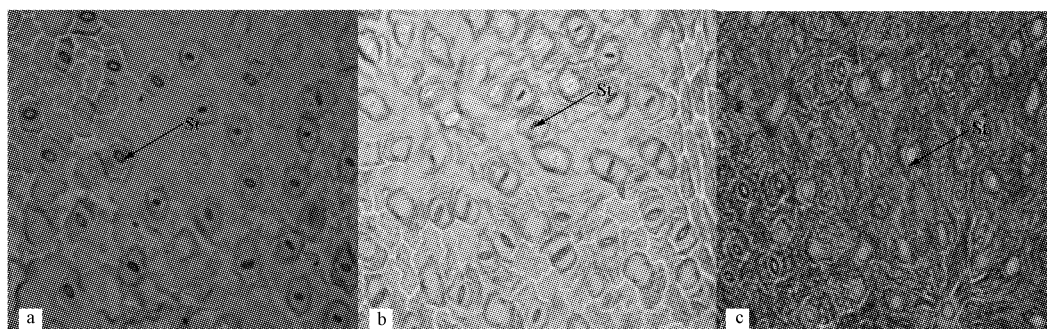


注:a与b为“美登”蓝莓叶片解剖结构;c与d为“北陆”叶片解剖结构;e与f为“蓝丰”蓝莓叶片解剖结构。C为角质层;U-ep为上表皮细胞;Pal为栅栏组织;Sp为海绵组织;L-ep为下表皮细胞。

Note:a and b pictures: 'Blomidon'; c and d pictures: 'Northland'; e and f pictures: 'Bluecrop'. C: cuticle; U-ep: upper epidermis; Pal: palisade mesophyll; Sp: spongy mesophyll; L-ep: lower epidermis.

图1 不同品种蓝莓叶片解剖结构($\times 20$)

Fig. 1 The leaf anatomy of different blueberry varieties($\times 20$)



注:a为“美登”叶片气孔;b为“北陆”叶片气孔;c为“蓝丰”叶片气孔;St为气孔。

Note:a picture: 'Blomidon', b picture: 'Northland', c picture: 'Bluecrop', St: stoma.

图2 不同蓝莓品种叶片气孔($\times 20$)

Fig. 2 The leaf stoma of different blueberry varieties($\times 20$)

3 讨论与结论

植物组织结构是决定其功能的重要因素。从叶片结构和气孔特性可以在一定程度上衡量植物对外界环境生态适应能力,因此人们常用叶片的结构和气孔指标评价植物抗旱、抗寒能力^[7-8]。从植物的抗旱性来看,一般较抗旱植物的叶片厚,角质层和蜡质层也厚,叶片表皮层发达,栅栏组织厚且排列紧密,叶片气孔小,密度相对较大^[9-10]。梁文斌等^[11]研究发现,筛枳木叶片表皮越厚控制水分能力越强,角质层越厚越能有效地减少植物体内水分的蒸腾。从叶片气孔角度来看,叶片气孔越大,叶片蒸腾速率快,植株水分的运转速度也快,导致抗旱能力减弱;植物的抗旱结构与抗寒结构存在相似性,与抗旱相关的叶片结构指标也可以作为抗寒指标^[12]。不同蓝莓品种生态适应性差异很大,在抗寒和抗旱能力上表现也不同。在生产中选择适宜当地气候条件的蓝莓品种是决定种植成败的最关键因素之一。

通过对我国北方主栽的3个蓝莓代表品种的叶片结构和气孔特性观察来看,3个品种的叶片在角质层、表皮细胞、栅栏组织、海绵组织等都存在着差异,其中“蓝丰”的角质层、表皮、栅栏组织、海绵组织厚度最大,“美登”各个组织最小。植物组织叶片紧密度在一定程度上能反应蓝莓的抗性,在叶片组织结构的观察中,3个蓝莓品种叶片组织结构厚度均有很大差异。植物组织叶片紧密度比较中,“美登”>“北陆”>“蓝丰”,这说明抗旱性

与抗旱性最强的是“美登”。在气孔长度和宽度比较中,“蓝丰”>“北陆”>“美登”,而气孔的密度呈现相反的结果,叶片气孔小能降低叶片蒸腾,则有利于提升叶片的抗旱能力。

参考文献

- [1] 傅佩云. 东北植物检索表[M]. 北京: 科学技术出版社, 1995: 491.
- [2] 李亚东. 越橘栽培与加工利用[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2001: 101-102.
- [3] 李亚东, 张治安, 吴林, 等. 红豆越橘光合作用特性研究[J]. 园艺学报, 1996, 23(1): 86-88.
- [4] 李亚东, 吴林, 张志东, 等. 高丛、半高丛、矮丛越橘和红豆越橘光合作用特性的比较研究[J]. 果树科学, 1998, 15(1): 30-33.
- [5] 孟庆杰, 王光全, 董绍锋, 等. 桃叶片组织解剖结构特征与其抗旱性关系的研究[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(3): 123-126.
- [6] 吴林, 李亚东, 张志东, 等. 三种类型越橘对于干旱胁迫的生理反应[J]. 吉林农业大学学报, 2003, 20(2): 1-4.
- [7] 张德巧, 徐增莱, 褚晓芳, 等. 蓝莓叶片与抗旱性相关的解剖结构指标研究[J]. 果树学报, 2008, 25(6): 864-867.
- [8] 孟繁霞. 气孔功能结构基础[J]. 植物学通报, 2000, 17(1): 27-33.
- [9] 刘全宏, 王孝安, 田先华, 等. 太白红杉叶的形态解剖学特征与环境因子的关系[J]. 西北植物学报, 2001, 21(5): 885-893.
- [10] 李志东, 黎可华, 何会蓉, 等. 华南地区7个暖季型草坪草种的抗旱性与灌溉节水的初步研究[J]. 草业科学, 2008, 25(11): 120-124.
- [11] 梁文斌, 李志辉, 许仲坤, 等. 枳椇无性系叶片解剖结构特征与其耐寒性研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2010, 30(2): 16-22.
- [12] 韩刚, 李少雄, 徐鹏, 等. 6种灌木叶片解剖结构的抗旱性分析[J]. 西北林学院学报, 2006, 21(4): 43-46.

Comparisons of Leaf Anatomical Structure and Stoma Characteristic Among Three Different Blueberry Varieties

XIE Zhao-sen, SONG Shi-xin, CAO Hong-mei

(College of Horticulture Science and Technology, Hebei Normal University of Science and Technology, Changli, Hebei 066600)

Abstract: ‘Bluecrop’, ‘Northland’ and ‘Blomidon’ blueberry varieties were selected as experimental materials, the leaf anatomical structure and stoma characteristic of 3 blueberry varieties were observed, in order to make clear the differences of leaf structure and stoma characteristic among different blueberry varieties. The results showed that the leaf anatomical structure of 3 blueberry varieties were different from each other in thickness of cuticle, epidermis cells, palisade tissue and spongy tissue. ‘Bluecrop’ blueberry leaves had the maximum thickness of cuticle, epidemic cells, palisade tissue and spongy tissue, ‘Northland’ took the second, ‘Blomidon’ was the last, but ‘Blomidon’ blueberry had the largest leaf tissue structure tense ratio (CTR) than ‘Bluecrop’ and ‘Northland’. ‘Bluecrop’ blueberry leaf had the biggest stoma, but the lowest stoma density, in contrast, ‘Blomidon’ had the smallest stoma, but the greatest stoma density.

Keywords: blueberry; leaf; anatomical structure; stoma