

# 资源限制和花粉来源对兔眼蓝莓坐果率和果实性状的影响

任永权<sup>1</sup>, 杨 苓<sup>1</sup>, 廖优江<sup>2</sup>, 陈 容<sup>1</sup>, 罗亚芬<sup>1</sup>

(1. 凯里学院 环境与生命科学学院, 贵州 凯里 556011; 2. 贵州省植物园, 贵州 贵阳 550004)

**摘 要:**以兔眼蓝莓品种‘粉蓝’为试材,通过疏花和授粉,研究了资源限制、花粉限制和花粉来源对兔眼蓝莓坐果率和果实性状的影响。结果表明:疏花能显著提高兔眼蓝莓的坐果率,改善果实品质;补充授粉也能显著提高其坐果率;虽然兔眼蓝莓品种‘粉蓝’自交亲和,但用‘杰兔’异花授粉获得的果实的直径、单果重、种子数和可溶性固形物含量均显著高于其自花授粉获得的果实。说明兔眼蓝莓存在一定的资源限制和花粉限制,同时花粉来源影响了果实品质,在生产上应考虑采用相互授粉亲和且果实品质较好的品种组合搭配建园。

**关键词:**兔眼蓝莓;疏花;坐果率;补充授粉;花粉限制;授粉树

**中图分类号:**S 663.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)22-0035-04

蓝莓(*Vaccinium ashei*)属杜鹃花科(Ericaceae)越橘属(*Vaccinium* L.)低灌木,目前大规模栽培的主要有矮丛蓝莓、高丛蓝莓和兔眼蓝莓3个类别<sup>[1]</sup>,在中国南方种植的品种多属于高丛蓝莓和兔眼蓝莓<sup>[2-3]</sup>。前人研究发现高丛蓝莓存在大小年现象<sup>[4]</sup>,并且越晚成熟的果实重量越轻<sup>[5]</sup>,可以疏掉40%的花而不影响最终的产量<sup>[6]</sup>,说明高丛蓝莓果实生长发育中存在资源限制的现象。此外,花粉的数量以及传粉媒介,即昆虫(主要是蜜蜂)的访花频率对高丛蓝莓的产量都有重要影响<sup>[7-10]</sup>。

长期以来,蓝莓种植者都熟知兔眼蓝莓需要品种间搭配种植以提高坐果率,保证产量,但目前品种搭配比较随意。在连续几年的田间试验中调查发现,许多兔眼蓝莓品种在果实成熟前有一次落果高峰期,特别是叶片

较少的结果枝这一现象更为严重。此外,蓝莓果实不仅大小差异较大,而且内在品质也有一定的差异,这为蓝莓的优质高产提出了新的难题。然而迄今为止,关于兔眼蓝莓传粉生物学的研究极少,而资源限制和花粉来源对其坐果率和果实品质影响的研究更鲜见报道。现以兔眼蓝莓品种‘粉蓝’为试材,以‘杰兔’为异花授粉花粉源,进行疏花和授粉试验,探讨资源限制、花粉限制和补充花粉来源对其坐果率和果实品质的影响,以期兔眼蓝莓生产中品种搭配以及花期管理提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验在贵州省麻江县宣威镇光明村龙崩试验示范基地进行,地理位置为北纬26°38′,东经107°73′,海拔750 m。

### 1.2 试验材料

以11 a生兔眼蓝莓品种‘粉蓝’为试材,选择生长健壮,长势一致且无病虫害的15棵植株为试验对象。异花花粉来源于同园内的11 a生兔眼蓝莓品种‘杰兔’,花

**第一作者简介:**任永权(1979-),男,博士,副教授,现主要从事植物学的教学与科研工作。E-mail:renyqcn@163.com。

**基金项目:**贵州省科学技术基金资助项目(黔科合J字[2012]2300号);凯里学院2013年规划资助项目(Z1302)。

**收稿日期:**2013-09-03

**Abstract:** Taking ‘Hanxiang’ pear fruit as test material, the technique on the aroma components during different storage periods and their relative content were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The results showed that ‘Hanxiang’ pear fruit had 32 aromatic substances of 7 types, including 19 kinds of esters, 3 kinds of alcohols, 3 kinds of aldehydes, 3 kinds of alkanes, 2 kinds of olefin, 1 kind of ketones and 1 kind of heterocyclic substance. As the storage period extend to fruit pulp softening, fruit aroma substances of alcohols, aldehydes, alkanes, alkenes and ketones convert to esters. The esters play a leading role in the fruit aroma of ‘Hanxiang’ pear, which including hexanoate, Hexyl acetate, Ethyl-2-Methylbutyrate, (E)-2-hexene-1-alcohol acetate and Ethyl caprylate.

**Key words:** ‘Hanxiang’ pear; fruit; GC-MS; aromatic components

粉采集于生长健壮、长势一致且无病虫害的植株。

### 1.3 试验方法

1.3.1 资源限制对坐果率和果实性状的影响 试验共设疏花 1/3、疏花 2/3 2 个处理,以未疏花为对照(CK)。2012 年 4 月 16 日,选择相邻的 10 株树,每株随机选择树冠外层的 3 根枝条进行相应处理。对照处理每枝花数 34~80 朵,10 次重复总计花数 572 朵;疏花 1/3 处理每枝留花数 33~72 朵,10 次重复总计花数 474 朵;疏花 2/3 处理每枝留花数 25~55 朵,10 次重复总计花数 395 朵。

1.3.2 花粉来源对坐果率和果实性状的影响 补充授粉对坐果率的影响:试验设同株自花补充授粉、异株自花补充授粉和异花补充授粉 3 个处理,以与疏花试验完全相同的自然授粉为对照(CK)。选择与疏花试验中相同的 10 株树,每株随机选择树冠外层的 3 根枝条进行相应处理。同株自花补充授粉处理每枝花数 30~58 朵,10 次重复总计花数 435 朵;异株自花补充授粉处理每枝花数 30~67 朵,10 次重复总计花数 441 朵;异花补充授粉处理中每枝花数 31~62 朵,10 次重复总计花数 453 朵。补充授粉时,用镊子夹取相应来源的花药触碰柱头。

1.3.3 去雄隔离授粉对坐果率和果实性状的影响 试验共设同株自花授粉、异株自花授粉和异花授粉 3 个处理,以自然授粉为对照(CK)。选择相邻的 5 株树,每株随机选择树冠外层的 4 根枝条进行相应的处理。处理前先剪除掉所选枝条上约 4/5 的花,每根枝条保留的花数为 14~29 朵。对照处理花总数 74 朵,同株自花授粉花总数 109 朵;异株自花授粉花总数 78 朵,异花授粉花总数 100 朵。所有授粉处理均去雄并用网袋隔离,用镊子夹取相应来源的花药触碰柱头。

### 1.4 项目测定

6 月 28 日果实开始成熟时统计每枝上的果实数并计算坐果率。采集疏花试验和去雄隔离授粉试验每处理中最先成熟的 20 个果实,带回实验室测量果实直径、果实重量、种子数和可溶性固形物含量(TTS)。可溶性固形物含量测定采用折射仪法,每个果实单独分析。

### 1.5 数据分析

因去雄授粉试验中每根枝条上所留花数较少,合并相同处理 5 根枝条的数据后,用卡方检验来比较不同处理的坐果率。其余数据均用 SPSS 13.0 软件进行单因素方差分析,在 5% 置信水平上用 LSD 检验或 Dunnett's T3 检验(方差不齐)进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 资源限制对兔眼蓝莓‘粉蓝’坐果率和果实性状的影响

兔眼蓝莓‘粉蓝’的坐果率随着疏花程度的增加而提高,由图 1-A 可知,疏花 2/3 后坐果率显著高于 CK ( $P<0.05$ ),说明在蓝莓生长发育中存在一定的资源限制。疏花后果实性状的变化进一步证明了在蓝莓生长发育过程中资源限制现象的存在。疏花对果实直径( $F_{2,57}=2.924, P=0.062$ ,图 2-A)和种子数( $F_{2,57}=0.568, P=0.570$ ,图 2-B)的影响均不显著,但对果实重量( $F_{2,57}=3.213, P=0.048$ ,图 2-C)的影响达到了显著水平。疏花 2/3 处理得到的果实显著重于对照( $P=0.023$ )和疏花 1/3 处理( $P=0.047$ )中的果实。不同处理中可溶性固形物含量的差异也达到了显著水平( $F_{2,57}=16.857, P<0.01$ ,图 2-D)。疏花 2/3 处理所得果实的可溶性固形物含量极显著高于对照( $P<0.01$ )和疏花 1/3 处理( $P<0.01$ )中的果实。

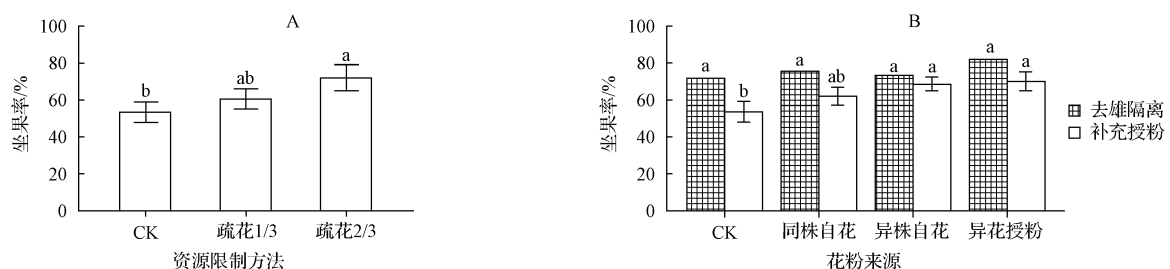


图 1 资源限制和花粉来源对兔眼蓝莓‘粉蓝’坐果率的影响

注:数据用平均值和标准误表示,不同的字母代表在 5% 置信水平上的显著差异。下同。

Fig. 1 Effects of resource limitation and pollen sources on fruit setting rate of *Vaccinium ashei* cv. 'Powderblue'

Note: Data were means and standard errors, different letters represent significant difference at 5% level by SNK test. The same below.

### 2.2 花粉来源对兔眼蓝莓‘粉蓝’坐果率和果实性状的影响

从图 1-B 可以看出,补充授粉也能增加兔眼蓝莓的坐果率,与 CK 相比,补充异株自花和异花授粉都显著提

高了其坐果率( $P<0.05$ ),说明花粉限制也是影响蓝莓生产的重要因素。去雄隔离授粉中花粉来源对‘粉蓝’的坐果率没有显著影响(图 1-B),‘粉蓝’同株自花授粉后坐果率高达 75.23%,说明该品种具有较高的自交亲

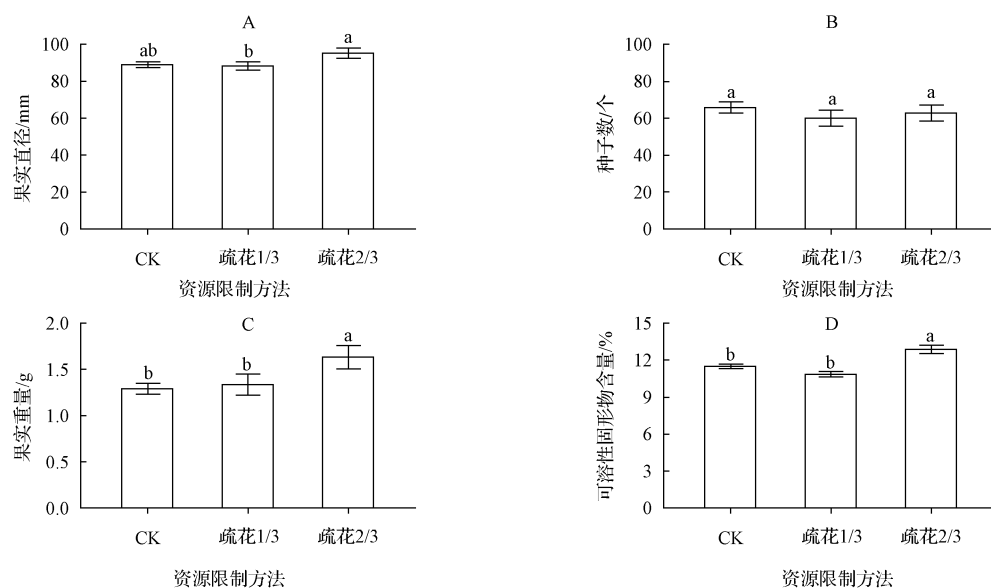


图2 资源限制对兔眼蓝莓‘粉蓝’果实性状的影响

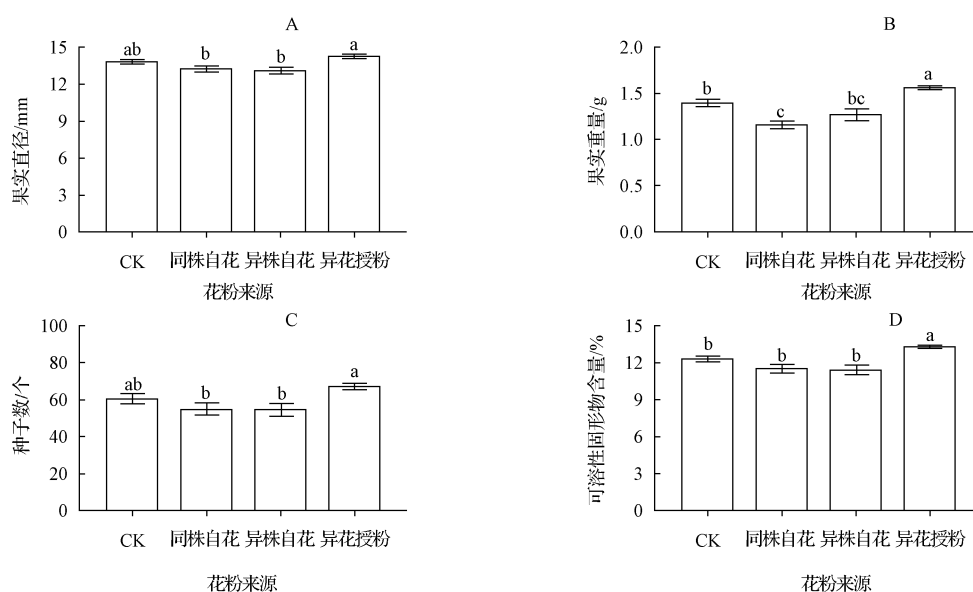
Fig. 2 Effects of resource limitation on characteristics of *Vaccinium ashei* cv. 'Powderblue'

图3 花粉来源对兔眼蓝莓‘粉蓝’果实性状的影响

Fig. 3 Effects of pollen sources on characteristics of *Vaccinium ashei* cv. 'Powderblue'

和性。花粉来源显著影响果实直径( $F_{3,76}=6.834, P<0.01$ ,图 3-A),异花授粉后的果实直径极显著大于同株自花授粉( $P<0.01$ )和异株自花授粉( $P<0.01$ )后的果实;花粉来源对果实重量也有显著影响( $F_{3,76}=17.146, P<0.01$ ,图 3-B),异花授粉后得到的果实极显著重于CK( $P<0.01$ )、同株自花授粉( $P<0.01$ )和异株自花授粉( $P<0.01$ )的果实,并且对照果实重量极显著高于同株自花授粉得到的果实( $P<0.01$ );种子数也受花粉来源的影响( $F_{3,76}=4.091, P=0.01$ ,图 3-C),异花授粉后果实中种子数比同株自花授粉( $P<0.01$ )和异株自花授粉( $P<0.01$ )得到的果实种子数都多;异花授粉得到的果

实中可溶性固形物含量( $F_{3,76}=9.557, P<0.01$ ,图 3-D)极显著高于CK( $P<0.01$ )、同株自花授粉( $P<0.01$ )和异株自花授粉( $P=0.001$ )得到的果实。

### 3 结论与讨论

该研究结果表明,‘粉蓝’坐果率、果实重量和果实品质都随着疏花程度的增加而提高,说明了其生长发育过程中有资源限制的现象存在。在高丛蓝莓中可以疏掉约40%的花而对产量没有明显影响<sup>[6]</sup>。在兔眼蓝莓生产中,在不影响产量的前提下,建议适量疏花以获得品质更好的果实。

该研究还发现,补充授粉可以显著提高兔眼蓝莓的

坐果率,这表明花粉限制是蓝莓栽培中坐果率较低的一个主要因素。在试验中,观察到兔眼蓝莓的主要传粉者是蜜蜂(*Apis* sp.)和熊蜂(*Bombus* spp.)。蜜蜂是蓝莓的有效传粉者<sup>[1]</sup>,蓝莓果重和蜜蜂的数量之间存在正相关关系<sup>[7]</sup>。建议在蓝莓园内养殖蜜蜂,并且在蓝莓的花期适当的喷施一定浓度的蜂蜜和硼酸混合液,以利于蓝莓的授粉,提高坐果率,实现优质高产。

该研究中值得关注的结果是,兔眼蓝莓‘粉蓝’具有较高的自交亲和性,其自花授粉后坐果率高达 75.23%。但用‘杰兔’异花授粉后获得的果实的直径、单果重、种子数和可溶性固形物含量均显著高于其自花授粉获得的果实。因此,在兔眼蓝莓生产种植中,应充分重视花粉来源对果实品质的影响,对现有主栽品种进行搭配种植建园。此外,也应加快开展其它兔眼蓝莓品种间相互授粉亲和性,以及果实品质差异的试验评价,为兔眼蓝莓生产栽培提供科学依据。

#### 参考文献

- [1] Wenslaff T F, Lyrene P M. The use of mentor pollination to facilitate wide hybridization in blueberry[J]. Hort Science, 2000, 35(1): 114-115.
- [2] 聂飞, 房小晶, 周红英, 等. 我国蓝莓栽培现状及在贵州的产业化发展前景[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(10): 69-71.
- [3] 吴慧, 张慧琴, 马常念, 等. 南高丛越橘与兔眼越橘果实品质及抗氧化能力的比较[J]. 果树学报, 2011, 28(6): 1045-1049.
- [4] Ehlenfeldt M K, Martin R B. Seed set, berry weight, and yield interactions in the highbush blueberry cultivars (*Vaccinium corymbosum* L.) ‘Bluecrop’ and ‘Duke’[J]. Journal of the American Pomological Society, 2010, 64(3): 162-172.
- [5] Nesmith D S, Krewer G. Effect of bee pollination and GA<sub>3</sub> on fruit size and maturity of three rabbiteye blueberry cultivars with similar fruit densities[J]. Hort Science, 1999, 34(6): 1106-1107.
- [6] Siefker J H, Hancock J F. Pruning effects on productivity and vegetative growth in the highbush blueberry[J]. Hort Science, 1987, 22: 210-211.
- [7] Isaacs R, Kirk A K. Pollination services provided to small and large highbush blueberry fields by wild and managed bees[J]. Journal of Applied Ecology, 2010, 47: 841-849.
- [8] Hicks B J. Pollination of lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium*) in Newfoundland by native and introduced bees[J]. Journal of the Acadian Entomological Society, 2011, 7: 108-118.
- [9] Da Silveira T M T, Raseira M C B, Nava D E, et al. Blueberry pollination in southern Brazil and their influence on fruit quality[J]. Revista Brasileira de Fruticultura, 2011, 33(1): 81-88.
- [10] Dogterom M H, Winston M L, Mukai A. Effect of pollen load size and source (self, outcross) on seed and fruit production in highbush blueberry cv. ‘Bluecrop’ (*Vaccinium corymbosum*; Ericaceae)[J]. American Journal of Botany, 2000, 87(11): 1584-1591.
- [11] Sampson B J, Cane J H. Pollination efficiencies of three bee (Hymenoptera: Apoidea) species visiting rabbiteye blueberry[J]. Journal of Economic Entomology, 2000, 93(6): 1726-1731.

## Effect of Resource Limitation and Pollen Sources on Fruit Setting Rate and Fruit Characters of *Vaccinium ashei*

REN Yong-quan<sup>1</sup>, YANG Qin<sup>1</sup>, LIAO You-jiang<sup>2</sup>, CHEN Rong<sup>1</sup>, LUO Ya-fen<sup>1</sup>

(1. College of Environment and Life Sciences, Kaili University, Kaili, Guizhou 556011; 2. Guizhou Botanical Garden, Guiyang, Guizhou 550004)

**Abstract:** Taking *Vaccinium ashei* ‘Powderblue’ as test material, the flower thinning and hand-pollination were conducted, the effects of resource limitation, pollen limitation and pollen sources on fruit setting rate and berry property on *Vaccinium ashei* ‘Powderblue’ were studied. The results showed that fruit setting rate and berry quality increased significantly with the extent of flower thinning, and fruit setting rate increased significantly after supplemental pollination. Although the *Vaccinium ashei* ‘Powderblue’ was self-compatible, berries pollinated from another cultivar ‘Premier’ performed significantly better than those pollinated from the same cultivar or the same plant in parameters of berry diameter, berry weight, number of seeds per berry and total soluble solid. Both resource limitation and pollen limitation were detected in rabbiteye blueberry, and berry quality was significantly affected by pollen sources. Inter-planting of different cultivars was recommended to facilitate outcrossing.

**Key words:** *Vaccinium ashei*; flower thinning; fruit setting rate; supplemental pollination; pollen limitation; pollinizer