

DOI:10.11937/bfyy.201701007

## 硼酸和赤霉素对杏坐果率的影响

董胜利<sup>1,2</sup>, 阿布来克·尼牙孜<sup>1,2,3</sup>, 章世奎<sup>1,2</sup>, 廖康<sup>3</sup>

(1. 新疆农业科学院 轮台果树资源圃, 新疆 轮台 841600; 2. 农业部 国家重点野外科学观测轮台站, 新疆 轮台 841600;  
3. 新疆农业大学 林学与园艺学院, 新疆 乌鲁木齐 830052)

**摘 要:**以‘卡巴克西米西’‘卡拉阿藏’‘大树上干’‘赛买提’等杏品种为试材,在盛花期分别喷施不同浓度的硼酸(0.05%、0.10%、0.15%、0.20%、0.25%)和外源赤霉素(50、100、150 mg·L<sup>-1</sup>),比较不同浓度的硼酸和外源赤霉素对杏坐果率的影响,以明确硼酸和赤霉素的最适喷施浓度,探讨硼酸和外源赤霉素对杏坐果率的影响,为杏的优质高效生产提供一定的实践指导和理论依据。结果表明:不同浓度的硼酸对不同杏品种坐果率均有极显著地提高作用;随着硼酸浓度的增加,不同杏品种的坐果率均呈现先升高后下降的趋势,但变化幅度有差异。其中,‘大树上干’和‘卡拉阿藏’的最适硼酸浓度为0.15%,而‘卡巴克西米西’和‘赛买提’的最适硼酸浓度分别为0.20%和0.10%。不同浓度的赤霉素对不同杏品种的坐果率均有显著地提高作用;随着赤霉素浓度梯度的增加,不同杏品种的坐果率均呈现先升高后下降的趋势,其变化幅度也基本一致,最高坐果率均为喷施100 mg·L<sup>-1</sup>的赤霉素处理。可知,最适浓度硼酸和外源赤霉素对杏坐果率有明显的提高作用,浓度不适反而导致坐果率的下降,且不同品种对不同浓度的硼酸和赤霉素的效应响应有所差异。因此,在最适的硼酸和赤霉素喷施浓度的筛选和应用过程中还要考虑品种问题。

**关键词:**硼酸;赤霉素;坐果率

**中图分类号:**S 662.206<sup>+</sup>.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)01-0028-05

新疆环塔里木盆地是我国杏的重要产区,杏的种类多,资源丰富,截至2013年底,新疆杏树栽培面积已达 $1.358\ 61 \times 10^5\ \text{hm}^2$ ,总产量达到 $1.406\ 930 \times 10^6\ \text{t}$ <sup>[1]</sup>。但是,近年来在新疆环塔里木盆地春末频发的沙尘暴造成的恶劣浮尘天气往往与杏花期相遇,影响杏树的正常授粉受精过程,导致坐果率下降。杏坐果率低是制约杏产业发展的关键因素之

一。为此,探索人工弥补授粉受精过程中的必要微量元素和激素等提高杏树坐果率的人工辅助措施,对新疆环塔里木盆地杏树可持续丰产、提高农民收入、创造较大的社会效益具有重要的意义。在国内外,这种特定自然环境条件下,在果树花期喷施必要的微量元素和植物激素提高坐果率的人工辅助措施引起了学者的重视,报道的相关文献也不少<sup>[2-7]</sup>,但硼酸、赤霉素使用提高杏坐果率的报道极少。新疆杏栽培面积大,品种繁多,目前各主栽品种的自然坐果率低,再加上生产实践中倒春寒、沙尘暴等自然性天气的原因易减产,品质下降<sup>[8]</sup>。该试验以‘卡巴克西米西’‘卡拉阿藏’‘大树上干’‘赛买提’杏为试材,

**第一作者简介:**董胜利(1970-),男,本科,农艺师,研究方向为果树栽培与育种及果树资源。E-mail:1449693707@qq.com.

**基金项目:**国家特色果树砧木种质资源平台(轮台)资助项目(NICGR2016-060)。

**收稿日期:**2016-09-27

study its male gametophyte development. The results showed that the male gametophyte development of ‘No. 1 Yongfeng’ was slower in early and faster in later. The male gametophyte development of ‘Yanlong’ was just the opposite. And the male gametophyte development of ‘No. 1 Yongfeng’ chestnut was about nine days earlier than ‘Yanlong’. Their male gametophyte development took about 32 days from the beginning to the end. Both of them had four microsporangies. The type of tapetum was glandular tapetum. The development of anther wall was basic type and the shape of pollen was prolate spheroids.

**Keywords:** chestnut; ‘Yanlong’; ‘No. 1 Yongfeng’; male gametophyte

在盛花期喷施不同浓度的赤霉素和硼酸,初步比较研究赤霉素和硼酸对杏产量的影响,以期对杏产量的提高提供初步的理论依据和实践技术指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地选在新疆轮台国家果树资源圃(东经  $84^{\circ}13'$ ,北纬  $41^{\circ}47'$ ),位于天山南麓东端,塔里木盆地边缘,属于暖温带干旱大陆性气候,年平均气温  $10.6^{\circ}\text{C}$ ,年平均降雨量  $52\text{ mm}$ ,年蒸发量  $2\,072\text{ mm}$ ,年日照时数  $2\,783\text{ h}$ ,年平均太阳总辐射量  $577.6\text{ kJ}\cdot\text{cm}^{-2}$ ,无霜期  $188\text{ d}$  左右<sup>[9]</sup>。

### 1.2 试验材料

供试材料为 4 个新疆当地优良杏品种‘卡巴克西米西’、‘卡拉阿藏’、‘大树上干’、‘赛买提’,株行距为  $4\text{ m}\times 5\text{ m}$ ,树龄 25 年,树势强健,开心形,按照生产园标准化统一栽培管理。

供试试剂:硼为北京化工厂生产的分析纯硼砂结晶粉,赤霉素为上海同瑞生物科技有限公司生产的 75% 赤霉素结晶粉。

### 1.3 试验方法

试验于 2013 年 3 月底进行,2014 年进行重复试验。选生长基本一致的健壮杏树,在盛花期(3 月 31 日)喷施不同浓度的硼酸和赤霉素,硼酸浓度设计了 5 个浓度梯度,分别为 0.05%、0.10%、0.15%、0.20% 和 0.25%,赤霉素浓度设计了 3 个

浓度梯度,分别为 50、100、150  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,喷清水为对照(CK),每处理选择 1 000 朵花,每处理 3 次重复;第 2 次生理落果后统计每个处理和对照的坐果率。

### 1.4 数据分析

试验数据用 Excel 2013 进行整理、用 SPSS 16.0 进行数据统计,并用 Sigma plot 11.0 软件进行绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度的硼酸对不同杏品种坐果率的影响

由表 1 可知,硼酸浓度 ( $P<0.01$ )、品种 ( $P<0.01$ ) 及其相互作用 ( $P<0.01$ ) 对杏坐果率均有极显著地影响;由分析中的 SS、MS 和  $F$  值的比较结果可知,2 个因素及其相互作用在杏坐果率上的影响制约程度表现为:品种>硼酸浓度>2 个因素共同作用。单因素方差分析结果可知,不同浓度的硼酸对不同杏品种坐果率均有极显著的 ( $P<0.01$ ) 提高作用;随着硼酸浓度的增加,不同杏品种的坐果率均呈现先升高后下降的趋势,但变化幅度有差异(图 1)。其中,‘大树上干’、‘卡拉阿藏’的最高坐果率出现在硼酸浓度 0.15%,最高坐果率分别为  $(42.63\pm 1.76)\%$  和  $(29.33\pm 1.04)\%$ ,比对照分别高 49.96% 和 54.55%,与对照和其它处理差异均极显著 ( $P<0.01$ );而‘卡巴克西米西’和‘赛买提’的最大坐果率分别出现在硼酸浓度 0.20% 和 0.10%,最高坐果率分别为  $(39.33\pm 0.38)\%$  和  $(38.67\pm 0.78)\%$ ,比对照分别高 52.54% 和 49.91%,与对照和其它处理差异均极显著

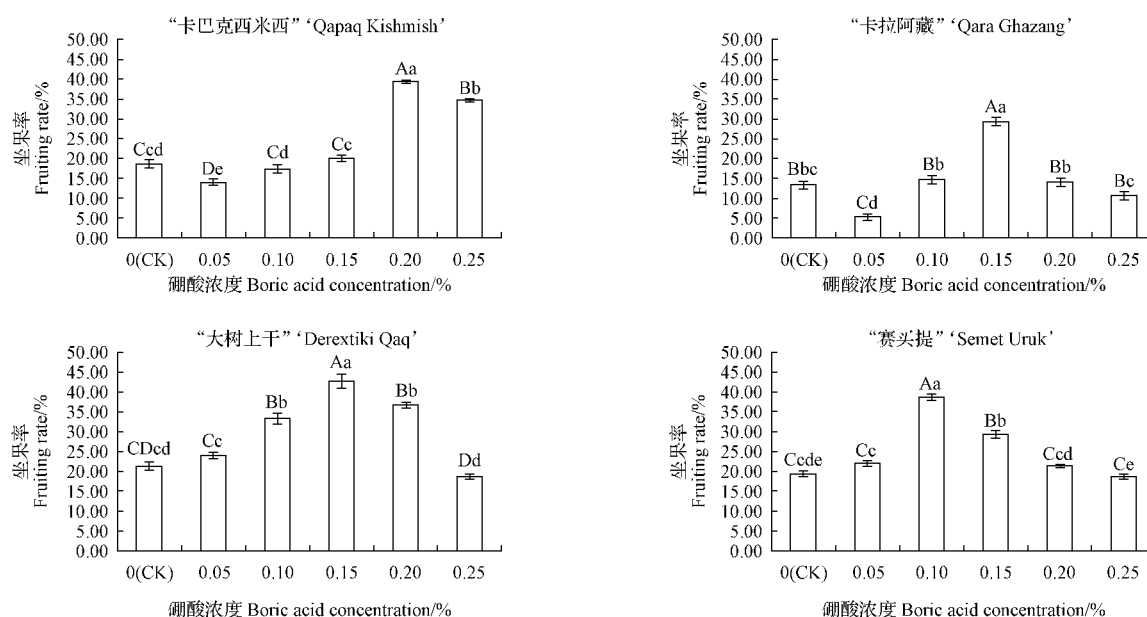


图 1 不同浓度的硼酸对杏坐果率的影响

Fig. 1 Effects of the different concentration of boric acid on the fruiting rate of apricot

表 1 硼酸浓度、品种及其交互作用对杏坐果率影响的多因素方差分析

Table 1 Multi-way ANOVA of effects of species, boric acid concentration and their interactions on fruiting rate of apricot

| 因素<br>Factor                                | df | SS        | MS      | F value | P value |
|---|----|-----------|---------|---------|---------|
| 品种 Species                                  | 3  | 2 107.291 | 702.430 | 281.708 | <0.000  |
| 硼酸浓度 Boric acid concentration               | 5  | 1 906.269 | 381.254 | 152.901 | <0.000  |
| 品种×硼酸浓度<br>Species×Boric acid concentration | 15 | 925.786   | 195.052 | 78.225  | <0.000  |

( $P<0.01$ )。对照和不同硼酸浓度处理的均值来比较,不同品种的坐果率的大小顺序为‘大树上干’>‘赛买提’>‘卡巴克西米西’>‘卡拉阿藏’。

## 2.2 不同浓度的赤霉素对不同杏品种坐果率的影响

多因素方差分析结果可知,赤霉素浓度( $P<0.01$ )和品种( $P<0.01$ )对杏坐果率均有极显著地影

响,但赤霉素浓度和品种的相互作用对杏坐果率无显著( $P>0.05$ )影响。此外,由表 2 的 SS、MS 和 F 值的比较分析可知,2 个因素及其相互作用在杏坐果率上的影响制约程度表现为赤霉素浓度>品种>2 个因素共同作用。单因素方差分析可知,不同浓度的赤霉素对不同杏品种的坐果率均有显著( $P<0.05$ )提高作用;随着赤霉素浓度梯度的增加,不同杏品种的坐果率均呈现先升高后下降的趋势,其变化幅度也基本上一致(图 2)。“卡巴克西米西”“卡拉阿藏”“大树上干”和“赛买提”的最高坐果率均出现在赤霉素  $100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,最高坐果率分别为 $(8.67\pm 0.38)\%$ 、 $(8.00\pm 1.01)\%$ 、 $(9.33\pm 0.38)\%$ 和 $(7.33\pm 0.38)\%$ ,比对照分别高 53.85%、62.50%、50.00%、54.55%,与对照差异均极显著( $P<0.01$ ),但与其它处理相比均无显著性( $P>0.05$ )差异。CK 和不同

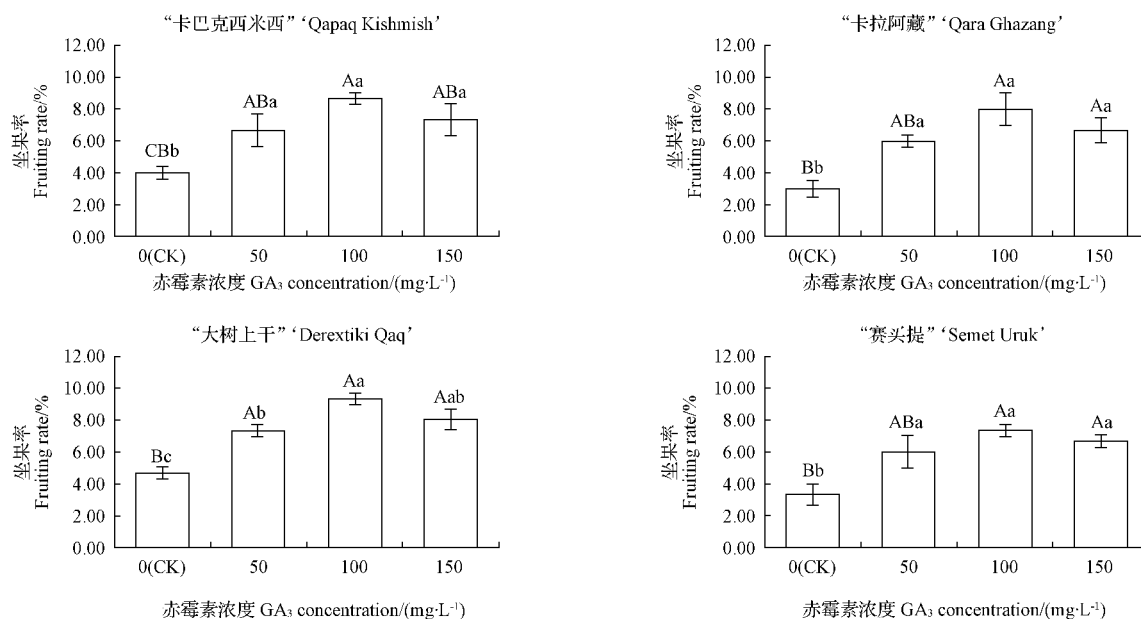


图 2 不同浓度的赤霉素对杏坐果率的影响

Fig. 2 Effects of the different concentration of  $\text{GA}_3$  on the fruiting rate of apricot

表 2 赤霉素浓度、品种及其交互作用对杏坐果率影响的多因素方差分析

Table 2 Multi-way ANOVA of effects of species,  $\text{GA}_3$  concentration and their interactions on fruiting rate of apricot

| 因素<br>Factor                                     | df | SS      | MS     | F value | P value |
|--|----|---------|--------|---------|---------|
| 品种 Species                                       | 3  | 18.076  | 6.025  | 4.542   | 0.009   |
| 赤霉素浓度 $\text{GA}_3$ concentration                | 3  | 136.376 | 45.459 | 34.265  | <0.000  |
| 品种×赤霉素浓度<br>Species× $\text{GA}_3$ concentration | 9  | 1.010   | 0.112  | 0.085   | 0.999   |

硼酸浓度处理的均值来比较,不同品种的坐果率的大小顺序为‘大树上干’>‘卡巴克西米西’>‘卡拉阿藏’>‘赛买提’(图 2)。

## 3 讨论

硼酸具有增加生殖细胞糖的吸收、运转、代谢和积累,增加氧的吸收,形成花粉管膜果胶物质,促进花粉萌发、花粉管伸长及子房的发育,促使花粉成熟期趋于一致,并能够有效的抑制果实离层纤维素酶的活性,调节养分吸收与利用的平衡等重要作用<sup>[10]</sup>。

硼酸还可以提高单位体积的细胞数目,促进代谢库细胞对同化物的吸收和调运,使果实成为强“库”,可溶性固形物等的积累加快<sup>[11]</sup>。NEGI 等<sup>[2]</sup>研究发现,初花期喷施  $200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  硼酸的雌雄同体花率明显的高于对照,  $200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  硼酸和  $2\,000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  保湿剂(sorbitol)喷施处理得到了最高坐果率、最小落果率和最高的产量(每株  $59.76 \text{ kg}$ )。此外,梁燕等<sup>[3]</sup>对盛花期喷施肥料对轮台白杏坐果率的影响研究发现,喷施硼酸和尿素的复合肥料可显著提高盛果期轮台白杏坐果率。该试验结果发现,由多因素方差分析结果可知,硼酸浓度( $P < 0.01$ )、品种( $P < 0.01$ )及其相互作用( $P < 0.01$ )对杏坐果率均有极显著的影响(表 1)。单因素方差分析结果可知,不同浓度的硼酸对杏不同品种坐果率均有极显著的( $P < 0.01$ )提高作用;随着硼酸浓度的增加,不同杏品种的坐果率均呈现先升高后下降的趋势,但变化幅度有差异(图 1)。“大树上干”和“卡拉阿藏”的最高坐果率出现在硼酸浓度为  $0.15\%$ ,而“赛买提”和“卡巴克西米西”的最高坐果率分别出现在硼酸浓度为  $0.10\%$  和  $0.20\%$ 。说明一定浓度范围的硼酸对杏子坐果率有明显的提高作用,但是品种不同最适的浓度有所不同。导致该结果最可能的原因之一是过低或过高浓度的硼酸对杏树正常授粉受精及坐果均有一定的局限性,即低浓度的硼酸不能充分的满足树体对微量元素硼酸的需求,而高浓度的硼酸对花粉萌发、花粉管的生长及受精具有直接或间接的抑制作用。此外,基因型差异引起了不同品种授粉受精过程中的雌配子体微环境和营养状况的差别,从而引起了不同品种对硼酸最适浓度的差别。

外源赤霉素有促进整个果实发育期吲哚乙酸(IAA)的合成和果实发育前期脱落酸(ABA)、玉米素核苷(ZRs)的含量等作用,而这些物质可促进果肉细胞的膨大和分裂,提高单位体积的细胞数目,促进代谢库细胞对同化物的吸收和调运<sup>[12]</sup>。外源赤霉素还可诱导淀粉酶活性的提高,使淀粉等贮藏物质迅速降解而形成各种糖。赤霉素使幼果  $\alpha$ -淀粉酶、总淀粉酶活性提高<sup>[13]</sup>。王长丽<sup>[4]</sup>的研究发现,喷施赤霉素枣花中内源激素的含量都比未喷施的高,且达到极显著水平;而在果中则相反,未喷施处理的含量都比喷施处理的高,喷施赤霉素的最终坐果率比对照增加了  $55.3\%$ 。该试验结果发现,不同浓度的赤霉素对不同杏品种的坐果率均有显著( $P < 0.05$ )地提高作用;随着赤霉素浓度梯度的增加,不同杏品种的坐果率均呈现先升高后下降的趋势,其变化幅度

也基本上一致,最高的坐果率均出现在赤霉素  $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (表 2、图 2)。引起该结果的最可能的原因是由于低浓度的赤霉素可提高幼果内源赤霉素和生长素的水平,阻止形成离层并吸引营养物质进入幼果,从而提高坐果率,高浓度的赤霉素可能对生长素的形成具有拮抗作用,故坐果率有所降低;该结果与武婷等<sup>[5]</sup>、郝庆等<sup>[14]</sup>报道的试验结果基本上一致。

此外,新疆南部春季气候干燥,风沙大,在这样的环境下不利于杏树花期的授粉受精,在花期喷施硼酸和赤霉素不仅可以补充树体营养,而且可以改善杏园内和树冠周围的小气候,有利于促进杏花的授粉受精,从而提高杏树的坐果率。试验期间,2013 年 4 月 13—15 日连续 3 d 发生了较严重的倒春寒,冻害较严重,而试验结果发现,不同浓度硼酸和赤霉素处理的杏坐果率均比对照明显的高。这另一方面可能是与硼酸和赤霉素具有提高杏花抗寒性的生理作用有关。硼酸能促进碳水化合物的合成和运输,提高蛋白质粘滞性,降低膜透性,因而有利于提高树体抗寒和抗旱能力<sup>[13]</sup>。彭福田等<sup>[15]</sup>也认为充足的硼酸能增强植物的抗逆性,即硼酸在细胞膜水平发挥作用,调节离子、代谢物和激素的跨膜运转,对细胞膜结构和功能的完整性起重要作用。

#### 4 结论

不同浓度的硼酸对不同杏品种坐果率均有极显著地( $P < 0.01$ )提高作用;随着硼酸浓度梯度的增加,不同杏品种的坐果率均呈现先升高后下降的趋势,但变化幅度有差异。其中,在该浓度设计,“大树上干”和“卡拉阿藏”的最适硼酸浓度为  $0.15\%$ ,最高坐果率分别为  $(42.63 \pm 1.76)\%$  和  $(29.33 \pm 1.04)\%$ ,比对照分别高  $49.96\%$  和  $54.55\%$ ,与对照差异均极显著( $P < 0.01$ );而“卡巴克西米西”和“赛买提”的最适硼酸浓度分别为  $0.20\%$  和  $0.10\%$ ,最高坐果率分别为  $(39.33 \pm 0.38)\%$  和  $(38.67 \pm 0.78)\%$ ,比对照分别高  $52.54\%$  和  $49.91\%$ ,与对照相比差异均极显著( $P < 0.01$ )。

不同浓度的赤霉素对不同杏品种的坐果率均有显著( $P < 0.05$ )地提高作用;随着赤霉素浓度梯度的增加,不同杏品种的坐果率均呈现先升高后下降的趋势,其变化幅度也基本上一致。“卡巴克西米西”“卡拉阿藏”“大树上干”和“赛买提”的最高坐果率均出现在赤霉素  $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,最高坐果率分别为  $(8.67 \pm 0.38)\%$ 、 $(8.00 \pm 1.01)\%$ 、 $(9.33 \pm 0.38)\%$  和  $(7.33 \pm 0.38)\%$ ,比对照分别高  $53.85\%$ 、 $62.50\%$ 、

50.00% 和 54.55%, 与对照差异均极显著 ( $P < 0.01$ )。

### 参考文献

- [1] 新疆维吾尔自治区统计局. 新疆统计年鉴-2014[M]. 北京: 中国统计出版社, 2014: 363-364.
- [2] NEGI S S, SINGH A K, SINGH N, et al. Effect of nutrients on flowering and fruiting of mango cv. *Dashehari*[J]. Haryana J Hort Sci, 2011, 40(1&2): 69-71.
- [3] 梁燕, 潘存德, 王世伟, 等. 盛花期喷施肥料对轮台白杏坐果率的影响[J]. 新疆农业科学, 2012, 49(1): 34-39.
- [4] 王长丽. 不同施肥处理及喷施赤霉素对灰枣生理与坐果率[D]. 郑州: 河南农业大学, 2012.
- [5] 武婷, 武之新, 徐泽茹, 等. 植物生长调节剂在枣树上的应用[J]. 落叶果树, 2008(2): 39-42.
- [6] KNOCH M, KHANAL B P. Russetting and microcracking of 'golden delicious' apple fruit concomitantly decline due to gibberellin a4+7 application[J]. J Amer Soc Hort Sci, 2011, 136(3): 159-164.
- [7] IBRAHIM H I M, MOHAMED A Y, AHMED F F. Relation of

fruiting in hindy bisinara mangoes to foliar nutrition with Mg, B and Zn and some antioxidants[J]. African Crop Science Conference Proceedings, 2007(8): 411-415.

- [8] 宋建伟. 花期喷施 B, Mo, GA<sub>3</sub> 对提高苹果坐果率的研究[J]. 河南职业技术学院学报, 1999, 27(3): 49-54.
- [9] 赵世荣. '冬杏'开花授粉生物学及果实发育特性研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2014.
- [10] 徐秋萍. 生长调节剂在杏树上的研究新进展[J]. 北方果树, 1998(1): 3-4.
- [11] 唐文斌. 果树根外施肥可保花保果[J]. 湖南农业, 1998(3): 12.
- [12] 梁和, 马国瑞, 石伟勇, 等. 钙硼酸营养与果实生理及耐贮性研究进展[J]. 土壤通报, 2000, 31(4): 187-192.
- [13] 崔美香, 赵敏. 梨树硼素营养研究与缺硼防治[J]. 河北果树, 1998(3): 27.
- [14] 郝庆, 杨波, 车玉红, 等. 硼酸和赤霉素对提高赛买提杏坐果率和果实品质的初步研究[J]. 新疆农业科学, 2007, 44(5): 571-574.
- [15] 彭福田, 魏绍冲, 姜远茂. 生长季苹果硼素营养变化动态及诊断[J]. 果树学报, 2001, 18(3): 136-139.

## Effects of Boric Acid and Gibberellin on Fruiting of Apricot

DONG Shengli<sup>1,2</sup>, Ablah NIYAZ<sup>1,2,3</sup>, ZHANG Shikui<sup>1,2</sup>, LIAO Kang<sup>3</sup>

(1. Luntai Plant Germplasm Resources Garden, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Luntai, Xinjiang 841600; 2. Luntai National Research Station of Xinjiang Fruit Germplasm Resources, Ministry of Agriculture/DIV, Luntai, Xinjiang 841600; 3. College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052)

**Abstract:** The primarily aim of this study was to clear the spraying optimum concentration of boric acid and gibberellin, investigate the effects of boric acid and exogenous GA<sub>3</sub> on fruit set rate of apricot, and to provide some practical guidance and theoretical basis for high quality of apricot production. Four cultivars of 'Qapaq Kishmish', 'Qara Ghazang', 'Derehtiki Qaq', 'Semet Ürük' were used as the test materials, spraying different concentrations of the boric acid (0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.20%, 0.25%) and exogenous GA<sub>3</sub> (50, 100, 150 mg · L<sup>-1</sup>) in florescence, respectively; and compared the effect of different concentrations of boric acid and exogenous GA<sub>3</sub> on the fruiting rate of apricot. The results showed that, spraying of different concentrations of boric acid significantly increased the fruiting rate of various apricot cultivars. Fruiting rate of various apricot cultivars all showed a trend of first rising then declining with the increasing of the boric acid concentration, but the fruiting rate and its changing levels were significantly different among the cultivars. Among them, the optimum concentration of boric acid of 'Derehtiki Qaq' and 'Qara Ghazang' both were found at the treatment concentration of 0.15%, while the optimum concentration of boric acid of 'Qapaq Kishmish' and 'Semet Ürük' were found at the treatment concentration of 0.20% and 0.10%, respectively. Spraying of different concentrations of GA<sub>3</sub> significantly increased the fruiting rate of various apricot cultivars. The fruiting rate showed a trend of first rising then declining in all four cultivars with the increasing of the GA<sub>3</sub> concentration, and the fruiting rate and its changing levels were mainly the same among the cultivars. The highest fruiting rate of all cultivars were shown at the treatment concentration of 100 mg · L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>. Summary, the optimum concentration of boric acid and exogenous GA<sub>3</sub> could increase the fruiting rate of apricot, but it would lead to decrease of fruiting rate that spraying of indisposed concentration of boric acid and exogenous GA<sub>3</sub>; and the response of various cultivars to the effects of different concentration of boric acid and GA<sub>3</sub> were different. Therefore, screening of the optimum spraying concentration of boric acid and GA<sub>3</sub> and its application process should also consider the issue of varieties.

**Keywords:** boric acid; GA<sub>3</sub>; fruiting rate