

王尚堃, 孙玲凌. 多胺及其合成抑制剂对旱胁迫下杏幼苗叶片光合作用和游离态多胺含量的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(4): 88–91.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.04.027

# 多胺及其合成抑制剂对旱胁迫下杏幼苗叶片 光合作用和游离态多胺含量的影响

王尚堃, 孙玲凌

(周口职业技术学院生物工程系, 河南周口 466001)

**摘要:**以金太阳杏盆栽幼苗为试验材料, 设置 6 个处理随机区组排列, 通过喷洒 1 mmol/L 亚精胺、1 mmol/L 多胺合成抑制剂甲基乙二醛双胍基脲 (MGBG), 进行多胺及其合成抑制剂对旱胁迫下杏幼苗叶片叶绿素含量、光合指标 (光合速率、气孔导度、胞间  $\text{CO}_2$  浓度、蒸腾速率)、游离态多胺 (腐胺、亚精胺、精胺) 含量的影响研究。结果表明, 旱胁迫下杏幼苗叶片喷洒亚精胺后可增加其叶绿素总含量, 增强其光合性能, 相对降低其游离态多胺腐胺含量, 增加亚精胺、精胺的含量; 喷洒 MGBG 后降低其叶绿素总含量, 相对降低其光合性能, 增加游离态多胺腐胺含量, 降低游离态多胺亚精胺、精胺含量, 分别喷洒 MGBG、亚精胺后, 可相对提高其叶绿素总含量和光合性能, 游离态多胺腐胺含量最高, 亚精胺、精胺含量则相对提高。由此得出, 多胺及其合成抑制剂可调节旱胁迫下杏幼苗叶片的光合性能和 3 种游离态多胺的含量。

**关键词:**多胺; 多胺合成抑制剂; 旱胁迫; 杏; 幼苗叶片; 光合作用; 游离态多胺

**中图分类号:** S662.201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)04-0088-03

多胺是一类广泛存在于生物体内的具有强烈生物活性的低分子量脂肪族含氮碱化合物, 包括腐胺 (putrescine, 简称 Put)、亚精胺 (spermidine, 简称 Spd)、精胺 (spermine, 简称 Spm) 等<sup>[1]</sup>。其中, Spd 分子结构独特, 与逆境胁迫关系非常密切<sup>[2]</sup>, 可以提高植物的抗逆性<sup>[3-4]</sup>。杏 (*Armeniaca vulgaris* Lam.) 原产于我国, 是营养和药用价值较高的时令水果。其用途广泛, 除鲜食外, 还可用于加工, 是食品工业的重要的原料<sup>[5]</sup>。金太阳杏又名太阳杏, 是从美国农业部太平洋沿岸实验室选种圃中选出的杏优良品种<sup>[6]</sup>, 具有败育花少、抗霜冻、自花结实坐果率高、早果性强等优点<sup>[7]</sup>, 具有较高的栽培推广价值。干旱作为一种主要的自然灾害, 是制约果树优质丰产的一个重要因素: 水分供应状况对果树能否正常生长和结果起决定性作用<sup>[8]</sup>。光合作用是一系列复杂代谢反应的总和, 是生物界赖以生存的基础, 也是地球碳氧循环的重要媒介。有关水分胁迫对杏光合作用的影响已有一些报道, 如高峻等以金太阳杏为试验材料 (简称试材), 发现土壤水分胁迫条件下, 光合速率 ( $P_n$ )、蒸腾速率 ( $T_r$ )、气孔导度 ( $G_s$ ) 均降低<sup>[9]</sup>。有关多胺对果树光合作用的影响有较多报道, 如李晓东等以 5~7 年生早实核桃辽宁 1 号、晚实核桃礼品 1 号为试材, 研究了外源多胺及其合成抑制剂对核桃光合作用的影响, 结果发现礼品 1 号核桃  $P_n$  日变化呈双峰曲线; 不同浓度多胺及其合成抑制剂显著降低了辽宁 1 号核桃  $P_n$ , 1 mmol/L Spd、0.1 mmol/L Put、0.1 mmol/L Spd 处理 5.5~8.0 h 能显著提高辽宁 1 号核桃  $P_n$ , 处理 7~9 h 能显著提高礼品 1 号核桃

$P_n$ <sup>[10]</sup>。张媛等以富士、嘎啦 2 个苹果品种 1 年生组培苗为试材, 研究了不同浓度的 Spd 对其光合特性的影响, 发现不同浓度的 Spd 效果不同, 在品种间反应也有差异, 其中 0.01 mmol/L Spd 对富士效果最明显, 嘎啦则以 0.1 mmol/L 效果最佳, 2 种处理均明显提高了 2 品种的  $P_n$ 、 $G_s$ , 降低了胞间  $\text{CO}_2$  浓度 ( $C_i$ )<sup>[11]</sup>。但目前有关多胺及其合成抑制剂甲基乙二醛双胍基脲 (mitoguanzone, 简称 MGBG) 对旱胁迫下杏幼苗叶片光合作用、游离态多胺含量的影响尚未见报道。为此, 本试验以盆栽金太阳杏幼苗为试材, 研究同一浓度的 Spd、MGBG 处理对其幼苗叶片光合作用及游离态多胺含量的影响, 以期对杏抗旱栽培提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试材料为 1 年生金太阳杏嫁接苗成品幼苗, 砧木为毛桃, 引自中国农业科学院郑州果树研究所。试验用苗于 2014 年秋季引进后预先假植在周口职业技术学院生物工程系苗圃基地。试验用花盆规格为口径 45 cm, 高 25 cm, 盆底有孔, 以免积水。盆土为周口职业技术学院生物工程系苗圃基地肥沃苗圃壤土。供试药品 Spd、MGBG, 均购自美国 Sigma 公司; 电子天平 JA1003, 由上海舜宇恒平科学仪器有限公司生产; LI-6400XT 便携式光合作用测量系统, 由美国 Li-COR 公司生产; Waters e2695 高效液相色谱仪, 由美国 Waters 公司生产; 台式高速离心机 TGL-20M, 由湖南湘仪实验室仪器开发有限公司生产; 离心管为高 15 cm 的底端尖形离心管。

### 1.2 方法

**1.2.1 试验设计** 试验于 2015 年 4—5 月在周口职业技术学院生物工程系果树教学基地进行 (有防雨设施)。试验共设 6 个处理: 处理 1 为对照 (CK), 露地植株叶片喷清水, 除下

收稿日期: 2015-12-16

基金项目: 国家自然科学基金 (编号: 31271627)。

作者简介: 王尚堃 (1972—), 男, 河南商人, 硕士, 副教授, 从事果树生产技术教学和科研研究。E-mail: zkws@126.com。

雨外,每 7 d 植株盆内浇 1 次水;处理 2 为干旱(drought,简称 Dr),露地植株叶片喷清水,盆内不浇水,下雨天将该处理搬到防雨设施内;处理 3 为 CK + Spd,露地植株叶片喷 1 mmol/L Spd,除下雨外,每 7 d 植株盆内浇 1 次水;处理 4 为 Dr + Spd,露地植株叶片喷 1 mmol/L Spd,盆内不浇水,下雨天将该处理搬到防雨设施内;处理 5 为 Dr + MGBG,露地植株叶片喷 1 mmol/L MGBG,植株盆内不浇水,下雨天将该处理搬到防雨设施内;处理 6 为 Dr + MGBG + Spd,露地植株叶片分别依次喷 1 mmol/L MGBG、1 mmol/L Spd,盆内不浇水,下雨天将该处理搬到防雨设施内。将各个处理都置于事先搭好的 SZW-16 型遮阳网下,避免强光高温使杏树根部温度过高而造成伤害。每处理 3 次重复,以单盆单株为 1 个小区,随机区组排列。4 月 22 日 18:00 点按照试验设计统一处理 1 次,以后每隔 2 d 在同样时间处理 1 次,共处理 15 次。30 d 后进行叶绿素含量、光合指标、游离态多胺含量各项指标的测定。

1.2.2 测定方法 叶绿素总含量采用研磨提取法<sup>[12]</sup>测定。光合指标测定选晴朗天气 9:00—11:30,选择不同处理生长一致且受光良好的叶片,每处理 3 个单株,各选择 1 个典型叶片,采用 LI-6400XT 便携式光合作用测量系统同步测定叶片  $P_n$ 、 $G_s$ 、 $C_i$ 、 $T_r$  等生理指标。游离态多胺含量测定按刘俊等方法<sup>[13]</sup>进行制样,略作修改:取 0.5 g 植物材料制成 1 mL 醚相后,用电热吹风机吹风干燥,100  $\mu$ L 甲醇涡旋溶解后,不过滤膜,取 10  $\mu$ L 样液直接进 Waters c2695 高效液相色谱仪测定。

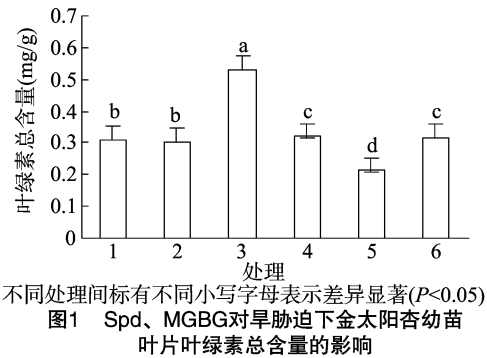
1.2.3 数据处理 用 Excel 2003 对数据进行处理,用 SPSS 10.0 统计软件进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 Spd、MGBG 对早胁迫下金太阳杏幼苗叶片叶绿素总含量的影响

由图 1 可见,各处理对杏幼苗叶片叶绿素总含量有明显的影响,其中处理 3 中叶绿素总含量最高,与其他 5 个处理差异显著( $P < 0.05$ ),说明杏幼苗叶片正常植株喷洒 Spd 可促进叶绿素合成。处理 2 与处理 1 相比,叶绿素总含量下降不大,差异不显著,说明杏是一种相对比较耐旱的果树。处理 4

与处理 3 相比,叶绿素总含量降低,差异显著( $P < 0.05$ ),说明正常条件下喷洒 Spd 提高叶绿素总含量的效果比早胁迫下好;与处理 2 相比,叶绿素总含量上升,差异显著,说明早胁迫下喷洒 Spd 可促进叶绿素的合成。处理 5 中叶绿素含量最低,说明早胁迫下喷洒 1 mmol/L MGBG,促进了叶绿素降解。处理 6 与处理 5 处理相比,叶绿素总含量上升,说明早胁迫下 MGBG 与 Spd 主要表现为拮抗关系,Spd 相对抑制了叶绿素的分解。



2.2 Spd 和 MGBG 对早胁迫下金太阳杏幼苗叶片光合指标的影响

由表 1 可见,正常条件下喷洒 Spd,4 个光合指标( $P_n$ 、 $G_s$ 、 $C_i$ 、 $T_r$ )中除  $P_n$  与 CK 相比稍有下降,差异不显著,其余 3 个光合指标均上升,与 CK 差异显著( $P < 0.05$ ),说明正常条件下喷洒 Spd 可促进杏幼苗叶片光合作用的正常进行。在早胁迫下,4 个光合指标中除  $T_r$  与 CK 相比稍有上升,差异不显著外,其余 3 个光合指标与 CK 相比均下降,且差异显著( $P < 0.05$ ),说明早胁迫下相对抑制了杏幼苗叶片光合作用的正常进行。早胁迫下,喷洒 Spd 处理中 4 个光合指标均上升;喷洒 MGBG 处理中 4 个光合指标与喷洒 Spd 相比均下降;依次喷洒 MGBG、Spd 后,4 个光合指标则比喷洒 MGBG 相对升高,各处理间存在不同程度的差异,说明多胺及其合成抑制剂可相对控制早胁迫下杏幼苗叶片光合作用进程。

表 1 Spd、MGBG 对早胁迫下金太阳杏幼苗叶片光合指标的影响

处理	$P_n$	$G_s$	$C_i$	$T_r$
	[ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]	[ $\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]	( $\mu\text{mol}/\text{mol}$ )	[ $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]
1(CK)	10.20 ± 0.40a	0.006 8 ± 0.001 2c	373 ± 11b	0.142 ± 0.021 0c
2(Dr)	7.10 ± 0.20c	0.005 3 ± 0.000 3d	261 ± 25e	0.139 ± 0.020c
3(CK + Spd)	9.47 ± 0.65a	0.011 5 ± 0.001 0b	378 ± 5a	0.239 ± 0.026a
4(Dr + Spd)	8.47 ± 0.25b	0.026 7 ± 0.000 4a	379 ± 3a	0.240 ± 0.002a
5(Dr + MGBG)	6.13 ± 0.25d	0.006 9 ± 0.000 3c	293 ± 5d	0.136 ± 0.022c
6(Dr + MGBG + Spd)	6.50 ± 0.53d	0.026 4 ± 0.000 2a	340 ± 4c	0.175 ± 0.008b

注:同列数据后标有不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。表 2 同。

2.3 Spd、MGBG 对早胁迫下金太阳杏幼苗叶片游离态多胺含量影响

由表 2 可见,早胁迫下 3 种游离态多胺(Put、Spd、Spm)含量均比处理 1 高,且差异显著( $P < 0.05$ )。处理 3 游离态多胺 Put 含量高于处理 1,低于处理 2,3 者之间差异显著( $P < 0.05$ );游离态多胺 Spd、Spm 含量比处理 1 和处理 2 均高,其中,游离态多胺 Spd 含量在 3 个处理之间差异显著

( $P < 0.05$ ),而游离态多胺 Spm 含量与处理 1 差异显著( $P < 0.05$ ),与处理 2 差异不显著。早胁迫下,喷洒 Spd,游离态多胺 Put 含量低于单独的早胁迫,二者之间差异显著( $P < 0.05$ ),而游离态多胺 Spd、Spm 含量则最高,与其他 5 个处理差异显著( $P < 0.05$ );喷洒 MGBG 后,游离态多胺 Put 含量继续升高,与其他 5 个处理差异显著( $P < 0.05$ ),而游离态多胺 Spd、Spm 含量则达到早胁迫下最低,与早胁迫下其他处理间

差异显著( $P < 0.05$ );依次喷洒 MGBG、Spd 后,游离态多胺 Put 含量达到早胁迫下的最高值,与其他各处理差异显著( $P < 0.05$ ),游离态多胺 Spd、Spm 含量则相对升高,与处理 5 (Dr + MGBG)差异显著( $P < 0.05$ )。由于游离态多胺 Put 是一种腐胺,因此,在早胁迫下喷洒多胺及其合成抑制剂后呈现先降后升趋势。在早胁迫下喷洒 Spd 后,游离态多胺 Spd、Spm 含量升高,喷洒 MGBG 后,其含量下降,依次喷洒 MGBG、Spd 后,其含量相对升高。说明早胁迫下,喷洒 Spd 有利于游离态多胺 Spd、Spm 的生成;喷洒 MGBG 后则促进了其分解;依次喷洒 MGBG、Spd 后,则相对抑制了游离态多胺 Spd、Spm 的分解。综合考虑 3 种游离态多胺含量,以处理 4 效果最好。

表 2 Spd、MGBG 对早胁迫下金太阳杏幼苗叶片游离态多胺含量的影响			
处理	Put 含量 (nmol/g)	Spd 含量 (nmol/g)	Spm 含量 (nmol/g)
1 (CK)	59 ± 5f	50 ± 9e	16 ± 5d
2 (Dr)	161 ± 11c	65 ± 6c	27 ± 5b
3 (CK + Spd)	99 ± 10e	76 ± 6b	28 ± 4b
4 (Dr + Spd)	131 ± 10d	92 ± 4a	41 ± 2a
5 (Dr + MGBG)	193 ± 7b	61 ± 3d	23 ± 4c
6 (Dr + MGBG + Spd)	247 ± 6a	77 ± 9b	29 ± 2b

3 结论与讨论

早胁迫下,Spd 有利于促进杏幼苗叶片叶绿素的形成,多胺合成抑制剂 MGBG 则促进了杏幼苗叶片叶绿素的降解,MGBG、Spd 结合使用则相对抑制了杏幼苗叶片叶绿素分解。多胺及其合成抑制剂可调节早胁迫下杏幼苗叶片的光合性能。在早胁迫下,杏幼苗叶片喷洒 Spd 后,4 个光合指标均上升,而喷洒 MGBG 则相对下降,依次喷洒 MGBG、Spd 后 4 个光合指标则相对升高。多胺及其合成抑制剂可调节早胁迫下杏幼苗叶片 3 种游离态多胺含量。游离态多胺 Put 含量以 Dr + MGBG + Spd 处理最高,游离态多胺 Spd、Spm 含量均以 Dr + Spd 处理最高。

多胺和植物对外界环境的不良反应的关系非常密切<sup>[14-15]</sup>。本研究结果表明:早胁迫下,喷洒 Spd 可提高杏幼苗叶片叶绿素总含量,喷洒 MGBG 则降低叶绿素总含量,依次喷洒 MGBG、Spd 后叶绿素含量相对升高。结果在一定程度上验证了 Spd 与 MGBG 的生物学效应相左的理论,同时与刘彦超等在苹果上的研究结果<sup>[16]</sup>相同。

逆境对植物的危害是多元化的。其中,光合作用对各种非生物逆境的反应甚为敏感。 $P_n$ 、 $C_i$ 、 $G_s$ 、 $T_r$  是光合生理生态研究中 4 个主要的生理指标。一般在逆境条件下,作物产量的降低,主要原因是逆境降低了植物的光能利用效率。因此,探索逆境下提高植物光合效率的途径成为近些年光合作用研究领域的热点。在一般干旱条件下,植物光合作用的 4 个指标下降,下降的主要原因是这些胁迫导致植物叶片的气孔关闭,使  $G_s$ 、 $C_i$  降低,同时  $P_n$ 、 $T_r$  下降<sup>[17]</sup>。本研究结果表明,早胁迫下喷洒多胺及其合成抑制剂可调节杏幼苗叶片的光合性能。喷洒 Spd 可提高杏幼苗叶片  $P_n$ ,喷洒 MGBG 则降低叶片

$P_n$ ,这与李晓东等在核桃上研究结果<sup>[10]</sup>基本一致;喷洒 Spd 可提高  $G_s$ ,这与王志琴等在水稻上研究结果<sup>[18]</sup>也大致相同。 $C_i$  的变化方向是确定  $P_n$  变化的主要原因和是否为气孔因素的必不可少的判断依据<sup>[19-20]</sup>。 $CO_2$  是植物光合作用的反应物之一,干旱条件下喷洒 Spd 增加  $C_i$  浓度,有利于光合作用的进行。对于  $T_r$ ,由于蒸腾与光合是相关的,也是引起净光合速率变化的一个因素,因此设法提高植物的  $T_r$ ,对保证植物光合作用的正常进行非常重要。

水分胁迫和植物体内游离态多胺变化存在复杂性和不确定性<sup>[21]</sup>。本研究结果表明,早胁迫下经多胺及其合成抑制剂处理后,3 种游离态多胺含量均增加,其中 Put 含量在 Dr + MGBG + Spd 处理中最高,Spd、Spm 含量都是在 Dr + Spd 处理中最高。这与周小梅等在水稻幼苗上研究的结果<sup>[22]</sup>相吻合。

本试验研究了 Spd、MGBG 相同浓度处理对杏幼苗叶片光合作用和游离态多胺含量的影响,且叶片光合指标的测定是在一定时间段内进行的,至于不同浓度、不同时间段对其光合指标的影响,不同浓度对其游离态多胺含量的影响,尚有待进一步研究。

参考文献:

[1] 曾珊珊,王 群,张永恩,等. 外源亚精胺对淹水胁迫玉米的生理调控效应[J]. 作物学报,2012,38(6):1042-1050.

[2] He L,Nada K,Kasukabe Y,et al. Enhanced susceptibility of photo-synthesis to low-temperature photoinhibition due to interruption of chill-induced increase of S-adenosylmethionine decarboxylase activity in leaves of spinach (*Spinacia oleracea* L.) [J]. Plant & Cell Physiology,2002,43(2):196-206.

[3] 周 琳,王 进,杜红阳,等. 亚精胺浸种对玉米幼苗根尖线粒体 ATPase 活性与结合态亚精胺含量的影响[J]. 河南农业科学,2009(8):29-31,35.

[4] Kasukabe Y,He L,Nada K,et al. Over expression of spermidine synthase enhances tolerance to multiple environmental stresses and up-regulates the expression of various stress-regulated genes in transgenic *Arabidopsis thaliana* [J]. Plant & Cell Physiology,2004,45(6):712-722.

[5] 王尚堃,蔡明臻,晏 芳. 北方果树露地无公害生产技术大全 [M]. 北京:中国农业大学出版社,2014:410.

[6] 王尚堃,张传来. 美国金太阳杏无公害丰产栽培技术[J]. 农业科技通讯,2007(5):46-47.

[7] 杨丽娟,宋利霞. 金太阳杏丰产栽培试验[J]. 现代农村科技,2012(4):59.

[8] 尚晓峰. 果树生产技术(北方本) [M]. 重庆:重庆大学出版社,2014:124.

[9] 高 峻,吴 斌,孟 平,等. 水分胁迫对金太阳杏幼树蒸腾、光合特性的影响[J]. 河北农业大学学报,2007,30(3):36-40.

[10] 李晓东,徐继忠,史宝胜,等. 外源多胺及合成抑制剂对核桃叶片光合作用的影响[J]. 果树学报,2003,20(1):73-75.

[11] 张 媛,徐继忠,陈海江,等. 亚精胺对苹果叶片光合日变化的影响[J]. 河北农业大学学报,2005,28(3):34-37,41.

[12] 刘 萍,李明军. 植物生理学实验技术 [M]. 北京:科学出版社,2007:41.

[13] 刘 俊,吉晓佳,刘友良. 检测植物组织中多胺含量的高效液相色谱法[J]. 植物生理学通讯,2002,38(6):596-598.

李百云,李 慧,魏天军. 枣树品种早脆王雄性不育的发现与鉴定[J]. 江苏农业科学,2017,45(4):91-92.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.04.028

# 枣树品种早脆王雄性不育的发现与鉴定

李百云,李 慧,魏天军

(宁夏农林科学院种质资源研究所,宁夏银川 750002)

**摘要:**测定不同时间和地点早脆王的花粉量表明,早脆王为黄蕾期无花粉的雄性不育种质资源。观察早脆王花蕾解剖结构可知,在花粉发育过程中可见四分体,但之后的小孢子聚集解体,至黄蕾期花药空囊或仅留花粉残迹,其花粉败育发生在四分体以后。早脆王在宁夏表现为高度可育、品质优良、大果和中熟,因此在枣树杂交育种中极具应用潜力。

**关键词:**无花粉;枣树;雄性不育;早脆王;种质;花粉

**中图分类号:**S665.103.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)04-0091-02

杂交育种是目前培育果树新品种重要的方法,是枣树育种中值得重视和应用的途径。但枣树杂交育种工作进展长期徘徊不前,迄今尚无人工杂交枣树品种问世。枣树杂交育种工作之所以进展得非常缓慢,主要原因是在人工杂交中存在因枣树花朵很小致使去雄困难和坐果率很低、胚败育非常严重等问题,使得人工授粉成功率极低。枣树雄性不育种质资源的发现和利用是解决枣树人工去雄难题、推进枣树杂交育种的关键和根本途径之一。有关枣树雄性不育方面的研究已有报道<sup>[1]</sup>。笔者在 2013—2015 年连续 3 年对引进枣树品种的花粉育性和品种育性进行研究,发现 1 个无花粉材料——枣树品种早脆王,并初步揭示其败育的显微结构特征。

## 1 材料与方法

**供试材料:**6 年树龄早脆王,采自宁夏灵武市,6 年树龄灵武长枣,采自宁夏灵武市绿源恒农业综合开发有限公司,株行距为 2 m×8 m,正常管理;3 年树龄早脆王、灵武长枣采自宁夏中宁县,株行距为 2 m×3 m,正常管理。

### 1.1 枣树花粉量测定

2014、2015 年分别测定灵武市和中宁县不同花期早脆

王、灵武长枣黄蕾期的单药花粉量<sup>[2]</sup>。

### 1.2 枣树花粉败育过程的解剖学观察

2015 年 5 月底至 6 月底采集早脆王和有花粉材料灵武长枣的花蕾,每 7 d 采集 1 次。将花蕾直接投入福尔马林-乙酸-乙醇(FAA)固定液中保存,采用石蜡切片法,切片厚度为 8 μm,用苏木素染色,观察花粉败育的情况。

### 1.3 枣树花药压片的显微观察

2015 年 5 月中旬至 6 月中旬,采集不同发育时期的早脆王和灵武长枣花蕾,用卡诺氏固定液(无水乙醇与乙酸体积比为 3:1)固定 2~24 h,在 4℃左右的冰箱内保存待用。采用压片法制片<sup>[3]</sup>,于 Olympus-BX-43 光学显微镜下观察并拍照。

## 2 结果与分析

### 2.1 早脆王不育性状的稳定性

枣树花粉量的测定结果与采样的时间、地点、品种等有关。灵武长枣在不同时间和地点,其花粉量有所变化(表 1、表 2)。2014—2015 年持续 2 年对采自灵武市的早脆王黄蕾期花蕾进行花粉量测定,始终未发现花粉。2015 年对采自中宁县的早脆王黄蕾期花蕾进行花粉量测定,仍未发现花粉。同一品种在同一地区不同年份,由于气候的原因花粉量会存在差异,但同一品种在整个生育期内不存在从有到无的差异。同一品种在不同地域其花粉量也存在差异,但其差异是在一定的区间内的。结合 2014—2015 年灵武市和中宁县的测定

收稿日期:2016-02-01

基金项目:宁夏自然科学基金(编号:NZ15126);宁夏农林科学院科技创新先导资金(编号:NKYJ-15-01)。

作者简介:李百云(1979—),男,河北承德人,硕士,助理研究员,主要从事果树栽培育种工作。E-mail:124495776@qq.com。

[14] Sairam R K, Tyagi A. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants[J]. Current Science, 2004, 86(3): 407-421.

[15] 师晨娟,刘 勇,荆 涛. 植物激素抗逆性研究进展[J]. 世界林业研究, 2006, 19(5): 21-26.

[16] 刘彦超,左仲武,胡景江. 外源多胺对苹果幼苗生长及抗旱性的影响[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(1): 39-42.

[17] Xu X, Fan R, Zheng R, et al. Proteomic analysis of seed germination under salt stress in soybeans[J]. Journal of Zhejiang University - Science B, 2011, 12(7): 507-517.

[18] 王志琴,杨建昌,朱庆森,等. 水分胁迫下外源多胺对水稻叶片

光合速率与籽粒充实的影响[J]. 中国水稻科学, 1998, 12(3): 185-188.

[19] Farquhar G D, Sharkey T D. Stomatal conductance and photosynthesis[J]. Annual Review of Plant Physiology, 1982, 33: 317-345.

[20] 许大全. 光合作用气孔限制分析中的一些问题[J]. 植物生理学通讯, 1997, 33(4): 241-244.

[21] 杜红阳,刘怀攀,李潮海,等. 植物体内特殊形态多胺与水分胁迫关系研究进展[J]. 河南农业科学, 2007(12): 9-13.

[22] 周小梅,赵运林,周朴华,等. 水分胁迫下水稻幼苗多胺含量变化与抗旱性的关系[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2010, 36(1): 17-21.