

# 多胺及其合成抑制剂对旱胁迫下李幼苗叶片渗透调节物质含量和光合作用的影响

王尚堃<sup>1</sup>, 杜红阳<sup>2</sup>

(1. 周口职业技术学院 生物工程系, 河南 周口 466001; 2. 周口师范学院 生命科学与农学院, 河南 周口 466001)

**摘要:**以“秋姬”李盆栽幼苗为试材, 设置 6 个处理(CK、干旱(Dr.)、CK+亚精胺(Spd)、Dr.+Spd、Dr.+甲基乙二醛双胍基脲(MGBG)、Dr.+MGBG+Spd), 重复 3 次, 随机区组排列, 通过喷布  $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  Spd 和  $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  MGBG, 研究了多胺及其合成抑制剂对旱胁迫下李幼苗叶片渗透调节物质含量和光合作用的影响。结果表明:旱胁迫下叶绿素总含量降低, 多胺及其合成抑制剂可调节其叶绿素总含量。丙二醛(MDA)含量 Dr.+Spd 处理最高, Dr.+MGBG 处理降低, Dr.+MGBG+Spd 处理相对提高;可溶性糖和游离脯氨酸(Pro)含量也是如此;4 个光合指标(净光合速率(Pn)、胞间  $\text{CO}_2$  浓度(Ci)、气孔导度(Gs)和蒸腾速率(Tr))旱胁迫下均下降, 经 Dr.+Spd 处理均提高, 经 Dr.+MGBG 处理均下降, 经 Dr.+MGBG+Spd 处理相对提高;其中, Gs 经 CK+Spd 处理最大, 与 CK 相比, Pn 经 CK+Spd 处理下降较小, Ci、Tr 经 CK+Spd 处理下降较大;多胺及其合成抑制剂可调节旱胁迫下李幼苗叶片叶绿素总含量、MDA 含量、2 种渗透调节物质(可溶性糖和游离 Pro)含量和 4 个光合指标(Pn、Gs、Ci 和 Tr)的升降;在干旱条件下喷布 Spd, 有利于李树正常的生长发育。

**关键词:**多胺;多胺合成抑制剂;旱胁迫;李幼苗;渗透调节物质;光合作用

**中图分类号:**S 662.304<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)10-0001-05

多胺是一类广泛存在于生物体内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, Put)、亚精胺(spermidine, Spd)和精胺(spermine, 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]</sup>, 构建抗胁迫机制<sup>[4]</sup>。李(*Prunus* L.)是一种营养价值较高的优良时令果品。除鲜食外也可加工, 是传统的出口创汇果品<sup>[5]</sup>。“秋姬”李(“Qiuji” *Prunus* L.)是从日本引进的特大李子新品种, 果实特大、色泽艳丽、丰产性强、品质优良、抗病耐储, 果实正值中秋、国庆成熟, 发展前景很好<sup>[6]</sup>。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>[7]</sup>。有关干旱对果树渗透调节物质的影响, 刘遵春等<sup>[8]</sup>在“金光”杏梅上的研究表明, 随着干旱胁迫程度的增加, “金光”杏梅叶片相对含水量和叶绿素含量都

明显降低, 细胞膜透性、丙二醛(MDA)、可溶性糖、脯氨酸(Pro)含量显著增加。刘彦超等<sup>[9]</sup>在苹果上的研究表明, 在中度干旱条件下, 叶面喷施多胺能促进游离氨基酸(AA)、可溶性糖和 Pro 等有机渗透调节物质的合成与积累, 增强渗透调节能力, 降低质膜透性和 MDA 含量, 防止或降低细胞膜脂过氧化作用, 维持苹果正常代谢水平, 促进植物的生长, 提高抗寒性。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。有关多胺对果树光合作用的影响, 李晓东等<sup>[10]</sup>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, 表明“礼品 1 号”核桃光合速率(Pn)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处理后  $1.5 \text{ h}$  “辽宁 1 号”核桃 Pn。  $1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  Spd、 $1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  Put、 $1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  Spd 在处理后  $5.5 \sim 8 \text{ h}$  能显著提高“辽宁 1 号”核桃 Pn, 在处理后  $7 \sim 9 \text{ h}$  能显著提高“礼品 1 号”核桃 Pn。张媛等<sup>[11]</sup>以“富士”、“嘎拉”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, 表明不同浓度的 Spd 效果不同, 在 2 个品种间反应也有差异,  $1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  Spd 对“富

**第一作者简介:**王尚堃(1972-), 男, 河南商水人, 硕士, 副教授, 现主要从事果树生产技术等教学和科研工作。E-mail:zkwsk@126.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31271627)。

**收稿日期:**2016-02-14

士”效果最明显,“嘎拉”则以  $1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  效果最佳,2 种处理均明显提高了 2 个品种的净光合速率(Pn)、气孔导度(Gs),降低了胞间  $\text{CO}_2$  浓度(Ci)。但有关多胺及其合成抑制剂甲基乙二醛双脒基脒(MGBG,mitoguanzone)对早胁迫下李幼苗渗透调节物质含量和光合作用的影响尚鲜见报道。为此,该试验以盆栽“秋姬”李幼树为试材,研究了相同浓度的 Spd 和 MGBG 不同处理对其渗透调节物质含量和光合作用的影响,以期李树抗旱栽培提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为嫁接苗龄为 1 年生的“秋姬”李成品幼苗,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 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。试验用花盆规格为上口径 45 cm,底径 40 cm,高 25 cm,盆底有孔,以免积水。盆土为肥沃苗圃土,采自周口职业技术学院生物工程系苗圃基地。供试药品 Spd、MGBG 均由美国 Sigma 公司生产。电子天平 JA1003(上海舜宇恒平科学仪器有限公司);LI-6400XT 便携式光合作用同步测量系统(美国 LI-COR 公司);台式高速离心机 TGL-20M(湖南湘仪实验室仪器开发有限公司);离心管为高 15 cm 的底端尖形离心管。

### 1.2 试验方法

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(有防雨设施)进行。试验共设 6 个处理:处理 1 为正常对照(CK),露地植株叶片喷清水,除下雨外,每 7 d 植株盆内浇 1 次水;处理 2 为干旱(Drought,Dr.),露地植株叶片喷清水,不浇水,下雨天将该处理搬到防雨设施内;处理 3 为 CK+Spd,露地植株叶片喷浓度为  $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  Spd,除下雨外,每 7 d 植株盆内浇 1 次水;处理 4 为 Dr.+Spd,露地植株叶片喷浓度为  $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  Spd,不浇水,下雨天将该处理搬到防雨设施内;处理 5 为 Dr.+MGBG,露地植株叶片喷浓度为  $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  MGBG,不浇水,下雨天将该处理搬到防雨设施内;处理 6 为 Dr.+MGBG+Spd,露地植株叶片依次喷浓度为  $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  MGBG 和  $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  Spd,不浇水,下雨天将该处理搬到避雨设施内。每处理重复 3 次,以单盆单株为 1 个小区,随机区组排列。将各处理都置于事先搭好的 SZW-16 型遮阳网下,避免强光高温对李树根部温度过高造成的伤害。4 月 22 日 18:00 按照试验设计统一处理。以后每隔 2 d 同样时间处理 1 次,共处理 15 次。30 d 后选晴朗天气进行光合指标测定。然后,每个处理采集叶样 6 g,用锡箔纸包好,立即带回实验室放入  $-75^\circ\text{C}$  超低温冰箱保存,进行叶绿素含量、MDA 含量、可溶性糖含量、游离 Pro 含量测定。每处理 3 次重复,取平均值。

### 1.3 项目测定

叶绿素含量测定采用研磨提取法<sup>[12]</sup>。叶片 MDA 含量测定采用 20%三氯乙酸、0.5%硫代巴比妥酸<sup>[13]</sup>。叶片可溶性糖含量测定采用硫酸蒽酮比色法<sup>[14]</sup>。叶片游离 Pro 含量测定采用 3%磺基水杨酸提取茚三酮显色法<sup>[12]</sup>。光合指标测定于晴朗天气 09:00—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净光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、胞间  $\text{CO}_2$  浓度(Ci)、蒸腾速率(Tr)等生理指标。

### 1.4 数据分析

利用 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 和 MGBG 对早胁迫下“秋姬”李幼苗叶片叶绿素总含量的影响

从图 1 可知,“秋姬”李处理 2(Dr.)叶绿素总含量降低,与处理 1(CK)差异显著,说明早胁迫下促进了叶绿素的分解。处理 3(CK+Spd)叶绿素总含量增加,与处理 2(Dr.)差异显著,处理 4(Dr.+Spd)叶绿素总含量继续增加至最高值,与其它 5 个处理差异显著,说明 Spd 有利于叶绿素的合成。处理 5(Dr.+MGBG)叶绿素总含量最低,与其它 5 个处理差异显著,说明早胁迫下 MGBG 促进了叶绿素分解。处理 6(Dr.+MGBG+Spd)叶绿素总含量相对提高,与处理 5(Dr.+MGBG)差异显著,说明 Spd 与 MGBG 存在拮抗关系,相对抑制了叶绿素分解。

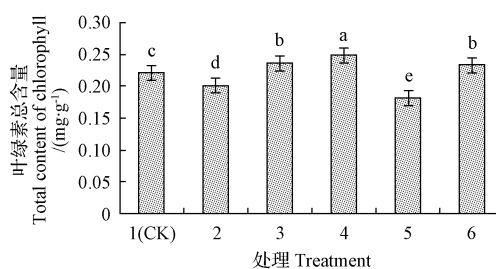


图 1 Spd 和 MGBG 对早胁迫下“秋姬”李幼苗叶片叶绿素总含量的影响

Fig. 1 Effect of the Spd and MGBG to seedling leaves of ‘Qiuji’ *Prunus* L. on total content of chlorophyll under drought stress

### 2.2 Spd 和 MGBG 对早胁迫下“秋姬”李幼苗叶片丙二醛含量的影响

从图 2 可以看出,处理 2(Dr.)“秋姬”李叶片丙二醛(MDA)含量上升,与处理 1(CK)差异显著,说明早胁迫下促进了 MDA 的合成。处理 3(CK+Spd)MDA 含量最低,与处理 1(CK)差异不显著,说明正常条件下喷布 Spd

对 MDA 含量影响不大。处理 4(Dr. + Spd)MDA 含量最高,与其它 5 个处理差异显著,说明早胁迫下喷布 Spd 有利于 MDA 合成。处理 5(Dr. + MGBG)与处理 4(Dr. + Spd)相比,MDA 下降且差异显著,说明早胁迫下喷布 MGBG 促进了 MDA 的分解。处理 6(Dr. + MGBG + Spd)与处理 5(Dr. + MGBG)相比,MDA 含量相对升高,同样说明早胁迫下 MGBG 和 Spd 表现为拮抗关系,Spd 相对抑制了 MGBG 分解 MDA。

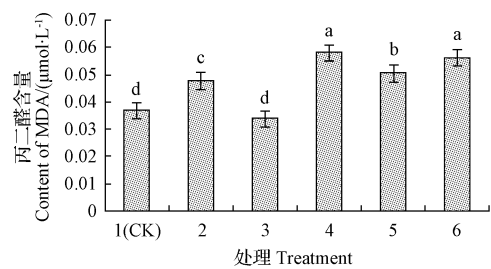


图 2 Spd 和 MGBG 对早胁迫下“秋姬”李幼苗叶片丙二醛含量影响

Fig. 2 Effect of the Spd and MGBG to seedling, leaves of ‘Qiuji’ *Prunus* L. on content of MDA under drought stress

2.3 Spd 和 MGBG 对早胁迫下“秋姬”李幼苗叶片可溶性糖和游离 Pro 含量的影响

从表 1 可知,对于可溶性糖含量,“秋姬”李各个处理都比处理 1(CK)高,存在不同程度差异。处理 2(Dr.)可溶性糖含量虽比处理 1(CK)高,但二者差异不显著,说明早胁迫下可溶性糖含量增加幅度不大。处理 3(CK+Spd)可溶性糖含量比处理 2(Dr.)增加,但二者差异不显著,比处理 1(CK)可溶性糖含量增加幅度较大,差异显著。处理 4(Dr. + Spd)可溶性糖含量继续增加,但与处理 3(CK+Spd)差异不显著,说明 Spd 有利于可溶性糖的生成。处理 5(Dr. + MGBG)与处理 4(Dr. + Spd)相比,可溶性糖含量降低,差异显著,说明 MGBG 促进了早胁迫下可溶性糖含量的降解。处理 6(Dr. + MGBG + Spd)与处理 5(Dr. + MGBG)相比,可溶性糖含量又增加,同样说明早胁迫下 MGBG 与 Spd 主要表现为拮抗关系,Spd 相对抑制了 MGBG 对可溶性糖的分解。对于游离 Pro 含量,处理 2(Dr.)降低,与处理 1(CK)差异显著,说明早胁迫下游离 Pro 含量降低。处理 3(CK+Spd)游

离 Pro 含量继续下降,与处理 2(Dr.)差异显著。处理 4(Dr. + Spd)游离 Pro 含量最高,与其它 5 个处理差异显著,说明早胁迫下喷布 Spd 有利于游离 Pro 的生成。处理 5(Dr. + MGBG)游离 Pro 含量下降,与处理 4(Dr. + Spd)差异显著,说明早胁迫下喷布 MGBG 促进了游离 Pro 的分解。处理 6(Dr. + MGBG + Spd)游离 Pro 含量又有所上升,逐渐接近处理 1(CK)游离 Pro 含量,说明了早胁迫下 Spd 相对抑制了 MGBG 对游离态 Pro 的分解。综合考虑可溶性糖含量和游离 Pro 含量 2 个渗透调节物质指标,均以处理 4(Dr. + Spd)较好。

表 1 Spd 和 MGBG 对早胁迫下“秋姬”李幼苗叶片可溶性糖和游离 Pro 含量影响

Table 1 Effect of Spd and MGBG to seedling leaves of ‘Qiuji’ *Prunus* L. on content of soluble sugar and free Pro content under drought stress

处理 Treatment	可溶性糖含量 Content of soluble sugar/%	游离 Pro 含量 Content of free Pro/(μg·g <sup>-1</sup> )
1(CK)	2.7±0.2b	83.3±1.7b
2(Dr.)	3.0±0.2ab	72.6±1.9c
3(CK+Spd)	3.2±0.2a	61.4±2.3d
4(Dr. + Spd)	3.4±0.2a	110.6±1.9a
5(Dr. + MGBG)	2.8±0.2b	53.1±0.9e
6(Dr. + MGBG+Spd)	3.3±0.3a	84.3±1.4b

2.4 Spd 和 MGBG 对早胁迫下“秋姬”李幼苗叶片光合指标的影响

从表 2 可以看出,4 个光合指标处理 2(Dr.)均下降,与处理 1(CK)差异显著,说明早胁迫下,李树光合性能减弱。处理 3(CK+Spd)4 个光合指标比处理 2(Dr.)均升高,差异显著,与处理 1(CK)相比,除 Gs 达到最大值外,Pn、Ci 和 Tr 均有不同程度下降。处理 4(Dr. + Spd)4 个光合指标与处理 3(CK+Spd)相比,有不同程度的下降,存在一定差异。综合处理 3(CK+Spd)和处理 4(Dr. + Spd),说明 Spd 有利于增强李树的光合性能。处理 5(Dr. + MGBG)与处理 4(Dr. + Spd)相比,4 个光合指标下降较大,差异显著,说明 MGBG 早胁迫下降低了李树的光合性能。处理 6(Dr. + MGBG + Spd)4 个光合指标相对提高,与处理 5(Dr. + MGBG)差异显著,说明 MGBG 和 Spd 配合使用,可相对提高早胁迫下李树的光合性能。综合考虑 4 个光合指标,在早胁迫下处理 4(Dr. + Spd)效果较好。

表 2 Spd 和 MGBG 对早胁迫下“秋姬”李幼苗叶片光合指标影响

Table 2 The Spd and MGBG to ‘Qiuji’ *Prunus* L. seedling leaves of affect photosynthetic indexes under drought stress

处理 Treatment	净光合速率 Pn/(μmol·m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> )	气孔导度 Gs/(mol·m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> )	胞间 CO <sub>2</sub> 浓度 Ci/(μmol·mol <sup>-1</sup> )	蒸腾速率 Tr/(mmol·m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> )
1(CK)	10.8±0.7a	0.007 16±0.000 20b	473±11a	0.234±0.014a
2(Dr.)	8.2±0.3b	0.004 58±0.000 24d	272±28d	0.135±0.011d
3(CK+Spd)	10.0±0.3a	0.009 03±0.000 40a	376±11b	0.204±0.060b
4(Dr. + Spd)	9.1±0.4a	0.006 57±0.000 47c	324±9c	0.187±0.027c
5(Dr. + MGBG)	5.8±0.4d	0.002 50±0.000 89f	238±4f	0.124±0.006e
6(Dr. + MGBG+Spd)	6.5±0.4c	0.004 13±0.000 70de	268±27e	0.186±0.012c



### 3 结论与讨论

多胺及其合成抑制剂可调节旱胁迫下李树叶绿素总含量、MDA 含量、2 种渗透调节物质(可溶性糖和游离 Pro)含量和 4 个光合指标(Pn、Gs、Ci 和 Tr)的升降。在旱胁迫下喷布多胺,有利于李树正常的生长发育。

多胺和植物对外界环境不良反应的关系非常密切<sup>[15-16]</sup>。该研究结果表明,李树在旱胁迫下,叶绿素总含量降低。正常和旱胁迫下喷布 Spd,可增加李树幼苗叶片叶绿素总含量,旱胁迫下喷布 MGBG,则降低李树幼苗叶片叶绿素总含量,依次喷布 MGBG、Spd 后则相应增加李树幼苗叶片叶绿素总含量。说明通过喷施多胺及其合成抑制剂,可调节其叶片叶绿素总含量,同时也从理论上验证了 Spd 与 MGBG 生物学特性相左的理论。MDA 积累程度可作为膜和细胞伤害的重要指标<sup>[12]</sup>。该试验结果表明,正常条件下,“秋姬”李叶片经  $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  Spd 处理,MDA 含量变化不大。干旱条件下,经  $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  Spd 处理“秋姬”李叶片 MDA 含量最高,经  $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  MGBG 处理“秋姬”李叶片 MDA 含量降低,经  $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  MGBG 处理后再经  $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  Spd 处理“秋姬”李叶片 MDA 含量则相对提高。这与刘彦超等<sup>[9]</sup>在苹果上研究结果大致相同。

渗透调节是植物在干旱胁迫下,降低渗透势和维持一定膨压,抵御干旱胁迫的自身生理调节<sup>[8]</sup>。可溶性糖和游离 Pro 作为 2 种重要的渗透调节物质,在水分亏缺时可保护“金光”杏梅的叶片<sup>[8]</sup>。该研究结果表明,旱胁迫下喷布 Spd,可溶性糖和游离 Pro 含量均最高,说明多胺对李树适应干旱环境条件方面具有重要的意义。

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。净光合速率(Pn)、胞间  $\text{CO}_2$  浓度(Ci)、气孔导度(Gs)和蒸腾速率(Tr)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。一般旱胁迫下,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了植物叶片的气孔关闭,使 Gs 和 Ci 降低,同时 Pn 和 Tr 下降<sup>[17]</sup>。该研究结果也表明,旱胁迫下,李叶片 4 个重要的光合指标均下降。旱胁迫下,喷布 Spd 李 4 个光合指标均增强;喷布 MGBG 4 个光合指标均下降,MGBG 和 Spd 配合使用 4 个光合指标相对增强。对于 Pn,正常条件下喷布 Spd,Pn 下降较小。对于 Gs,正常条件下喷布 Spd 最大。对于 Ci、Tr,与 CK 相比,正常条件下喷布 Spd,下降较大。旱胁迫下,外施多胺可提高李子叶片的 Pn 和 Gs,这与王志琴等<sup>[18]</sup>在水稻上的研究结果相同。李晓东等<sup>[10]</sup>在核桃上研究结果也

表明,外施多胺可提高植物叶片的 Pn。Ci 的变化方向是确定 Pn 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>。 $\text{CO}_2$  是植物光合作用的反应物之一,干旱条件下喷布 Spd 增加 Ci 浓度,有利于光合作用的进行。对于光合指标 Tr,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 Tr,对保证植物光合作用的正常进行非常重要。

该试验仅研究了 Spd 和 MGBG 相同浓度处理对李叶片渗透调节物质和光合作用的影响,且叶片光合指标的测定是在一定时间段内进行的,至于不同浓度对李树渗透调节物质的影响,不同浓度、不同时间段对其光合指标的影响尚有待进一步研究。

### 参考文献

- [1] 僧姗姗,王群,张勇恩,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 photosynthesis 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 Physiol,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 Physiol,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:中国农业出版社,2014:440.
- [6] 李春野. 李-日本秋姬李[J]. 农家参谋,2010(10):6.
- [7] 尚晓峰. 果树生产技术(北方本)[M]. 重庆:重庆大学出版社,2014:124.
- [8] 刘遵春,陈荣江,包东娥. 干旱胁迫对金杏梅叶片渗透调节物质和光合作用的影响[J]. 华北农学报,2007,23(1):119-122.
- [9] 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.
- [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.
- [12] 刘萍,李明军. 植物生理学实验技术[M]. 北京:科学出版社,2007.
- [13] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2003.
- [14] 张志良,瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 3 版. 北京:高等教育出版社,2003.
- [15] SAIRAM R K,TYAGI A. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants[J]. Curr Sci,2004,86:407-421.
- [16] 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.
- [17] XU X Y,FAN R,ZHENG R,et al. Proteomic analysis of seed germination under salt stress in soybeans[J]. Journal of Zhejiang University (Science B), 2011,12:507-517.
- [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]. Annu Rev Plant Physiol, 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.

## Effect of Polyamine and Its Composite Inhibitors to Seedlings Leaves of *Prunus* L. on Content of Osmotic Regulation Substances and Photosynthesis Under Drought Stress

WANG Shangkun<sup>1</sup>, DU Hongyang<sup>2</sup>

(1. Department of Bio-engineering, Zhoukou Vocational and Technical College, Zhoukou, Henan 466001; 2. College of Life Sciences and Agricultures, Zhoukou Normal University, Zhoukou, Henan 466001)

**Abstract:** With 'Qiuji' *Prunus* L. potted seedlings as test materials, set up six processing (CK, Drought; Dr., CK + spermidine; Spd, Dr. + Spd, Dr. + mitoguanzone; MGBG and Dr. + MGBG + Spd), repeated 3 times, randomized block arrangement, by spraying  $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  Spd and  $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  MGBG, polyamine and their synthesis inhibitor was studied to *Prunus* L. seedlings drought osmoregulation substance content, and the influence of photosynthesis. The results showed that polyamine and its composite inhibitors were helpful to increase total chlorophyll content of *Prunus* L. seedlings. MDA content was the highest under Dr. + Spd processing, Dr. + MGBG processing was reduced, Dr. + MGBG + Spd processing was relatively increased. Soluble sugar and free Pro content were also in this way. 4 photosynthetic indexes (Pn, Gs, Ci, and the Tr) were decreased by Dr. treatment, and were improved by Dr. + Spd processing; by Dr. + MGBG processing 4 photosynthetic indexes was decreased, by Dr. + MGBG + Spd processing was relatively improved. Among them, the Gs obtained maximum with CK + Spd processing; compared with CK, Pn declined slightly under CK + Spd processing; Ci, Tr declined much more by CK + Spd processing. Polyamine and its composite inhibitors could adjust total rise and fall of chlorophyll content, MDA content, 2 kinds of osmotic regulation substances and 4 photosynthetic indexes in *Prunus* L. Spraying Spd under drought stress was in favour of normal growth of *Prunus* L.

**Keywords:** polyamine; polyamine synthesis inhibitor; drought stress; *Prunus* L. seedling; osmotic regulation substances; photosynthesis

## 欢迎订阅 2016 年《北方园艺》

中文核心期刊  
中国农业核心期刊  
全国优秀农业期刊  
中国北方优秀期刊  
黑龙江省优秀科技期刊  
美国化学文摘社(CAS)收录期刊

主管: 黑龙江省农业科学院

主办: 黑龙江省农业科学院、黑龙江省园艺学会

中国标准连续出版物号:

ISSN 1001-0009 CN 23-1247/S

广告经营许可证号: 2301070000009

邮发代号: 14-150 半月刊 每月 15、30 日出版

单价: 15.00 元 全年: 360.00 元

### 全国各地邮局均可订阅 或直接向编辑部汇款订阅

本刊栏目涵盖园艺学的蔬菜、果树、瓜类、花卉、植保等研究领域的新成果、新技术、新品种、新经验。竭诚欢迎全国各地科研院所人员、大专院校师生, 各省、市、县、乡、镇农业技术推广人员、农民科技示范户等踊跃订阅。

现辟有试验研究、研究简报、设施园艺、栽培技术、园林花卉、生物技术、植物保护、贮藏保鲜加工、食用菌、中草药、资源与环境、新品种选育、产业论坛、专题综述、农业经纬、经验交流等栏目。

地址: 黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路 368 号《北方园艺》编辑部

邮编: 150086 电话: 0451-86674276 信箱: bfybjb@163.com 网址: www.haasep.cn