

不同浓度强力生根粉对天竺葵扦插生根及抗氧化酶活性的影响

姚岭柏, 韩海霞, 曹兴明
(集宁师范学院, 内蒙古 乌兰察布 012000)

摘要:为了探讨强力生根粉对天竺葵扦插育苗的影响,选马蹄纹天竺葵为试验材料,采用浸泡法处理,研究了1~4 g·L⁻¹强力生根粉对不同部位天竺葵生根、生长和3种抗氧化酶活性的影响。结果表明:2~3 g·L⁻¹强力生根粉对天竺葵顶段和中段扦插苗的生根量、最大根长、株高和成活率均具有显著改善作用;随强力生根粉浓度的升高,天竺葵顶段和中段苗内3种抗氧化酶活性呈相似的变化规律,其中POD活性较对照的升高幅度最大,在1~4 g·L⁻¹均呈先升后降趋势;而PPO活性呈升降升的波动趋势;在1~4 g·L⁻¹范围内PPO和POD活性有相反的变化趋势;而SOD活性变化幅度较小,分别在2 g·L⁻¹处(顶段、中段)和3 g·L⁻¹处(顶段)较对照有显著升高。表明,适当浓度的强力生根粉可以提高天竺葵扦插苗的生长指标和成活率,并可激发POD为主,PPO和SOD为辅的抗氧化酶系统,从而提高天竺葵扦插苗成活率和品质。

关键词:扦插;生根;成活率;抗氧化酶;天竺葵

中图分类号:S682.1⁺9 文献标识码:A 文章编号:1002-2767(2016)07-0059-05 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.07.0059

马蹄纹天竺葵(*Pelargonium zonale* Aif.)属牻牛儿苗科,多年生植物,幼株为肉质草本,老株半木质化。喜冬暖夏凉气候^[1]。天竺葵原产非洲南部,在欧洲、中国各地普遍栽培,常用于绿化医药工业、香料提取等领域^[2-4]。天竺葵在生产中繁殖常采用扦插法,易于掌握,广受花农欢迎^[5-6]。有关花卉扦插技术的研究已在菊花、玫瑰等花卉

上进行,研究表明,不同品种、不同基质处理下植物的扦插生根能力各不相同^[7-14]。

近年研制出多种植物生长调节剂复合制剂,如ABT生根粉、根太阳、强力生根粉等。ABT生根粉有效成分为吲哚乙酸、萘乙酸,可有效提高金银花^[11]、菊花^[15]、油茶^[16]等多种植物的扦插成活率。强力生根粉是生根效果更强的处理剂,相关研究显示,将其添加在育苗基质中,有利于辣椒生长^[17],强力生根粉处理葡萄有一定的生根效果^[18],尚未发现强力生根粉在天竺葵扦插中的应用。

收稿日期:2016-05-30
第一作者简介:姚岭柏(1979-),男,内蒙古自治区呼伦贝尔市人,硕士,讲师,从事植物栽培生理学研究。E-mail: yaol-ingbai@163.com。

Bacteriostatic Activity of Chinese Stellera Root and the Resistance on Pumpkin Powdery Mildew

ZHAO Qian

(Institute of Industrial Crops of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: In order to look for the fungistat of pumpkin powdery mildew, ethanol extraction from Chinese Stellera Root, was extracted with petroleum ether, chloroform, ethyl acetate and normal butanol respectively. The results showed that the petroleum ether extraction with the highest activity against pumpkin powdery mildew. Further separation of petroleum ether extraction, combined with the TLC plate's results, five active components from 12 fractions from Chinese Stellera Root were found to be the antifungal activities to pumpkin powdery mildew.

Keywords: powdery mildew of pumpkin; Chinese Stellera Root; antifungal activities

插条在扦插前产生伤口,因此扦插后插条在修复伤口同时产生新根,插条内抗氧化酶被激活,研究表明文冠果扦插生根过程中过氧化物酶(POD)、多酚氧化酶(PPO)活性呈现规律性波动^[14],茶树皖茶 91 品种在扦插后呈现 POD 和 PPO 活性呈相近的变化^[19]、菊花在生根处理后发现插条内超氧化物歧化酶(SOD)、POD、过氧化氢酶(CAT)活性均有所提高^[20]。

为了提高天竺葵的繁殖效率。本试验拟以天竺葵不同部位和强力生根粉的浓度为 2 个因子,对天竺葵扦插生根情况进行研究,以期为天竺葵高效繁殖、优质生产提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

以观叶观花品种马蹄纹天竺葵为材料。供试材料有:强力生根粉(四川国光农化公司提供,有效成分:萘乙酸钠)、722 分光光度计、低温冷冻离心机、电子分析天平、恒温水浴锅、磁力搅拌器、秒表、移液枪、研钵、具塞试管。

1.2 方法

试验于 2015 年 4 月在集宁师范学院植物园进行。选取健壮无病害的马蹄纹天竺葵,从茎顶端开始截取 8 cm 的茎段,上部茎段(0~8 cm)标记为顶段,之下的茎段(8~16 cm)标记为中段,分别留上部 2 片叶。扦插基质采用珍珠岩:蛭石(V:V)=1:1,再添加 1/20 体积的有机肥,装盆待用。

将强力生根粉配制成 4 个浓度:1.0、2.0、3.0、4.0 g·L⁻¹,清水为对照。共 10 个处理,每处理重复 3 次,每重复 15 盆。插条下部削成斜面,晾干,浸泡 30 min 后取出,稍晾干,扦插于基质盆中,扦插深度 3 cm,浇透水。之后放于遮荫处,保

持基质湿润。扦插后 15、30、45、60 d 取样,统计马蹄纹天竺葵的生根量、最大根长。第 60 天统计成活率、株高、叶片数,并取相同部位叶片,测定过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)、多酚氧化酶(PPO)的活性。POD 活性测定采用愈创木酚法、SOD 活性测定采用氮蓝四唑比色法^[21]、PPO 活性测定采用邻苯二酚比色法^[22],其中 POD 和 PPO 测定时,以每分钟 OD 值变化 0.01 作为 1 个酶活性单位(U)。

2 结果与分析

2.1 不同浓度强力生根粉对不同部位天竺葵扦插苗生根量、最大根长的影响

由表 1 可见,不同浓度强力生根粉处理后,天竺葵各处理与对照间的生根量差异逐渐增大。在 15 d 时,天竺葵扦插苗刚开始产生新根,顶段和中段苗分别与其对照苗的生根量无显著差异;顶段苗在 30~60 d 生根量有较大的增加,以 2~4 g·L⁻¹强力生根粉处理,顶段苗均较对照苗生根量显著增多,其中处理浓度达到 2 g·L⁻¹时的生根量最多,最高比对照增加 120%;中段苗在 30 d 时以 2~3 g·L⁻¹浓度处理,其生根量最高比对照增加了 62.86%。表明,强力生根粉对天竺葵顶段和中段的生根量均具有显著的作用,有效浓度为 2~4 g·L⁻¹,且顶段的最佳浓度 2 g·L⁻¹,中段的最佳浓度 3 g·L⁻¹。

由表 2 可见,不同浓度的强力生根粉处理后,天竺葵顶段插条扦插苗的最大根长有小幅度的增加,只有 60 d 时 2~3 g·L⁻¹这 2 个处理与对照苗的差异达显著水平,分别比对照提高了 16.0%和 19.10%,其余处理与对照的差异均未达到显著水平。中段插条天竺葵最大根长在 30 和 60 d 时 2~3 g·L⁻¹处理后增加的幅度在 15.56%~30.00%

表 1 不同浓度强力生根粉处理后天竺葵顶段和中段插条生根量的比较

Table 1 Comparison of rooting between the top cuttings and the middle of *P. zonale* Aif. with different concentrations of strong rooting power

天数/d Days	顶段 The top cuttings					中段 The middle cuttings				
	0(CK)	1.0 g·L ⁻¹	2.0 g·L ⁻¹	3.0 g·L ⁻¹	4.0 g·L ⁻¹	0	1.0 g·L ⁻¹	2.0 g·L ⁻¹	3.0 g·L ⁻¹	4.0 g·L ⁻¹
15	0.3 abA	0.3 abA	0.3 aA	0.7 abA	0.7 abA	0 bA	0.3 abA	0.7 abA	0.7 abA	0.7 abA
30	3.0 dC	3.4 cdC	6.6 aA	5.5 abAB	4.6 bcBC	3.5 cdC	3.8 cdBC	5.7 abAB	5.5 abAB	4.3 bedBC
45	7.8 efDE	9.4 cdeBCD	12.2 aA	10.4 bcABC	9.7 bcdBCD	6.9 fE	7.9 defCDE	10.8 abcAB	11.3 abAB	9.2 cdeCDE
60	9.7 eE	11.7 dCDE	16.2 aA	14.8 abAB	11.7 dCDE	9.5 eE	10.8 deDE	13.9 bcABC	14.8 abAB	12.3 cdBCD

同列数据中大小写字母分别表示 $P<0.01$ 和 $P<0.05$ 显著差异。下同。
Capital letters and lowercases in the same column mean significant difference at 0.01 and 0.05 level. The same below.

表 2 不同浓度强力生根粉处理后天竺葵顶段和中段插条最大根长的比较

Table 2 Comparison of max length of root between the top cuttings and the middle of *P. zonale* Aif. with different concentrations of strong rooting power

天数/d Days	顶段插条根长/cm Root length of top cuttings					中段插条根长/cm Root length of middle cuttings				
	0(CK)	1.0 g·L ⁻¹	2.0 g·L ⁻¹	3.0 g·L ⁻¹	4.0 g·L ⁻¹	0(CK)	1.0 g·L ⁻¹	2.0 g·L ⁻¹	3.0 g·L ⁻¹	4.0 g·L ⁻¹
15	0.10 abA	0.17 abA	0.48 aA	0.27 abA	0.27 abA	0 bA	0.10 abA	0.13 abA	0.20 abA	0.20 abA
30	5.65 abcABC	5.76 abcABC	6.70 aA	6.31 abAB	5.47 bcABC	4.27 dC	4.90 cdBC	5.47 bcABC	5.57 abcABC	5.23 bcdABC
45	10.84 aA	11.50 abA	10.93 aA	11.37 abA	10.57 abA	9.33 bA	10.00 abA	10.63 abA	10.47 abA	9.46 bA
60	12.20 cA	13.43 abcA	14.15 abA	14.53 aA	13.73 abcA	12.4 bcA	12.63 abcA	14.33 aA	14.47 aA	14.13 abA

表明,强力生根粉对天竺葵顶段和中段最大根长的影响作用较小。

2.2 不同浓度强力生根粉对不同部位天竺葵扦插苗成活率、株高、叶片数的影响

由图 1 可知,随着强力生根粉处理浓度的升高,各处理成活率呈先上升后稳定的趋势。其中,顶段和中段成活率在处理浓度达 2~4 g·L⁻¹时分别与对照差异达显著水平,顶段成活率分别提高了 28.6%~21.1%,中段成活率分别提高了 25.3%~26.9%。表明,2~4 g·L⁻¹的强力生根粉可以有效提高天竺葵扦插苗的成活率。

株高的变化趋势显示,随强力生根粉浓度的升高,扦插苗的株高呈先上升后稍回落的趋势,其

中顶段的株高峰值出现在 2 g·L⁻¹,而中段株高峰值在 3 g·L⁻¹;顶段 2~4 g·L⁻¹浓度时,和中段在 3~4 g·L⁻¹浓度时的株高与相应对照的差异均达到显著水平。表明,强力生根粉浓度在一定范围内可以有效提高天竺葵植株的株高。

叶片数的变化趋势显示,随强力生根粉浓度的升高,顶段和中段的叶片数均呈上升趋势,在 2~4 g·L⁻¹浓度范围内叶片数稳定,与对照差异达显著水平,表明,强力生根粉对天竺葵的叶片数的增加具有一定作用。

综上表明,强力生根粉有利于天竺葵顶段与中段的扦插成活率和植株生长,其中顶段对强力生根粉更敏感。

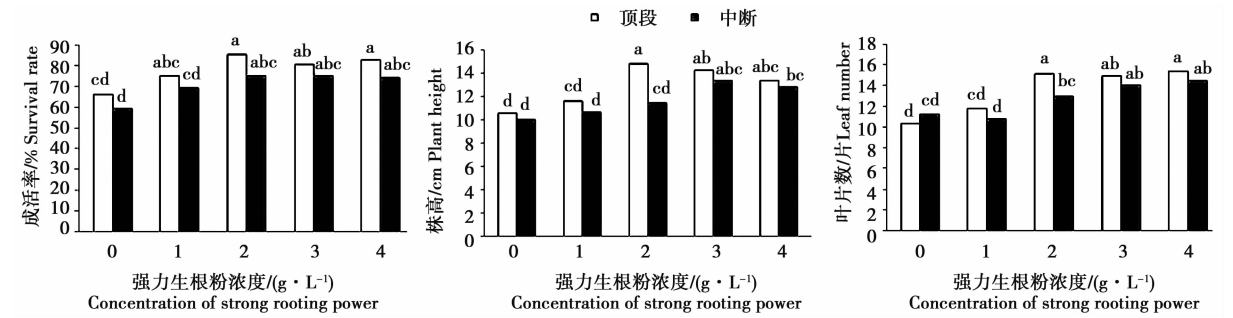


图 1 不同浓度强力生根粉处理后天竺葵扦插苗的成活率、株高及叶片数

Fig. 1 Survival rate, plant height and leaf number of *P. zonale* Aif. with different concentrations of strong rooting power

2.3 不同浓度强力生根粉对不同部位天竺葵扦插苗过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)及多酚氧化酶(PPO)活性的影响

由图 2 可见,使用不同浓度强力生根粉后,天竺葵扦插苗叶片内 3 种抗氧化酶活性变化规律各有不同。其中,各处理 POD 活性均高于对照,随着处理浓度的升高呈现先升后降的趋势,当处理浓度为 2 g·L⁻¹时,顶段和中段扦插苗中 POD 活性均为各处理浓度间的最高值,可达到对照的 3.6 和 3.5 倍。方差分析表明,天竺葵顶段和中段 2 个处理的 POD 活性与对照的差异均达显著水平。

强力生根粉处理后,天竺葵扦插苗内 SOD 活性呈先升高后降低的变化,但只有顶段插条在 2~3 g·L⁻¹浓度下(SOD 活性为对照的 134.4%和 130.3%)和中段插条 2 g·L⁻¹浓度下(SOD 活性为对照的 122.6%)处理才显著高于对照植株,其余各处理与对照组差异未达显著水平。

天竺葵扦插苗中 PPO 活性随处理浓度的升高,呈现双峰变化。其中,顶段苗的峰值出现在强力生根粉浓度 1、4 g·L⁻¹处,低谷出现在 2 g·L⁻¹处;而中段苗的峰值出现在处理浓度 1、3 g·L⁻¹处,低谷出现在 2 g·L⁻¹处。说明,处理浓度不同,

天竺葵中 PPO 活性有显著的差异,且顶段苗较中段苗的变化更剧烈。另外,在一定浓度范围内,扦插苗中 PPO 与 POD 的活性呈相反的变化趋势。

说明,强力生根粉对天竺葵扦插苗中 POD 活

性有显著提高作用;PPO 活性变化次之,变化趋势与 POD 互补;SOD 活性变化趋势较稳定,在 $2\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 浓度下有小幅提高。

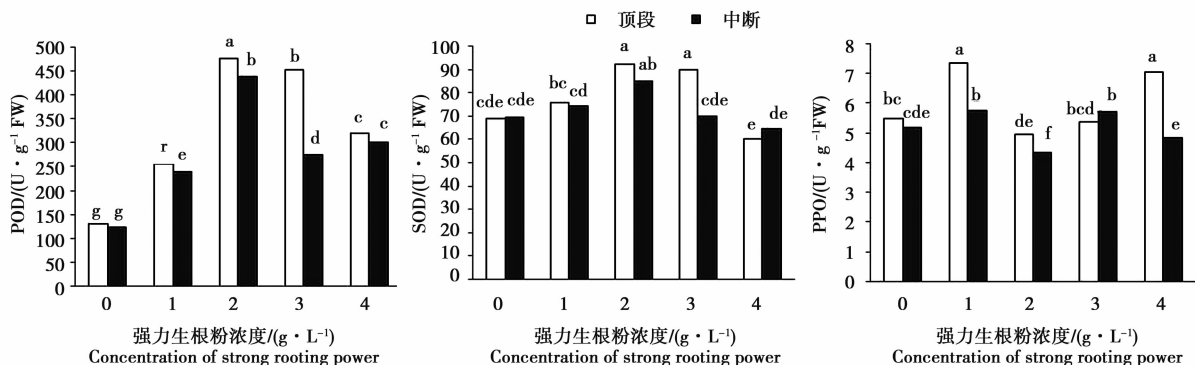


图2 不同浓度强力生根粉处理后天竺葵扦插苗的 POD、SOD、PPO 活性

Fig. 2 POD, SOD and PPO activity of *P. zonale* Aif. with different concentrations of strong rooting power

3 结论与讨论

试验表明,天竺葵顶段扦插苗的各项生长性状均优于中段扦插苗,但两者差异不显著。天竺葵生产中常用顶段枝条(8 cm)做扦插材料^[5-6],本试验结果表明,在天竺葵扦插繁殖时中段(8~16 cm)可以作为扦插材料。

关于扦插生根剂的筛选已有不少成果,明确了扦插生根物质是低浓度植物生长调节剂,如 IAA、IBA、ABT1、ABT^[5,7-15]。而强力生根粉属于多种植物生长调节剂复配生根剂,研究发现强力生根粉可提高辣椒的生长势^[17]、可使油茶成活率达 100%^[16]、150 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 提高雪兰红葡萄的生根率^[18]。而本试验已筛选出对天竺葵有效的强力生根粉浓度在 $2\sim 3\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$,处理时间 30 min,与邓鑫州的浓度相近^[16],同时缩短了处理时间^[16-18],有效提高了工作效率,缩短了扦插周期^[5,7-18]。

本试验中,经强力生根粉处理后,天竺葵扦插苗内抗氧化酶活性变化各不相同,其中 POD 活性在 $1\sim 4\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 均显著升高,且在 $2\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 出现峰值;而 PPO 活性出现双峰变化,在 $2\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 处为低谷;发现 PPO 和 POD 的变化趋势有互补的关系;而 SOD 活性变化幅度较小,仅在 $2\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ (顶段、中段)和 $3\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 处(顶段)出现显著升高。即生根率较好的处理 POD 和 SOD 活性较高, PPO 活性则较低。

郑成淑研究表明,不同硝酸钙处理后菊花 POD 和 SOD 活性与扦插苗生根率呈正相关^[20],刘毓璟对文冠果扦插过程中 POD 与 PPO 活性研究结果^[14],均与本试验结果一致。另,陈启文在茶树品种上的研究^[19],与本试验结果相近。

赵云龙研究表明,杜鹃扦插生根期间 POD 和 PPO 活性均上升^[23],与本试验结果有一定差异,可能由于马蹄纹天竺葵含有较高的酚类物质^[24],POD 和 SOD 普遍存在于植物体内,PPO 可催化酚类物质和 IAA 形成复合物,这 3 种酶在植物扦插后协同作用,可降低 IAA 含量,清除活性氧,诱导根原基,促进不定根生成^[14,19-20,23-25],测定其活性可对扦插生根的生理机制进行解释,为提高植物扦插繁殖效率提高一定理论依据。

参考文献:

- [1] 傅玉兰. 花卉学[M]. 北京:中国农业出版社,2001:244.
- [2] 叶剑秋. 大花天竺葵[J]. 园林,2008(10):53.
- [3] 党璇,张晓珍,姚默,等. 香叶天竺葵药理学研究概况[J]. 安徽农业科学,2011(11):75-76.
- [4] 高翔. 芳香植物活体香气对降压保健功能的初步研究[D]. 上海:上海交通大学,2011:50-51.
- [5] 冯晓容,俞晓艳,解天波,等. 天竺葵栽培技术研究[J]. 宁夏农林科技,2010(5):25-26.
- [6] 沈红香,关爱农,王志忠,等. 不同基质处理对天竺葵扦插生长的影响[J]. 中国农学通报,2008(7):346-349.
- [7] 王文强,张继,张谦明,等. 几种常见植物的扦插生根、无土栽培技术研究[J]. 西北师范大学学报:自然科学版,2006,42(5):81-84.
- [8] 张雨. 几种园林植物扦插繁殖技术研究[D]. 呼和浩特:内

- 蒙古农业大学,2011:3-4.
- [9] 王新刚,赵兰勇,丁一鸣,等.不同品种玫瑰扦插技术研究[J].北方园艺,2012(8):72-75.
- [10] 周兰胜.部分野生蔷薇属植物扦插繁殖技术研究[J].山东农业大学学报:自然科学版,2014,45(5):775-777.
- [11] 孟桂元,康林峰,周静,等.不同因子对金银花生根特性及成活的影响[J].Agricultural Science and Technology, 2013,14(10):1439-1442.
- [12] 王少平,郭超群,冯海燕,等.不同激素处理对香石竹扦插生根的影响[J].北方园艺,2012(5):85-86.
- [13] 曹玉翠,曹帮华,王兵,等.不同生长素对蔷薇硬枝扦插生根的影响[J].江西农业大学学报,2009,31(4):655-658.
- [14] 刘毓璟,赵忠,陈盖,等.IBA对文冠果嫩枝扦插生根过程中2种氧化酶活性的影响[J].西北林学院学报,2013,28(3):104-107.
- [15] 郝瑞杰,庄倩倩,王鹏.外源激素对菊花扦插苗根系质量的影响[J].种子科技,2008,26(1):41-43.
- [16] 邓鑫州.油茶良种苗木繁殖技术研究[D].桂林:广西师范大学,2012.
- [17] 金伊洙.强力生根粉在辣椒穴盘育苗上的应用效果研究[J].北方园艺,2011(10):37-39.
- [18] 路文鹏,张庆田,范书田,等.不同种类生根剂对新品种“雪兰红”硬枝扦插生根成苗效果的研究[J].特产研究,2013,35(1):15-18.
- [19] 陈启文,周月琴,韩艳娜,等.茶树扦插生根过程中3种氧化酶活性及多酚含量变化研究[J].安徽农业大学学报,2013,40(6):908-911.
- [20] 郑成淑,王文莉,孙宪芝,等.硝酸钙处理对菊花扦插生根及抗氧化酶活性的影响[J].园艺学报,2008,35(2):263-268.
- [21] 张志良.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2003:127-160.
- [22] 晏本菊,李焕秀.梨外植体褐变与多酚氧化酶及酚类物质的关系[J].四川农业大学学报,1998,16(3):310-313.
- [23] 赵云龙,陈训,李朝禅.糙叶杜鹃扦插生根过程中生理生化分析[J].林业科学,2013,49(6):45-51.
- [24] 蔡寅川,李懿.天竺葵组织培养研究进展[J].福建农业科技,2015(3):47-50.
- [25] 原牡丹,侯智霞,翟明普,等. IAA 分解代谢相关酶(IAAO、POD)的研究进展[J].中国农学通报,2008,24(8):88-92.

Effect of Different Concentration of Strong Rooting Power on Rooting and Physiology and Antioxidant Enzyme Activities During Rooting of *Pelargonium zonale* Aif.

YAO Ling-bai, HAN Hai-xia, CAO Xing-ming

(Jining Normal University, Wulanchabu, Inner Mongolia 012000)

Abstract: In order to study the effects of strong rooting power on cuttings propagation of *Pelargonium zonale* Aif., applied a soaking method by *Pelargonium zonale* Aif. cuttings. The effects of strong rooting power between 1 and 4 g·L⁻¹ by measuring the rooting, growth and the activities of three kinds of antioxidantase were studied. The results showed that firstly, the rooting, the max root length, height, and survival rate of *Pelargonium zonale* Aif. top and middle cuttings all were significantly promoted in the concentration of 2~3 g·L⁻¹. Secondly, with the increasing of strong rooting power's concentration, the activities of three kinds of antioxidantase showed similar variation in top and middle cuttings. Among them, the POD activities were higher than that of the control, and the activities were first increased and then decreased in the range of 1~4 g·L⁻¹; While the PPO activities showed a fluctuating trend; PPO and POD activities had the opposite change trend in the range of 1~4 g·L⁻¹; And the same time, the SOD activities change was smaller, respectively, at 2 g·L⁻¹ (top and middle) and 3 g·L⁻¹ (top) was significantly higher than the control. Conclusion, appropriate concentration of strong rooting powder could improve the growth indexes and survival rate of *Pelargonium zonale* Aif. cuttings, and could stimulate the antioxidant system based on POD and assisted by PPO and SOD. So as to improve the cuttings survival rate and quality of *Pelargonium zonale* Aif..

Keywords: cuttings; rooting; survival rate; antioxidantase; *Pelargonium zonale* Aif.