

王银杰,张永侠,刘清泉,等. 德国鸢尾花瓣衰老过程中主要生理指标的变化[J]. 江苏农业科学,2020,48(24):153-155,214.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.24.030

# 德国鸢尾花瓣衰老过程中主要生理指标的变化

王银杰,张永侠,刘清泉,刘凉琴,黄苏珍,原海燕

(江苏省中国科学院植物研究所,江苏南京 210014)

**摘要:**对德国鸢尾不同生育时期的早花品种 93E41076-17 和晚花品种 Elizabeth 花瓣中可溶性蛋白含量、丙二醛含量、脯氨酸含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性及过氧化物酶(POD)活性等生理指标进行测定。结果表明,不同发育期 93E41076-17 与 Elizabeth 可溶性蛋白含量的变化趋势基本一致,呈持续下降趋势;MDA 含量呈总体上升的趋势;脯氨酸含量在蕾期最高,初花期后趋于平缓,在衰败期有所上升;SOD 活性呈总体下降趋势,但开始下降的起始花期有所不同,93E41076-17 从初花期开始下降,而 Elizabeth 从蕾期开始下降;POD 活性也随着花期进程的延长其活性呈现不断上升的趋势。

**关键词:**德国鸢尾;生理指标;花瓣衰老;可溶性蛋白含量;丙二醛含量;脯氨酸含量;SOD 活性;POD 活性

**中图分类号:**S682.1<sup>+</sup>90.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)24-0153-03

德国鸢尾(*Iris germanica* L.)是鸢尾属最具观赏价值的种类,花形奇特、花色丰富、一支多花以及常绿(长江以南地区)等特性使其在园林配植、地被绿化、盆栽观花等方面具有广阔的应用前景。但其单朵花花期仅 3~5 d,单一品种群体花期一般不超过 20 d<sup>[1]</sup>。因此,德国鸢尾花期的长短直接影响其经济价值和市场效益。随着人们对鲜切花的需求,目前国内对德国鸢尾花衰老的研究仅集中在切花保鲜上<sup>[2]</sup>,但有关其自然开花过程中体内生理变化的研究至今尚未见报道。本研究以德国鸢尾早花品种 93E41076-17 和晚花品种 Elizabeth 为供试材料,对德国鸢尾自然开花进程中花瓣的可溶性蛋白含量、丙二醛含量、脯氨酸含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性及过氧化物酶(POD)活性等生理生化指标进行测定,通过对德国鸢尾自然衰老过程中生理生化变化的研究,以为延长德国鸢尾花期奠定理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料德国鸢尾品种 93E41076-17 和

Elizabeth 均采集自江苏省中国科学院植物研究所中国鸢尾属种质资源保存中心。93E41076-17 为德国鸢尾早花品种,自然花期为 4 月中旬;Elizabeth 为德国鸢尾晚花品种,自然花期为 5 月上旬。试验于 2019 年春季进行,每天 8:00 采集不同开花时期(蕾期、初花期、盛花期和衰败期)的花瓣,用去离子水洗净后迅速放入液氮中速冻,然后放入 -80℃ 超低温冰箱中保存待用。

### 1.2 试验方法

可溶性蛋白含量的测定采用考马斯亮蓝 G-250 比色法<sup>[3]</sup>;丙二醛(MDA)含量的测定采用硫代巴比妥酸法<sup>[4]</sup>;脯氨酸含量的测定采用酸性茚三酮法<sup>[5]</sup>;超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)活性检测采用北京索莱宝科技有限公司生产的 SOD、POD 试剂盒进行测定。所有生理指标测定均重复 3 次,用 Excel 2010 求平均值和标准差。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同开花时期可溶性蛋白含量的变化

可溶性蛋白质是花开放过程中的主要物质基础,其含量一直是衡量植物衰老的重要指标<sup>[6]</sup>。蛋白质影响植物衰老可分为 2 个方面:一方面是降低蛋白质的周转,这是蛋白质合成机制老化的结果;另一方面是蛋白质含量随着蛋白的水解而降低。蛋白质水解产生大量乙烯的合成前体蛋氨酸,从而促进内源乙烯的合成,引起衰老<sup>[7]</sup>。由图 1 可见,德国鸢尾 93E41076-17 和 Elizabeth 不同时期可溶

收稿日期:2020-04-13

基金项目:国家自然科学基金(编号:31801901)。

作者简介:王银杰(1987—),女,江苏海安人,博士,助理研究员,主要从事花卉遗传育种与分子生物学研究。Tel:(025)84347086;  
E-mail:wyinjie89@126.com。

通信作者:原海燕,博士,副研究员,主要从事花卉遗传育种与分子生物学研究。E-mail:yuanhaiyan416@163.com。

性蛋白含量的变化趋势基本一致,呈持续下降趋势。其中晚花品种 Elizabeth 蕾期至初花期可溶性蛋白含量较早花品种 93E41076-17 下降明显,两者初花期可溶性蛋白含量分别为蕾期的 25.90%、44.36%,而初花期至盛花期、盛花期至衰败期可溶性蛋白含量下降相对平稳。

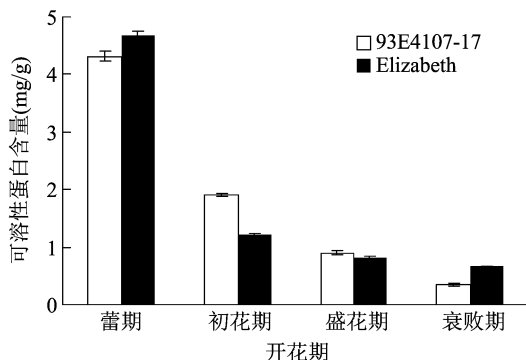


图1 德国鸢尾不同开花时期可溶性蛋白含量的变化

## 2.2 丙二醛含量的变化

丙二醛是具有细胞毒性的物质,是由膜脂中不饱和脂肪酸发生膜脂过氧化作用而产生的,它的积累会造成细胞内酶和膜系统的损害,从而引起衰老<sup>[8]</sup>,因此丙二醛含量与花瓣的衰老密切相关。德国鸢尾不同开花时期 MDA 含量的变化如图 2 所示,Elizabeth 和 93E41076-17 花瓣中 MDA 含量均呈总体上升的趋势,且随着花期进程的延长上升幅度基本一致,说明花瓣中 MDA 含量上升是其衰老的重要指标。早花品种 93E41076-17 花瓣中的 MDA 含量高于晚花品种 Elizabeth。

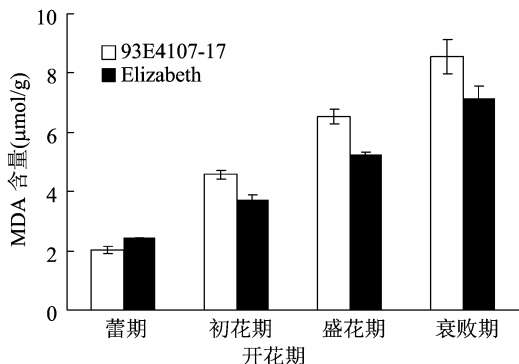


图2 德国鸢尾不同开花时期 MDA 含量的变化

## 2.3 脯氨酸含量的变化

生物体内,脯氨酸不仅是细胞内的渗透调节物质,而且还是植物面对逆境时的重要调节物质,在一定程度上反映了植物的抗逆性<sup>[9]</sup>。德国鸢尾不同开花时期脯氨酸含量的变化如图 3 所示,4 个测定时期晚花品种 Elizabeth 脯氨酸的含量均高于早

花品种 93E41076-17,且呈下降趋势,蕾期最高,初花期后趋于平缓,在衰败期脯氨酸含量有所上升。初花期 93E41076-17 和 Elizabeth 花瓣中脯氨酸的含量分别是蕾期的 45.14%、33.35%。

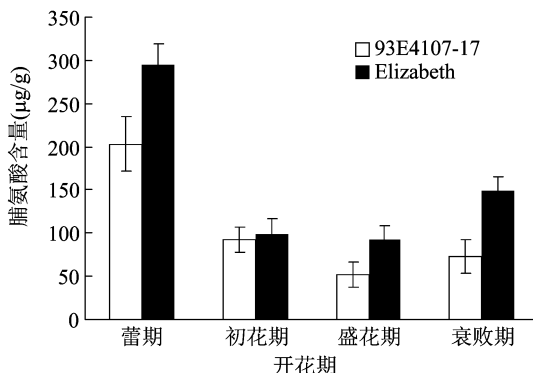


图3 德国鸢尾不同开花时期脯氨酸含量的变化

## 2.4 超氧化物歧化酶活性的变化

SOD 是生物体内酶清除活性氧系统的重要成分,它通过清除过高的活性氧来维持活性氧平衡,是抵御活性氧毒害的第一道防线<sup>[10]</sup>。德国鸢尾不同开花时期 SOD 活性变化如图 4 所示,2 个品种花瓣中的 SOD 活性均呈总体下降趋势,但开始下降的起始花期有所不同。93E41076-17 从初花期开始下降,而 Elizabeth 从蕾期开始下降。不同花期 93E41076-17 花瓣的 SOD 活性均高于 Elizabeth。2 个德国鸢尾品种花瓣的 SOD 活性随着花期进程的延长而下降,说明随着花期进程的延长,花瓣不断受到活性氧的毒害。不同品种花瓣中 SOD 活性开始下降的初始花期不同,表明清除氧自由基的能力存在差异。

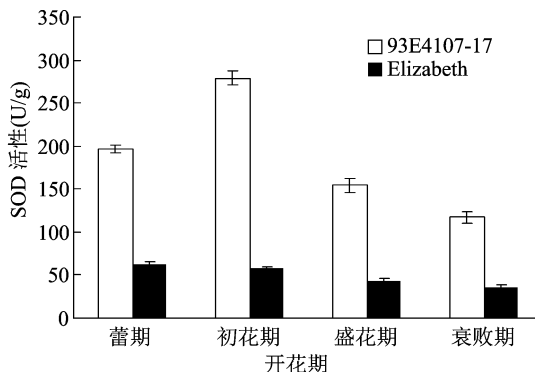


图4 德国鸢尾不同开花时期 SOD 活性的变化

## 2.5 过氧化物酶活性的变化

POD 是植物体内另一重要的抗氧化酶,通常与 SOD 协调发挥作用<sup>[11-12]</sup>。本研究中 2 个德国鸢尾品种不同开花时期花瓣中的 POD 活性表现出一致的变化规律,都随着花期进程的延长其活性呈现不断上升的趋势,由蕾期到衰老期,其活性约增加了

近 1 倍,且不同花期 93E41076-17 花瓣中的 POD 活性均高于 Elizabeth(图 5)。

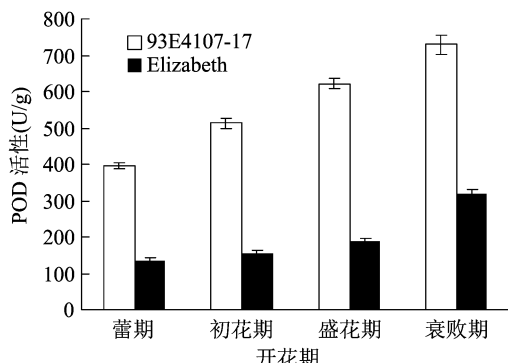


图 5 德国鸢尾不同开花时期 POD 活性的变化

### 3 讨论

长期以来,花瓣衰老一直是人们关注和研究的热点。有关花瓣衰老的机制,目前研究较多的是乙烯诱导作用及自由基伤害作用。但在花瓣衰老过程中,无论是乙烯敏感型还是非乙烯敏感型花卉,其衰老过程都与降解代谢有关的蛋白质和酶类等指标相关。

细胞中可溶性蛋白含量与衰老的关系密切,其含量下降是植物组织器官衰老过程中普遍存在的现象,是植物进入衰老的重要标志之一<sup>[13-14]</sup>。本研究表明,德国鸢尾花瓣的衰老与内含物质代谢紧密联系,细胞内可溶性蛋白含量与花瓣衰老呈明显的负相关关系,该结果表明随着衰老的加剧细胞内含物被大量消耗,这与百合和地被菊花发育和衰老的研究结果<sup>[15-16]</sup>基本一致。与此同时,随着花瓣衰老进程的延长,德国鸢尾花瓣中脯氨酸的含量在蕾期最高,初花期后趋于平缓,在衰败期脯氨酸含量有所升高。这可能与花在衰败期渗透调节有关。此外,脯氨酸还可能在花发育过程中提供某些营养物质促进或延长花期。这与前人的研究结果<sup>[17]</sup>基本一致。MDA 是由自由基反应使膜脂过氧化的终产物之一,它的产生和积累主要会引起膜蛋白的变性<sup>[18]</sup>,MDA 含量越高膜脂过氧化作用越强,多种酶和膜系统受到的损伤越严重,衰老程度越强。本研究发现,德国鸢尾在花瓣衰老过程中 MDA 含量呈现由平稳缓慢上升至快速增加的趋势,表明随着衰老的加剧,MDA 对膜造成不可恢复的损伤,从而宏观表现为花瓣的衰老<sup>[18]</sup>,这与许多切花如玫瑰<sup>[19-20]</sup>等的研究结果基本一致。另外,早花品种的 MDA 含量高于晚花品种,说明前者细胞膜受损伤的

程度要高于后者,这可能也是导致两者花期不同的原因之一。过氧化物酶(POD)和超氧化物歧化酶(SOD)能够参与生物体内酶清除活性氧系统,它通过清除过高的活性氧来维持平衡同时防止细胞受活性氧胁迫伤害,从而在植物抗衰老和抗胁迫中发挥作用<sup>[21]</sup>。前人的研究发现,香石竹花瓣的线粒体及过氧化物体中存在 2 种 SOD 同工酶,其在花瓣衰老期,线粒体 2 种 SOD 总活性均显著下降<sup>[22]</sup>。本研究中,随着花瓣的开放和衰老,SOD 活性表现为先上升后下降,SOD 活性的增加可及时清除代谢过程中形成的活性氧,有助于花的正常开放,随着花的盛开和衰老,SOD 活性降低,从而削弱了保护系统,使花内活性氧代谢失调,引起花瓣的衰老。舒祯研究发现,在香雪兰花朵衰老过程中 POD 活性一直呈上升趋势<sup>[23]</sup>。本研究也证实了这一点,随着花朵发育进程的延长 POD 活性明显提高。

由此可见,德国鸢尾花瓣的衰老是一个十分复杂的过程。在不同品种中除了本身的遗传特性不同外,还由于维持花朵生命结构的蛋白质降解,SOD 和 POD 活性水平的差异,从而造成膜系统稳定性不同,最终导致衰老进程不同。因此,通过一定措施增强酶活性,维持活性氧的代谢平衡可能是延长德国鸢尾花期的有效途径。对于致使德国鸢尾花瓣衰老加速的其他原因以及延长花期的具体有效途径,还有待进一步研究。

### 参考文献:

- [1] 常钟阳,张金政,孙国峰,等. 德国鸢尾‘常春黄’花芽分化的形态观察及两种代谢产物的动态变化[J]. 植物研究,2008,28(6):741-745.
- [2] 郭彩霞,董艳芳,周媛,等. 外源 NO 对德国鸢尾切花生理指标的影响[J]. 西北农林科技大学学报,2014,42(11):56-60.
- [3] 李如亮. 生物化学实验[M]. 武汉:武汉大学出版社,1998:57-58.
- [4] 赵世杰,许长成,邹琦. 植物组织中丙二醛测定方法的改进[M]. 植物生理学通讯,1994,30(3):207-210.
- [5] 张志良,翟伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2003.
- [6] 乔永旭. 蝴蝶兰花衰老过程中主要生理指标的变化[J]. 西南农业学报,2014,27(3):1045-1048.
- [7] 邵莉楣. 花卉化学促控技术[M]. 北京:北京金盾出版社,1993.
- [8] 唐秀梅,陈元,钟瑞春,等. 广西花生品种(系)苗期生长期耐旱性及相关生理特性研究[J]. 广东农业科学,2014,41(14):9-13.
- [9] Kishor P B K, Kumari P H, Sunita M S, et al. Role of proline in cell wall synthesis and plant development and its implications in plant

- quality and mineral parameters on golden smoothee apples treated before harvest with calcium and stored in controlled atmosphere[J]. Food Science and Technology International, 2002, 8(3): 139–146.
- [14] Fallahi E, Fallahi B, Neilsen G H, et al. Effects of mineral nutrition on fruit quality and nutritional disorders in apples[J]. Acta Horticulturae, 2010(868): 49–60.
- [15] 卯新蕊, 李昊聪, 申志慧, 等. 桃果实矿质元素与糖酸指标的相关性分析[J]. 江苏农业学报, 2020, 36(1): 164–171.
- [16] 王磊彬, 陈兴望, 李天宇, 等. 江苏丰县地区富士苹果果实矿质元素与品质的相关性及通径分析[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(7): 146–151.
- [17] 朴哲虎, 石 岩, 程金良, 等. 苹果梨果实矿质元素含量与品质的相关性分析[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(20): 159–161.
- [18] 董 燕, 王正银. 矿质营养对柑橘品质的影响[J]. 土壤肥料, 2004(6): 37–40, 46.
- [19] Denise N, Gerryn N. Nutritional effects on fruit quality for apple trees[J]. New York Fruit Quarterly, 2009, 17(3): 21–24.
- [20] Reitz H J, Koo R C J. Effect of nitrogen and potassium fertilization on yield and fruit quality of Valencia orange on calcareous soil[J]. Florida State Horticulture Society, 1959, 72: 12–16.
- [21] 张 强, 李兴亮, 李民吉, 等. ‘富士’苹果品质与果实矿质元素含量的关联性分析[J]. 果树学报, 2016, 33(11): 1388–1395.
- [22] 白永超, 卫旭芳, 陈 露, 等. 笃斯越橘果实、叶片矿质元素和土壤肥力因子与果实品质的多元分析[J]. 中国农业科学, 2018, 51(1): 170–181.
- [23] 黄 霄, 姚 丹, 陆爱华, 等. 江苏不同产地‘白玉’枇杷果实品质与果实和土壤中矿质元素含量的相关性分析[J]. 植物资源与环境学报, 2018, 27(2): 85–92.
- [24] 闫忠业, 伊 凯, 刘 志, 等. 富士苹果果实主要营养元素含量变化与品质的关系[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(6): 167–169.
- [25] 张 强, 魏钦平, 蒋瑞山, 等. 富士苹果矿质营养含量与几个主要品质指标的相关性分析[J]. 园艺学报, 2011, 38(10): 1963–1968.
- [26] 李性苑. 柑橘体内的几种矿质营养[J]. 黔东南民族师专学报, 2001, 19(6): 31–32.
- [27] 廖育林, 郑圣先, 戴平安, 等. 钾镁锌硼钼肥对椪柑产量和品质的影响[J]. 土壤通报, 2007, 38(6): 1158–1161.
- [28] 黄 霄, 王化坤, 渠慎春, 等. 江苏东山山地枇杷果实品质与果园土壤、叶片和果实矿质元素的关系[J]. 西北植物学报, 2019, 39(4): 692–701.
- [29] 于馨森, 李斌奇, 陈发兴. 矿质营养元素对枇杷果实品质的影响[J]. 东南园艺, 2018, 6(2): 16–19.
- [30] 顾曼如, 束怀瑞, 曲桂敏, 等. 红星苹果果实的矿质元素含量与品质关系[J]. 园艺学报, 1992, 19(4): 301–306.
- [31] 李宝江, 林桂荣. 矿质元素含量与苹果风味品质及耐贮性的关系[J]. 果树科学, 1995, 12(3): 141.
- [32] Organ E T M, Obert R, Ouse E R, et al. Leaf and fruit mineral content and peel thickness of ‘Hamlin’ orange[J]. 2005, 118: 19–21.
- [33] 李春燕, 卢桂宾, 刘 和, 等. 枣在裂果关键期果皮、果肉中主要矿质元素的含量特点[J]. 山西农业科学, 2019, 47(9): 1505–1508.
- [34] Fallahi E, Brenda R S. Interrelations among leaf and fruit mineral nutrients and fruit quality in ‘Delicious’ apples[J]. Journal of Tree Fruit Production, 1996, 1(1): 15–25.
- [35] Fallahi E, Conway W S, Hickey K D, et al. The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples[J]. American Society for Horticultural Science, 1997, 32(5): 831–835.
- (上接第155页)
- ontogeny[J]. Frontiers in Plant Science, 2015, 6: 544.
- [10] 吴永波, 叶 波. 高温干旱复合胁迫对构树幼苗抗氧化酶活性和活性氧代谢的影响[J]. 生态学报, 2016, 36(2): 403–410.
- [11] 王宏民, 李亚芳, 张仙红, 等. 几种杀虫剂胁迫对黄瓜幼苗抗氧化酶活性和相关生理指标的影响[J]. 中国生态农业学报, 2015, 23(9): 1185–1190.
- [12] 黄雪妮, 屈 凡, 马名立, 等. 镉胁迫对2个宁夏主栽水稻品种幼苗期抗氧化同工酶亚基及其活性的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(7): 107–112.
- [13] 朱 诚, 曾广文. 桂花花衰老过程中的某些生理生化变化[J]. 园艺学报, 2000, 27(5): 356–360.
- [14] Halevy A H, Mayak S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers[J]. Horticulture Review, 1981(3): 59–143.
- [15] 刘雅莉, 王 飞, 张恩让, 等. 百合花不同发育期生理变化与衰老关系的研究[J]. 西北农业大学学报, 2000, 28(1): 109–112.
- [16] 沈 漫, 高遐虹, 程继鸿, 等. 地被菊开花过程中生理生化变化的初步研究[C]//中国园艺学会第七届青年学术讨论会论文集, 2006: 610–614.
- [17] 吴桂容, 王上伟, 苏德生, 等. 3个牡丹品种花期进程中花瓣的生理生化特征[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(1): 85–87.
- [18] 季 成, 王崇效, 余权文. 风眼莲超氧化物酶活性与抗寒性的关系[J]. 植物生理学报, 1989, 15(2): 133–136.
- [19] Coorts G D. Internal metabolic changes in cut flower[J]. Horticulture Science, 1975(8): 195–198.
- [20] 严景华, 蔡永萍, 李东林. 保鲜剂对玫瑰切花衰老指标的影响简报[J]. 植物生理学通讯, 1997, 33(2): 109–111.
- [21] 李雅洁, 张其安, 陆晓民. 不同外源物质对低温弱光次生盐渍化复合逆境下黄瓜幼苗生长、抗氧化系统及光合作用的影响[J]. 江苏农业学报, 2018, 34(2): 404–410.
- [22] 张 云, 郭维明, 陈发棣, 等. *N*-月桂酰乙醇胺对香石竹开放和衰老进程中花瓣微粒体膜组分和功能的调节[J]. 中国农业科学, 2007, 40(10): 2303–2308.
- [23] 舒 赉. 香雪兰花朵衰老的生理生化研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2010.