

文章编号: 1674-7054(2016)01-0064-06

不同浓度赤霉素对天门冬切叶的保鲜效应

王廷芹^{1,2}, 徐秀琼¹, 谢梅凤¹

(1. 广东海洋大学 农学院 广东 湛江, 524088; 2. 广东省现代农业(特色园艺)产业技术研发中心 广东 湛江 524088)

摘 要: 本试验以天门冬为试材,不同浓度的赤霉素作为变量,150 mg · L⁻¹ 8-HQ 和 0.25% 蔗糖作为定量,对天门冬切叶进行瓶插保鲜试验。结果表明:75 mg · L⁻¹ 赤霉素对天门冬切叶保鲜效果最好,延长其寿命 3.89 d,抑制 MDA 的产生,增加 POD 和 CAT 活性,促进叶绿素的合成,减缓叶绿素含量的下降,维持叶片膜结构的相对稳定性。

关键词: 赤霉素; 天门冬切叶; 保鲜; 瓶插寿命

中图分类号: S 955.7

文献标志码: A

DOI: 10.15886/j.cnki.rdswwb.2016.01.011

天门冬(*Asparagus cochinchinensis*(Lour.) Merr) 是百合科(Lillaceae) 多年生常绿、半蔓生草本植物,其种类高达 300 种。天门冬属在我国分布甚广,至今已发现有 24 种,被广泛种植于全国各地^[1]。天门冬不仅是重要的观叶盆栽植物,还是插花的上好陪衬材料^[2]。国内外对切叶保鲜技术研究较少,更多集中在切花的保鲜技术研究上^[3-4],仅在品种介绍、分类、种子萌发、药用等方面有相关报道^[5-6]。赤霉素(Gibberellins 或 Gibberellic acid, GA) 是已公认的 5 种植物激素中种类最多、生理功能最广的一种^[7]。GA₃ 是赤霉素种类中生理活性最强、研究最多的一种^[8]。赤霉素能明显减弱叶绿体细胞膜透性以及显著降低叶绿体中丙二醛的含量,有效阻止叶绿素的降解^[9-10]。吴红芝等^[11]的结果表明赤霉素对切花叶片具有十分明显的保绿效果。杀菌剂在保鲜液中能起到防腐、杀菌和抑制病菌感染的作用,常用的杀菌剂有 8-HQ^[12]、高锰酸钾、阿斯匹林、洗洁精、明矾、硼酸、维生素 C 等。其中,8-HQ 具有杀死各种真菌与细菌和抑制乙烯的作用,是保鲜液中最常用、有效的杀菌剂^[13]。含杀菌剂和乙烯抑制剂的保鲜溶液,可起到补水、杀菌、乙烯抑制、修复叶面机械损伤等多重功效^[14]。本研究主要通过探讨天门冬切叶保鲜与赤霉素的关系和不同浓度赤霉素配方对天门冬切叶的影响,为天门冬切叶提供有效的采后保鲜技术,以提高其经济效益,并为切叶类植物采后保鲜技术研究奠定一定的理论基础。

1 材料与方法

供试天门冬材料于 2014 年采自湛江市广东海洋大学主校区,选取健壮,无病虫害,无黄叶,叶色嫩绿,粗细均匀的枝条。设 4 个处理(A: 0.25% 蔗糖 + 150 mg · L⁻¹ 8-HQ + 25 mg · L⁻¹ 赤霉素; B: 0.25% 蔗糖 + 150 mg · L⁻¹ 8-HQ + 50 mg · L⁻¹ 赤霉素; C: 0.25% 蔗糖 + 150 mg · L⁻¹ 8-HQ + 75 mg · L⁻¹ 赤霉素; D: 0.25% 蔗糖 + 150 mg · L⁻¹ 8-HQ + 100 mg · L⁻¹ 赤霉素) 和 CK(0.25% 蔗糖^[15] + 150 mg · L⁻¹ 8-HQ^[12]), 3 次重复。用水切法,将枝条置于水中切去基部,留约 20 cm 长,摘掉枝条下部 1/3 的叶片,每处理 15 枝切叶。瓶插期间室温为 28~32 °C,光照条件为室内自然光。从瓶插当天(按第 1 天计算)起,测定其瓶插寿命和黄化程度^[16]。采用蒽酮比色法^[17]测定可溶性糖含量;采用考马斯亮蓝结合法^[17]测定可

收稿日期: 2015-10-19

基金项目: 广东海洋大学“创新强校工程”项目(GDOU2014050220); 专业综合改革试点专业项目(GDOU2013040402); 教育部卓越农林人才培养计划(园艺, GDOU2014041204); 国家级农科教合作人才培养基地(GDOU2013040301); 园艺和园林专业实践技能型农林人才培养模式改革试点(GDOU2014041208); 园艺专业综合改革试点(GDOU2013040402)

作者简介: 王廷芹(1977-), 女, 副教授, 主要从事园艺生理学研究. E-mail: wtqin@163.com

溶性蛋白含量; 采用比色法测定^[17] 丙二醛(MDA) 含量、叶绿素含量和过氧化氢酶(CAT) 活性; 用 Excel 整理数据, 并采用 DPS 统计软件中的 Duncan's 新复极差法对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同浓度赤霉素对天门冬叶片瓶插寿命的影响 表 1 中, C 处理可使天门冬切叶瓶插寿命达 12. 48 d, 显著高于 CK(8. 59 d) , 比 CK 延长了 3. 89 d。另外, A, B, D 处理的天门冬切叶瓶插寿命分别比 CK 延长了 1. 93, 3. 06 和 1. 83 d, 均显著高于 CK(8. 59 d) 。各处理与对照差异显著, 但各处理间无显著差异, C 处理的保鲜效果最好。

表 1 不同保鲜液处理对天门冬切叶瓶插寿命的影响

Tab. 1 Effects of different preservatives on vase life of *Asparagus cochinchinensis* cut leaves

处理 Treatment	CK	A	B	C	D
瓶插寿命(d) Vase life	8. 59 ± 0. 87 ^c	10. 52 ± 0. 77 ^b	11. 65 ± 0. 61 ^{ab}	12. 48 ± 0. 52 ^a	10. 42 ± 0. 58 ^b

注: 1. 表中数据为同一处理 3 次重复的平均值 ± 标准偏差; 2. 同列数据后不同小写字母表示 5% 差异显著水平(下同)
Note: 1. Data presented in the table were mean values ± SD of three replications in the same treatments. 2. Different lowercase letters in the same column mean significant difference at 5% level. Similarly hereinafter.

表 2 不同保鲜液处理对天门冬切叶黄化程度的影响

Tab. 2 Effects of different preservatives on browning level of *A. cochinchinensis* cut leaves

/级

处理 Treatment	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d	8 d	9 d	10 d	11 d	12 d
CK	0	0	0	0	0	1	2	3	3	4	4	4
A	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	3
B	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	3
C	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	3
D	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	3	3

2.2 不同浓度赤霉素对天门冬叶片黄化程度的影响 由表 2 可见, A, B, D 处理以及 CK 的天门冬切叶均从第 6 天开始黄化。其中 CK 的黄化程度最严重, 第 10 天达到 4 级黄化程度。而 C 处理第 7 天才达到 1 级黄化, 且第 8 天至第 11 天一直处于 2 级黄化程度, 第 12 天刚达到 3 级。A, B, D 的黄化程度差不多, 没有显著差异, 但都比 C 的黄化速度快。

3.3 不同浓度赤霉素对天门冬切叶可溶性糖含量的影响 由表 3 可见, C 处理的可溶性糖含量变化幅度最小, 一直处于较高水平。第 1 天, 各处理和 CK 的可溶性糖含量差异不显著。第 3 天, B 处理的可溶性糖含量显著低于 CK, 但 CK 和 A, C 和 D 处理之间差异不显著。第 5 天, C 处理的可溶性糖含量显著高于其他处理和 CK 的可溶性糖含量。第 7 天, A, B 和 C 处理的可溶性糖含量显著高于 CK。第 9 天, A 和 C 处理的可溶性糖含量也显著高于 CK。

3.4 不同浓度赤霉素对天门冬切叶可溶性蛋白含量的影响 从表 4 可见, 第 1 天, CK 和各处理差异均不显著, 可溶性蛋白含量均处于瓶插期间的最高值。第 3 天, CK 和各处理的可溶性蛋白含量减少。第 5 天, A, B, C, D 处理的可溶性蛋白含量均高于 CK, 但差异不显著。第 7 天, 各处理可溶性蛋白含量均显著高于 CK, 各处理间差异不显著。第 9 天, A 和 D 处理的可溶性蛋白含量显著高于 CK, B 和 C 处理和 CK 差异不显著, 但均比 CK 高。

3.5 不同浓度赤霉素对天门冬切叶丙二醛(MDA) 含量的影响 由表 5 可见, 第 1 天, D 处理的 MDA 含量高于 CK 和其他处理; 第 3 天, C 处理的 MDA 含量显著低于 CK 和 D 处理, 但与 A, B 处理差异不显著。第 5 天, C 处理显著低于保鲜液 A, D 处理和 CK, 其他处理间差异显著。第 7 天, C 处理的 MDA 含量显著低于 CK 和各处理。第 9 天, C 处理的 MDA 含量显著低于 CK 和 B 处理, 但与 A 和 D 处理的差异不显著。第 1 天到第 7 天, D 处理的 MDA 含量最高, 第 9 天时有所下降。

表 3 不同保鲜液处理对天门冬叶片可溶性糖含量的影响

Tab. 3 Effects of different preservatives on soluble sugar content of *A. cochinchinensis* cut leaves /($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)

处理 Treatment	1 d	3 d	5 d	7 d	9 d
CK	22.86 ± 0.99 ^a	18.41 ± 3.90 ^a	10.57 ± 0.67 ^c	12.92 ± 0.84 ^c	16.81 ± 0.65 ^b
A	24.81 ± 1.37 ^a	16.71 ± 2.37 ^{ab}	12.77 ± 0.57 ^b	16.38 ± 0.67 ^b	20.51 ± 0.73 ^a
B	23.18 ± 4.89 ^a	12.75 ± 2.52 ^b	9.08 ± 0.02 ^d	18.04 ± 1.67 ^{ab}	17.74 ± 2.40 ^b
C	26.39 ± 1.73 ^a	15.91 ± 2.08 ^{ab}	15.53 ± 0.49 ^a	18.52 ± 0.80 ^a	21.66 ± 1.09 ^a
D	22.52 ± 4.55 ^a	17.25 ± 0.29 ^{ab}	12.25 ± 0.58 ^b	14.22 ± 0.71 ^c	15.22 ± 0.96 ^b

表 4 不同保鲜液处理对天门冬叶片可溶性蛋白含量的影响

Tab. 4 Effects of different preservatives on soluble protein content of *A. cochinchinensis* cut leaves /($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)

处理 Treatment	1 d	3 d	5 d	7 d	9 d
CK	13.00 ± 1.86 ^a	8.77 ± 1.08 ^{ab}	9.37 ± 0.36 ^a	7.22 ± 0.68 ^b	7.60 ± 0.31 ^b
A	13.76 ± 1.49 ^a	9.76 ± 0.53 ^a	10.97 ± 0.36 ^a	9.85 ± 0.82 ^a	9.12 ± 0.28 ^a
B	11.83 ± 2.08 ^a	7.56 ± 0.88 ^b	9.65 ± 1.02 ^a	10.24 ± 0.33 ^a	8.67 ± 1.17 ^{ab}
C	11.70 ± 1.20 ^a	9.34 ± 0.27 ^a	11.39 ± 0.64 ^a	9.19 ± 0.27 ^a	8.68 ± 0.64 ^{ab}
D	11.05 ± 1.22 ^a	9.36 ± 0.87 ^a	10.53 ± 2.53 ^a	9.53 ± 0.94 ^a	9.82 ± 0.92 ^a

表 5 不同保鲜液处理对天门冬叶片 MDA 含量的影响

Tab. 5 Effects of different preservatives on MDA content of *A. cochinchinensis* cut leaves /($\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$)

处理 Treatment	1 d	3 d	5 d	7 d	9 d
CK	28.75 ± 4.67 ^d	31.83 ± 3.21 ^b	42.87 ± 0.25 ^b	37.85 ± 0.43 ^{ab}	30.39 ± 1.06 ^b
A	37.49 ± 0.45 ^b	29.53 ± 0.54 ^{bc}	35.84 ± 0.33 ^c	35.56 ± 2.12 ^{ab}	28.39 ± 0.22 ^{bc}
B	35.56 ± 0.87 ^{bc}	28.75 ± 1.18 ^{bc}	30.11 ± 2.62 ^d	33.33 ± 4.86 ^b	40.57 ± 0.45 ^a
C	32.19 ± 1.79 ^{cd}	26.31 ± 4.30 ^c	29.75 ± 2.15 ^d	26.02 ± 1.71 ^c	25.88 ± 1.83 ^c
D	47.31 ± 0.57 ^a	43.94 ± 0.69 ^a	47.60 ± 0.87 ^a	42.44 ± 6.88 ^a	26.74 ± 2.92 ^c

表 6 不同保鲜液处理对天门冬叶片叶绿素含量的影响

Tab. 6 Effects of different preservatives on chlorophyll content of *A. cochinchinensis* cut leaves /($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)

处理 Treatment	1 d	3 d	5 d	7 d	9 d
CK	35.06 ± 0.59 ^a	47.69 ± 0.24 ^a	41.11 ± 0.34 ^a	26.78 ± 1.75 ^c	25.22 ± 0.29 ^d
A	25.28 ± 0.54 ^d	47.03 ± 0.13 ^a	39.69 ± 0.39 ^b	39.14 ± 0.10 ^b	40.89 ± 0.49 ^b
B	34.11 ± 0.38 ^b	29.53 ± 0.17 ^c	36.14 ± 0.34 ^c	42.62 ± 0.49 ^a	42.72 ± 0.76 ^a
C	25.81 ± 0.34 ^d	39.61 ± 0.17 ^b	41.58 ± 0.17 ^a	43.62 ± 0.17 ^a	43.06 ± 0.41 ^a
D	29.58 ± 0.42 ^c	30.14 ± 0.38 ^c	29.42 ± 0.22 ^d	37.47 ± 0.38 ^b	37.47 ± 0.17 ^c

3.6 不同浓度赤霉素对天门冬叶片叶绿素含量的影响 从表 6 可以看出,第 1 天,CK 叶绿素含量显著高于各处理。第 3 天,CK 和 A 处理的叶绿素显著高于 B、C 和 D 处理。第 5 天,各处理的叶绿素含量均低于 CK,C 处理高于 CK,但差异不显著。第 7 天,各处理的叶绿素含量均显著高于 CK,且 B 和 C 处理显著高于 A 和 D。第 9 天,CK 叶绿素含量处于最低值,各处理的叶绿素含量显著高于 CK,而 B、C 处理显著高于 A 和 D 处理,且 A 和 D 之间差异显著。

3.7 不同浓度赤霉素对天门冬叶片过氧化物酶(POD)活性的影响 由表 7 可见,第 1 天,CK 和各处理间的 POD 活性无显著差异。第 3 天,B、C 处理的 POD 活性显著高于 CK。第 5 天和第 7 天,C 处理的 POD 活性高于其他处理和 CK,但差异不显著。第 9 天,D 处理和 CK 的 POD 活性处于较低的水平,C 处理

显著高于 CK,A 和 D 处理,但与 B 处理差异不显著。

表 7 不同保鲜液处理对天门冬切叶 POD 酶活性的影响

Tab. 7 Effects of different preservatives on POD activity of *A. cochinchinensis* cut leaves/(U · g⁻¹ · min⁻¹)

处理 Treatment	1 d	3 d	5 d	7 d	9 d
CK	1 016.16 ± 246.52 ^a	1 232.72 ± 838.60 ^c	2 690.32 ± 1 078.33 ^a	2 382.14 ± 1 129.79 ^a	1 382.64 ± 150.62 ^c
A	2 948.53 ± 1 687.91 ^a	2 890.22 ± 1 775.75 ^{abc}	2 007.33 ± 1 762.34 ^a	5 230.72 ± 4 363.47 ^a	3 489.92 ± 2 623.61 ^{bc}
B	2 673.66 ± 933.61 ^a	5 289.02 ± 2 134.54 ^a	1 874.06 ± 1 332.57 ^a	3 998.00 ± 402.14 ^a	4 631.02 ± 1 286.39 ^{ab}
C	2 690.32 ± 1 800.55 ^a	4 664.33 ± 1 414.02 ^{ab}	3 831.42 ± 2 007.78 ^a	6 271.86 ± 4 878.39 ^a	6 480.09 ± 1 702.88 ^a
D	1 499.25 ± 25.00 ^a	2 065.63 ± 856.29 ^{bc}	2 923.54 ± 1 668.56 ^a	2 582.04 ± 226.73 ^a	682.99 ± 278.62 ^c

3.8 不同浓度赤霉素对天门冬叶片过氧化氢酶(CAT)活性的影响 从表 8 可以看出,第 1 d,A 处理的 CAT 活性显著高于 C 处理,但与 A,D 处理和 CK 差异不显著,C 处理处于最低水平。第 3 天,B,C,D 处理的 CAT 活性都有所增强,但 CK 和各处理间无显著差异,A 处理和 CK 的 CAT 活性稍微有所下降,但差异不明显。第 5 天,各处理和 CK 的 CAT 活性在整个瓶插过程中最强,C 处理的 CAT 活性高于其它处理,并与相应的 POD 活性的变化相吻合,但差异不显著。第 7 天,C 处理的 CAT 活性显著高于 A 处理和 CK,CK 均低于各处理,但与 A,B 和 D 处理差异不显著。第 9 天,CK 和各处理的 CAT 活性差异不显著。

表 8 不同保鲜液处理对天门冬切叶 CAT 酶活性的影响

Tab. 8 Effects of different preservatives on CAT activity of *A. cochinchinensis* cut leaves/(U · g⁻¹ · min⁻¹)

处理 Treatment	1 d	3 d	5 d	7 d	9 d
CK	2 598.70 ± 1 074.46 ^{ab}	2 348.83 ± 1 056.89 ^{ba}	4 222.89 ± 369.78 ^a	824.59 ± 584.41 ^b	824.59 ± 324.84 ^a
A	3 190.07 ± 1 464.77 ^a	2 365.48 ± 267.18 ^a	9 187.07 ± 1 637.08 ^a	616.36 ± 538.44 ^b	1 374.31 ± 450.47 ^a
B	1 382.64 ± 1 161.94 ^{ab}	2 457.11 ± 960.42 ^a	8 029.32 ± 3 998.50 ^a	1 291.02 ± 664.09 ^{ab}	608.03 ± 146.41 ^a
C	1 057.80 ± 533.78 ^b	3 323.34 ± 1 150.24 ^a	10 719.64 ± 4 890.09 ^a	1 940.70 ± 365.82 ^a	1 141.10 ± 1 072.52 ^a
D	1 382.64 ± 530.26 ^{ab}	1 865.74 ± 14.43 ^a	10 702.98 ± 7 022.79 ^a	1 440.95 ± 375.09 ^{ab}	691.32 ± 544.21 ^a

3 讨 论

在植物体内,可溶性糖可使细胞液浓度升高,降低水势,有效增强保水能力^[13]。水分胁迫下,小麦体内的可溶性糖含量会增加^[14]。干旱胁迫下,小麦叶片中可溶性糖和脯氨酸等增加^[20]。本试验中,瓶插初期可溶性糖含量降低,植物体可能尚未适应外界环境的变化,不良环境导致了体内可溶性糖的降解,但随后可溶性糖含量逐渐升高,这可能是机体对低温环境逐步适应的表现^[21]。第 5 天,除 B 处理的可溶性糖含量低于 CK,其余处理均高于 CK,第 7 天,各处理的可溶性糖含量均高于 CK,且 C 处理最高。这说明瓶插条件下,保鲜液 C 处理使天门冬水解作用增强,淀粉、蛋白质等大分子化合物大量降解成可溶性糖等物质,增加细胞液浓度,以调节细胞渗透压,提高机体抗逆能力^[22-23]。

可溶性蛋白含量变化是植物体代谢过程中蛋白质损伤的重要指标^[24],可溶性蛋白含量下降幅度越大,说明胁迫程度越强^[25]。可溶性蛋白可提高植物体抗寒性^[26]。朱政等^[13]证明了低温能诱导植物产生新的蛋白,增加可溶性蛋白的含量,有利于提高茶树抗寒性。本试验中,各处理的瓶插寿命都不同程度地比 CK 长。表明逆境下,可溶性蛋白含量的增加,能较好地提高天门冬的抗逆能力^[27],有效延长瓶插寿命,显著地延缓了天门冬切叶的衰老。逆境条件下,植物产生过量的活性氧类,当活性氧类积累到一定程度,植物就出现衰老,甚至死亡^[28-29]。MDA 含量不仅反映细胞膜系统受害程度,还反映植物器官衰老的进程^[30]。本试验中,保鲜液 C 处理在瓶插后期依然很好地发挥清除自由基的作用,减弱了膜脂过氧化作用,使 MDA 含量保持在较低的水平^[31],延长切叶瓶插寿命高达 3.89 d,显著延缓了天门冬切叶的衰老,有利于天门冬切叶的保鲜。黄瓜叶绿素含量与衰老存在一定负相关^[32]。Leshem 报道,叶绿素含量下降是

叶片衰老最明显的表现^[33]。本试验中,CK 的叶绿素含量下降速率较快,瓶插寿命最短,切叶衰老的进程最快^[34]。A,B,D 处理在天门冬切叶瓶插初期的叶绿素含量变化幅度较小,减缓了切叶在瓶插期间叶绿素含量的下降。而 C 处理在整个天门冬切叶瓶插期间的叶绿素含量变化幅度最小,延缓了天门冬切叶的衰老。随着离体天数的增加,水稻叶片叶绿素逐渐消失,衰老加深^[35]。

植物遭受胁迫时,其内部都会产生超氧化物自由基,细胞膜系统产生不可逆变性,造成植物的损害,甚至死亡^[36]。通过提高 SOD 酶和 POD 酶活性减少扁蓿豆低温胁迫产生的超氧化物自由基的伤害^[37]。本试验中,保鲜液 C 处理的天门冬能很好地通过提高 POD 活性来增加切叶清除自由基的能力,延缓膜脂过氧化作用,保护细胞膜系统^[38],有效延缓植株衰老。过氧化氢酶(CAT)几乎存在于所有生物机体中,它能催化细胞内过多的 H_2O_2 分解为 H_2O 和 O_2 ,使 H_2O_2 维持在低水平上,保护膜的结构^[39]。本试验中,各处理和 CK 的 CAT 活性变化趋势基本一致,都在 5 d 达到最大值。第 5 天开始,C 处理的 CAT 活性一直高于其他处理。这说明 C 处理通过提高 CAT 活性来增加天门冬切叶清除细胞内过多的 H_2O_2 的能力^[40],有效延缓植株衰老。切叶离开母体后,合成物质减少,营养源被切断,分解加速,最终导致切叶的衰老^[41]。切叶的瓶插寿命与采后处理关系密切,适宜的处理能改善切花生理生化指标,延长其瓶插寿命,保持较长时间的观赏,提高切叶的品质。本试验结果表明,各处理对天门冬切叶都有延缓衰老,延长瓶插寿命的作用,C 处理对于天门冬切叶的保鲜效果最好。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会编. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [2] 张弓,刘丽娟. 切叶天门冬的栽培技术 [J]. 吉林蔬菜, 1999(6): 20.
- [3] 高俊平. 切花衰老与乙烯 [J]. 园艺学年评. 北京: 科学出版社, 1995.
- [4] 李淑琴,张纪林,卢克成. 切花品质保持的若干新进展 [J]. 世界林业研究, 1999, 12(2): 19-23.
- [5] 温晶媛,李颖,丁声颂,等. 中国百合科天门冬属九种药用植物的药理作用筛选 [J]. 上海医科大学学报, 1993, 20(2): 107-111.
- [6] 赵明. 我国天门冬研究的概况及展望 [J]. 内江师范学院学报, 2005, 220(6): 52-55.
- [7] 白克智. 赤霉素的生理作用及其在生产上的应用 [J]. 生物学通报, 1996, 31(9): 20-21.
- [8] 刘俊. 植物激素在百合切花保鲜中的应用及机理研究 [D]. 南京: 南京林业大学, 2010.
- [9] 李永红,谢利娟,张华. 大宗切花保鲜实用技术 [M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 2001.
- [10] 何生根,冯常虎. 切花生产与保鲜 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [11] 吴红芝,赵燕. 鲜切花综合保鲜技术与疑难解答 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2012.
- [12] 盛爱武,袁建仲,周厚高. 乙烯及保鲜液对天门冬切叶的影响 [D]. 广东: 仲恺农业技术学院, 2007.
- [13] 耿福建. 8-HQ, Al₂(SO₄)₃ 和 SA 对切花月季、香石竹和菊花延缓衰老的影响 [D]. 天津: 天津大学农业与生物工程学院, 2011.
- [14] 李靖. 切叶如何保鲜 [N]. 中国花卉报, 2006-3-28(005).
- [15] 卢淑仪. 环保型保鲜液对天门冬切叶的保鲜效应 [D]. 广东: 广东海洋大学, 2011.
- [16] 盛爱武,袁建仲,周厚高. 乙烯及保鲜液对天门冬切叶的影响 [J]. 江苏农业科学, 2007(1): 96-98.
- [17] 赵宗芸. 植物生理生化试验指导 [M]. 广东: 广东海洋大学农学院, 2007.
- [18] 朱政,蒋家月,江昌俊,等. 低温胁迫对茶树叶片 SOD、可溶性蛋白和可溶性糖含量的影响 [J]. 安徽农业大学学报, 2011, 38(1): 24-26.
- [19] Zhang X Z. Physiological Research Method [M]. Beijing: Agricultural Publishing Press, 1992.
- [20] 李德全,邹琦,陈炳嵩. 土壤干旱下不同抗旱性小麦品种的渗透调节和渗透调节物质 [J]. 植物生理学报, 1992, 18(1): 37-44.
- [21] Wang X, Hou P. Plant adaptation on physiology under drought stress [J]. Arid Zone Research, 2001, 18(2): 42-46.
- [22] 彭金光,孙玉宏,师瑞红,等. 10℃ 低温对西瓜幼苗耐性生理指标的影响 [J]. 安徽农学通报, 2006, 12(10): 42-45.
- [23] 利容千,王建波. 植物逆境细胞及生理学 [M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2002.
- [24] 邵世光,阎斌伦,许云华,等. Cd²⁺ 对条斑紫菜的胁迫作用 [J]. 河南师范大学学报(自然科学版), 2006, 34(2): 113-116.
- [25] 韩蕊莲,李丽霞,梁宗锁. 干旱胁迫下沙棘叶片细胞膜透性与渗透调节物质研究 [J]. 西北植物学报, 2003, 23(1): 23-27.

- [26] 沙伟,刘焕婷,谭大海,等. 低温胁迫对扎龙芦苇 SOD、POD 活性和可溶性蛋白含量的影响 [J]. 齐齐哈尔大学学报, 2008,24(2): 1-4.
- [27] 陈明涛,赵忠,权金娥. 干旱对4种苗木根尖可溶性蛋白组分和含量的影响 [J]. 西北植物学报,2010,30(6): 1157-1165.
- [28] 汪耀富. 烤烟生长前期对干旱胁迫的生理生化影响研究 [J]. 作物学报,1996,22(1): 117-122.
- [29] 王宝山. 生物自由基与植物膜伤害 [J]. 植物生理学通讯,1988(2): 12-16.
- [30] 田如英,周恒. 不同保鲜液对洋桔梗鲜切花保鲜效果的影响 [J]. 铜仁职业技术学院学报,2005,3(2): 26-27.
- [31] 邱葆,张钢,陈段芬. 蔗糖浓度对非洲菊切花保鲜效果及生理特性的影响 [J]. 北方园艺,2011(4): 172-175.
- [32] 王伟. 黄瓜衰老过程中叶绿素降解相关酶基因 cDNA 片段的克隆与表达初步研究 [D]. 武汉: 华中农业大学,2011.
- [33] LESHEM Y Y. Oxygen free radicals and plant senescence [J]. Wheat's New in Plant Physiol,1981,12: 1-4.
- [34] BISWAS A K, CHOUDHURI M A. Mechanism of monocarpic senescence in rice [J]. Plant Physiol,1980,65: 340-345.
- [35] 聂先舟,刘道宏,徐竹生. 水稻旗叶脂质过氧化作用与叶龄 Ni^{2+} , Ag^{+} 的关系 [J]. 植物生理学通讯,1989,2: 32-34.
- [36] 李亚,谢晓金,宣继萍,等. 中国结缕草植物抗寒性评价 [J]. 草地学报,2003,11(3): 240-245.
- [37] 王钦. 草坪植物的逆境效应及质量评定标准研究报告 [J]. 草业科学,1993,10(4): 48-53.
- [38] 潘瑞炽. 植物生理学 [M]. 北京: 高等教育出版社,2001: 198-200.
- [39] 刘爱荣,张远兵,陈登科. 盐胁迫对盐芥生长和抗氧化酶活性的影响 [J]. 植物研究,2006,26(2): 216-221.
- [40] 郑春雷. 不同植物生长调节剂对菊花切花保鲜效果和生理作用的影响 [D]. 河南: 河南农业大学,2011.

The Effects of Different Concentrations of Gibberellins on Cut Leaves of *Asparagus Cochinchinensis*

WANG Tingqin^{1,2}, XU Xiongqiong¹, XIE Meifeng¹

(1. College of Agronomy, Guangdong Ocean University, Zhanjiang, Guangdong 524088, China 2. Guangdong Agricultural Research and Development Center for Horticulture Technology, Zhanjiang, Guangdong 524088, china)

Abstract: Cut leaves of *Asparagus cochinchinensis* were selected as experimental materials and treated with different concentrations of gibberellins as variables, and 150 mg · L⁻¹ 8-HQ and 0.25% sucrose as quantitative to observe their vase life. The treatment with 75mg · L⁻¹ gibberellins gave the highest impact on the cut leaves of *A. cochinchinensis*, the vase life of which was prolonged by 3.89 days. This treatment inhibited the accumulation of MDA, improved the activities of SOD and CAT, delayed the reduction of chlorophyll, and maintained the relative stability of membrane structure of the leaves.

Keywords: gibberellins; *Asparagus cochinchinensis* cut leaves; preservation; vase life