

郑鹏丽,周明芹. 硝酸银与 6-BA 配合处理对康乃馨鲜切花的保鲜效果[J]. 江苏农业科学,2019,47(9):223-226.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.09.052

硝酸银与 6-BA 配合处理对康乃馨鲜切花的保鲜效果

郑鹏丽,周明芹

(长江大学园艺园林学院,湖北荆州 434025)

摘要:为了筛选高效的康乃馨切花保鲜液配方,以 30 g/L 蔗糖 + 75 mg/L 柠檬酸溶液为对照,研究不同浓度 6-BA(0.5、1.0 mg/L)和硝酸银(20、30 mg/L)处理对康乃馨鲜切花瓶插保鲜效果的影响。通过测量花径、花枝鲜质量变化率、水分平衡值及可溶性蛋白、丙二醛与可溶性糖含量等以筛选出合适的保鲜液配方。结果表明,处理 3(30 mg/L 硝酸银 + 0.5 mg/L 6-BA)的保鲜效果最佳,能显著增大切花花径,由瓶插起始时的 3.46 cm 增加到 8.45 cm,能有效延缓切花衰老速度,减缓水分胁迫,维持切花水分平衡,抑制丙二醛的产生,降低切花内部可溶性糖和可溶性蛋白的分解速度,使瓶插寿命长达 31 d。

关键词:康乃馨切花;6-BA;硝酸银;保鲜效果;保鲜液配方

中图分类号:S682.1+90.9+3

文献标志码:A

文章编号:1002-1302(2019)09-0223-03

康乃馨(*Dianthus caryophyllus*)别称香石竹,其品种繁多,观赏价值极高,寓意深厚,象征慈祥的母爱、健康和长寿^[1],是花篮、花束、胸花和花环的重要材料,被列为世界四大鲜切花花卉之一^[2]。

近几年,国内外很多学者对鲜切花花卉瓶插过程中的保鲜方法及原理作了深入的研究,奠定了一定的理论基础^[3-5]。6-BA 是细胞分裂素的一种,其可以通过调节激素间的平衡来调控植物的生长,进而延缓切花衰老^[6];硝酸银(AgNO_3)主要用作乙烯拮抗剂,能抑制溶液内有害菌的产生,从而预防花茎维管束堵塞^[7];柠檬酸是对植物没有伤害的酸性有机物质,可以调节溶液的 pH 值^[8];蔗糖作为能源物质糖,是植物呼吸的底物,能维持切花瓶插后的生命活动,延缓衰老^[9]。

康乃馨鲜切花为乙烯敏感型花卉,乙烯作为调节康乃馨切花衰老的生理性激素,增强了康乃馨的呼吸作用,使康乃馨切花体内酶的活性增强,细胞膜透性增大,导致细胞区域化丧失,花朵凋萎^[10]。因此,筛选出高效的保鲜液对延长康乃馨切花瓶插寿命至关重要。徐心诚研究了 8-羟基喹啉(8-HQ)、 CaCl_2 、 AgNO_3 作为保鲜剂对康乃馨保鲜效果的影响,指出用 AgNO_3 来处理康乃馨切花保鲜效果最好^[11],但没有对 AgNO_3 进行浓度梯度试验;马丽指出用 0.1 或 0.2 g/L 十二水硫酸铝钾结合 0.1 g/L 硝酸铵可比对照组延长切花寿命 2 d,该试验差异性不够显著,未能阐述硝酸铵为 0.2 g/L 时处理组瓶插寿命短于对照组的原因^[12];余前媛等在西昌地区香石竹切花瓶插保鲜效果的研究中指出,含有较低浓度 6-BA 处理组香石竹的瓶插寿命最长,保鲜效果最佳,该试验 4 个处理组所用保鲜剂都不相同,浓度梯度跨越性太大^[13]。本研究拟在

前人研究的基础上,以含有一定浓度的蔗糖和柠檬酸溶液为对照,采用双因素完全随机区组设计,研究 AgNO_3 和 6-BA 对康乃馨切花瓶插过程中保鲜效果的影响,以期找出合适的保鲜剂配方,减缓康乃馨切花衰老速度,延长切花寿命。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2016 年 12 月至 2017 年 1 月在长江大学园艺园林学院实验室进行。供试材料为市售的新鲜的含苞待放的四季康乃馨品种,且花枝大小、新鲜度、规格等基本一致,叶片完好,无机械损伤和病虫害。

1.2 材料处理

把康乃馨置于水中,45°斜切其茎端,以增大其花茎的吸水面积,留枝长(40±1)cm,于瓶插前将花枝下部的多余叶片剪去,仅保留顶端 4 张小叶。

1.3 试验处理

试验采用双因素完全随机区组设计,以 30 g/L 蔗糖 + 75 mg/L 柠檬酸溶液为对照(CK),6-BA 的浓度取 0.5、1.0 mg/L 2 个水平,硝酸银的浓度取 20、30 mg/L 2 个水平,共设计 4 个处理(表 1)。

将已处理好的花枝瓶插入盛有 200 mL 保鲜液的 250 mL 烧杯中,每个烧杯中置 4 个花枝,同一处理重复 3 次。整个试验在无阳光直射、通风良好的维持自然条件的实验室进行。试验过程中每隔 3 d 换新配保鲜液,每隔 3 d 测量 1 次数据。

1.4 指标测定

花径大小:采用十字法用游标卡尺测定每朵康乃馨切花的直径,取其平均值作为花径。

鲜质量变化率:用电子天平称量各个处理花枝(精度 0.1 g),首先测量鲜质量变化(m)=测定日鲜质量(m_1)-初始鲜质量(m_0),即可算得鲜质量变化率= $m/m_0 \times 100\%$ 。

水分平衡值:水分平衡值即吸水量与失水量间的差值。失水量是前、后 2 次称量的总质量(花枝质量+溶液质量+烧杯质量)的差值;吸水量等于 2 次称量的烧杯质量(溶液质

收稿日期:2018-07-03

基金项目:国家自然科学基金(编号:31200528)。

作者简介:郑鹏丽(1994—),女,湖北孝感人,硕士研究生,研究方向为园林植物。E-mail:1271379364@qq.com。

通信作者:周明芹,博士,副教授,硕士生导师,主要从事园林植物种质资源的利用与创新、植物系统分类等方面的研究。E-mail:500548@yangtzeu.edu.cn。

表 1 试验方案	
处理	保鲜液配方
CK	30 g/L 蔗糖 + 75 mg/L 柠檬酸 + 蒸馏水
1	30 g/L 蔗糖 + 75 mg/L 柠檬酸 + 20 mg/L 硝酸银 + 0.5 mg/L 6-BA
2	30 g/L 蔗糖 + 75 mg/L 柠檬酸 + 20 mg/L 硝酸银 + 1.0 mg/L 6-BA
3	30 g/L 蔗糖 + 75 mg/L 柠檬酸 + 30 mg/L 硝酸银 + 0.5 mg/L 6-BA
4	30 g/L 蔗糖 + 75 mg/L 柠檬酸 + 30 mg/L 硝酸银 + 1.0 mg/L 6-BA

量 + 烧杯质量)之差。

瓶插寿命:当整个切花 1/2 的外层花瓣都处于严重失水萎蔫状态时,切花失掉观赏价值,可视为康乃馨切花瓶插寿命的完结^[14]。

可溶性蛋白含量的测定:瓶插结束时,选取康乃馨叶片,用考马斯亮蓝 G-250 法测可溶性蛋白含量^[15]。

丙二醛(MDA)含量的测定:瓶插结束时,选取康乃馨叶片,采用硫代巴比妥酸法测定 MDA 含量^[16]。

表 2 不同溶液处理对康乃馨切花花径的影响										cm
处理	第 1 天	第 5 天	第 9 天	第 13 天	第 17 天	第 21 天	第 25 天	第 29 天	第 31 天	
CK	3.46 ± 0.5a	5.94 ± 0.9b	7.01 ± 0.8b	7.13 ± 0.6b	6.93 ± 0.5b	6.88 ± 0.8b	6.43 ± 1.2b	5.58 ± 1.4b	4.55 ± 1.3b	
1	3.75 ± 0.7a	6.65 ± 0.4a	7.69 ± 0.3a	8.06 ± 0.5a	8.06 ± 0.5a	8.13 ± 0.7a	7.76 ± 1.0a	7.10 ± 1.4a	6.03 ± 1.9a	
2	3.74 ± 1.8a	6.24 ± 1.0ab	7.66 ± 0.4a	8.00 ± 0.5a	8.13 ± 0.5a	8.28 ± 0.4a	8.36 ± 0.5a	7.90 ± 0.8a	7.21 ± 1.4a	
3	3.46 ± 0.9a	6.48 ± 0.8ab	7.87 ± 0.3a	8.25 ± 0.4a	8.24 ± 0.5a	8.37 ± 0.5a	8.45 ± 0.3a	7.79 ± 0.9a	6.60 ± 1.6a	
4	3.39 ± 0.6a	6.73 ± 0.5a	7.80 ± 0.3a	8.11 ± 0.2a	8.30 ± 0.3a	8.16 ± 0.5a	7.90 ± 0.8a	7.23 ± 1.4a	6.66 ± 1.6a	

注:表中数据采用平均值 ± 标准误表示,并用 SSR 法分析;数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。表 3、表 4、表 6 同。

2.2 不同溶液处理对康乃馨切花鲜质量变化率的影响

切花鲜质量能反映其组织内含水量的高低。由表 3 可知,在整个康乃馨切花瓶插期间,各处理与 CK 的花枝鲜质量变化率均呈先明显增大后逐渐减小的趋势。处理 2 和处理 3 在瓶插过程中鲜质量变化开始一直处于增加状态,在第 13 天达到最大增加率,分别为 26.07%、26.42%;对照组在第 5 天达到最大增加率,为 8.34%,第 13 天开始呈现负值;处理 1 在切花瓶插第 13 天呈现最大鲜质量增加率,为 14.03%,且

表 3 不同溶液处理对康乃馨花枝鲜质量变化率的影响										%
处理	第 1 天	第 5 天	第 9 天	第 13 天	第 17 天	第 21 天	第 25 天	第 29 天	第 31 天	
CK	0	8.34 ± 0.07a	6.68 ± 0.06a	-3.31 ± 0.13b	-5.12 ± 0.09b	-3.66 ± 0.07b	-13.22 ± 0.03c	-20.01 ± 0.03c	-24.57 ± 0.03c	
1	0	13.01 ± 0.08a	13.20 ± 0.08a	14.03 ± 0.03a	11.74 ± 0.09ab	5.22 ± 0.05a	-9.07 ± 0.16bc	-15.23 ± 0.17ba	-18.35 ± 0.19bc	
2	0	13.74 ± 0.06a	22.18 ± 0.16a	26.07 ± 0.12a	19.30 ± 0.13a	19.76 ± 0.14a	15.66 ± 0.19a	11.35 ± 0.21a	4.64 ± 0.17a	
3	0	10.96 ± 0.03a	20.94 ± 0.09a	26.42 ± 0.08a	24.07 ± 0.12a	18.38 ± 0.08a	12.11 ± 0.04ab	5.10 ± 0.03ab	1.85 ± 0.01a	
4	0	12.99 ± 0.08a	18.19 ± 0.10a	18.33 ± 0.10a	14.34 ± 0.09ab	17.33 ± 0.03a	9.27 ± 0.03ab	1.01 ± 0.03abc	-2.49 ± 0.03ab	

2.3 不同溶液处理对康乃馨切花水分平衡值的影响

表 4 列出了不同瓶插时间里,不同溶液处理下的康乃馨切花水分平衡值的测定结果。所有处理组均在瓶插第 17 天表现出吸水能力小于失水能力,CK 在瓶插第 9 天时表现为花枝的吸水能力小于失水能力,说明各处理均比对照组能更好地减缓水分胁迫对康乃馨所造成的危害。方差分析表明,在不同的溶液处理下,康乃馨切花水分平衡值的差异性不显著。

2.4 不同溶液处理对切花康乃馨萎蔫速度的影响

由表 5 可知,在瓶插第 25 天时,处理 1、处理 2、处理 3、处

可溶性糖含量的测定:瓶插结束时,选取康乃馨叶片,采用蒽酮法测定可溶性糖含量^[15]。

1.5 数据处理与分析

用 Excel 2007 整理数据,作出图表。运用 SAS 13.0 对试验数据进行方差分析,对各处理间的差异性进行测验。

2 结果与分析

2.1 不同溶液处理对康乃馨切花花径的影响

由表 2 可知,在试验的 31 d 中,康乃馨切花花径均呈现先增大后减小的趋势。处理 3 的花茎在瓶插第 25 天达到最大,为 8.45 cm,比瓶插前增大 4.99 cm;CK 的花径在瓶插的第 13 天达到最大值,为 7.13 cm;处理 1、处理 2、处理 4 的花径分别在瓶插的第 21 天、第 25 天、第 17 天达到最大值,分别为 8.13、8.36、8.30 cm;处理 3 的最大花径值最大,为 8.45 cm,对照组的最大花径值最小,为 7.13 cm,处理 3 的最大花径相比对照组最大花径增加 1.32 cm。方差分析表明,瓶插 5 d 后,各处理的花径值与 CK 均呈显著性差异,各处理间的花径值差异不显著。

在第 25 天呈现负值;处理 4 在第 13 天鲜质量变化率达到最大值,为 18.33%,在第 31 天开始呈现负值,这说明处理 2 和处理 3 能显著提升康乃馨切花花枝吸水状态,使切花花枝鲜质量得以增大。方差分析表明,瓶插第 13 天至第 21 天,各处理组的鲜质量变化率与 CK 间有显著性差异;瓶插第 25 天后,处理 2、处理 3 的鲜质量变化率与处理 4 呈现一定差异,与处理 1、对照组呈现显著性差异。

理 4 的切花凋谢率分别为 16.67%、16.67%、0、25.00%,对照组康乃馨切花凋谢率为 50.00%,失去观赏价值,说明各处理能减缓康乃馨切花的萎蔫速度,能够延长康乃馨切花的观赏寿命。瓶插第 31 天时,处理 3 切花凋谢率为 25.00%,明显低于 CK、处理 1、处理 2、处理 4 (凋谢率分别为 83.30%、66.67%、50.00%、66.67%),说明处理 3 延长康乃馨切花寿命效果最佳。

2.5 不同溶液处理对康乃馨切花丙二醛含量的影响

由表 6 可知,处理 3 的丙二醛含量最低,为

表 4 不同溶液处理对康乃馨切花水分平衡值的影响

处理	第 5 天	第 9 天	第 13 天	第 17 天	第 21 天	第 25 天	第 29 天	第 31 天
CK	6.09 ± 4.89a	-1.21 ± 0.95a	-7.31 ± 7.35a	-1.32 ± 8.48a	-6.08 ± 1.72b	-4.97 ± 0.79b	-4.96 ± 4.75a	-3.33 ± 2.35a
1	9.00 ± 5.80a	0.15 ± 4.86a	0.55 ± 3.98a	-1.58 ± 5.91a	-4.51 ± 5.56ab	-3.21 ± 0.19ab	-4.25 ± 5.39a	-2.16 ± 1.86a
2	9.20 ± 3.66a	5.66 ± 5.70a	2.61 ± 3.37a	-4.54 ± 3.79a	0.31 ± 1.49ab	-2.75 ± 4.08ab	-2.88 ± 2.67a	-4.51 ± 2.72a
3	7.74 ± 1.62a	7.07 ± 4.10a	3.88 ± 9.60a	-1.67 ± 7.10a	-4.03 ± 4.47ab	-4.43 ± 2.67ab	-4.97 ± 3.86a	-4.92 ± 2.29a
4	9.09 ± 5.40a	3.64 ± 4.14a	0.10 ± 1.42a	-2.79 ± 2.76a	2.09 ± 5.25a	-5.64 ± 1.77a	-5.78 ± 2.19a	-2.45 ± 1.19a

表 5 不同溶液处理对康乃馨切花萎蔫速度的影响

处理时间	CK		处理 1		处理 2		处理 3		处理 4	
	凋谢数(枝)	凋谢率(%)	凋谢数(枝)	凋谢率(%)	凋谢数(枝)	凋谢率(%)	凋谢数(枝)	凋谢率(%)	凋谢数(枝)	凋谢率(%)
第 5 天	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
第 9 天	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
第 13 天	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
第 17 天	1	8.33	0	0	1	8.33	0	0	1	8.33
第 21 天	1	8.33	0	0	1	8.33	0	0	1	8.33
第 25 天	6	50.00	2	16.67	2	16.67	0	0	3	25.00
第 29 天	9	75.00	6	50.00	4	33.30	0	0	6	50.00
第 31 天	10	83.30	8	66.67	6	50.00	3	25.00	8	66.67

2.22 μmol/g;处理 4 次之,为 2.44 μmol/g;处理 1、处理 2 的丙二醛含量分别为 3.70、3.92 μmol/g;CK 的丙二醛含量最高,达 6.02 μmol/g。方差分析表明,处理 3、处理 4 与处理 1、处理 2 呈现差异,与对照组呈现显著差异。说明处理 3、处理 4 可以很好地提升康乃馨在瓶插过程中的抗氧化能力,更好地延缓衰老,促进保鲜。

2.6 不同溶液处理对康乃馨切花可溶性糖含量的影响

由表 6 可知,处理 3 的可溶性糖含量最高,为 12.77 mg/g;处理 4 次之,为 12.18 mg/g;处理 1、处理 2 的可溶性糖含量分别为 12.09、12.17 mg/g;对照组可溶性糖含量明显低于其他各处理,为 12.01 mg/g。方差分析表明,处理 3 和 CK 以及其他各处理在可溶性糖含量上差异显著,CK、处理 1、处理 2、处理 4 间没有显著性差异。

2.7 不同溶液处理对康乃馨切花可溶性蛋白含量的影响

由表 6 可知,处理 1、处理 3 的可溶性蛋白含量分别为 9.80、9.68 μg/g,明显高于其他处理;处理 2 次之,为 8.82 μg/g,CK 和处理 4 的可溶性蛋白含量较低,分别为 5.41、6.17 μg/g。方差分析显示,处理 1、处理 3 与处理 2、处理 4、CK 呈显著性差异,说明处理 1、处理 3 能更好地延缓康乃馨体内蛋白质分解,维持康乃馨切花体内的可溶性蛋白含量。

表 6 不同溶液处理对康乃馨切花物质含量的影响

处理	丙二醛含量 (μmol/g)	可溶性糖含量 (mg/g)	可溶性蛋白含量 (μg/g)
CK	6.02 ± 1.80a	12.01 ± 0.43b	5.41 ± 0.53c
1	3.70 ± 0.24ab	12.09 ± 0.09b	9.80 ± 0.09a
2	3.92 ± 1.77ab	12.17 ± 0.11b	8.82 ± 0.61b
3	2.22 ± 0.40b	12.77 ± 0.17a	9.68 ± 0.28a
4	2.74 ± 0.60b	12.18 ± 0.48b	6.17 ± 0.56c

3 结论与讨论

切花离开母株后,营养源被切断,体内会出现水解酶活性提高、呼吸效率显著增强、乙烯合成大幅度增加、蛋白质分解加剧等生理变化,最终会衰老凋谢。本研究以 30 g/L 蔗糖和

75 mg/L 柠檬酸为对照,探讨不同浓度的 6-BA 和 AgNO₃ 对康乃馨切花保鲜效果的影响。结果表明,处理 3(30 g/L 蔗糖 + 75 mg/L 柠檬酸 + 30 mg/L 硝酸银 + 0.5 mg/L 6-BA)能延长切花的最大花径值出现时间,促使花径维持相对稳定状态;使整个瓶插过程中康乃馨切花鲜质量变化值增大,更好地改善康乃馨切花的水分状况,减小水分胁迫对康乃馨切花造成的危害;使花枝凋谢率处于最低值,明显地延长康乃馨切花寿命;丙二醛含量最低,从而延缓膜脂过氧化过程,减小丙二醛对细胞膜的生理性伤害;可溶性糖和可溶性蛋白含量较高,更好地阻止蛋白质分解、维持肽酸的合成和生物膜的完整性。综上,30 g/L 蔗糖 + 75 mg/L 柠檬酸 + 30 mg/L 硝酸银 + 0.5 mg/L 6-BA 的保鲜效果最好,能延长瓶插寿命至 31 d。

本试验不仅研究了 6-BA 和 AgNO₃ 共同作用对康乃馨切花瓶插保鲜效果的影响,并且综合考虑了蔗糖和柠檬酸的作用。在夏晶晖试验中,探寻了不同浓度的 AgNO₃ 对切花康乃馨保鲜效果的影响,得出 100 mg/L AgNO₃ 能明显缓解切花衰老,该试验康乃馨切花仅存活 14 d,这可能是高浓度的 AgNO₃ 在光下可被氧化成黑色沉淀物质,从而堵塞花茎输导组织,或者没有使用 6-BA 来调节植物生长所导致的^[17]。本试验结果也不同于单因素 6-BA 对康乃馨切花保鲜影响的结果,该试验康乃馨瓶插寿命最佳为 12.7 d^[18]。

参考文献:

[1] 余义勋,刘娟旭,包满珠. 香石竹植株再生及基因工程研究进展[J]. 植物学通报,2006,23(1):23-28.
[2] 仝伯英. 不同保鲜液对香石竹切花保鲜效果的研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(30):13379-13380.
[3] 余彭娜,易小红,汤绍虎. 表油菜素内酯对香石竹切花抗衰老的作用[J]. 安徽农业科学,2010,38(27):14911-14912,14914.
[4] 吴文佑,朱天辉. 五种抗生素对康乃馨切花保鲜效应[J]. 四川农业大学学报,2006,24(3):355-359.
[5] Cook D, Rashe M, Eisinger W. Regulation of ethylene biosynthesis and action in cut carnation flower senescence by cytokinins[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science,1985,110

何丹,刘媛,李先保,等.微囊藻毒素LR免疫原及包被抗原的合成与鉴定[J].江苏农业科学,2019,47(9):226-230.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.09.053

微囊藻毒素 LR 免疫原及包被抗原的合成与鉴定

何丹^{1,2},刘媛²,李先保¹,龚航^{1,2},王丽¹,郝佳²,张晓帅²,徐重新²,张存政²,刘贤金²

(1.安徽科技学院,安徽滁州 233100; 2.江苏省食品质量安全重点实验室,江苏南京 210014)

摘要:微囊藻毒素 LR(MC-LR)分子量小于 1 000 u,为半抗原,需要与载体蛋白偶联后才能刺激免疫应答用于抗体制备。本研究利用碳二亚胺法将 MC-LR 分别与钥孔血蓝蛋白(KLH)和牛血清白蛋白(BSA)进行偶联,获得免疫抗原(MC-KLH)和包被抗原(MC-BSA)。采用紫外扫描光谱、SDS 聚丙烯酰胺凝胶电泳(SDS-PAGE)、基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱(MALDI-TOF MS)等 3 种方法对 2 种人工抗原进行鉴定,并对小鼠进行免疫。用间接非竞争酶联免疫吸附测定法(ELISA)和竞争 ELISA 测定了抗血清效价和敏感度。结果表明,紫外扫描光谱法可观察到 2 种人工抗原的紫外吸收谱与载体蛋白相比发生改变。通过 SDS-PAGE 法可以观察到 MC-BSA 分子量比 BSA 增大。另外质谱法测定的 MC-BSA 的相对分子量为 76 515.84,计算得到的 MC-LR 与 BSA 的偶联比为 10:1。MC-KLH 免疫小鼠后,抗血清效价最高达到 1:32 000 倍,MC-LR 对鼠多抗血清的抑制中浓度(I_{50})为 0.53 $\mu\text{g/mL}$ 。成功合成了 MC-LR 的免疫原和包被原为其单克隆抗体的制备奠定了基础。还比较了 3 种鉴定方法的适用性和优缺点,为其他人工抗原的鉴定方法提供了有益的参考。

关键词:微囊藻毒素 LR;抗体;免疫原;包被原;鉴定

中图分类号:X52 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)09-0226-05

微囊藻毒素(microcystins,简称 MCs)是一种在蓝藻水华污染中出现频率最高、产生量最大和造成危害最严重的毒素种类^[1],其主要结构为环 D-丙氨酸- R_1 - R_2 -赤- β -甲基-D-异天冬氨酸-L-Z-adda-D-异谷氨酸-N-甲基脱氢丙氨酸,其中有 2 个可变的 L-型氨基酸(R_1 和

R_2),这 2 种 L-型氨基酸的不同组合更替及其他氨基酸的去甲基衍生出众多的毒素类型,至今已发现 80 种以上的 MCs 异构体^[2-4](图 1)。其中微囊藻毒素 LR(MC-LR)是已知毒性最强、急性危害最大的一种淡水蓝藻毒素,具有多器官毒性、遗传毒性和致癌性^[5]。世界卫生组织及许多发达国家制定的引用水标准和规范中规定,MC-LR 的含量不得超过 1.0 $\mu\text{g/L}$,我国生活饮用水卫生标准也规定饮用水中的 MC-LR 不得超过 1.0 $\mu\text{g/L}$ ^[6]。

目前 MC-LR 的检测方法主要包括液相色谱法、免疫分析法、磷酸酶抑制法、细胞毒性法和生物分析法等^[7-15]。免疫分析法因其灵敏度高、检测通量大等优点成为 MC-LR 最常用的筛选检测方法,其核心试剂抗体的制备国内外已有一些文献报道^[16]。然而目前商品化的 MC-LR 抗体仍然非常有限,且质量参差不齐。进口的 MC-LR 单克隆抗体主要为英国 Abcam 公司的产品,售价约达 3 000 元/mg。国内仅有中

收稿日期:2018-01-29

基金项目:国家自然科学基金(编号:31701724);安徽省家禽产业技术体系基金(编号:AHCYTX-10);江苏省社会发展项目(编号:BE2017706);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(15)1016]。

作者简介:何丹(1993—),女,河南商丘人,硕士研究生,研究方向为食品加工与安全。E-mail:hehe_88dane@163.com。

通信作者:李先保,博士,教授,主要从事畜产品加工研究。E-mail:Lxb63@163.com;刘媛,博士,副研究员,主要从事农产品污染物快速检测技术。E-mail:zeranol@163.com。

(1):24-27.

[6]蒋倩. 6-BA 对百合切花保鲜效果的影响[J]. 甘肃科技, 2009,25(11):148-150.

[7]朱秀敏,张晓丽,尹园园. 不同保鲜剂对鲜切花保鲜效果的研究[J]. 北方园艺,2011(9):185-188.

[8]夏晶晖. 8-羟基喹啉和柠檬酸对切花菊生理效应的影响[J]. 北方园艺,2010(9):194-195.

[9]黄少明,何泽佳,黄胜琴,等. 绿茶浸泡液对康乃馨和菊花的插花保鲜作用[J]. 华南师范大学学报(自然科学版),2010(增刊1):5-6,26.

[10]史国安. 牡丹开花与衰老的生理生化机制研究[D]. 武汉:华中农业大学,2010.

[11]徐心诚. 不同保鲜剂对康乃馨切花保鲜效果的影响[J]. 湖北农业科学,2016,5(11):2872-2875.

[12]马丽. 明矾和硝酸铵对康乃馨切花保鲜效果的影响[J]. 北方园艺,2013(22):135-137.

[13]余前媛,任永波,夏晶晖,等. 西昌地区切花康乃馨保鲜剂配方的筛选[J]. 中国农学通报,2006(6):289-291.

[14]甄志先,张景兰,李彦慧,等. 几种保鲜药剂组合对香石竹保鲜效果的影响[J]. 河北林果研究,2007,22(3):321-323.

[15]王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2006:127-128.

[16]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,2000:260.

[17]夏晶晖. AgNO₃ 对切花康乃馨保鲜效果的研究[J]. 西南大学学报(自然科学版),2009,31(10):48-51.

[18]赵丽,蔡永亮,朴炫春,等. BA 对康乃馨切花保鲜的影响[J]. 林业实用技术,2013(12):38-40.