

# 含硝普钠的保鲜剂对香石竹切花 茎水势等生理指标的影响

陈翠果<sup>1</sup>, 赵敏<sup>2</sup>, 孙肖瑞<sup>1</sup>, 张雪莹<sup>1</sup>, 梁伟玲<sup>1</sup>, 李文雅<sup>2</sup>

(1. 河北工程大学 农学院, 河北 邯郸 056021; 2. 河北工程大学 建筑学院, 河北 邯郸 056038)

**摘要:**以香石竹切花为试材, 采用瓶插保鲜的方法, 研究了不同浓度硝普钠(SNP)保鲜剂对香石竹切花瓶插寿命、茎水势、叶绿素荧光参数( $F_0$ 、 $F_m$ 、 $F_v/F_m$ )和细胞膜透性的影响。结果表明:不同浓度硝普钠保鲜剂不仅可以提高切花瓶插寿命, 还可推迟茎水势下降的时间, 保持香石竹切花叶子较高光能转化效率( $F_v/F_m$ ), 延缓质膜降解, 其中,  $20\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖+ $200\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  8-羟基喹啉+ $150\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 柠檬酸+ $30\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝普钠+ $10\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  6-BA 处理组效果最好。

**关键词:**硝普钠; 香石竹切花; 保鲜; 生理指标

**中图分类号:**S 681.909<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)20-0133-04

香石竹(*Dianthus caryophyllus*)又名康乃馨, 是四大鲜切花之一, 具有较高的观赏价值。近年来, 香石竹切花保鲜问题备受关注, 其中以化学保鲜液研究居多, 但根据切花衰老机制不同, 保鲜液成分也各不相同, 由于香石竹切花属于乙烯敏感型<sup>[1]</sup>, 所以在香石竹切花保鲜液中多含有起乙烯拮抗剂作用的  $\text{Ag}^+$ , 而  $\text{Ag}^+$  生理毒性高, 容易造成环境污染。因此, 为减轻对环境的污染, 研究和筛选高效、低毒、无污染的保鲜剂势在必行。

硝普钠(亚硝酸铁氰化钠 SNP)作为外源 NO 供体在果蔬保鲜中的效应报道较多<sup>[2-6]</sup>, 而对香石竹切花保鲜<sup>[7]</sup>、茎水势、叶绿素荧光参数研究较少。该试验探讨了含不同浓度硝普钠的保鲜剂对香石竹切花瓶插寿命、茎水势、叶绿素荧光参数等生理指标的影响。旨在寻求含硝普钠保鲜剂对香石竹切花花、茎、叶综合保鲜效果及最佳浓度, 为硝普钠保鲜剂在香石竹切花保鲜中替代含  $\text{Ag}^+$  的保鲜剂提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试香石竹切花购于邯郸市锦龙花卉市场, 挑选健壮、大小相当的、开放程度基本一致的红色含苞待放花枝备用。

### 1.2 试验方法

试验设 5 个处理, 具体配方见表 1。其中处理 1 含  $\text{Ag}^+$  的保鲜剂(硫代硫酸银, STS), 以蒸馏水为对照

(CK)。处理前, 花茎基部采取水下斜剪, 剪取长度 30 cm 左右, 除去基部叶片, 仅留上部 4~5 片小叶, 每个处理 5 个花枝, 分别插于盛有 250 mL 保鲜液的 500 mL 三角瓶中, 瓶口用保鲜膜封紧以防止水分蒸发, 置于室内散射光下, 室温 18~25 ℃, 相对湿度 65%~83%。每处理 6 次重复, 其中 3 次重复用于测定各项指标。

表 1 不同保鲜剂组成

处理	药剂配方
Treatment	Reagent combination
处理 1	$20\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖+ $200\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 8-羟基喹啉+ $150\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 柠檬酸+ $1\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ STS+ $10\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 6-BA
处理 2	$20\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖+ $200\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 8-羟基喹啉+ $150\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 柠檬酸+ $10\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝普钠+ $10\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 6-BA
处理 3	$20\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖+ $200\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 8-羟基喹啉+ $150\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 柠檬酸+ $30\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝普钠+ $10\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 6-BA
处理 4	$20\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖+ $200\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 8-羟基喹啉+ $150\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 柠檬酸+ $50\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝普钠+ $10\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 6-BA
处理 5	$20\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖+ $200\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 8-羟基喹啉+ $150\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 柠檬酸+ $100\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝普钠+ $10\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 6-BA
CK	蒸馏水

### 1.3 项目测定

1.3.1 瓶插寿命和最大花茎的测定 切花从瓶插当天开始, 每天 10:00—11:00 用游标卡尺测量每朵切花的最大花径和最小花径并记录。观察花瓣颜色, 以外层花瓣出现明显焦边为瓶插寿命结束。

1.3.2 茎水势的测定 采用数字植物压力室水势仪测定花茎水势, 将被测花枝距头部 20 cm 处截断, 置于水势仪植物压力室中进行加压, 观察第 1 滴组织液渗出时的压力, 测定时向压力室加压力的大小可以直接从仪器的压力表读数, 加上负号即为枝条的压力势, 由于枝条木

**第一作者简介:**陈翠果(1964-), 女, 本科, 高级实验师, 现主要从事园林植物的教学与科研工作。E-mail: chencuiguoguo@163.com.

**收稿日期:**2016-07-25

质部的溶质势绝对值很小,因此可以用测得的枝条压力势近似地代表枝条的水势即茎水势。测定时每处理测定2个枝条,单枝重复3次,计算平均值。

1.3.3 叶绿素荧光参数的测定 采用 Yaxin-1161G 叶绿素荧光仪进行荧光参数测定。选取花枝上距头部第3~4节生理状态一致的叶片进行标记,进行同时间、同位点测定。将测试叶片在暗适应20 min后,设定测定光强 $1\,500\,\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、测定时长5 s,测定初始荧光( $F_0$ )、最大荧光( $F_m$ )、最大光化学效率( $F_v/F_m$ )。每处理5次重复,计算平均数。

1.3.4 花瓣细胞膜透性的测定 花瓣质膜透性用 DDSJ-308A 电导仪测定<sup>[8]</sup>。

#### 1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 软件数据处理绘制图表,采用 DPS 软件数据处理系统进行方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对切花花径和瓶插寿命的影响

切花花径和瓶插寿命是切花保鲜效果考察的重要指标。由表2可知,蒸馏水处理花径最小,花瓣不能正常展开,出现萎蔫、焦边等征状。5种处理均可不同程度地增加花径、推迟达到最大花径的时间,花瓣颜色鲜艳,花枝硬挺,花朵开放的持续时间较长,瓶插寿命均显著高于蒸馏水对照。其中,处理1和处理3瓶插寿命比对照分别延长了6.6、6.4 d,最大花径比对照分别增加1.5、1.3 cm,达到最大花径的瓶插天数也推迟了7.0、6.8 d,均显著高于处理2、处理5和对照。说明处理1、处理3显著延缓了切花达最大花径时间,延长切花的瓶插寿命。

表2 不同保鲜剂对切花花径及瓶插寿命的影响

Table 2 Effect of different antistaling agent on the flower diameter and vase life of cut flower

处理 Treatment	瓶插寿命 Vase-holding life /d	最大花径 Maximum flower diameter/cm	达最大花径的瓶插天数 Days reached the maximum flower diameter/d
处理1	19.4a	7.3a	12.4a
处理2	15.2b	6.3b	6.8b
处理3	19.2a	7.1a	12.2a
处理4	18.4a	6.9a	11.6a
处理5	15.4b	6.1b	6.2b
CK	12.8c	5.8b	5.4b

注:同一列中不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。

Note: Different lowercase letters mean significant difference in the same column ( $P<0.05$ ).

### 2.2 不同处理对香石竹切花茎水势的影响

茎水势是衡量切花水分状况重要生理指标,茎水势变化对切花保鲜起着重要作用。由图1可知,各处理瓶插初期茎水势呈上升趋势,说明茎吸水量大于失水量,切花表现为茎秆挺拔,随着瓶插时间的延长,茎水势下

降,但各处理下降趋势不同,对照(CK)于5 d后开始下降,处理3于9 d开始下降。5个处理与对照相比,均可推迟茎水势下降的时间。由此可见,含硝普钠的保鲜剂能显著改善切花体内的水分状况,延缓因花枝、花瓣蒸腾失水而导致的茎水势下降,且硝普钠浓度不同茎水势开始下降的时间不同。

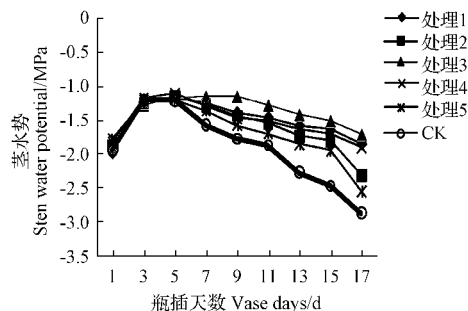


图1 不同处理对香石竹切花茎水势的影响

Fig. 1 The effect of different treatments on the stem water potential of cut carnation

### 2.3 不同处理对香石竹切花叶绿素荧光参数的影响

叶绿素荧光参数是植物生长机制的内在表征,参数 $F_v/F_m$ 是与植物暗适应状态有关的一个重要参数,对许多植物而言,在未受胁迫的条件下该值近似等于 $0.832 \pm 0.004$ <sup>[9]</sup>,受到胁迫后该值明显下降。由图2可知,各处理瓶插初期 $F_v/F_m$ 变化幅度不大,差异不显著,随着处理时间的延长, $F_v/F_m$ 总体呈下降趋势,其中CK的 $F_v/F_m$ 值于第9天开始下降,降幅较大,且叶子开始萎蔫变黄。处理1的 $F_v/F_m$ 值于第9天开始下降,处理3的 $F_v/F_m$ 值于第7天开始下降,且下降缓慢,到第11天时处理3的 $F_v/F_m$ 值显著高于对照。且处理3和处理1的叶子仍保持良好的生长状态,二者差异不明显。说明合适浓度硝普钠可在一定程度上保持香石竹切花叶子较高光能转化效率( $F_v/F_m$ )和较高的光合活性水平。

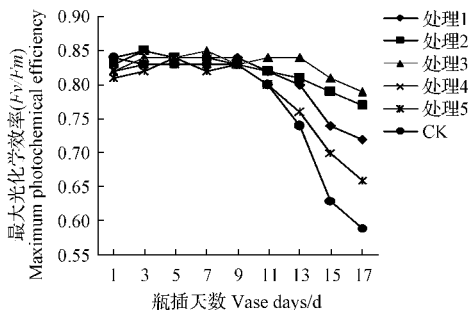


图2 不同处理对香石竹切花叶绿素荧光参数的影响

Fig. 2 The effect of different treatments on the chlorophyll fluorescence parameters of cut carnation

### 2.4 不同处理对香石竹切花花瓣细胞膜透性的影响

相对电导率是细胞受伤害的重要标志。随着瓶插

时间的延长,花瓣出现水分亏缺,细胞代谢失调,细胞膜受到不同程度地伤害。由图3可知,CK和5种处理花瓣的相对电导率均呈现上升趋势,蒸馏水对照花瓣的相对电导率于7 d后快速上升,但保鲜剂处理上升缓慢,尤其处理1、处理3的相对电导率前期上升幅度较小,说明细胞受伤害程度较轻,于13 d后上升迅速,但仍显著低于蒸馏水对照,说明2种处理的保鲜剂能有效的延缓细胞衰老,维持细胞膜的完整性,减少膜内物质外渗。

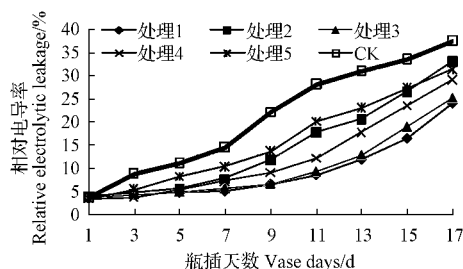


图3 不同处理对香石竹切花细胞膜透性的影响  
Fig. 3 The effect of different treatments on the cell membrane permeability of cut carnation petals

### 3 结论与讨论

有效抑制香石竹切花乙烯生成和拮抗乙烯发挥作用是延缓切花衰老的首要问题。已有研究表明,NO可能作为一种植物生长调节剂调控植物的衰老,它与乙烯产生拮抗作用<sup>[10]</sup>,可有效抑制植物组织中乙烯生成及其效应<sup>[4,12-13]</sup>,硝普钠是重要的外源NO供体,从而抑制由于乙烯引发的切花衰老过程<sup>[13]</sup>。该试验中,采用含硝普钠的保鲜剂处理的香石竹切花,可增大花径、延长瓶插寿命,主要是硝普钠有效抑制切花组织中乙烯生成的结果。其中处理1、处理3保鲜效果较好,瓶插寿命均显著高于蒸馏水对照,但二者差异不显著。

切花在瓶插期间要保持鲜活状态必定要维持较高水平的含水量,茎水势是衡量切花水分状况重要生理指标。该试验中,5个处理与对照比较,均可推迟茎水势下降时间,主要原因一是保鲜剂中加入柠檬酸和8-羟基喹啉能够有抑制细菌产生,保证疏导组织畅通<sup>[11]</sup>。二是加入硝普钠能够改善花枝水分状况,使切花茎秆挺直<sup>[5]</sup>,保持较高茎水势状态。三是加入硝普钠能够在切花瓶插后期水分亏缺的情况下保持叶片较高的光化学效率( $Fv/Fm$ )和较高光合活性,使叶片挺硬鲜活,这与邵瑞鑫等<sup>[14]</sup>研究结果一致。另外,硝普钠能够减轻后期水分

亏缺对细胞膜的损伤,维持细胞膜的完整性,减少膜内物质外渗,有效的延缓细胞衰老。因此,含硝普钠的保鲜剂不仅可以延长切花瓶插寿命,还能推迟茎水势下降时间,尤其在切花瓶插后期水分亏缺的情况下减轻对细胞膜的损伤,保持叶片较高的光化学效率( $Fv/Fm$ )。其中处理3( $20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖+ $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 8-羟基喹啉+ $150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 柠檬酸+ $30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝普钠+ $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 6-BA)效果最佳。因此,浓度为 $30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝普钠的保鲜剂替代浓度为 $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ STS的保鲜剂能有同样的保鲜效果,是较好的替代 $\text{Ag}^+$ 乙烯拮抗作用的保鲜剂,且安全、低毒,建议在切花生产上或者使用中运用。

### 参考文献

- [1] 高俊平. 观赏植物采后生理与技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2002.
- [2] 史君彦, 王清, 高丽林, 等. 外源硝普钠处理对青花菜贮藏过程中品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(33): 16383-16385.
- [3] 朱树华, 周杰, 束怀瑞, 等. 一氧化氮对草莓果实衰老的影响[J]. 园艺学报, 2005, 32(4): 589-593.
- [4] 朱先波, 任小林, 刘砚璞. NO处理对马铃薯保鲜的影响[J]. 西北农业学报, 2009, 18(2): 237-240, 245.
- [5] 杨运英, 谭卫萍, 余娟陈, 等. 一氧化氮对非洲菊切花的保鲜效应[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2008, 34(3): 311-313.
- [6] 杜兴翠, 任雪, 杨尧, 等. 外源NO对非洲菊切花保鲜效果及作用机制[J]. 浙江农业学报, 2012, 24(3): 440-444.
- [7] BOWYER M C, WILLS R B H, BADIYAN D, et al. Extending the post-harvest life of carnations with nitric oxide comparison of fumigation an invivode livery[J]. Postharvest Biology Technology, 2003, 30: 281-286.
- [8] 白宝璋, 王景安, 孙玉霞, 等. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993: 8.
- [9] ROHACEK K, BRTAK M. Technique of the modulated chlorophyll fluorescence: Basic concepts, useful parameters, and some application[J]. Photosynthesis, 1999, 37(3): 339-363.
- [10] LESHEM Y Y, WILLS R B H, KUV V V. Evidence for the function of the free radical gas-nitric oxide (NO) as an endogenous maturation and senescence regulating factor in higher plant[J]. Plant Physiol Biochem, 1998, 36(11): 825-833.
- [11] 黄剑波, 张英慧. 不同环境下的8-Hqs和Ca对香石竹的保鲜效果研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(3): 965-967.
- [12] 聂磊, 叶敏仪, 林静慧, 等. 白藜芦醇和硝普钠对月季切花的保鲜效应[J]. 广州城市职业学院学报, 2009, 3(1): 44-50.
- [13] 张少颖, 饶景萍, 高慧. 一氧化氮对切花月季瓶插过程中乙烯合成代谢的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2007, 35(11): 171-180.
- [14] 邵瑞鑫, 上官周平. 外源一氧化氮供体SNP对受旱小麦光合色素含量和PS II光能利用能力的影响[J]. 作物学报, 2008, 34(5): 818-822.

## Effect of Containing Sodium Nitroprusside Antistaling Agent Cut on Stem Water Potential, etc. Physiological Indexes of Cut Carnation

CHEN Cuigu<sup>1</sup>, ZHAO Min<sup>2</sup>, SUN Xiaorui<sup>1</sup>, ZHANG Xueying<sup>1</sup>, LIANG Weiling<sup>1</sup>, LI Wenya<sup>2</sup>

(1. College of Agriculture, Hebei Engineering University, Handan, Hebei 056021; 2. College of Architecture, Hebei Engineering University, Handan, Hebei 056038)

DOI:10.11937/bfyy.201620035

# 生姜发酵酒生产工艺的优化

梁芸志, 罗 丹, 吴 昊, 王成荣

(青岛农业大学 食品科学与工程学院, 山东 青岛 266109)

**摘 要:**以生姜为试材,采用单因素试验和正交实验,研究料液比、纤维素酶、果胶酶、 $\alpha$ -淀粉酶、超声比功率、超声温度及超声时间对姜酒中姜辣素和黄酮含量的影响,确定最佳复合酶配比和超声条件。结果表明:最佳复合酶配比为纤维素酶  $500 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$ ,果胶酶  $500 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$ , $\alpha$ -淀粉酶  $65 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$ ;最佳超声条件为超声比功率  $7 \text{ W} \cdot \text{g}^{-1}$ ,超声温度为  $55^\circ\text{C}$ ,超声时间为  $30 \text{ min}$ 。在最优工艺条件下,超声复合酶工艺生产的姜酒中姜辣素和黄酮含量以及酒精度达到最佳,表明超声复合酶处理是生姜发酵酒的最佳生产工艺。

**关键词:**生姜发酵酒;生产工艺;姜辣素;黄酮

**中图分类号:**TS 255.36 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)20-0136-06

生姜(*Zingiber officinale* Roscoe)属姜科姜属多年生草本植物。生姜的种植最早开始于东南亚的一些国家。在我国,生姜的栽培也已有悠久的历史<sup>[1]</sup>。目前,我国的生姜种植主要分布在山东、广东、浙江、江西、广西、福建、湖南、四川等省<sup>[2]</sup>。生姜根茎中的营养物质主要有碳水化合物、蛋白质、脂类物质、维生素以及多种矿物质元素等<sup>[3]</sup>。生姜中干物质的含量约为  $10\% \sim 20\%$ ,每  $100 \text{ g}$  干物质中含蛋白质  $5.55 \sim 13.84 \text{ g}$ ,碳水化合物  $76.82 \sim 81.62 \text{ g}$ ,纤维素  $5.50 \sim 11.72 \text{ g}$ ,脂类(包括游离脂肪酸类)  $4.50 \sim 10.38 \text{ g}$ ,钙  $0.40 \sim 0.60 \text{ g}$ ,镁  $0.70 \sim 0.90 \text{ g}$ ,磷  $0.10 \sim 0.12 \text{ g}$ ,钾  $0.50 \sim 1.50 \text{ g}$ ,钠  $0.02 \sim 0.06 \text{ g}$  等<sup>[4]</sup>。生姜中各营养组分的含量随着产地、品种及种植时间的差异而具有一定的区别<sup>[4]</sup>。

**第一作者简介:**梁芸志(1992-),男,硕士研究生,研究方向为果蔬加工与贮藏。E-mail:1648210240@qq.com.

**责任作者:**王成荣(1958-),男,硕士,教授,研究方向为果蔬加工与贮藏。E-mail:qauwcr@126.com.

**基金项目:**山东省现代蔬菜产业技术体系资助项目(SDSXDSC-CYJSTX)。

**收稿日期:**2016-04-26

生姜根茎肥厚,芳香和辛辣是其风味,从古至今,生姜都是广泛应用的香辛料和普遍使用的传统中药材,也是卫生部首批公布的同时具有药用和食用价值的植物资源之一。长期以来的试验研究显示,生姜在抗菌、消炎、降血糖、抗肿瘤、抗氧化、抗衰老、降血脂和治疗心脑血管疾病等方面具有重要的应用价值<sup>[5-6]</sup>。生姜中主要的抗氧化因子是姜辣素类和姜黄酮类成分<sup>[7]</sup>,将生姜加工成姜酒有利于提高生姜的附加值和利用率。目前,国内外姜酒多为配制型,对发酵型姜酒的研究较少。目前,生姜中姜辣素的提取方法主要有溶剂浸提法、超声波法、微波法、超临界  $\text{CO}_2$  萃取法等,生姜黄酮的提取多为溶剂浸提法以及超声辅助溶剂浸提法。将超声处理与酶解处理以不同方式协同,来提取该类物质的研究报道目前甚少。

该研究采用单因素试验和正交实验,分别优化了复合酶配比和超声处理的条件,来提高姜酒中的姜辣素和黄酮含量,并将超声处理与酶解处理以不同的方式结合,得到不同的发酵底液,发酵后制备不同工艺的生姜发酵酒,来优化生姜发酵酒的生产工艺,从而在生产中节约成本,降低能耗。

**Abstract:** Cut carnation was used as material. The effects of the concentration of sodium nitroprusside (SNP) as the vase preservative on the vase life, stem water potential, chlorophyll fluorescence parameters ( $F_o$ ,  $F_m$ ,  $F_v/F_m$ ) and cell membrane permeability on cut carnation were studied. The results showed that the optimum concentration of sodium nitroprusside preservative can extend the vase life of cut flower, delayed the stem water potential decreasing, retained the cut carnation leaves with a high efficiency of light energy conversion ( $F_v/F_m$ ), and postponed the degradation of plasma membrane. Among these experiments,  $20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  sucrose +  $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  8-hydroxyquinoline +  $150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  citric acid +  $30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  sodium nitroprusside +  $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  6-BA treatment had the best performance.

**Keywords:** sodium nitrate tone (SNP); cut carnation; preservation; physiological index.