

保鲜剂对香石竹切花形态结构的影响

陈健辉, 董玉萍

(广州大学生物与化学工程学院生物系, 广东 广州 510405)

摘要:以对水质较为敏感的香石竹(*Dianthus caryophyllus* L.)为材料,用糖、苯甲酸钠等配制保鲜剂,观察保鲜剂对香石竹形态结构的影响和细胞内淀粉粒的变化。结果表明:用保鲜剂处理过的切花,花朵增大,花色鲜艳,茎、叶、花瓣、子房壁、胚珠等组织细胞壁出现皱缩的时间延迟,细胞内含淀粉粒的时间也较长。苯甲酸钠的保鲜效果优于硝酸银。

关键词:香石竹;切花;保鲜剂;形态结构;淀粉粒

中图分类号:S681.509.3

文献标识码:A

文章编号:1005-3395(2004)06-0569-06

Effect of Preservatives on the Morphology and Anatomy of Carnation Cut Flowers

CHEN Jian-hui, DONG Yu-ping

(Department of Biology, School of Biology & Chemistry Engineering, Guangzhou University, Guangzhou 510405, China)

Abstract: Six formulations containing cane sugar, sodium benzoate, aluminium sulphate, paclobutrazol, 8-hydroxy quinoline, vitamin C, tartaric acid, potassium permanganate, silver nitrate and aspirin, with different concentrations and various combinations, were used as preservatives to observe the changes in morphology and in starch grains in cells of cut flowers of carnation. After treatments with preservative, the flowers enlarged and bright-colored. The contraction in cell walls of stems, leaves, petals, ovaries and ovules was delayed. The duration of starch grains in cells was prolonged. Preservative solution with sodium benzoate was better than that with silver nitrate.

Key words: *Dianthus caryophyllus* L.; Cut flowers; Preservative; Morphology; Starch grains

香石竹(*Dianthus caryophyllus* L.)原产南欧,别名康乃馨、麝香石竹,为石竹科(Caryophyllaceae)石竹属植物。多年生草本,丛生,茎直立;叶狭长披针形,全缘,基部成短鞘围抱在节上,中脉显著;花单生或2-3朵簇生,花色多样,有黄、白、粉红、紫红等;萼筒先端5裂,花瓣5;蒴果。香石竹对水质较为敏感。近年来国内外对香石竹切花保鲜的研究报道很多^[1-7],但关于保鲜剂与切花的形态结构和衰老关系的研究尚未见报道。此外,目前切花保鲜剂中常用的无机盐是银盐(硝酸银或硫代硫酸银),但银盐容易造成环境污染^[8]。本研究旨在对香石竹瓶插保鲜剂配方进行改进,摸索安全高效的保鲜配方,探讨香石竹在保鲜过程中形态变化的规律,为寻找最适的切花保鲜技术提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

广州芳村栽培的黄花品种,花枝长度为 40 ± 1 cm;花朵直径为 1.2 ± 0.1 cm。研究时间为2月到3月,实验时室内日平均气温为 $20 \pm 4^\circ\text{C}$ 。

1.2 保鲜剂的制备

选用的试剂有:蔗糖、苯甲酸钠、硫酸铝、多效唑、8-羟基喹啉、维生素C、酒石酸、高锰酸钾、硝酸银、阿司匹林等。用不同试剂、用量,配制保鲜液,插入花枝,观察保鲜效果。实验完成1周后,重复一次实验。

1.3 外部形态的观察

测量香石竹的花枝长度、花朵直径,花朵直径

取 4 朵花的平均值, 每朵花的直径, 取该花直径的最大值与最小值的平均值。

花枝顶端保留 2 片叶, 插入装有 250 ml 保鲜剂或对照液(自来水)的三角锥瓶(500 ml)中, 每瓶两枝, 并设一个重复。置于同一环境条件下, 每天傍晚记录花瓣开放和衰老状况, 根据早上、傍晚的室内温度计算当天的平均气温。每隔 3-5 d 换一次瓶插液(保鲜液或对照液)。当花瓣严重失水、萎蔫, 边缘呈黑色或褐色、失去观赏价值时, 实验结束。

1.4 组织切片的制作和观察

用保鲜效果最佳(花枝具有最长观赏时间)的配方处理材料, 以自来水为对照, 进行瓶插实验。按材料在各瓶插液处理下, 观赏时间的长短, 定出各自的观赏初期、中期、后期。在各时期, 取中心花瓣、子房壁、胚珠、成熟叶片和茎(具体取材时间见表 1), 分别用卡诺氏固定液(无水酒精: 冰醋酸 = 3: 1)固定, 常规石蜡切片法切片, 切片厚度 $8\mu\text{m}$, 用高碘酸-席孚反应法(PAS 反应)染色, 光学树胶封片, Olympus 显微镜下观察、摄影。

表 1 取材时间(d)

Table 1 Time (d) of sampling for section preparation after treatment with preservatives

	初期 Early days		中期 Middle days		后期 Late days	
	花、茎 Flower & Stem	叶片 Leaf	花、茎 Flower & Stem	叶片 Leaf	花、茎 Flower & Stem	叶片 Leaf
对照液 Control	3	2	6	4	8	6
保鲜液 Preservative	5	5	10	10	15	12

2 结果和分析

2.1 保鲜剂配方的筛选

根据所选用试剂的不同作用, 设计了 6 种保鲜剂配方, 切花经过各种保鲜剂处理后, 它们的寿命比较如下:

配方 1: 含 0.03 g L^{-1} 硝酸银、 0.20 g L^{-1} 8- 羟基喹啉、 0.50 g L^{-1} 酒石酸、 35.00 g L^{-1} 蔗糖等, 平均瓶插寿命为 14.1d。

配方 2: 含 0.05 g L^{-1} 硝酸银、 0.20 g L^{-1} 8- 羟基喹啉、 0.60 g L^{-1} 硫酸铝、 0.50 g L^{-1} 酒石酸、 35.00 g L^{-1} 蔗糖等, 平均瓶插寿命为 17.6 d。

配方 3: 含 0.30 g L^{-1} 苯甲酸钠、 0.07 g L^{-1} 多效

唑、1 片维生素 C (0.12 g 片^{-1})、 0.60 g L^{-1} 硫酸铝、 35.00 g L^{-1} 蔗糖等, 平均瓶插寿命为 14.7 d。

配方 4: 含 0.50 g L^{-1} 苯甲酸钠、 0.07 g L^{-1} 多效唑、1 片维生素 C (0.12 g 片^{-1})、 0.60 g L^{-1} 硫酸铝、 35.00 g L^{-1} 蔗糖等, 平均瓶插寿命为 18.6 d。

配方 5: 含 0.30 g L^{-1} 高锰酸钾、1 片阿司匹林、 35.00 g L^{-1} 蔗糖等, 平均瓶插寿命为 12.8 d; 但较易产生霉菌。

配方 6: 含 0.30 g L^{-1} 高锰酸钾、1 片阿司匹林、 0.60 g L^{-1} 硫酸铝、 35.00 g L^{-1} 蔗糖等, 平均瓶插寿命为 13.6 d。

对照液: 自来水, 平均瓶插寿命为 11.6 d; 极易产生霉菌。

以上结果表明, 配方 4 对香石竹的保鲜效果最好。该配方较对照液的保鲜期长 7 d, 比含 0.05 g L^{-1} 硝酸银的配方 2 保鲜期长 1 d, 且苯甲酸钠不会对环境产生污染^⑧。另外含高锰酸钾的配方 5 和 6 保鲜期也较对照液的长 1-2 d, 可以作为家庭简易配方使用。

2.2 外部形态

对照液处理的材料, 第 1、3、5、6 天花朵的直径分别为 1.20 cm、1.43 cm、1.94 cm、3.50 cm, 第 7 天叶片开始变焦, 第 8 天花瓣鲜艳, 但中央花瓣突出不明显, 花朵直径达到最大, 为 6.55 cm, 第 9 天花茎发软且花朵下垂, 第 10-12 天, 外轮花瓣先枯萎、后全花枯萎。

用保鲜剂处理的材料, 第 1、3、5、6、7 天花朵的直径分别为 1.17 cm、1.40 cm、1.87 cm、3.87 cm、6.73 cm, 第 13 天叶片开始变焦; 第 15 天花瓣鲜艳, 中央花瓣突出明显, 并可见柱头及花药, 整朵花较圆, 花朵直径达到最大, 为 8.84 cm, 第 17 天花茎发软且花朵下垂, 第 17-19 天, 外轮花瓣先枯萎, 后全花枯萎。

可见, 保鲜剂处理的材料花期长, 花朵以一个缓慢增加的过程达到其最大的直径, 比对照材料推迟了 7 d, 平均最大直径增加了 2.29 cm, 中央花瓣突出, 形成半圆球状, 更具观赏价值。

2.3 内部结构

黄花香石竹在显微镜下各主要器官的结构具有下列特征:

茎: 横切面结构由表皮、皮层和维管柱组成。表皮细胞一层, 为排列紧密的薄壁细胞; 皮层较厚, 在皮层中部具有一环状的由 1-4 层细胞组成的纤维层, 纤维层外具 9-16 层薄壁细胞, 纤维层内具 3-6 层薄壁细胞; 维管柱由维管束、髓及不太明显的髓

射线组成,维管束的切向切面较宽,髓射线由1-2行薄壁细胞组成,髓部较宽(图版 I:1)。

叶:横切面结构为不太典型的异面叶。表皮细胞一层,由薄壁细胞组成,上下表皮均具有气孔,在下表皮的密度较大。维管束为半周韧维管束,各级叶脉维管束外具薄壁细胞围成的鞘,一级脉在鞘细胞内具有明显的韧皮纤维,并在维管束中具较弱的形成层;近叶缘的2-3对二级脉在鞘细胞内也具有明显的韧皮纤维,在一、二级脉的附近较常见晶簇。三级脉的维管束较密。叶肉细胞中栅栏薄壁组织具3-4层细胞,细胞紧密排列,海绵薄壁组织胞间隙不发达,在叶脉维管束间的薄壁细胞较大,明显区别于栅栏薄壁组织和海绵薄壁组织(图版 I:2)。

花瓣:横切面结构可见,表皮细胞一层,由薄壁细胞组成,排列紧密,较大;表皮以内的薄壁细胞同形,细胞壁不规则,维管束为半周韧维管束、较疏(图版 I:3)。

子房壁:横切面结构可见,子房下部壁的外表皮细胞较大,细胞径向轴较宽,随着花朵的开放,该层细胞逐渐增大;内表皮细胞形状、细胞壁的厚度均明显不如外表皮细胞层,两层表皮细胞的厚度之和约为子房壁厚度的1/4-1/3,在生长后期超过1/2。在两表皮之间有12-18层薄壁细胞,维管束为半周韧维管束,较疏,维管束鞘不明显(图版 I:4)。子房中上部壁的外表皮细胞的径向轴越向上越窄、近外表皮的薄壁细胞逐渐增大,其它结构与下部壁的结构相同。

胚珠:胚珠为倒生胚珠,未发现有可育的胚珠。从胚珠的纵切面可见,在珠心组织、内珠被等组织的细胞结合较紧密(图版 I:5)。

经过保鲜剂处理的黄花香石竹随时间的延长、内部结构不断发生变化,与对照处理相比,发现存在一定的差异(表2)。

3 讨论

3.1 保鲜剂成分对香石竹外部形态的影响

无机盐或糖分对切花有一定的保鲜作用^[2],能对切花的衰老起到延缓的作用。本研究结果表明:保鲜剂处理的材料较对照的观赏期长,花朵直径增大,且增幅较缓,花朵开放完全,更具观赏价值。

瓶插过程中营养供给充足是延缓花卉衰老的主要原因。糖对切花有多种效应,可以提供呼吸基质^[9-10],增加呼吸效率,保护线粒体结构,维持其功能,并阻止蛋白质的分解,维持酰胺的合成^[8]。硫酸铝可以抑制乙烯的产生,降低溶液的pH值,抑制微生物的产生,促使材料的气孔关闭,降低蒸腾作用^[9];我们发现不含硫酸铝的保鲜剂容易产生霉菌,而有硫酸铝的保鲜剂不出现这种现象。维生素C片作为还原剂,有抗氧化的作用^[10];能保护细胞的不饱和脂肪酸,使之不被氧化,能有效地抑制微生物的生长,有利于花茎吸收水分。多效唑作为一种植物生长延缓剂,具有延缓花卉伸长、控制株形、诱导开花、防止脱落的作用,加入多效唑的配方,花朵达到最大直径和花瓣枯萎的时间较对照液延迟3-7d。苯甲酸钠是一种抗氧化剂和自由基的清除剂^[9],与硫酸铝一样能减少乙烯的产生。虽然银盐的使用使切花保鲜技术有了很大的发展^[11],但银盐会对环境造成污染,应尽可能少用。加入苯甲酸钠,既具有硝酸银的作用,又避免了硝酸银被光氧化成沉淀物而堵塞花

表2 保鲜剂、对照液处理的香石竹内部结构的比较

Table 2 Comparison of anatomical changes between carnation cut flowers treated with preservatives and the control

	保鲜剂 Preservative	对照液 Control
茎 Stem	前期、中期皮层薄壁细胞含有较多淀粉粒,后期淀粉粒减少;皮层及髓部的薄壁细胞完整,细胞壁破裂现象极为少见(图版 II:1)。	前期皮层薄壁细胞含有较多淀粉粒,中期淀粉粒减少;髓部部分细胞的细胞壁、纤维层、输导组织部分细胞开始破裂(图版 II:2)。
叶 Leaf	前期、中期叶肉薄壁细胞中具有明显的淀粉粒(图版 II:3),后期淀粉粒、叶绿体不明显,细胞壁开始破裂。	前期叶肉薄壁细胞中具明显的淀粉粒,中期叶绿体较少,淀粉粒在细胞中不明显(图版 II:4),后期细胞开始破裂。
花瓣 Petal	中期薄壁细胞内淀粉粒仍很明显(图版 II:5)。后期薄壁细胞具皱缩、解体现象,但淀粉粒依然明显存在。	中期薄壁细胞壁皱缩明显、并有部分细胞破裂(图版 II:6)。后期薄壁细胞淀粉粒消失,细胞壁皱缩增大、破裂增多。
子房壁 Ovary wall	前期、中期淀粉粒在下部,近外表皮的薄壁细胞分布是越靠近外表皮的细胞含量越多。后期薄壁细胞出现皱缩,但在近外表皮的薄壁细胞中,仍具有含淀粉粒的细胞(图版 II:7)。	前期淀粉粒主要分布在下部、近外表皮的薄壁细胞,越靠近外表皮的细胞含量越多。中期(图版 II:8)、后期细胞不含淀粉粒。
胚珠 Ovule	前期、中期珠被、珠柄细胞具淀粉粒,胚囊腔、珠心组织具有较大的淀粉粒;后期珠柄细胞不具淀粉粒,外层珠被细胞具少量淀粉粒,珠心组织、内层珠被细胞具明显的淀粉粒(图版 II:9),胚囊具较大的淀粉粒;珠被细胞开始解体。	前期、中期珠柄细胞具淀粉粒,胚囊腔具有较大的淀粉粒;中期珠心组织、珠被开始出现细胞解体(图版 II:10)。后期珠柄细胞、胚囊腔不具淀粉粒,珠心组织、内层珠被细胞具淀粉粒。

茎输导组织,还消除其毒性,在筛选实验中,含苯甲酸钠的保鲜剂比含硝酸银的保鲜剂效果要好。

3.2 保鲜剂对香石竹内部结构的影响

切花由于切断了花枝与母株之间的联系,叶片、花瓣内部发生了一系列的生理生化变化。蛋白质、核酸和磷酸等大分子物质逐渐降解,乙烯生成迅速增加,且细胞内质膜流动性降低、透性增加,导致细胞解体、花瓣衰老,糖分迅速消耗,引起细胞解体^[10]。保鲜剂处理的材料一般在中期、后期(瓶插的第13-15 d)仍可见细胞中含有淀粉粒,而对照液处理的材料仅在前期(瓶插的第3-4 d)可见细胞中含有淀粉粒,此外保鲜剂处理的材料后期解体细胞的数量比对照液的少,说明保鲜剂可使植物延迟衰老,这是因为淀粉粒能为植物生长提供贮备能量^[12]。

参考文献

- [1] Shi G Y(石贵玉), Zhou Q J(周巧劲), Wu Y Y(伍永炎), et al. Effects of preservatives on delaying senescence of summerly cut carnation flowers [J]. *Guihaia* (广西植物), 1994, 14(4):341-344. (in Chinese)
- [2] Luo H Y(罗红艺), Jing H J(景红娟), Wang F Y(王丰艳), et al. The influence of inorganic salts on fresh preservation of cut carnation flower [J]. *J Cent China Norm Univ (Nat Sci)* (华中师范大学学报自然科学版), 2003, 37(1):99-101. (in Chinese)
- [3] Ye X Q(叶晓青), Li H F(李惠芬), Chen S P(陈尚平), et al. The effect of different preservative solutions on lipid peroxidation in cut carnations [J]. *J Jiangsu For Sci Techn* (江苏林业科技), 1998, 25 (Suppl):181-184. (in Chinese)
- [4] Lin W D(林卫东), Long P Q(龙朴巧). The effects of the concentration of sugar on fresh-keeping of the carnation [J]. *J Yunnan Norm Univ* (云南师范大学学报), 2002, 22(3):46-48. (in Chinese)
- [5] Bu Y H(卜芸华), Cao G Z(曹广芝). Effects of different preservatives on delaying senescence in water-cultured cut flowers [J]. *J Henan Univ (Nat Sci)* (河南大学学报自然科学版), 2000, 30(1):68-70. (in Chinese)
- [6] Zhang Y H(张英慧), Shangguan G L(上官国莲), Wu Y(伍英). Effects of laminar on preservation in cut carnation flowers [J]. *Acta Hort Sin* (园艺学报), 2003, 30(4):427-430. (in Chinese)
- [7] Serrano M, Amorosa A, Pretela M T, et al. Preservative solutions containing boric acid delay senescence of carnation flowers [J]. *Post Biol Techn*, 2001, 23(2):133-142.
- [8] Gao Y(高勇), Wu S J(吴绍锦). Current advance in preservative of cut flowers [J]. *Acta Hort Sin* (园艺学报), 1989, 16(2):139-145. (in Chinese)
- [9] Halevy A H, Mayak S. Senescence and post harvest physiology of cut flower. Part I [J]. *Horticult Rev*, 1979, 1:204-206.
- [10] Lu D Z(陆定志), Fu J R(傅家瑞), Song S Q(宋松泉). *Plant Senescence and Regulation* [M]. Beijing: China Agricultural Publishing House, 1998. 210-238. (in Chinese)
- [11] Li X Z(李宪章). Flower senescence and preservation of cut flowers [J]. *Chin Bull Bot* (植物学通报), 1994, 11(4):26-32. (in Chinese)
- [12] Xi X Y(席湘媛), Ye B X(叶保兴). Studies on embryo development and deposition of storage reserves in *Coix lacryma-jobi* [J]. *Acta Bot Sin* (植物学报), 1994, 36:573-580. (in Chinese)

图版说明

E:表皮 Epidermis; OE:外表皮 Outer epidermis; IE:内表皮 Inner epidermis; CF:皮层纤维层 Fibrous layer of cortex; VB:维管束 Vascular bundle; P:髓 Pith; PT:栅栏薄壁组织 Palisade parenchyma; ST:海绵薄壁组织 Spongy parenchyma; PF:韧皮纤维 Phloem fiber; SG:淀粉粒 Starch grains; CH:叶绿体 Chloroplast; DC:破裂细胞 Disintegration cells.

图版 I

1. 茎的横切面; ×105 2. 过中脉的叶的横切面; ×140 3. 花瓣的横切面; ×200 4. 子房下部壁的横切面; ×170 5. 胚珠的纵切面; ×200

图版 II

1. 保鲜剂处理后期, 茎的横切面结构; ×65 2. 对照液处理后期, 茎的横切面结构; “↑”示破裂细胞; ×70 3. 保鲜剂处理中期, 叶的横切面; ×110 4. 对照液处理中期, 叶的横切面; ×120 5. 保鲜剂处理中期, 花瓣的横切面; “↑”示淀粉粒; ×220 6. 对照液处理中期, 花瓣的横切面; “↑”示破裂细胞; ×220 7. 保鲜剂处理后期, 子房基部壁的横切面; “↑”示淀粉粒; ×110 8. 对照液处理中期, 子房基部壁的横切面; ×120 9. 保鲜剂处理后期, 胚珠的纵切面; “↑”示珠心组织细胞的淀粉粒; ×110 10. 对照液处理中期, 胚珠的纵切面; ×120

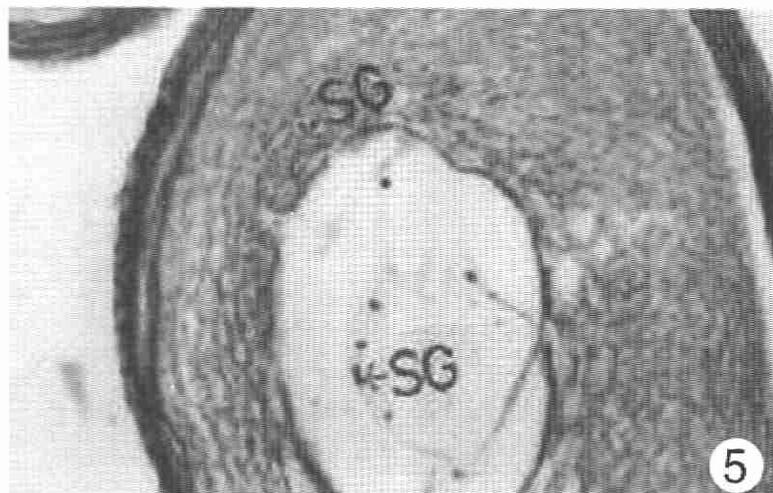
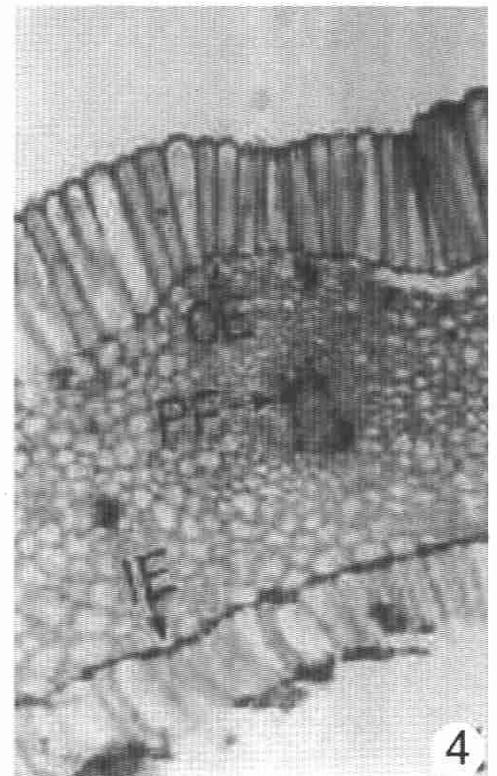
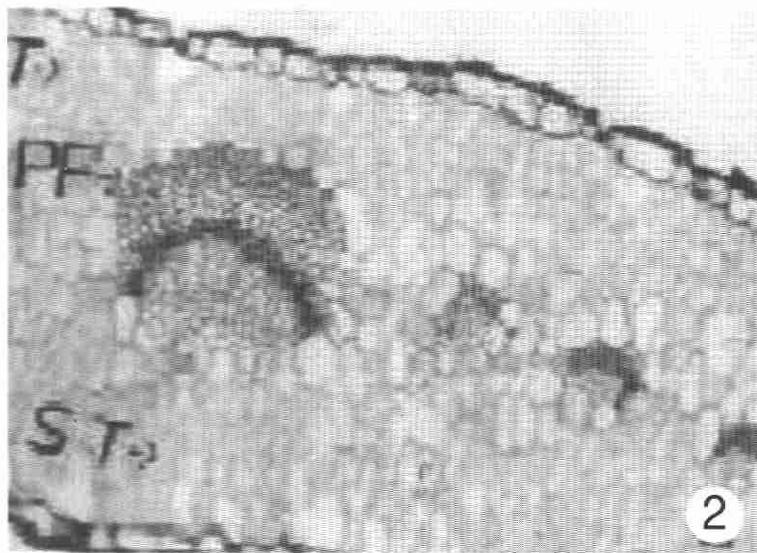
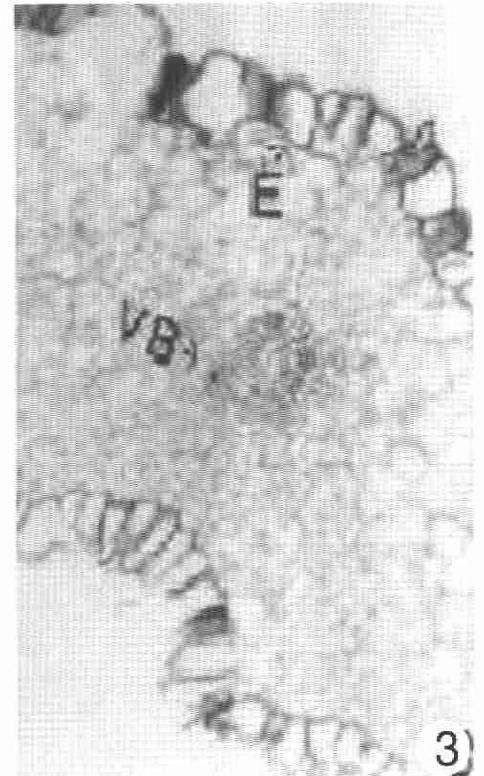
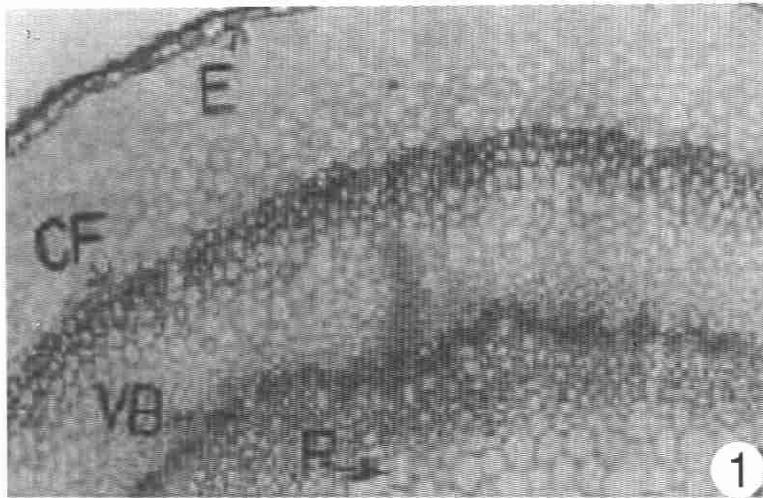
Explanation of plates

Plate I

1. Transverse section of stem; ×105 2. Transverse section of leaf with midrib; ×140 3. Transverse section of petal; ×200 4. Transverse section of ovary wall on base part in; ×170 5. Longitudinal section of ovule; ×200

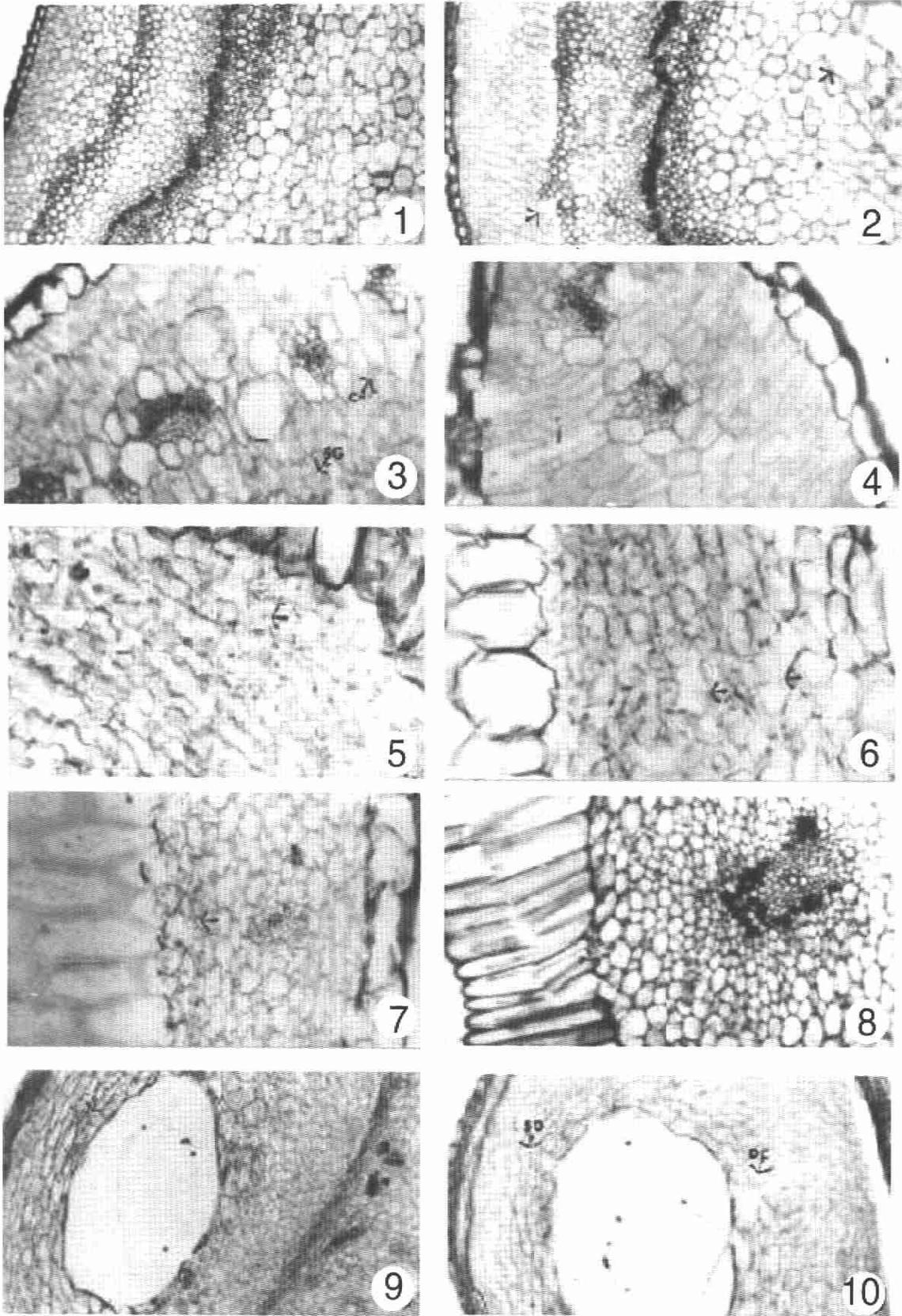
Plate II

1. Transverse section of stem in late days after treatment with preservatives; ×65 2. Transverse section of stem in late days without preservatives (control), showing disintegration cells (arrow); ×70 3. Transverse section of leaf in middle days after treatment with preservatives; ×110 4. Transverse section of leaf in middle days without preservatives (control); ×120 5. Transverse section of petal in middle days after treatment with preservatives, showing starch grains (arrow); ×220 6. Transverse section of petal in middle days without preservatives (control), showing disintegration cells (arrow). ×220 7. Transverse section of ovary wall on base part in late days after treatment with preservatives; showing starch grains (arrow); ×110 8. Transverse section of ovary wall on base part in middle days without preservatives (control); ×120 9. Longitudinal section of ovule in late days after treatment with preservatives, showing starch grains (arrow) in the cells of nucellus tissue; ×110 10. Longitudinal section of ovule in middle days without preservatives (control). ×120



陈健辉等: 图版 I

CHEN Jian-hui et al.: Plate I



陈健辉等:图版 II

CHEN Jian-hui et al.: Plate II