

doi:10.11937/bfyy.20164595

植物叶色呈色机理及化学物质的调控

张亚平, 金晓玲, 曾艳, 汪晓丽

(中南林业科技大学 风景园林学院, 湖南 长沙 410004)

摘要:叶片细胞内色素包括叶绿素、类胡萝卜素和花色素苷,这几种色素在叶片中的含量、比例、分布决定着叶片颜色。蔗糖、柠檬酸、水杨酸、赤霉素等化学物质对植物叶色的呈色和观赏期有一定的影响。现从植物叶色呈色机理、化学物质对植物叶色的调控等方面进行总结,以期为进一步开展化学物质对叶色呈色机理的研究提供参考依据。

关键词:叶色调控;化学物质;叶色

中图分类号:Q 945 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)14-0180-05

许多园林植物都会呈现不同的叶色变化,如榉树^[1]、银杏^[2]、黄栌^[3-4]、枫香^[5]等。彩叶植物观赏期长、色彩艳丽、抗逆性强,应用前景广阔,但叶色表达的稳定性和观叶期的一致性为彩叶植物应用的一大问题,因此,近年来,对于植物叶色方面的研究逐渐引起人们的关注。植物叶片呈色机理的研究可以为利用生物技术途径培育新的彩叶植物种类奠定基础。目前关于植物叶片呈色方面的研究主要集中在叶色呈色机理和化学物质对植物叶色调控 2 个方面。

1 植物叶片的色素组成

叶绿素是植物叶绿体内参与光合作用的重要色素^[6],是一种天然、安全、无毒并具有一定生理功能的脂溶性天然色素^[7],主要由叶绿素 a 和叶

绿素 b 组成,正常叶片中叶绿素 a 与叶绿素 b 的比值约为 3。在颜色上,叶绿素 a 呈蓝绿色,叶绿素 b 呈黄绿色^[8]。

类胡萝卜素是植物叶片中另一种重要的色素,是镶嵌于叶绿体和有色体膜中的脂溶性色素,包括胡萝卜素和叶黄素两大类^[9]。前者呈橙黄色,后者呈黄色,二者性质均稳定,不易分解^[10]。类胡萝卜素是植物合成植物激素 ABA 的前体,赋予植物一系列色泽,除八氢番茄红素、六氢番茄红素等几种类胡萝卜素无色外,绝大多数类胡萝卜素呈黄色、橙色、橘红色或红色^[11]。

花青素,又称类黄酮类色素、花色素^[12],是植物体内重要的一大类次生物质,属于类黄酮的一种^[13]。花青素在紫(红)色系彩叶植物叶片的呈色中起主导作用^[14]。花青素具有吸光性,在不同的酸碱条件下表现为粉色、紫色、红色及蓝色等。叶片细胞内色素包括叶绿素、类胡萝卜素和花色素,这几种色素在叶片中的含量、分布决定着叶片颜色^[15]。

2 植物叶片的呈色机理

2.1 红色叶的呈色机理

叶片呈色是遗传因素和外部环境共同作用的结果,色素种类、比例和分布是导致叶色变化的直接原因^[16]。已有研究表明,黄栌^[17]、桃^[18]、榉

第一作者简介:张亚平(1990-),女,湖南邵阳人,硕士研究生,研究方向为园林植物与观赏园艺。E-mail:251034064@qq.com.

责任作者:金晓玲(1963-),女,浙江东阳人,博士,教授,博士生导师,现主要从事园林植物生物技术和育种等研究工作。E-mail:jxd0716@hotmail.com.

基金项目:中央财政林业科技推广资助项目([2015]XT008);湖南省“十二五”重点学科(风景园林学)资助项目(湘教发[2011]76号)。

收稿日期:2017-02-28

树^[19-20]、全红杨^[21]叶色表现为红色是由于叶片中含大量花青素,从而使叶片呈现不同程度的红色,叶色呈色根据花青素/叶绿素的比值呈现动态变化,花青素所占比例越大,叶片越红^[22]。许鑫科^[23]对紫叶加拿大紫荆和中华红叶杨的研究表明,2种植物从紫红色向暗红色转变的比例分别为小于1:0.18和小于1:0.66;张瑞粉^[24]对中红杨的叶色变化规律研究发现,叶片中花色素苷与叶绿素含量比值为5.27时,叶片呈现的红色最佳,观赏价值最高;而楚爱香等^[25]对火炬树的研究表明,花色素苷比例达80%以上时,叶色完全表现为花色素苷的深红色。这些试验说明不同的植物种类,叶色变化的临界值也各有不同。

2.2 黄色叶的呈色机理

对欧洲鹅耳枥^[26]、黄连木^[27]、榉树^[28]、银杏^[29]等黄色叶植物研究表明,叶片呈现黄色是由于叶绿素大量降解,类胡萝卜素比例提高导致的。当栎树类胡萝卜素含量达到60%左右,银杏达到70%以上时,叶色完全表现为类胡萝卜素的黄色;而元宝枫类胡萝卜素含量稳定在25%~30%,且花青素比例由不足20%增加至45%左右,叶色则表现为2种色素混合的橙黄色^[25]。由此可知,不同色素间的比例直接影响植物叶色的表达。

2.3 绿色叶的呈色机理

叶片之所以呈现绿色是由于叶片中以叶绿素为主,类胡萝卜素和花青苷含量较低^[28]。对于红栎^[30]、红花檵木^[31]等植物绿色叶的研究也证明了这一点。张敏等^[20]通过对榉树的研究明确了叶绿素中叶绿素a含量的相对稳定使榉树叶片呈现绿色。

大量研究表明,色素是彩叶植物叶片呈色的物质基础和根本原因^[8]。楚爱香等^[25]对几种秋色叶树种的叶色变化总结得出了明确的量化指标:当叶片中叶绿素质量分数在60%以上时,叶片呈绿色;当叶绿素比例低于60%时,叶片的色彩决定于类胡萝卜素和花色素苷的比例,若二者之间有一种占有绝对优势,叶片表现为优势色素的色彩,否则,叶片呈现二者的混合色彩。

3 化学物质对植物叶色调控研究

现阶段,除了对园林植物叶色变化机理进行研究外,已有研究者开始关注外源化学物质对植物叶色的影响。由表1可知,从2005年开始,化学物质对植物叶色的影响逐渐引起研究者的关注。现阶段化学物质对植物叶色的研究主要体现在蔗糖^[32]、柠檬酸^[33]、水杨酸^[34]、赤霉素^[35]和乙

表 1 喷施外源化学物质对植物叶色影响的研究

Table 1 Effects of spraying exogenous chemicals on leaf color

发表时间	化学物质	处理对象	研究结果	作者	刊期名称
2008	蔗糖	中红杨	3%蔗糖提高叶片中花色素苷含量,叶色加深	李小康	河南农业大学
2009	蔗糖	美国红枫	8%蔗糖提高美国红枫叶率效果最好	李玉娟	广西农学报
2011	蔗糖	红叶桃	0.5%蔗糖促进红叶桃叶片花色素苷含量的增加	徐莉莉	林业科学
2012	蔗糖	红花槭	0.2 mol·L ⁻¹ 蔗糖对花色素苷含量有显著提升	陈睿	天津农业科学
2012	蔗糖	红掌	0.15 mol·L ⁻¹ 蔗糖能有效改善红掌佛焰苞“绿耳”现象	王兰兰	热带作物学报
2013	蔗糖	灰毛黄栌	200 mmol·L ⁻¹ 蔗糖促进黄栌变红,观赏期提前	郑绪辰	园艺学报
2005	柠檬酸	4种李属	0.2%柠檬酸降低花青素的分解速率	吕福梅	山东农业大学
2008	柠檬酸	中红杨	3%柠檬酸营养液提高叶片中花色素苷含量	李小康	河南农业大学
2013	柠檬酸	灰毛黄栌	4.8 mmol·L ⁻¹ 柠檬酸使黄栌变色期提前,变红效果增强	郑绪辰	园艺学报
2009	水杨酸	烟草	水杨酸促进叶绿素和多酚类色素的降解	王战义	河南农业科学
2013	水杨酸	灰毛黄栌	1.0 mmol·L ⁻¹ 的水杨酸提升黄栌的变红效果	郑绪辰	园艺学报
			0.5 mmol·L ⁻¹ 的水杨酸推迟黄栌叶片变红		
2009	赤霉素	烟草	赤霉素促进叶绿素、类胡萝卜素和多酚类色素的降解	王战义	河南农业科学
2013	赤霉素	灰毛黄栌	0.01 mmol·L ⁻¹ 赤霉素延迟黄栌的落叶期	郑绪辰	园艺学报
2009	乙烯利	黄栌	500 mg·L ⁻¹ 乙烯利使黄栌上色好且红叶期长	周肖红	林业科学
2009	乙烯利	烟草	喷施乙烯利促进叶绿素和多酚类色素的降解	王战义	河南农业科学
2005	KH ₂ PO ₄	4种李属	0.2% KH ₂ PO ₄ 提高花青苷的合成能力,增加观赏效果	吕福梅	山东农业大学
2010	KH ₂ PO ₄	中红杨	7% KH ₂ PO ₄ 能显著增加叶片红色,提高观赏价值	张瑞粉	河南农业大学
2011	KH ₂ PO ₄	红叶桃	0.3% KH ₂ PO ₄ 可促进红叶桃叶片花色素苷含量的增加	徐莉莉	林业科学
2012	KH ₂ PO ₄	红叶桃	0.3% KH ₂ PO ₄ 和0.6%蔗糖混合液使红叶桃叶片着色效果最佳	韩键	江苏农业学报
和蔗糖混合液					

烯利^[17]等外源物质对植物叶色的影响方面。

3.1 蔗糖对植物叶色的调控

糖可作为能源物质,为花色素苷的合成提供碳骨架,糖类是花青素合成的信号物质、前体物质和能源物质^[36],糖的积累可以促进叶片的衰老^[37]。秋季对植物叶片喷施蔗糖,可在美国红枫^[32]和红花槭^[38]叶色转红期间促进叶片中花青素的合成,显著提升花色素苷含量,提高观赏效果,但不同槭树种类所需蔗糖浓度各不相同;徐莉莉等^[39]研究发现,0.5%蔗糖溶液可促进红叶桃叶片花色素苷含量的增加;郑绪辰等^[35]叶面喷施 200 mmol·L⁻¹蔗糖溶液使灰毛黄栌叶片中花青素大量积累,叶片变色期提前,变红效果得到提升;而李小康^[33]研究结果显示,叶面喷施 3%蔗糖溶液可使中红杨叶色加深。

3.2 柠檬酸对植物叶色的调控

DUCAMP-COLLIN 等^[40]研究表明,喷施柠檬酸使荔枝果皮中的花青素更稳定,储藏 3 周后果皮依然不褪色。在中红杨的外施营养液试验中,发现 3%柠檬酸在不同光照条件下,均能使叶片中花青素含量显著提高^[33];用 0.2%柠檬酸喷施“紫叶碧桃”“紫叶李”“紫叶矮樱”和“美人梅”,也使叶片中的花青素含量有所提升^[41]。郑绪辰等^[35]研究发现 4.8 mmol·L⁻¹柠檬酸能使灰毛黄栌变色期提前,变红效果增强,同时柠檬酸又是一种天然存在的有机酸,对环境的影响较小,因此,可以在实践中利用外施柠檬酸来改善灰毛黄栌的观赏效果。

3.3 水杨酸对植物叶色的调控

水杨酸可以提高植物的抗病性和对干旱^[42]、高温^[43]、低温^[44]等逆境胁迫的抗性。试验表明,1.0 mmol·L⁻¹水杨酸处理组比对照组提前 3 d 进入观赏期,这可能是由于喷施低浓度的水杨酸引起叶片中乙烯含量的适度增加,进而促进了花青素的合成,从而提升了叶片的变红效果。而 2.0 mmol·L⁻¹水杨酸处理,使叶片观赏期延迟。在生产实践中,可以喷施 1.0 mmol·L⁻¹水杨酸来提升灰毛黄栌的变红效果,或者喷施 0.5 mmol·L⁻¹水杨酸来推迟黄栌叶片变红^[35]。

3.4 赤霉素对植物叶色的调控

赤霉素作为一种广泛存在的植物生长调节

剂,可以延缓叶片的衰老^[45],作为一种信号物质,参与调控花青素的合成,并需要多种生长调节剂与信号物质共同作用^[46]。王战义等^[34]发现喷施赤霉素能促进烟草叶绿素、类胡萝卜素和多酚类的降解;郑绪辰等^[35]用 3 种不同浓度的赤霉素处理灰毛黄栌发现,叶片中的花青素相对含量都没有提高,可能是因为花青素生物合成的调节机制比较复杂,需要多种生长调节剂与信号物质共同作用,单独施用赤霉素处理,不能增强灰毛黄栌叶片中花青素的生物合成能力。因此,可以喷施 0.01 mmol·L⁻¹赤霉素来延迟灰毛黄栌的落叶期,使红叶观赏期延长。

3.5 其它化学物质对植物叶色的调控

除了蔗糖、柠檬酸、水杨酸和赤霉素这 4 种常用的影响呈色的化学物质外,乙烯利、二烷基乙醇羧酸酯 N 和 KH₂PO₄ 等也能改变叶色。周肖红等^[17]通过对比发现 500 mg·L⁻¹乙烯利对灰毛黄栌的叶色改善具有很好的效果,但是人体直接接触乙烯利可能导致皮肤刺激等症状,也可能具有潜在诱癌和致畸的危险^[47]。生长季叶面喷施 20 mg·L⁻¹DA-6(二烷基乙醇羧酸酯 N,N-diethylaminoethyl hexanote)显著提高了桃树叶片的总叶绿素含量,叶绿素 b 含量的提高尤为显著^[48]。也有研究表明,喷施 0.3% KH₂PO₄ 和 0.6%蔗糖溶液的混合液使红叶桃叶片着色效果最佳^[49],喷施 KH₂PO₄ 能提高李属^[41]、中红杨^[24]、红叶桃^[39]花青苷的合成能力,增加观赏效果,但不同植物所需浓度不同,且低浓度溶液效果较差,而过高浓度不利于红叶色长时间保持。

4 展望

在园林植物中,彩色叶植物的叶色观赏期长,不仅可以营造出“观花”的效果,而且可以弥补观花植物花期短及秋冬季节观花植物少的缺陷。近年来,对于植物叶色呈色机理的研究已越来越深入,植物叶色的调控也逐渐引起重视。但由于研究基础较薄弱且研究时间较短,叶色呈色的影响因素复杂,使研究困难重重却又意义重大。

虽然人们对叶色呈色机理已有了大致的认识,但具体叶色呈色色素的临界值尚不清楚,还有待明确,且叶片本身呈现红、黄、绿色的界线较为

模糊,有待深入揭示。目前,化学物质对植物叶色的调控均为叶面喷施,有限的调控方式使其在大面积的栽培和应用推广中受到阻碍,是否有更方便实施、有效的调控措施需进一步探究;彩色叶植物叶色丰富,而现有研究大多集中于使叶色变红,使叶色变黄或使叶片呈现其它颜色的调控措施鲜有报道;目前对于植物叶色有显著调控作用的化学物质种类较少,很少有研究做出新的尝试,是否有其它化学物质能够有效的调控叶色仍需进一步研究。随着人们对叶色呈色机理的发掘及调控措施的探索,其相关理论将会为园林植物的栽培实践和应用提供参考依据。

参考文献

- [1] 刘雪梅,胡希军,罗雪梅,等. 榉树秋季叶色变化类型和生长特性[J]. 经济林研究, 2014, 32(1): 121-125.
- [2] XU Y, WANG G B, CAO F L, et al. Light intensity affects the growth and flavonol biosynthesis of Ginkgo (*Ginkgo biloba* L.) [J]. New Forests, 2013, 45(6): 765-776.
- [3] 葛雨萱,周肖红,刘洋,等. 黄栌属种质资源、栽培繁殖、化学成分、叶色调控研究进展[J]. 园艺学报, 2014, 41(9): 1833-1845.
- [4] 葛雨萱,王亮生,周肖红,等. 香山黄栌叶色和色素组成的相互关系及时空变化[J]. 林业科学, 2011, 47(4): 38-42.
- [5] SHANG H J, LI D Y, WANG W J, et al. Three new diterpenoids from the resin of *Liquidambar formosana* [J]. Nature Product Research, 2014, 28(1): 1-6.
- [6] 王慧,欧承刚,庄飞云,等. 胡萝卜中类胡萝卜素积累与主要合成基因转录水平相关性分析[J]. 园艺学报, 2014(12): 2513-2520.
- [7] 陈俊毅,朱晓宇,蒯本科. 绿色器官衰老进程中叶绿素降解代谢及其调控的研究进展[J]. 植物生理学报, 2014, 50(9): 1315-1321.
- [8] 荣立苹,李倩中,李淑顺,等. 槭属植物叶色表达研究进展[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(10): 10-12.
- [9] 高慧君,名家琪,张雅娟,等. 园艺植物中类胡萝卜素合成与调控的研究进展[J]. 园艺学报, 2015(9): 1633-1648.
- [10] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 5版. 北京: 高等教育出版社, 2004: 60-66.
- [11] 徐娟,邓秀新. 柑橘类果实汁胞的红色现象及其呈色色素[J]. 果树学报, 2002, 19(5): 307-313.
- [12] 刘晓芬,李方,殷学仁,等. 花青苷生物合成转录调控研究进展[J]. 园艺学报, 2013(11): 2295-2306.
- [13] 宋建婷,周光宏. β -胡萝卜素的营养研究进展[J]. 四川畜牧兽医, 2002, 29(1): 89-94.
- [14] 峰鸽,李保印,杨立峰,等. 几种彩叶植物生长期色素含量研究[J]. 华北农学报, 2007, 22(1): 161-163.
- [15] 何奕昆,代庆阳,苏学辉. 雁来红叶色转变与超微结构及色素含量的关系[J]. 四川师范学院学报(自然科学版), 1995, 16(3): 195-198.
- [16] CHALKER-SCOTT L. Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses[J]. Photochemistry and Photobiology, 1999, 70(1): 1-9.
- [17] 周肖红,葛雨萱,王亮生,等. 黄栌叶片变色期生理变化及植物生长调节剂对叶色的影响[J]. 林业科学, 2009, 45(7): 59-62.
- [18] 谢智华. 不同呈色类型的桃叶色变化生理机制与光合特性研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2012.
- [19] 黄利斌,施大伟,葛静,等. 秋季不同叶色榉树叶片色素含量变化的研究[J]. 江苏林业科技, 2012, 39(6): 1-4.
- [20] 张敏,黄利斌,周鹏,等. 榉树秋季转色期叶色变化的生理生化[J]. 林业科学, 2015, 51(8): 44-51.
- [21] 杨淑红,朱延林,马永涛,等. 生长季全红杨叶色与色素组成的相关性[J]. 东北林业大学学报, 2013, 41(7): 63-68.
- [22] 韩培培. 3种杉科植物秋季叶色变化的生理生化研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2014.
- [23] 许鑫科. 两种彩叶植物叶色表达相关机理研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2010.
- [24] 张瑞粉. 中红杨叶色变化规律及外施 KH_2PO_4 对叶色影响的研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2010.
- [25] 楚爱香,张要战,田永芳. 几种秋色叶树种秋冬转色期叶色变化的生理特性[J]. 东北林业大学学报, 2012, 40(11): 40-43.
- [26] 程龙霞,祝遵凌,徐惠群,等. 欧洲鹅耳枥秋冬变色期叶色变化的生理特性研究[J]. 西部林业科学, 2014, 43(6): 143-147.
- [27] 胡静静,沈向,李雪飞,等. 黄连木秋季叶色变化与可溶性糖和矿质元素的关系[J]. 林业科学, 2010, 46(2): 80-86.
- [28] 刘雪梅,金晓玲,汪晓丽,等. 3类色系榉树叶色表达期色素含量变化规律研究[J]. 河南农业大学学报, 2014, 48(5): 596-601.
- [29] 王燕龙,车晓雨,刘煜光,等. 银杏秋季叶色参数及色素含量的变化研究[J]. 河北农业大学学报, 2015, 38(5): 28-32.
- [30] 聂庆娟,史宝胜,孟朝,等. 不同叶色红栌叶片中色素含量、酶活性及内含物差异的研究[J]. 植物研究, 2008, 28(5): 599-602.
- [31] 袁明,万兴智,杜蕾,等. 红花檵木叶色变化机理的初步研究[J]. 园艺学报, 2010, 6(37): 949-956.
- [32] 李玉娟,张健,李敏,等. 蔗糖和不同外源激素处理对美国红枫色叶的影响[J]. 广西农学报, 2009, 24(6): 27-28.
- [33] 李小康. 中红杨叶色变化的生理生化研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2008.
- [34] 王战义,宋朝鹏,代丽,等. 喷施不同植物生长调节剂对烤烟色素的影响[J]. 河南农业科学, 2009(10): 70-72.
- [35] 郑绪辰,葛雨萱,王丽金,等. 赤霉素、水杨酸、柠檬酸和蔗糖对灰毛黄栌叶色变化的影响[J]. 园艺学报, 2013, 40(11): 2199-2206.
- [36] WEISS D. Regulation of flower pigmentation and growth: Multiple signaling pathways control anthocyanin synthesis in expanding petals[J]. Physiologia Plantarum, 2000, 110(2): 152-157.

- [37] WINGLER A, STANGBERG E J, SAXENA T. Interactions between temperature and sugars in the regulation of leaf senescence in the perennial herb *Arabis alpina* L. [J]. Journal of Integrative Plant Biology, 2012, 54(8): 595-605.
- [38] 陈睿, 徐书霞, 吕建洲. 外源蔗糖对红花槭叶色参数和色素含量的影响[J]. 天津农业科学, 2012, 18(2): 14-16.
- [39] 徐莉莉, 姜卫兵, 韩健, 等. 初夏叶面喷施 KH_2PO_4 和蔗糖对红叶桃叶片色素变化及净光合速率的影响[J]. 林业科学, 2011, 47(3): 170-172.
- [40] DUCAMP-COLLIN M N, RAMARSON H, LEBRUN M. Effect of citric acid and chitosan on maintaining red colouration of litchi fruit pericarp [J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 49(2): 241-246.
- [41] 吕福梅. 四种李属彩叶树木叶片色素及光合特性研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2005.
- [42] MALAMY J, CARR J P, KLESSIG D F. Salicylic acid: A likely endogenous signal in the resistance response of tobacco to viral infection[J]. Science, 1990, 250(4983): 1002.
- [43] 易小林, 李名扬, 池浩, 等. 水杨酸缓解干旱、高温及双重胁迫对紫御谷内源激素及渗透调节物质的影响[J]. 西南大学学报, 2014, 36(2): 1-6.
- [44] 田丹青, 葛亚英, 刘晓静, 等. 叶面喷施水杨酸对红掌植株抗寒性的影响[J]. 浙江农业学报, 2011, 23(2): 304-308.
- [45] POOVAIAH B, LEOPOLD A. Deferral of leaf senescence with calcium[J]. Plant Physiology, 1973, 52(3): 236-239.
- [46] LORETI E, POVERO G, NOVI G. Gibberellins, jasmonate and abscisic acid modulate the sucrose-induced expression of anthocyanin biosynthetic genes in *Arabidopsis* [J]. New Phytologist, 2008, 179(4): 1004-1016.
- [47] 赵敏, 邵凤赞, 周淑新, 等. 植物生长调节剂对农作物和环境的安全性[J]. 环境与健康, 2008, 24(5): 370-372.
- [48] 杨清, 艾沙江, 王志霞, 等. DA-6 对桃树叶片叶绿素合成途径的调控研究[J]. 园艺学报, 2012, 39(4): 621-628.
- [49] 韩健, 骆晓梦, 张斌斌, 等. 夏季喷施磷酸二氢钾和蔗糖混合液对红叶桃叶片呈色的影响[J]. 江苏农业学报, 2012, 28(2): 421-425.

Chemicals on Plant Leaf Color Regulations and Research Progress of Leaf Color

ZHANG Yaping, JIN Xiaoling, ZENG Yan, WANG Xiaoli

(College of Landscape Architecture, Central South University of Forestry and Technology, Changsha, Hunan 410004)

Abstract: Chlorophyll, carotenoid and anthocyanin in the leaves of the cells are determined by the contents and distribution of the pigments in the leaves. The chemical substances such as sucrose, citric acid, salicylic acid, gibberellins (GA_3) and other chemical substances had certain effects on the color and ornamental period of the leaves. From the color of plant leaf coloration mechanism, chemical substances of plant leaf color regulation and leaf color research status were summarized, for the further development of chemical substances provided a theoretical reference of leaf color for study.

Keywords: leaf color regulation; chemical; leaf pigment

几种蔬菜的存储小技巧

信息广角

辣椒:将鲜辣椒均匀地埋在草木灰里,可长久不坏,严冬也能吃上鲜辣椒。

萝卜:为防止萝卜糠心,可将萝卜放在塑料袋内,白天将塑料袋扎起来,晚上打开,也可以存放很长时间。

大白菜:冬天用食品塑料袋储存大白菜,将食品塑料袋从大白菜的根部套上去,然后把上口扎上,如果温度在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上可以不扎口,根儿朝下摆在地上即可。

鲜姜:把少量湿润的黄沙装进坛子里,把鲜姜埋进去,久藏不坏,也不会干,可随吃随取。

花生米:在盛花生米的容器或塑料袋中放上一两支香烟,把口封紧,别漏气,花生米在 3 年之内不会被虫蛀。取用部分花生米后,可用此法继续储藏。

(来源:承德日报)