

植物类胡萝卜素分析方法研究进展

赵大球, 薛银芳, 周春华

(扬州大学 园艺与植物保护学院, 江苏 扬州 225009)

摘要:类胡萝卜素是广泛分布于动物、植物和微生物中一类色素,对于植物的外观色泽、商品性和人类健康起着十分重要的作用。文章详细综述了植物类胡萝卜素的分析方法,以期为植物类胡萝卜素的合理开发提供参考。

关键词:植物;类胡萝卜素;分析

中图分类号:Q 946.8 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)02-0195-05

类胡萝卜素是广泛分布于动物、植物和微生物中的一类色素^[1-2]。自从 19 世纪第 1 次在胡萝卜中分离出 β -胡萝卜素以来,至今已发现并描述了 600 多种不同结构的类胡萝卜素^[1]。它们是四萜类化合物,均为 C₄₀ 类异戊二烯,含有 8 个异戊二烯单位,通常可分为胡萝卜素和叶黄素两大类。在高等植物中,类胡萝卜素主要分布于叶绿体中^[3],它对于植物的外观色泽和商品性起着决定性的作用。除此之外,类胡萝卜素在预防疾病、清除自由基、提高免疫力和延缓衰老等人类健康方面起着多重作用^[4-8]。因此,人们越来越多关注于寻找富含类胡萝卜素的天然植物资源。现针对植物类胡萝卜素的分析方法作以综述。

1 类胡萝卜素提取方法

1.1 有机溶剂提取法

有机溶剂提取法是目前使用比较普遍的一种方法,其原理主要是根据各色素在有机溶剂中的溶解性不同,将需要的色素成分溶解出来。类胡萝卜素成分较多,它们的极性各不相同^[9],因此所使用的溶剂种类和比例也相差较大。康保珊等^[10]对不同类型的材料,采用 6 种不同的提取溶剂系统按相同的步骤进行提取来比较总类胡萝卜素的含量,结果表明,材料的类型对于提取溶剂的选择极其重要,溶剂的选择不当,将造成类胡萝卜素提取的不完全。目前该方法在白果^[11]、胡萝卜^[12-13]、枸

杞^[14]、金盏菊^[15]、西瓜^[16]、番木瓜^[17]等植物上均有所报道。

1.2 油脂提取法

该方法是在有机溶剂提取法的基础上作了改进。王宪青等^[18]以多种植物油脂替代常规的化学有机溶剂来提取番茄中的番茄红素,结果表明,葵花籽油为萃取番茄红素的最佳溶剂,同时该方法具有步骤简单、无须纯化、抗氧化效果明显等特点。

1.3 酶法

酶法是在传统提取操作的基础上进行的,通过添加具有特定催化作用的酶,达到提高提取效率的目的,其中以纤维素酶、果胶酶的应用最为广泛^[19]。纤维素酶、果胶酶是一种高效的生物催化剂,可以破坏维系纤维素结构的 β -D-葡萄糖苷键,进而破坏植物细胞壁,利于有效成分的溶出^[20]。蔡俊^[21]、赵功玲^[22]、李淑梅^[23]等人通过酶法对提取番茄中番茄红素的工艺进行了研究,结果表明,添加果胶酶和纤维素酶可缩短提取时间,提高番茄红素的提取率。车振明等^[24-25]分别采用纤维素酶、果胶酶对提高胡萝卜汁中的 β -胡萝卜素含量进行了研究。结果表明,先经纤维素酶处理再经果胶酶处理,胡萝卜汁中的 β -胡萝卜素含量最高,与空白相比提取率约增加了 140%,且复合酶使用效果优于单一酶使用效果。此外,酶法还在提取玉米黄色素^[26]、红花黄色素^[27]中有所应用。

1.4 超临界流体萃取法

超临界流体萃取(Supercritical fluid extraction, SF)是一种新型的提取分离技术,是溶剂萃取法研究的重要进展之一,它利用流体在临界点附近某区域(超临界区)内,与待分离混合物中的溶质具有异常相平衡行为和传递性能,且对溶质的溶解能力随压力和温度等的改变在相当宽的范围内变动,可以从多种液态或固态混合物中萃取出待分离的组分^[28-29]。用该方法提取的类胡萝卜素保持了产品的纯天然性,提取效率达 90%以上,且产品浓度相当高^[30]。目前,黄晨等^[31]以万寿菊干花颗粒

第一作者简介:赵大球(1984-),男,硕士,现主要从事园艺植物分子生物学研究工作。

通讯作者:周春华(1974-),男,博士,副教授,现主要从事园艺植物有效成分生物代谢及成分分离、提取与应用研究工作。E-mail: chzhou@yzu.edu.cn。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30771491);中国博士后科学基金资助项目(20100471401);江苏省博士后科学基金资助项目(0901055C)。

收稿日期:2010-10-22

为原料,系统考察了超临界 CO_2 流体从万寿菊干花颗粒中提取类胡萝卜素的工艺条件,发现在萃取温度为 62°C 、萃取压力为 48 MPa、萃取时间为 178 min 条件下类胡萝卜素的最高得率为 6.9775 mg/g;张学杰等^[32]从胡萝卜加工废弃物综合利用角度出发,开展了超临界 CO_2 流体萃取胡萝卜干渣中类胡萝卜素的技术研究,结果表明,在无夹带剂情况下,胡萝卜干渣中类胡萝卜素的一次性萃取率达到 54.00%。

1.5 超声波法

超声波作为一种新的技术,在食品工业中逐渐得到广泛应用,如提取大豆中的蛋白质^[33]、茶叶中的固形物^[34]等。该方法主要是通过溶剂内小气泡的形成和破碎,产生冲击波,在短距离范围内产生高温和高压,可有效破碎生物细胞和组织,并在较短时间内达到高效提取类胡萝卜素的目的^[35],它的提取具有降低提取温度、缩短时间和提高提取率等优点^[36]。朱秀灵^[37]等发现超声波法能提高胡萝卜汁中 β -胡萝卜素的含量;赵铭钦^[38]、马迎杰^[39]、熊捷^[40]等分别对应用超声波法提取烟叶、番茄、玉米中类胡萝卜素的条件进行了优化。

1.6 微波法

微波萃取法是近期发展起来的一种具有良好发展前景的提取新工艺,具有回收率高、选择性强、省时、溶剂用量少、耗能低、加热速度快和易于控温等特点,因此常被用于植物中天然色素的萃取^[41-43]。当被提取物和溶媒共同处于微波场下时,目标组分分子受到高频电磁波的作用,产生剧烈振荡,分子本身获得了巨大的能量(即活化能)以挣脱周边环境的束缚,当环境存在一定浓度差时,可以在非常短的时间内实现分子自内向外的迁移达到一个平衡点,从而实现短时间提取的目的^[44]。陶能国等^[45]利用该法从枸杞中成功提取了类胡萝卜素。

1.7 无水钙盐沉淀法

该法多用于从液体中提取类胡萝卜素。敬大江等^[46]利用 CaCl_2 在 pH 6.0~7.0 之间使色素沉淀,然后在沉淀中加石油醚回流, 40°C 、30 min 从南瓜榨取的汁液中萃取分离天然 β -胡萝卜素。试验结果表明,用质量分数为 0.7%的二水氯化钙溶液处理,然后再以固液比 (1:8)~(1:15)的石油醚作为溶剂进行萃取,回收率可以达到 85%。

2 类胡萝卜素的分离方法

2.1 纸层析法

纸层析法是利用混合物各组分在流动相和固定相 2 种不同溶剂中的分配系数差异分离色素的一种方法^[49]。纸层析中的流动相是指沿着滤纸流动含有一定比例水的有机溶剂或有机混合溶剂是流动相,通常称为展层剂;固定相是指滤纸纤维素中吸附的水分或其它在层析过程中不流动溶剂^[47]。王东晖等^[48]对纸层析法测定植物样品中胡萝卜素含量的方法进行了研究,结果表明,该方法准确度和精密度较高,而且操作简单,易于掌握,

适合普通实验室应用。刁礼明等^[49]应用该方法对 27 个品种 80 份水果、蔬菜进行了测试,结果发现与前人的文献报导相一致。

2.2 柱层析法

柱层析法又称凝胶过滤,是一种较好的多组分混合物分离方法,设备简单,但操作技术性较强^[41]。主要利用混合物中组分物理化学性质的差异使各组分在吸附剂中以不同的速度移动而达到分离目的^[50]。贺文智等^[51]在辣椒红色素提取精制方法研究中,较明显地形成了橙黄、红色与淡黄色 3 条带,说明通过柱层析可较彻底地对辣椒红色素粗品中的组分进行分离;王莉等^[52]在胡萝卜素的柱层析法研究中,发现试样中胡萝卜素经丙酮-石油醚提取,以氧化镁为吸附剂、丙酮-石油醚为洗脱剂分离,方法简便,重复性好。

2.3 薄层层析(TLC)法

薄层层析是将固相支持物(也叫吸附剂)均匀铺在玻璃板上使之成为薄层,把样品点在薄层上,用适宜的溶剂展开使混合物得以分离。该方法是一种微量、快速的层析方法,它不仅可用于纯物质的鉴定,也可用于混合物的分离、提纯及含量的测定^[53]。蔡朝容等^[54]研究表明,薄层层析法分离枸杞叶中 β -胡萝卜素的方法简单、微量、快捷, β -胡萝卜素与其他组分能得到很好的分离,并能为柱层析分离提取枸杞叶中天然 β -胡萝卜素及分光光度法测定其含量提供了分析及鉴定条件。另外,该方法在分离胡萝卜中类胡萝卜素^[13]、南瓜中 β -胡萝卜素^[55]中有报道。

2.4 膜分离法

膜分离法是以选择性透过膜为分离介质,以压力为推动力实现溶质与溶剂的分离。该方法具有可常温操作,适于热敏感物质的分离、浓缩和纯化,分离过程不发生相变化(除渗透汽化外),能耗低,分离系数较大等特点^[56]。李媛媛等^[57]以栀子黄色素萃取液为原料,研究陶瓷膜微滤过程中不同膜孔径、不同操作压力对渗透通量和色素液品质的影响,确定孔径 200 nm 的陶瓷膜 0.125 MPa 压力下微滤为栀子黄色素纯化的最佳工艺条件。

2.5 高效液相色谱(HPLC)法

目前应用最广也最适合于天然色素分析的是高效液相色谱(HPLC),它具有分离效能高,分析速度快,样品用量少等优点,同时又不受样品的沸点和热稳定性限制。其机理是在高压的条件下根据被分离的组份在固定相和流动相间分配的平衡将不同的组份分离的一种技术^[58]。李艳杰等^[59]以 Vydac201TP54 C18 柱分离,以乙腈:甲醇:二氯甲烷(75:20:5, v/v/v)为流动相,从西瓜中分离出 14 种游离的类胡萝卜素,其中 7 种得到鉴定。Chen 等^[60]以 Vydac201 TP54 C18 柱为固定相,采用组成为甲醇-乙腈(95:5 或 10:90, v/v)的二元流动相或乙腈-甲醇-二氯甲烷(75:15:10, v/v)三元流动

相,较好地实现了 β -胡萝卜素的4种异构体的分离。

3 类胡萝卜素的分析测定方法

3.1 分光光度法

分光光度法是类胡萝卜素分析测定中最常用、最简便的方法。该方法利用类胡萝卜素分子结构中所具有的共轭双键系统使其在紫外-可见光区有着独特的吸收,而类胡萝卜素主峰吸收光谱一般在(440±10)nm左右^[61],因此,可利用紫外-可见分光光度法进行分析测定。张英宣等^[62]采用改进的分光光度法测定了胡萝卜中类胡萝卜素的含量,方法简便、结果准确,在5.00~100 mg/kg浓度范围内,平均回收率为99.0%,相对标准偏差小于5%;杜咏梅等^[63]通过试验,探索了光度法测定烟草中总类胡萝卜素的方法步骤,认为该方法精密度较高,重现性较好。

3.2 高效液相色谱(HPLC)法

高效液相色谱(HPLC)法是在20世纪60年代末发展起来的以液体作为流动相,采用颗粒极细的高效固定相的柱色谱分离技术^[64]。现阶段,高效液相色谱法因其具有分离效率高、分析速度快、检测灵敏度高和应用范围广等特点,广泛应用于生产实践中的分析检测^[65]。

目前,常用于类胡萝卜素分析的HPLC方法主要有二类:(1)正相HPLC(NPC),采用以亲水性的溶剂为固定相,采用以硅胶为填充剂的正相色谱法有利于其顺反对映体的分离,但却不利于 α 及 β 位置异构体的分离,而且作为分离柱填料的硅胶还会促进类胡萝卜素的降解^[66]。这种方法在烤烟^[67]、马铃薯薯肉^[68]、枸杞^[69-71]、盐藻^[72]、几种蔬菜^[73-74]、苹果果皮^[75]、柑橘汁^[76]、红心薯^[77]类胡萝卜素测定中均有报道。(2)反相HPLC(RPC),选用非极性的溶剂为固定相,使用结合有C18氧化硅作为填充剂。如徐响等^[78]用Zorbax SB C18柱分离,以丙酮-水为流动相梯度洗脱,在波长450 nm处对类胡萝卜素进行检测,共分离出14种游离的类胡萝卜素,并采用外标法对叶黄素、玉米黄质、 β -隐黄质和 β -胡萝卜素等4种主要类胡萝卜素进行定量。该方法还在枇杷^[79]、柑桔^[80]、枸杞^[81]、烤烟^[82]等植物中有所应用。

4 小结

植物类胡萝卜素分析主要由类胡萝卜素的提取、分离、分析测定三部分构成。在众多的分析方法中,文章主要倾向于提取方法中的超声波法和分离、分析测定方法的高效液相色谱法。超声波法提取类胡萝卜素时具有提取温度低、时间短、提取率高、设备简单、操作方便等优点;高效液相色谱法分离、分析测定类胡萝卜素时具有灵敏度高、应用范围广、速度快等优点。虽然现在对类胡萝卜素的分析已经取得了一些进展,但随着科研人员的不断努力,必将有更多、分离效率更高、操作更为方便的方法出现。

参考文献

- [1] Schieber A, Carle R. Occurrence of carotenoid cis-isomers in food: Technological, analytical, and nutritional implications[J]. Trends in Food Science and Technology, 2005, 16: 416-422.
- [2] Tao L, Cheng Q. Novel β -carotene ketolases from non-photosynthetic bacteria for canthaxanthin synthesis[J]. Molecular Genetics and Genomics, 2004, 272: 530-537.
- [3] 任永霞, 王罡, 郭郁频, 等. 类胡萝卜素概述[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2005(3): 164-167.
- [4] 徐昌杰, 张上隆. 柑橘类胡萝卜素合成关键基因研究进展[J]. 园艺学报, 2002, 31: 619-623.
- [5] Hughes D A. Dietary carotenoids and human immune function[J]. Nutrition, 2001, 17: 823-827.
- [6] Fraser P D, Bramley P M. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids[J]. Prog Lip Res., 2004, 43: 228-265.
- [7] Mascio P D, Kaiser S, Sies H. Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher[J]. Arch. Biochem. Biophys, 1989, 274: 532-538.
- [8] Mcghee T K, Ainge G D. Color in fruit of the genus Actinidia: Carotenoid and chlorophyll compositions[J]. J. Agric. Food Chem., 2002, 50: 117-121.
- [9] 惠伯棣. 类胡萝卜素化学及生物化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2005: 68-71.
- [10] 康保珊, 赵文恩, 焦凤云, 等. 不同提取溶剂系统对类胡萝卜素总含量的影响[J]. 食品工业科技, 2007(1): 84-86.
- [11] 黄文, 谢笔钧, 付勇, 等. 白果中类胡萝卜素的提取[J]. 江苏食品与发酵, 2001(1): 3-5.
- [12] 杨远帆, 倪辉, 陈小花. 胡萝卜中水溶性类胡萝卜素提取条件的优化研究[J]. 食品工业科技, 2006(2): 128-130.
- [13] 赵永彬, 尹明安. 不同溶剂对胡萝卜中类胡萝卜素提取的影响[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(4): 671-673.
- [14] 张延明, 林化冰. 枸杞中提取物类胡萝卜素方法的研究[J]. 现代农业科学, 2008, 15(11): 55-56.
- [15] 胡晓丹, 谢笔钧. 金盏菊类胡萝卜素的提取及性质研究[J]. 食品科技, 2001(3): 35-37.
- [16] 孙利祥, 李建勇, 卢钢. 西瓜番茄红素提取方法优化及含量分析[J]. 浙江农业学报, 2006, 18(1): 42-45.
- [17] 郭鹏飞, 胡长鹰. 番木瓜中类胡萝卜素的提取[J]. 中国调味品, 2009, 34(1): 95-99.
- [18] 王宪青, 徐倩, 余善鸣, 等. 番茄红素的简便提取方法及抗氧化效果的研究[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版), 2004, 20(1): 103-105.
- [19] 孙延芳. 硬粒小麦类胡萝卜素与蛋白质的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2007.
- [20] 李兵, 喻春皓, 魏峰. 复合式酶法提取丹酚酸[J]. 化学工业与工程, 2007, 24(2): 187-189.
- [21] 蔡俊. 酶在番茄红素提取过程中的应用研究[J]. 湖北工业大学学报, 2005, 20(1): 8-10.
- [22] 赵功玲, 姜天军. 酶法提取番茄红素的工艺研究[J]. 食品工业科技, 2003, 24(4): 60-61.
- [23] 李淑梅, 杨帆, 黄建华. 酶法提取番茄红素[J]. 光谱实验室, 2008, 25(4): 599-601.
- [24] 车振明, 朱秀灵, 万国福, 等. 酶法提高胡萝卜汁中 β -胡萝卜素含量[J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(4): 77-80.
- [25] 车振明, 朱秀灵, 万国福, 等. 酶法提高胡萝卜汁中 β -胡萝卜素含量[J]. 食品工业科技, 2005, 26(9): 93-98.
- [26] 刘华敬. 酶法提取玉米黄色素的工艺优化[J]. 粮食加工, 2008, 33(3): 51-54.

- [27] 薛伟明,张效林,亢茂德,等.红花黄色素的酶法提取应用研究[J].化学工程,1999,27(1):42-44,50.
- [28] 唐永良.超临界流体萃取法综述[J].杭州化工,2005,35(1):19-20,25.
- [29] 汪茂田,王忠东,谢培山.天然有机化合物提取分离与结构鉴定[M].北京:化学工业出版社,2004:31-35.
- [30] 赵永彬.胡萝卜渣的干燥方式及其类胡萝卜素提取工艺研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2005.
- [31] 黄晨,张坤生,任云霞.超临界 CO₂ 萃取万寿菊中类胡萝卜素的研究[J].食品科技,2007(12):150-154.
- [32] 张学杰,赵永彬,尹明安.胡萝卜干渣中类胡萝卜素的超临界 CO₂ 萃取技术研究[J].食品工业科技,2006,27(12):154-155,158.
- [33] Wang L C. Soybean protein agglomeration: promotion by ultrasonic treatment[J]. J Agric Food Chem, 1981, 29: 177-180.
- [34] Mason T J, Zhao Y. Enhanced extraction of tea solids using ultrasound[J]. Ultrasonics, 1994, 32: 375-377.
- [35] 黄健,刘建国.类胡萝卜素的分析测定[J].青岛化工学院学报,2001,22(3):223-227.
- [36] Wang X, Yang B, Zhang Z, et al. Application of New Separations Technique in Herb Medicine[J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2002, 21(2): 131-134.
- [37] 朱秀灵,车振明,唐洁,等.采用超声波法提高胡萝卜汁中的β胡萝卜素含量[J].食品与发酵工业,2004,30(7):17-20.
- [38] 赵铭钦,刘金霞,李元实,等.超声波法提取烟叶中类胡萝卜素条件的优化[J].郑州轻工业学院学报(自然科学版),2008,23(4):13-15.
- [39] 马迎杰,周宝利,程外亮,等.超声波提取番茄果实中类胡萝卜素条件的优化[J].植物生理学通讯,2005,41(5):659-661.
- [40] 熊健,冯凌凌,叶君.超声辐射对玉米类胡萝卜素提取的影响[J].华南理工大学学报(自然科学版),2006,34(3):82-85,94.
- [41] 李巧玲,陈学武,李琳.微波条件下提取天然色素的研究[J].食品工业科技,2002,23(6):28-31.
- [42] 李巧玲.微波萃取技术在天然食用色素提取上的应用[J].食品科技,2003(10):60-64.
- [43] 张春兰,冯作山.微波法萃取枸杞色素的研究[J].信阳农业高等专科学校学报,2004,14(4):10-11.
- [44] 刘蓉,刘志敏.辣椒红素提取方法研究[J].上海蔬菜,2006(3):90-92.
- [45] 陶能国,张继红,张妙玲.微波法提取枸杞中类胡萝卜素的工艺研究[J].湘潭大学自然科学学报,2006,30(2):48-51,71.
- [46] 敬大江,谢洗龙,刘洁,等.南瓜中天然β胡萝卜素的提取研究[J].山西食品工业,2003(1):2-12.
- [47] 丁晓兵,李宗伟,杨转琴,等.改良纸层析法测定发酶液中异亮氨酸的含量[J].食品科技,2009,30(8):314-315,335.
- [48] 王东晖,田世龙,朱友春,等.纸层析法测定植物样品胡萝卜素含量[J].甘肃农业科技,2002(4):45-46.
- [49] 刁礼明,陈明.水果蔬菜中胡萝卜素测定-纸层析法[J].湖北预防医学杂志,1991(2):27-28.
- [50] 李晓银.柿子皮中类胡萝卜素化合物的分离鉴定及稳定性研究[D].西安:西北工业大学,2006.
- [51] 贺文智,索全伶,王宏伟,等.辣椒红色素提取精制方法[J].内蒙古工业大学学报,2001,20(1):10-13.
- [52] 王莉,张燕.胡萝卜素的柱层析法测定[J].食品研究与开发,2000,21(4):38-39.
- [53] 曹洪玉.薄层层析法对药物成分的剖析[J].赤峰学院学报(自然科学版),2009,25(12):31-34.
- [54] 蔡朝容,陆文泽,黄静.枸杞叶中β胡萝卜素的分离与鉴定-薄层层析法[J].柳州职业技术学院学报,2005,5(4):112-113.
- [55] 范文秀,李新峰,朱芳坤.薄层层析-分光光度法测定南瓜β胡萝卜素[J].光谱实验室,2004,21(6):1218-1220.
- [56] 孙福东,王淑玲,王英姿.膜分离技术在中药提取与制剂研究中的应用[J].齐鲁药事,2008,27(4):226-228.
- [57] 李媛媛,高彦祥.膜分离技术纯化栀子黄色素的研究[J].食品科学,2006,27(6):113-117.
- [58] 惠伯棣,欧阳清波,曾悦.植物食品中类胡萝卜素的高压液相色谱检测[J].中国食品添加剂,2002(5):72-82.
- [59] 李艳杰,康保珊,赵文恩,等.西瓜中类胡萝卜素的高效液相色谱法分析[J].中国瓜菜,2005(4):12-15.
- [60] Chen B H, Chen T M, Chen J T. Optimization of mobile phase for HPLC of cis-trans carotene isomers[J]. Chromatographia, 1994, 39(9): 346-354.
- [61] 水果、蔬菜汁类胡萝卜素全量的测定[S]. 中华人民共和国国家标准, GB12291-90.
- [62] 张英宜,张莉.胡萝卜中类胡萝卜素全量的测定[J].中国食物与营养,2006(6):24-25.
- [63] 杜咏梅,张怀宝,王晓玲,等.光度法测定烟草中总类胡萝卜素的方法研究[J].中国烟草科学,2003(3):28-29.
- [64] 张良晓.高效液相色谱在药物分析中的应用研究进展[J].内蒙古石油化工,2005(7):3-5.
- [65] 龚晓磊,陈如春,黑均安.高效液相色谱分析应用心得[J].新疆化工,2006(4):23-24.
- [66] 董彩英.辣椒果实类胡萝卜素的积累特点及其与果色的关系研究[D].扬州:扬州大学,2009.
- [67] 杨虹琦,岳黎,黎娟,等.高效液相色谱法测定烤烟类胡萝卜素[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2006,32(6):616-618.
- [68] 张春秋,刘杰,谢开云,等.高效液相色谱法测定马铃薯肉中类胡萝卜素[J].分析检测,2008,29(4):302-305.
- [69] 董学畅,韩勇,杨光宇,等. SPE-快速分离柱 HPLC 法测定枸杞样品中的类胡萝卜素[J].云南化工,2006,33(6):36-38.
- [70] 杨亚玲,赵榆林,林强,等.固相萃取-高效液相色谱法测定枸杞中的类胡萝卜素[J].分析实验室,2004,23(6):25-27.
- [71] 周林宗,尹海川,林强,等.用固相萃取和微柱高效液相色谱法快速测定枸杞样品中的类胡萝卜素[J].云南师范大学学报,2005,25(5):62-65.
- [72] 姜建国,房科腾,朱跃辉.盐藻中类胡萝卜素的高效液相色谱分析[J].海湖盐与化工,2004,33(1):26-28.
- [73] 赵显峰,潘丽莉,孟晶,等.高效液相色谱法测定蔬菜中类胡萝卜素组分[J].卫生研究,2008,37(2):228-230.
- [74] 宋曜辉,薛颖.高效液相色谱法测定蔬菜中的类胡萝卜素[J].华北农学报,2001,16(3):92-97.
- [75] 赵文恩,张劲强,乔宪生,等.高效液相色谱法测定苹果果皮类胡萝卜素[J].果树学报,2001,18(2):95-97.
- [76] 胡建中,王可兴,潘思铁.高效液相色谱法测定柑橘汁中类胡萝卜素[J].食品科学,2006,27(12):634-636.
- [77] 吉宏武,施兆鹏. HPLC 分离测定红心薯中类胡萝卜素[J].无锡轻工大学学报,2001,20(3):299-301.
- [78] 徐响,刘光敏,王琦,等.反相 HPLC 法测定沙棘全果油中类胡萝卜素[J].食品工业科技,2007(12):206-207,215.
- [79] Zhou C H, Chen K S, Sun C D, et al. Determination of oleanolic acid, ursolic acid, and amygdalin in the flower of *Eriobotrya japonica* Lindl. by HPLC[J]. Biomedical Chromatograph, 2007, 21: 755-761.
- [80] Xu C J, Fraser P D, Wang W J, et al. Differences in the carotenoid content of ordinary citrus and lycopene-accumulating mutants[J]. J. Agric. Food Chem., 2006, 54: 5474-5481.
- [81] 陈敏,李赫,马文平,等.反相高效液相色谱法测定枸杞中类胡萝卜素及酯类化合物[J].分析化学,2006,34:27-30.
- [82] 刘国顺,韦凤杰,王芳,等.反相高效液相色谱法测定烤烟叶片发育过程中的类胡萝卜素类物质[J].色谱,2006,24(2):161-163.

园艺杂交型朱顶红研究进展

杨 林, 朱 莉, 孙 奂 明

(北京市农业技术推广站, 北京 100029)

摘 要:从国内外园艺杂交型朱顶红的促成栽培技术、株型调控技术、育种研发、常规扩繁技术、组织培养技术和病害防治等方面详述了其研究进展,并对今后的研究方向和产业发展进行了展望。

关键词:朱顶红;栽培技术;育种;繁殖技术

中图分类号:S 682.2⁺5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)02-0199-03

朱顶红(*Hippeastrum hybrid*)为石蒜科孤挺花属多年生具鳞茎草本植物^[1],别名并蒂莲、柱顶红、君子红、对红、华胄兰等^[2-3],原产于南美高山地区。园艺杂交型朱顶红是指经人工选育形成的朱顶红品系及品种,现在常见的观赏朱顶红多为杂交品种,其大致可以分为原始类型、大花类型、多花类型、细瓣类型和迷你类型。目前国内外朱顶红的相关研究主要集中在栽培技术、育种、扩繁技术和病害防治等方面,现就国内外朱顶红的研究现状做如下综述。

1 朱顶红的生物学特性

1.1 形态特征

朱顶红为多年生球根植物,属于典型的非更新型有皮鳞茎类型,其鳞片为带状叶基部的肉质膨大结构,形成的球状鳞茎很大,开花周径一般为20~40 cm。花芽为侧芽分化形成,花挺一般从鳞茎的一侧或两侧抽出,而顶芽始终为叶芽,这也是朱顶红鳞茎不易发生更新和退化的主要原因之一。根为须根系,肉状根,分枝较多;花被6片,雄蕊6枚,聚合雌蕊1枚,由3心皮构成,子房下位,蒴果,种子具翅^[4]。其原生种类多为2倍体,而现

在比较受市场欢迎的大花类型则多为4倍体^[3]。

1.2 生态习性

朱顶红起源于南美的巴西、秘鲁、阿根廷和玻利维亚的山地地区^[5],属于典型的热带球根花卉,具有休眠现象。朱顶红较喜光,要求排水良好的通风环境,对土质要求并不严格,抗逆性较强,但耐寒性较差。其生长周期大致可分为营养生长期、休眠期、开花期3个阶段。营养生长期主要通过巨大叶片高效的光合作用进行营养物质的积累,使鳞茎肥大;休眠期是其对山区于季环境的适应表现,一般休眠期维持在2个月左右;开花期一般在冬末春初,根据品种的不同可以维持3~20 d,非常适合作为年宵花种植。

2 朱顶红栽培技术

2.1 促成栽培技术

在我国,朱顶红主要用作盆栽年宵花,因此国内在促成栽培技术方面已经有较为深入的研究,通过特定的促成技术基本可以达到花期调控的目的,苏州农业职业技术学院在这方面的研究中,提出了利用温湿度的变化,通过促根(温度22~25℃、湿度70%~80%)、促叶(温度18~22℃、湿度60%~70%)、促花(温度25~30℃、湿度60%~70%)和保花(温度15~18℃、湿度40%~50%)4个阶段的分期控制,达到可控花期的促成栽培效果^[6]。江苏丘陵地区南京农业科学研究所利用积温原理对进口杂交朱顶红进行促成栽培,通过3 a的

第一作者简介:杨林(1984-),男,本科,助理农艺师,研究方向花卉栽培,现主要从事大花朱顶红栽培技术工作。

收稿日期:2010-10-08

Research Advance of Methods about Carotenoid Analysis in Plant

ZHAO Da-qiu, XUE Yin-fang, ZHOU Chun-hua

(College of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225009)

Abstract: Carotenoids represent a diverse group of pigments widely distributed in animals, plants and microorganisms. They played an important role in plant appearance color, commodity and human health. This paper reviewed the methods about carotenoid analysis in plant, and the aim was to provide some important information about reasonable exploitation of carotenoids in plants.

Key words: plant; carotenoids; analysis