

# 万寿菊叶黄素开发利用研究进展

汪殿蓓, 陈芬芬

(湖北孝感学院生命科学技术学院, 432003)

**摘要:** 万寿菊是世界上广泛种植的观赏花卉, 近年来作为天然色素及生物产品的来源而成为具有广阔市场前景的经济植物。万寿菊花瓣内富含叶黄素, 作为新型的食品添加剂及保健品具有巨大的开发利用价值。现对万寿菊叶黄素资源的开发利用研究进行系统的阐述, 目前在富含叶黄素万寿菊品种的筛选、万寿菊叶黄素提取方法的优化以及万寿菊叶黄素的应用等方面都取得了一定成果, 但如何进一步深入开展万寿菊育种工作, 培育出适应我国气候特点、具有较高利用价值的优良品种, 以及如何纯化万寿菊叶黄素提取物, 对产品进行深加工等, 是摆在园艺工作者面前的艰巨任务。

**关键词:** 万寿菊; 叶黄素; 开发利用

**中图分类号:** S 682.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2007)01-0044-03

万寿菊 (*Tagetes erecta* L.) 是菊科万寿菊属草本植物, 原产于墨西哥, 因其花色鲜艳, 开花繁多, 花期长, 易于栽培而被世界各地广泛引种, 是一种优良的园林绿化美化材料。除了作为一般的观赏花卉外, 万寿菊也具有极高的经济价值。万寿菊植物体内含有萜烯类、精油成分 (罗勒烯、罗勒烯酮、萜二烯、二氢万寿菊酮等) 以及除虫菊酯等成分, 可用于对线虫、蚊蝇幼虫以及一些农业害虫的防治<sup>[1-4]</sup>, 因此可作为控害植物。

研究表明, 植物源天然叶黄素是一种性能优异的抗氧化剂, 具有防癌的作用, 可预防人体因器官衰老而引起的一系列疾病<sup>[5-7]</sup>; 预防及治疗视网膜黄斑退化而导致的失明, 防治因肌体衰老引发的心血管硬化、冠心病及肿瘤疾病<sup>[8-10]</sup>。同时可作为饲料、食品、药品和化妆品的色素添加剂<sup>[11, 12]</sup>。自从万寿菊花瓣中富含叶黄素被认识以来, 对万寿菊花瓣中叶黄素的提取和利用成了新的研究热点。从万寿菊中提取的黄色素, 世界每年需求量在 1 000 kg 左右, 每年以 20%~25% 的速度递增, 而世界年产量只有 600 kg, 市场供不应求, 价格昂贵。日

前, 万寿菊在欧洲、德国、法国、英国、比利时、荷兰、丹麦等国均形成了规模化生产。万寿菊逐渐成为具有广阔市场前景的花卉之一。

中国的万寿菊种植自 20 世纪 90 年代开始, 主要作为观赏植物引入种植。近年来逐步开始了万寿菊开发应用方面的研究以及生产栽培。王新国等<sup>[13]</sup>对万寿菊作为杀虫植物的研究进行了系统阐述。李浩明<sup>[14]</sup>对万寿菊叶黄素生理功能的研究作了综合阐述。现从万寿菊叶黄素的结构组成及功能、富含叶黄素的品种筛选以及叶黄素提取方法的优化等方面进行阐述, 以促进万寿菊叶黄素资源的进一步研究及开发利用。

## 1 万寿菊叶黄素的组成结构及功能

万寿菊叶黄素是由万寿菊花瓣中提取出来的叶黄素类 (Xanthophylls) 混合物, 包括叶黄素 (lutein) 和叶黄素酯 (lutein ester), 其中叶黄素酯又包括肉豆蔻酸酯 (Myristate)、棕榈酸酯 (Palmitate stearate)、单硬脂酸酯 (Monostearate)、甘油二棕榈酸酯 (Dipalmitate)、甘油二硬脂酸酯 (Distearate) 等。其中的叶黄素 (lutein) 化学名称是 3, 3'-二羟基- $\alpha$ -胡萝卜素 ( $C_{40}H_{56}O_2$ ), 属于色素类胡萝卜素类, 是导致万寿菊花瓣呈现黄橙色的主要色素, 占已鉴定出的花瓣色素的 90%。叶黄素是一种人体不能制造的营养元素, 有 8 种异构体, 较难采用化学合成, 只能从天然植物中提取<sup>[14]</sup>。叶黄素在植物中主要以脂的形式存在, 人体可以利用的是叶黄素酯, 叶黄素酯在人体内可自动转化成为游离叶黄素。植物中的叶黄素属于天然色素, 色泽鲜艳, 无毒性。1995 年美国食品及药物管理局 (Food and Drug Administration) 经实用性



**第一作者简介:** 汪殿蓓, 女, 1968 年生, 孝感学院生命科学技术学院副教授, 2004 年毕业于中国科学院华南植物研究所, 获博士学位, 一直从事植物生态学及花卉学方面的教学和科研工作, 主要研究内容有生物多样性保护及可持续利用、珍稀濒危植物的保护、花卉资源的开发利用等, 主持省级科研课题 2 项, 参加国家自然科学基金 1 项, 发表学术论文 20 余篇。

基金资助: 湖北省教育厅优秀青年项目, 编号: Q200526001。

收稿日期: 2006-09-10

和安全性审核,批准将叶黄素作为食品补充剂<sup>[15]</sup>。

目前叶黄素作为一种可确认的安全有效的物质,被广泛用于食品着色、化妆品、医药及禽畜饲料中。20世纪80年代国外就有关于在禽畜饲料中添加叶黄素可使蛋黄颜色更鲜艳而让消费者更易接受的研究报道。叶黄素含量高的蛋其胚胎的循环系统和血管区的发育均较快,蛋黄叶黄素还能促进胚胎肝脏中脂类更好的吸收。叶黄素对视网膜中的黄斑有重要的保护作用,缺乏时易引起黄斑退化和视力模糊,进而出现视力退化、近视等症状。叶黄素可选择性的在视网膜(retina)及水晶体(lens)累积,每克水晶体约含有10ng,尤其在视网膜黄斑(macula)特别多,可形成视网膜黄斑色素(macular pigment)。因此,从万寿菊中提取的叶黄素制成的叶黄素增强剂可提高视力。

近年来还利用万寿菊花的特殊风味,将其作为一种开发制酒的优良材料,开发利用制成了“香雪金酒”。万寿菊作为一种良好的制酒材料,可进一步扩大品种选育,充分发挥其经济价值,创造更大的经济效益。

## 2 万寿菊叶黄素的提取、分离

万寿菊花瓣可制成4种形式的商品:花干粉、万寿菊油树脂、叶黄素脂以及叶黄素。花干粉是在人工控制条件下干燥,根据需要粉碎成粉状,主要供家禽饲料添加剂用,或供进一步加工用;万寿菊油树脂是由万寿菊干花粉在萃取前先行造粒,然后用正己烷萃取,萃取液经脱溶后得到的黄色油状液体,再经粉制、脱臭(除去菊科植物特有气味)而成;叶黄素脂是将万寿菊油树脂溶于异丙醇,冷却后滤出沉淀,反复进行该过程可得商品叶黄素脂;叶黄素是由叶黄素脂皂化、水解后分离、提纯、精制而得,纯叶黄素为棱格状黄色结晶,有金属光泽<sup>[4]</sup>。

美国从20世纪70年代起就开始从万寿菊中提取叶黄素,目前已形成年产值超过4500万美元的产业。研究发现万寿菊花花瓣中的叶黄素,与脂肪酸(主要是饱和脂肪酸)结合成酯。在中性条件下,叶黄素脂肪酸酯难溶于水、甲醇等极性较高的溶剂,易溶于酯类和非极性有机溶剂中。Piccaglia研究万寿菊和孔雀草(*T. patula*)不同品种中的叶黄素和叶黄素脂含量时采用正己烷提取9h、高效液相色谱法检测。

我国近年来开始了万寿菊叶黄素提取的研究工作。有研究对万寿菊花干粉中总叶黄素的分离测定采用正己烷-丙酮-无水乙醇-甲苯按10:7:6:7配制作为提取剂,样品经提取、热皂化、山氧化镁膜上混合柱进行色谱分离;采用柱层析结合分光光度法,分离测定万寿菊中叶黄素含量;吴昊等<sup>[19]</sup>研究了万寿菊花瓣中的叶

黄素在正己烷、丙酮、石油醚、四氢呋喃、甲醇等几种有机纯溶剂以及这些溶剂和乙醇的二元混合溶剂中的溶解规律,认为适当的二组分混合溶剂对叶黄素的浸取效果比纯溶剂好;超声波振荡、提高浸取温度可使叶黄素浸取速率提高3~6倍;盛爱武等<sup>[10]</sup>的研究表明,采用不同浸取液中以己烷-丙酮-甲醇复合试剂浸取花粉,叶黄素浸取率最高。上海交通大学植物科学系成功地研发出在万寿菊中提取叶黄素的新技术,采用新型工艺能提取出纯度超过90%的叶黄素。李大婧等<sup>[11]</sup>对万寿菊叶黄素的提取及分析方法的研究作了阐述,认为新的提取方法如酶处理法,即将万寿菊花瓣先用纤维素酶处理,再用有机溶剂(氯仿或正己烷)萃取的提取方法;还有超声波辅助法,即采用超声波辅助正己烷和石油醚提取万寿菊叶黄素的方法;以及超临界流体萃取法等方法可显著提高叶黄素提取率。

## 3 万寿菊的引种及品种筛选

自从万寿菊叶黄素的作用被认识以来,对色素万寿菊品种的引种和筛选也一直是研究的热点之一。Bosma等<sup>[12]</sup>对万寿菊的5个栽培品种进行试验,通过测定花朵数量、花序直径、植株及花序的冠幅等形态特征,以及新鲜花和干燥花的产出量,来探讨哪些品种叶黄素的产量高,具有更大的商业价值。

我国目前的色素万寿菊品种主要依赖从国外引种,通过筛选选出叶黄素含量高、适应性强的品种。曾丽等<sup>[13]</sup>从美国引进多个万寿菊品种,在广泛引进万寿菊品种的基础上,通过比较其物候期、植物学性状、鲜花产量与色素等,筛选出适宜上海及周边地区栽培的叶黄素含量高且易于栽培管理(如土壤和肥力要求不严、耐干旱、耐移栽、耐瘠薄土壤、抗病虫害性强)的5个品种‘99001’、‘99022’、‘99146’、‘99154’、‘99203’。通过选定的5个品种比较,筛选出适合作为生产叶黄素的专用品种‘99001’、‘99022’、‘99146’,并提出相应的栽培方案。周正林<sup>[19]</sup>也进行了色素万寿菊品种筛选的研究。我国一些研究单位在引种的同时也选育了一些品种,如中国农业科学院蔬菜花卉研究所选育的“气象万寿菊”、内蒙赤峰喀旗选育的“科丰万寿菊”等。不过真正的色素万寿菊的育种研究工作还相对薄弱。

## 4 研究现状及展望

过去相当长的时期内,在食品、医药、饲料等行业中,人工合成色素一直占据统治地位。随着人们生活水平的提高,人们的消费方向发生了质的变化,人工色素制成的产品在外观上和质量上已经不能满足人们实际需要,天然、绿色无公害产品已成为主要需求方向。天然色素是纯绿色产品,不含任何有害物质,对改善产品

色泽具有重要作用,是应用于食品、饲料、医药等领域最理想的色素。随着社会的进步与发展,天然色素的应用领域将会越来越大,市场前景十分广阔。

叶黄素是一种广泛存在于蔬菜、花卉、水果与某些藻类生物中的天然色素,具有丰富的营养价值及药用价值。国内外对该色素的需求量逐年增加,仅美国年需求量可达3~5万t,国际市场售价达50万元/t,有“软黄金”之称,有广阔的市场前景。在国际市场上,1g叶黄素的价格与1g黄金相当。以叶黄素为主要成分的药品已在一些国家注册并上市。同时,国际上也在对叶黄素制品进行深层次、高附加值产品的开发。国内天然黄色素市场需求应在10万t以上,而实际产量不足6000t,尤其是生产天然黄色素的中间体万寿菊颗粒粕更是需求旺盛。

万寿菊作为提取纯天然叶黄素的主要原料,具有广阔的市场前景。但这种植物不是我国原产,如何充分利用这一宝贵的植物资源,通过进一步引种、育种,形成适应当地气候条件、观赏性更高,或叶黄素含量更丰富的品种,是摆在我国园艺工作者面前的一项艰巨任务。当前我国生产叶黄素的万寿菊植株种子主要依靠国外进口,因此,在引种驯化的同时,要立足现在,着眼未来,收集开发当地品种,加大万寿菊科研力度,采用人工定向杂种的办法,培育出叶黄素丰富、花色及花型多样、抗性强,适合当地气候的万寿菊品种。

以提取叶黄素为目的的万寿菊种植目前主要集中在我国的黑龙江省、云南省、内蒙古地区,主要采用农户种植方式,依靠国外进口种子。对叶黄素的利用主要是作为饲料着色剂。因此,相对而言,我国对万寿菊叶黄素的开发利用研究相对较弱。我国每年要花费大量外汇进口叶黄素制品,满足制药工业原料、食品添加剂以及饲料添加剂等需求。如何进一步扩大万寿菊的生产种植规模,加强万寿菊叶黄素的开发利用研究,要求我们依靠科技进步,大力推广成套科学栽培技术和设施。比如利用高科技的栽培管理、繁殖技术,对万寿菊进行大面积繁育;并普及保护栽培措施等。目前对万寿菊的栽培仍采用的是土壤栽培,能否通过无土栽培方式进行有目的的栽培,比如通过调整营养液配方达到提高生长指数以及叶黄素含量的目的,值得我们去进一步探索。

#### 参考文献:

- [1] Chantraine J M, Laurent M, Ballivian S, et al. Insecticidal activity of essential oils on *Aedes aegypti* larvae[J]. *Phytother. Res.*, 1998, 12(5): 350-354.
- [2] 乐海洋,赵善敏.万寿菊提取物对口纹根蚜幼虫的光活化活性及有效成分研究[J]. *华南农业大学学报*, 1998, 19(2): 8-12.
- [3] Bruce T J, Cork A, Hall D R and Dunkelblum E. Laboratory and field evaluation of floral odours from African marigold, *Tagetes erecta*, and sweet pea, *Lathyrus odoratus*, as kairomones for the cotton bollworm *Helicoverpa armigera*[J]. *Use of pheromones and other semiochemicals in integrated production IOBC' wprs Bulletin*, 2002, 25: 1-9.
- [4] 曹辉,刘素琪,王鸿南,等.万寿菊根提取液对山楂叶螨几种酶活性的影响[J]. *林业科学*, 2003, 39(3): 114-118.
- [5] Hassan K, Hough G, Wang X, et al. Dietary lutein markedly reduces atherosclerotic lesion formation in apolipoprotein null mouse [abstract] [J]. *FASEB J*, 1999, 13: 176.
- [6] Mares-Peterson JA, Fisher AJ, Klein R, et al. Lutein and zeaxanthin in the diet and serum and their relation to age-related maculopathy in the third national health and nutrition examination survey[J]. *Am J Epidemiol.*, 2001, 153: 424-432.
- [7] Olmedilla B, Granado F, Blanco I, et al. Lutein, but not alpha-tocopherol, supplementation improves visual function in patients with age-related cataracts: a 2-y double-blind placebo-controlled pilot study[J]. *Nutrition*, 2003, 19: 21-24.
- [8] Shahan H, Richner C. Age and blue light in the retina: the paradigm of age-related macular degeneration[J]. *Biol Chem.*, 2002, 383(5-6): 537-545.
- [9] Wooten BR, Hammond BR. Macular pigment: influences on visual acuity and visibility[J]. *Prog Retin Eye Res.*, 2002, 21(2): 225-240.
- [10] Krinsky N I, Landrum J T, Bone R A. Biologic mechanisms of the protective role of lutein and zeaxanthin in the eye[J]. *Annu Rev Nutr.*, 2003, 23: 171-201.
- [11] Bosma T I, Dole J M, Maness N O. Optimizing Marigold (*Tagetes erecta* L.) Petal and Pigment Yield[J]. *Crop Science*, 2003, 43: 2115-2124.
- [12] 王新国,徐佩红,赵善敏.杀虫植物万寿菊的研究进展[J]. *西安联合大学学报*, 2002, 5(2): 5-10.
- [13] 李浩男.万寿菊叶黄素及其生理功能研究概况[J]. *中国食品添加剂*, 2001, (4): 31-33, 30.
- [14] 凌美英.可供开发新型食品添加剂(III): 万寿菊色素及其生理功能[J]. *粮食与油脂*, 2002, (12): 44-46.
- [15] 宋昊,何泽超,卓杰,等.万寿菊花中叶黄素的提取[J]. *化工设计*, 2003, 13(4): 10-12.
- [16] 盛爱武,陈翠云,谢应毅,等.万寿菊色素提取方法及其性质的初步研究[J]. *仲恺农业技术学院学报*, 2001, 14(4): 38-41.
- [17] 李大路,刘春泉.万寿菊叶黄素的提取及分析方法研究进展[J]. *食品科学*, 2005, 26(9): 582-586.
- [18] 曾昭,周叶林,陈光书,等.万寿菊提取叶黄素专用品种筛选及配套技术研究[J]. *上海交通大学学报(农业科学版)*, 2002, 20(2): 145-149, 165.
- [19] 周叶林.提色素用万寿菊品种筛选和种植技术的研究[J]. *浙江林业科技*, 2002, 22(5): 55-56.
- [20] 张学杰,黄善武.色素万寿菊不同品种叶黄素含量的综合评价[J]. *北方园艺*, 2005, (6): 74-75.