

牡丹·芍药应用基础研究现状及展望

辛莉, 施江*, 孔祥生, 高双成, 史国安

(1. 河南科技大学食品与生物工程学院, 河南洛阳471003; 2. 河南科技大学农学院, 河南洛阳471003)

摘要 综述了有关牡丹、芍药研究的发展现状, 并针对洛阳牡丹产业化发展存在的问题, 提出了积极的对策。

关键词 牡丹; 芍药; 应用基础研究

中图分类号 S685.11 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)10-04080-04

Current Situation and Prospect on Application Basic Research of Mudan and Herbaceous peony

XIN Li et al (College of Food and Bioengineering, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003)

Abstract The current situation of development in Mudan and Herbaceous peony were summarized and the active counter measures were provided according to the problems in the industrial development of Mudan in Luoyang.

Key words Mudan; Herbaceous peony; Application basic research

牡丹(*Paeonia suffruticosa*)为芍药科芍药属多年生落叶小灌木,素有“花中之王”的美誉;芍药(*Paeonia lactiflora* Pall.)为芍药科芍药属多年生草本植物,被人们奉为“花相”。牡丹、芍药不仅是传统的中药材,而且是美化环境的理想花卉,倍受人们的喜爱。牡丹和芍药也带动了一些地方旅游业的发展,例如洛阳市至今已成功举办了25届牡丹花会,不仅极大提高了洛阳在海内外的知名度,同时也带动了洛阳市经济的快速发展。近年来,随着我国人们生活水平的提高和花卉业的发展,牡丹、芍药越来越受到人们的喜爱。人们对高质量的新奇牡丹、芍药品种种苗及切花的需求与日俱增,植物科研工作者对牡丹、芍药的快速繁殖及新品种的培育进行了大量的研究工作,并取得了相当大的成果,但还存在着许多问题亟待解决。近10余年,我国展开了对牡丹、芍药的系统研究。在此,笔者综述了牡丹、芍药的研究现状、存在的问题及其对策。

1 牡丹、芍药生长发育规律的研究

1.1 休眠生理方面的研究 王宗正等(1991)论述了芍药的花芽分化与花型形成及演化的关系,详细阐述了芍药的花芽分化过程及时间^[1]。王宗正等(1996)进行了低温处理对牡丹开花和展叶影响的研究,认为以人工处理打破休眠的温度0℃处理5~6年生牡丹植株14d以上为宜,不同品种或同株不同器官对解除休眠所要求的低温时数并不相同,0℃处理14d和自然低温处理30d的效果基本相同,均需经330h以上的低温,休眠才被彻底解除,花芽萌发、开花、展叶都很正常^[2]。Fulton等(2001)进行了芍药打破休眠需冷量的研究,认为1、4、7℃处理9周均可打破芍药的休眠,并且这3个温度打破休眠的效果无差异^[3]。周仁超等(2002)进行了紫斑牡丹种子休眠和萌发特性的初步研究,胚培养试验表明,抑制上胚轴萌发的物质不在子叶,而可能在上胚轴或胚芽中^[4]。郑国生(2003)对牡丹催花品种大胡红低温解除休眠的需冷量进行了研究,发现0~10℃左右的自然低温是打破牡丹花芽休眠的有效措施,其上胚轴休眠只有在种子胚根长足3cm

时用GA₃ 100 ng/L处理1d或5℃处理1~2周才可打破,否则无效^[5]。对于绝大多数芍药品种打破休眠的最适需冷量是40d(2℃),GA₃的最适浓度为100 ng/L^[6]。Rina Kaneretsky等(2003)进行了芍药发育对温度要求的研究,认为芍药打破休眠的需冷量为2~60d或6~70d^[7]。

1.2 矿质营养方面的研究 陈向明等对花期牡丹植株不同部位中的13种矿质元素进行了分析,证明了在不同器官中同一元素的含量不同,代谢旺盛的器官中N、P、K、Mg、S元素含量丰富,含量依次为叶>花>新茎>根>老茎,老器官中Ca、Fe、Na元素含量较高。席玉英等(2002)进行了矮牡丹体内无机元素分布规律的研究,认为矮牡丹对必需元素K、Mg、Fe、Cu、Zn有较强的吸收富集能力,但对有害重金属元素Cd、Pb的吸收也较大^[8]。

1.3 水分生理方面的研究 金研铭等(1999)进行了牡丹引种及其抗寒性的研究,认为牡丹体内水分含量的变化特别是束缚水及自由水含量的比值,能够很好地鉴别不同牡丹品种的抗寒性^[9]。

1.4 内源激素方面的研究 高志民等(1997)进行了植物生长延缓剂在牡丹上应用的研究,结果表明,多效唑(PP333)对牡丹枝条生长有明显的抑制作用,以25、50 ng/L的处理效果较好,但不同品种也有差异;丁醇类似提取物有明显的抑制效果,但对成花、展叶有一定的促进作用;比久(B9)的抑制作用不明显^[10]。史国安等(1997)进行了温度和化学药剂对牡丹切花乙烯释放及贮藏品质影响的研究,结果表明,温度是影响牡丹切花乙烯合成的重要因素^[11]。杨秋生等(1997)进行了切花贮藏期内源激素水平变化规律的研究,认为细胞分裂素和脱落酸两类激素间的平衡是影响牡丹切花衰老的重要因素之一^[12]。史国安等(1999)进行了牡丹开花和衰老期间乙烯及脂质过氧化研究,认为乙烯的大量产生和脂质过氧化的增加是牡丹花衰老的重要生理原因^[13]。陈新露等(1999)进行了牡丹冬季室内催花过程中内源激素含量变化的研究,认为在催花过程中,内源激素及其平衡影响牡丹花的生长发育^[14]。张圣旺等(2002)进行了牡丹花衰老过程中生理生化变化的研究,认为牡丹花衰老是多因素综合调控而导致细胞编程性死亡的结果^[15]。弓德强等(2003)进行了B9对牡丹生长及开花影响的研究,结果表明,B9对牡丹新枝生长有一定的抑制作用,对成花有明显的促进作用,并且使花

基金项目 洛阳市科技计划项目资助(0602042A);河南科技大学校基金资助;河南科技大学SRTP项目资助。

作者简介 辛莉(1967-),女,河南许昌人,实验师,从事食品生物工程方面的研究。*通讯作者。

收稿日期 2008-02-21

期延长^[16]。

1.5 光合效率方面的研究 陈向明等(2001)进行了钙对保护地栽培牡丹光合特性影响的研究,发现叶片的饱和光强在750 $\mu\text{mol}(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 左右,光补偿点在50 $\mu\text{mol}(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 左右;饱和 CO_2 达1500 μL , CO_2 补偿点80 μL 左右;叶片羧化效率为0.0402~0.0586,其中以含钙160 ng/L 的营养液处理的效果最好^[17]。何秀丽(2005)以传统的、生产上广泛推广的牡丹品种大胡红和乌龙捧盛为材料,利用气体交换和叶绿素荧光分析技术研究了大田牡丹在整个生长季节中光合特性的季节性变化规律和日变化规律;在夏季对牡丹进行不同程度地遮荫(遮光35%和50%)处理,研究了遮荫对大田牡丹光合特性、叶绿体色素含量、丙二醛(MDA)含量、超氧阴离子自由基(O_2^-)产生速率、过氧化氢(H_2O_2)含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性和过氧化氢酶(CAT)活性等生理生化指标的影响^[18]。

2 牡丹、芍药品种生物学和生态学特性及品种质量评价体系的研究

张忠义等(1996)进行了洛阳牡丹品种种质资源定量评估方法研究,以中国传统名花洛阳牡丹的330个品种为研究材料,以其9个主要特征为研究项目,在建立专家打分系统及种质资源定量评估的基础上,建立了数学模型和计算机程序,得出了每个品种的综合得分,采用方差分析将其划分为4个等级,较科学地解决了洛阳牡丹品种种质资源的定量评估问题^[19]。李惠芬等(1998)进行了南京地区牡丹品种主要性状评价研究,以引进的50多个牡丹品种为研究对象,以10个主要性状为研究项目,在建立专家打分系统和资源定量评估的基础上,采用统计分析方法,计算每个品种的总分,并将其划分为4个等级,为南京等高温多湿地区的牡丹引种、选种和育种提供了参考依据^[20]。Wang等(2001)进行了牡丹化学分类的研究,认为采用牡丹的次生代谢物,特别是花色素作为牡丹分类的指标进行牡丹品种的分类是可行的^[21]。周仁超(2002)通过居群调查和RAPD检测,对湖北省保康县野生牡丹的居群年龄结构、遗传多样性和系统演化进行了较系统的研究^[22]。Wang等(2004)采用花色素进行了西北牡丹的化学分类研究,认为西北牡丹起源于紫斑牡丹^[23]。陈俊强(2005)对野生牡丹实生苗、芍药根嫁接苗、牡丹根嫁接苗、分株苗指标的选择和分级进行了初步研究,根据苗木各形态指标差异,将牡丹合格苗木分为一级、二级;在具体分级标准上,如果其中有一项指标达不到要求,就降为下一级苗木,对牡丹实生苗枝条数、枝条长度、枝条粗度、主根数、主根长度、主根粗度在不同年龄段的苗木指标作了具体规定,并且认为在分株苗各性状中,枝条粗度在区分苗木质量中占主导作用^[24]。Zhou(2006)对野生牡丹的分类、地理分布和生态原产地进行了研究,认为所有的野生牡丹均原产于中国,中国也是最早进行牡丹驯化和栽培的国家;野生牡丹分布在河南省、甘肃省、陕西省、山西省、安徽省、湖北省、四川省、云南省和西藏自治区;最密集的省份是河南省,在河南省发现了5种野生牡丹,并且认为这5种野生牡丹与栽培牡丹的起源有关^[25]。

3 牡丹、芍药生化成分分析及开发利用基础方面的研究

Pastorova等(1999)进行了牡丹根皮水和乙醇抽提物生理

功能的研究,认为牡丹根皮具有防止血栓形成的作用^[26]。杨雪娇(2000)利用硅胶柱及TLC法分离了丹皮中的各种活性物质,首次指出了丹皮酚对大肠杆菌有杀菌作用^[27]。苏燕评(2003)对多花野牡丹果实的营养成分、种子油脂脂肪酸、红色素以及叶片中的黄酮类化合物进行了初步研究探讨,结果表明,多花野牡丹果实含水分84.22%,维生素C 0.9 $\text{ng}/100\text{g FW}$;多花野牡丹未成熟种子的含油量为5.31%,成熟种子的含油量为4.17%;多花野牡丹红色素为水溶性花青苷类色素,在酸性条件下稳定性好;多花野牡丹枝叶提取液对大肠杆菌、枯草杆菌、普通变形菌、金黄色葡萄球菌、八叠球菌均有较强的抑制作用,而对黄曲霉、黑曲霉、青霉没有抑制作用^[28]。温广宇(2004)研究了牡丹花色素的提取方法和理化性质,通过对浸取剂用量、浸取次数、浸取时间、浸取温度、浸取液pH值等因素研究,最后确定牡丹花色素的提取条件为:提取剂为浓度1.0%的盐酸无水乙醇溶液,浸取时间为20 h,浸提温度为室温;利用LG-0.2型真空冷冻干燥机进行了牡丹花的真空冷冻干燥试验,得到了真空冷冻干燥牡丹花的冻干曲线,研究了不同预处理方式对牡丹花冷冻干燥试验的影响,最终获得了较为优良的干花制品^[29]。Wang等(2005)通过高效液相色谱法测定了赤芍根和白芍根的鞣酸、儿茶酸、苯甲酸等8种成分,认为这些成分的测定能够用于区分相似的赤芍和白芍品种^[30]。

4 牡丹、芍药遗传特性的研究

潘开玉(1995)进行了芍药科分布格局及其形成的研究,因为该科的分类等级和系统位置争议极大,是系统植物学家们最关注的类群之一。芍药科为单属科,即只有芍药属,包括3个组:牡丹组、北美芍药组和芍药组,牡丹组Sect. *Mutan* DC.是芍药属中最原始的组^[31]。Hsoki等(1997)进行了牡丹栽培品种的RAPD聚类分析研究,把中国的牡丹栽培品种分成了4个类群,这样的划分与传统的根据花叶类型或花瓣颜色所进行的分类并不完全一致^[32]。Wang等(2001)研究了中国中原牡丹和日本牡丹花瓣中花色素苷成分Pg、Cy和Pn的含量,根据这3种花色素苷把牡丹品种分成了4个类群,并认为中国中原牡丹和日本牡丹品种之间有着密切的关系^[33]。朱红霞(2004)在摸索适用于牡丹、芍药的荧光法AFLP分子标记技术体系的基础上,初步建立了牡丹、芍药部分品种的DNA指纹图谱^[34]。

5 国际牡丹产业的发展现状

与其他花卉相比,牡丹产业的发展在国外起步比较晚,规模也不大(据中国统计资料显示,2001年世界牡丹花卉的产值为5.2亿美元,占世界花卉总产值的1%左右),但近年来,牡丹产业迅速发展,2001年的年增长率为36%。世界牡丹的主产区为中国、日本、美国、荷兰、丹麦、英国、法国和南亚,其总产值占世界牡丹总产值的比例分别为32%、27%、14%、12%、6.9%、6.2%、0.8%和0.5%。世界各国的牡丹产业发展均结合本国的自然资源、种质资源、科技和社会人文等情况,发展各自的特色牡丹产品。中国主要以观赏牡丹、种苗、盆栽、盆景和药用牡丹为主;日本主要以苗木、盆栽和鲜切花为主;荷兰、英国和法国等欧洲国家和美国主要以鲜切花、盆花为主。从牡丹产品的消费情况来看,目前世界范

围内形成了3大消费区:欧共体(以荷兰、德国、英国和法国为核心)、北美(以美国、加拿大为核心)和东亚(以中国、日本、香港为核心),2001年各消费国的消费总额约3.4亿美元,上述3区分别占牡丹产品消费总额的28%、26%和35%;从消费的国别来看,中国、日本、美国、荷兰和香港占前5位。当前牡丹的生产格局正在逐渐发生变化,牡丹生产由发达国家转向发展中国家。一方面,由于发展中国家在气候、土地等方面的优势,劳动力低廉,生产出的花卉成本低,有利于吸引发达国家与发展中国家合作生产;另一方面,一些发达国家由于生产成本低和环保意识的加强,他们开始寻求与花卉生产成本低的发展中国家合作经营。这为发展中国家的牡丹产业发展提供了难得的机遇,气候优越、劳力廉价的非洲、南美洲及亚洲国家逐渐被国际社会视为最具发展潜力的国家^[35]。

6 洛阳牡丹产业化发展存在的问题及其对策

6.1 存在的问题

6.1.1 科研工作滞后,技术瓶颈并未得到真正解决。主要表现在:品种改良工作缺乏新突破,新、奇、特品种少;繁殖栽培技术落后,新技术推广不力,产品国际竞争力差;花期调控技术及相关设施不完善,不能真正做到牡丹周年开花;切花保鲜技术落后,切花生产至今不能形成规模;一些病虫害防治技术未得到突破,牡丹生产区病虫害日趋严重。如果这些关键技术问题得不到解决,将严重影响牡丹产业的发展。

6.1.2 品种体系不完善。主要表现在:花色丰富但不齐备,缺乏金黄色、黑褐色等纯色品种;中花品种占绝大数,早花、晚花品种较少,无真正的“寒牡丹”;品种类型不全,以庭院应用居多,优良的盆栽品种、催花品种少,尚无真正的切花品种;以观花为主,观芽、观叶、观干的品种虽有资源,却无人进行系统的整理与培育;缺乏新奇品种,如新奇花色、花型、特香型品种。

6.1.3 信息化水平低,牡丹市场体系尚未建立。洛阳市现在的所谓信息化建设仅仅是建立了几个网站,基本上是每个企业都有自己的网站,但每个网站的内容设计水平不高,实际效果不好,更为重要的是企业各自为阵,没有形成一个统一的信息处理系统。有形市场的建设方面也基本上是有名无实。牡丹产业化发展的市场体系尚不完善。

6.2 对策

6.2.1 明确目前科学研究的主攻方向。为了发挥洛阳牡丹的优势,洛阳广大科研工作者以牡丹花会为契机,在市政府的大力支持下,对牡丹开展了基础性和实用开发性的多学科研究。在牡丹的繁殖、栽培、催花、新品种培育、花期控制、保鲜、病虫害防治等技术方面均有所突破,取得了一批具有国际领先水平的科研成果。但从产业发展的角度来看,洛阳市的牡丹生产并没有摆脱传统的产业模式,离现代化园艺生产还有相当一段距离,技术发展的瓶颈依然存在。为此,必须采取相应的技术措施,推动牡丹产业的发展。

6.2.2 实施牡丹产品创新工程,推动洛阳牡丹产业化发展。

第一,建立牡丹产品创新组织服务体系,即建立5个中心:建立牡丹科技创新开发中心,研制开发体现国际一流水平的产品;建立牡丹行业信息中心,及时向企业提供技术和

行业信息;建立牡丹行业调研中心,总结经验,推广典型;

建立牡丹行业技术服务中心,帮助企业解决产品创新中的技术难题;建立牡丹技术培训中心,帮助企业进行技术及人员的培训。第二,建立牡丹产品创新技术生产体系。产学研相结合,解决牡丹产品创新来源问题;根据企业的实力和企业产品创新的动机,确定3~5家企业作为产品创新基地,重点扶持和推广,使其发挥辐射和龙头带动作用;实施战略联盟,强化企业之间的竞争与合作,实现资源共享。第三,建立牡丹产品创新支撑服务体系。政府应制定牡丹产业政策和发展规划,在政策、用地等方面大力支持,鼓励牡丹产品创新,完善牡丹产品的创新机制;建立牡丹产品创新金融支持体系,形成多种渠道和多种形式的融资方式;设立牡丹产品创新基金,支持牡丹产品创新;对实施牡丹产品创新企业给予相应的税收优惠,甚至在一定的期限给予免税的支持。此外,还应该从建立牡丹产品创新的专利制度,有效地保护知识产权;对牡丹产品创新企业进行体制创新,形成有效的企业创新机制,使企业真正成为牡丹产品创新的主体;实施创新人才工程,吸引和激励优秀人才从事牡丹产品的创新工作;高校、牡丹研究机构、牡丹协会、检验检疫、运输、海关等部门通力合作形成合力,促进牡丹产品创新。

6.2.3 推进牡丹产业技术创新。第一,积极开展牡丹快速繁育技术研究。牡丹常用分株、播种、嫁接法繁殖;芍药以分株为主,也可播种繁殖。传统的繁殖方式生产周期相对较长,繁殖系数低,不能满足当今花卉市场的需求。利用现代先进的嫁接技术进行快繁,利用细胞胚胎进行稀有高档牡丹品种的快速繁殖,从而加快商品牡丹的发展步伐。第二,加快育种进程,加强特色品种的选育。品种作为重要的生产资料,是牡丹产业的基础。新品种的选育应向延长单朵花的花期和鲜切花的方向发展;向矮化盆栽的方向发展;向地栽、提高绿化观赏效果的方向发展;努力丰富花色和花型,培育纯金、金黄、纯红、蓝、墨紫及褐色系品种,增加绿色、复色和具有奇异花型的品种数量,应是今后牡丹的发展目标。实现这些目标的途径有5条:充分利用野生牡丹资源作为育种原始材料,进行人工杂交和选育;有选择地引进国内外黄色、纯红色、深褐色及其他色系的品种,用以改良我国现有品种;充分重视牡丹品种的远缘杂交,日本有人用芍药的一个品种‘花香殿’和黄牡丹的品种‘金晃’及牡丹杂交,得到数个杂交植株,这些植株几乎都是草本的,只基部稍微木质化,属于牡丹组与芍药组的种间杂种;利用神州飞船进行牡丹种子搭载,利用太空失重环境进行牡丹太空育种;应用现代生物技术,如基因工程、辐射育种、多倍体育种等,实现对牡丹、芍药品种的定向培育,推陈出新,培育出市场上受欢迎的品种。尽快改变中国牡丹的落后状态,利用我国众多的、处于不同生态环境条件下、具有不同性状的野生和栽培牡丹品种的资源优势,采用先进的科学技术,培育具有较高经济价值的中国现代牡丹优良新品种。

参考文献

- [1] 王宗正,章月仙.从芍药的花芽分化试论芍药、牡丹的花型形成和演化[J].园艺学报,1991,18(2):163-168.
- [2] 王宗正,韩莉,孔兰静.低温处理对牡丹开花和展叶的影响[J].园艺

学报,1996,23(3):307-308.

- [3] FULTON T A, HALL A J, CAILEY J L. Chilling requirements of *Paeonia* cultivars[J]. *Scientia Horticulturae*, 2001(89):237-248.
- [4] 周仁超,姚崇怀,潘俊,等. 紫斑牡丹种子休眠和萌发特性初步研究[J]. *湖北农业科学*,2002(1):24-27.
- [5] 郑国生. 牡丹开花生理特性与冬季成花机理的研究[D]. 太谷:山西农业大学,2003:61-83.
- [6] HALEVY A H, LEM M, COHEN M, et al. Evaluation of methods for flowering advancement of herbaceous peonies[J]. *HortScience*, 2002, 37(6):885-889.
- [7] KAMENEISKY R, BARZILAY A, EREZ A, et al. Temperature requirements for floral development of herbaceous peony cv. 'Sarah Bernhard' [J]. *Scientia Horticulturae*, 2003(97):309-320.
- [8] 席玉英,上官铁梁,张红,等. 矮牡丹体内无机元素分布规律的研究[J]. *华北农学报*,2002,17(1):136-139.
- [9] 金研铭,徐惠风,李亚东,等. 牡丹引种及其抗寒性的研究[J]. *吉林农业大学学报*,1999,21(2):37-39.
- [10] 高志民,王蓬英. 植物生长延缓剂在牡丹上的应用[J]. *北京林业大学学报*,1997(2):132-136.
- [11] 史国安,杨正申,王长忠,等. 温度和化学药剂对牡丹切花乙烯释放及贮藏品质影响[J]. *北方园艺*,1997(6):35-40.
- [12] 杨秋生,宋鸿雁,何松林,等. 牡丹切花贮藏期内源激素水平变化规律的研究[J]. *河南科学*,1997,15(3):303-306.
- [13] 史国安,郭香凤,韩建国,等. 牡丹开花和衰老期间乙烯及脂质过氧化的研究[J]. *西北农业大学学报*,1999(5):78-82.
- [14] 陈新露,韩劲,王蓬英,等. 牡丹冬季室内催花过程中内源激素含量的变化[J]. *植物资源与环境*,1999,8(4):42-46.
- [15] 张圣旺,郑荣生,孟丽,等. 牡丹花衰老过程中的生理生化变化[J]. *山东农业大学学报:自然科学版*,2002,33(2):166-169.
- [16] 弓德强,郑鹏,任小林,等. B9对牡丹生长及开花的影响[J]. *西北农业学报*,2003,12(1):81-83.
- [17] 陈向明,郑国生,张圣旺. 钙对保护地栽培牡丹光合特性的影响[J]. *园艺学报*,2001,28(6):572-574.
- [18] 何秀丽. 大田牡丹光合特性的研究[D]. 青岛:山东农业大学,2005:40-56.
- [19] 张忠义,陈树园,王妙玲,等. 洛阳牡丹品种种质资源定量评估方法研究[J]. *河南农业大学学报*,1996(6):12-16.
- [20] 李惠芬,叶晓青,陈尚平,等. 南京地区牡丹品种主要性状评价研究初报[J]. *江苏林业科技*,1998(1):8-12.

- [21] WANG L S, HASHIMOTO F, SHRAISH A, et al. Phenetics in tree peony species from China by flower pigment cluster analysis[J]. *Journal of Hort Research*, 2001, 114(3):213-221.
- [22] 周仁超. 保康野生牡丹的居群年龄结构遗传多样性和系统演化[D]. 武汉:华中农业大学,2002:15-34.
- [23] WANG L S, HASHIMOTO F, SHRAISH A, et al. Chemical taxonomy of the Xibi tree peony from China by floral pigmentation[J]. *Journal of Hort Research*, 2004, 117(1):47-55.
- [24] 陈俊强. 牡丹苗木质量标准的研究[D]. 南京:南京林业大学,2005:16-28.
- [25] ZHOU Z Q. Taxonomy, geographic distribution and ecological habitats of tree peonies[J]. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 2006,53:11-22.
- [26] PASTOROVA V E, LYAPINAL A, USPENSKAYA MS, et al. Effects of water and ethanol extracts from *Paeonia lutea* root bark on hemostatic parameters[J]. *Byulleten 'Eksperimental'ni Biologi i Meditsiny*, 1999,127(5):533-535.
- [27] 杨雪娇. 传统中药丹皮活性成分的研究[D]. 广州:广东工业大学,2000:26-35.
- [28] 苏燕萍. 多花野牡丹植物体的显微形态及化学成分的初步研究[D]. 福州:福建师范大学,2003:12-34.
- [29] 温广宇. 牡丹花色素的性质及应用研究[D]. 新乡:河南科技大学,2004:31-43.
- [30] WANG Q, LIUR X, GUO H Z, et al. Simultaneous LC determination of major constituents in red and white peony root[J]. *Chromatographia*, 2005,62(11):581-588.
- [31] 潘开玉. 芍药科分布格局及其形成的分析[J]. *植物分类学报*,1995,33(4):340-349.
- [32] HOSOKI T, KIMURA D, HASEGAWA R, et al. Comparative study of Chinese tree peony cultivars by random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis[J]. *Scientia Horticulturae*, 1997,70:67-72.
- [33] WANG L S, SHRAISH A, HASHIMOTO F, et al. Analysis of petal anthocyanins to investigate flower coloration of Zhongyuan (Chinese) and Dikon island (Japanese) tree peony cultivars[J]. *Journal of Hort Research*, 2001,14(1):33-43.
- [34] 朱红霞. 牡丹、芍药品种DNA指纹图谱绘制的初步研究[D]. 北京:北京林业大学,2004:17-44.
- [35] 韩红. 洛阳市牡丹产业化发展研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2003:5-34.

(上接第4048页)

量远高于白菜和菠菜,是白菜的20.2~79.8倍,菠菜的20.9~82.4倍,最高是灰灰菜,其次是山菜。5种野菜钠含量也较高,是白菜的2.5~15.1倍,菠菜的1.7~9.9倍,最高的是灰灰菜,其次是山菜。5种野菜中钙含量也较丰富,

表2 5种野菜的矿质元素含量(DW) ng/kg

Table 2 The contents of mineral elements in five wild vegetables and common vegetables

样品 Sample	钾K	钠Na	钙Ca	镁Mg	铁Fe	铜Cu	锌Zn	锰Mn
地黄	3 479.0	1 197.7	864.1	309.8	38.3	9.2	15.9	3.2
山菜	5 534.6	2 264.2	1 969.4	536.9	146.8	10.1	22.9	10.4
平车前	4 827.3	1 682.2	4 100.3	510.9	170.0	7.2	20.6	3.8
灰灰菜	12 691.1	3 202.4	1 168.1	394.5	107.2	12.2	25.3	2.1
米口袋	3 217.3	536.2	4 255.7	484.1	71.2	24.4	27.5	5.5
白菜	159.0	212.1	450.0	12.1	6.0	5.0	46.0	17.0
菠菜	154.0	322.1	1 030.0	24.3	1.9	10.0	159.0	28.0

是白菜的1.9~9.1倍,除地黄外,其他4种野菜的钙含量均高于菠菜,以米口袋最高,其次是平车前。5种野菜镁含量相当,均远高于白菜和菠菜,是白菜的25.6~44.4倍,菠菜

的12.8~22.1倍,以山菜最高,其次是平车前。5种野菜铁含量丰富,均远高于白菜和菠菜,是白菜的6.3~28.3倍,菠菜的20.2~89.5倍,以平车前最高,其次是山菜。5种野菜含铜量均比较高,是白菜的1.4~4.9倍,以米口袋最高。5种野菜锌、锰含量均低于白菜和菠菜。由此可见,与白菜和菠菜相比,5种野菜均富含钾、钠、钙、镁、铁。综合比较,山菜是营养价值比较高的一种野菜,具有重要的开发利用价值。

3 结论

通过对5种野菜(地黄、山菜、平车前、米口袋、灰灰菜)与2种日常食用的栽培蔬菜(白菜、菠菜)的分析比较,可知5种野菜可食部分均富含灰分、粗脂肪、粗纤维、Vc、钾、钠、钙、镁、铁。其中山菜是一种营养价值很高的野菜,有重要的开发利用价值。

参考文献

- [1] 陈震南,刘波,唐龙飞,等. 开发山区无公害野菜资源的潜力分析与对策研究[J]. *福建农业学报*,2000,15(S):267-269.
- [2] 宁伟,张树林,张春明,等. 我国野菜资源的利用开发及其可持续发展[J]. *沈阳农业大学学报:社科版*,2000,2(1):33-36.
- [3] 黄伟坤. 食品检验与分析[M]. 北京:轻工业出版社,1989:8-66.