

朱雪云,郭 光.我国凤仙花属植物资源研究和开发现状[J].江苏农业科学,2015,43(8):195-197,215.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.08.064

我国凤仙花属植物资源研究和开发现状

朱雪云¹,郭 光²

(1. 武汉生物工程学院园林系,湖北武汉 430415; 2. 南京工程学院,江苏南京 211167)

摘要:对我国凤仙花属植物种质资源的调查、研究和开发现状进行了探讨,我国凤仙花属植物资源虽然丰富,但研究、开发和利用的程度尚处于初级阶段,有待进一步加强。

关键词:凤仙花;种质资源;育种;研究进展;开发利用

中图分类号: S681.102 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)08-0195-03

凤仙花属(*Impatiens*)是凤仙花科(Balsaminaceae)最大的属,该属植物的花器官特别,由1枚旗瓣、4枚翼瓣、1枚唇瓣、2个侧生萼片组成,整体如凤状^[1-2]。凤仙花属植物种类繁多,1年生及多年生,花形奇特且变化多样,花色丰富。该属植物的茎肉质多汁,不耐干旱,对环境要求严格,一般生活在降水量大或湿度较大的林缘、林下、山涧、沟谷中,大多数为区域特有种^[3-4]。部分凤仙花属植物野生种类具有很高的观赏价值。本研究对目前我国凤仙花属植物研究概况进行了整理,以期对凤仙花属植物的开发利用提供依据。

1 我国凤仙花属植物资源研究现状

全球凤仙花属植物有900余种,我国约220种^[4]。我国凤仙花属种质资源在全国各地均有分布,尤以云南省、四川省、贵州省、西藏自治区等省区为多^[4-5]。云南省是我国凤仙花属物种最为丰富的省份,约110种。四川省拥有的凤仙花属植物种类仅次于云南省。罗强报道,四川省凤仙花属植物种类共80个种、1个变种,四川省特有种20种^[6]。近些年来,随着调查研究的深入,新的凤仙花种不断被发现,在浙江省东部地区发现了黄岩凤仙花^[7]、*Impatiens yilingiana*、*I. huangyanensis* subsp. *attenuata*^[8];在四川省发现了凉山凤仙花^[9]、四裂片凤仙花^[10];在云南省发现了药山凤仙花^[11]、高大凤仙花^[12]、*I. oblongipetala*^[13];在湖南省发现了*I. rupestris*^[14],在江西省发现了白花凤仙花^[15];在广东省发现了*I. yangshanensis*^[16]、*I. nanlingensis*^[17];在广西壮族自治区发现了*I. parvisepala*^[18]、*I. angulata*^[19]、变种瑶山凤仙花^[20];另外在中国和越南边界发现的3种凤仙花,分别是*I. aconitoides*、*I. purpureifolia*、*I. rugata*^[21]。这些新种的发现进一步丰富了我国凤仙花种质资源。

由于凤仙花属植物种类丰富,花序、花部特征及生境等均存在巨大的多样性,加之该属植物茎常肉质多汁,花被极薄且质地娇嫩,造成制作、解剖观察标本困难^[22-23],因此凤仙花属

分类很困难,迄今尚未提出一个比较合理的自然分类系统^[24]。国外对凤仙花属植物的分类学研究起步较早。田建平等总结了2006年以前国内外凤仙花属植物系统分类学及生物地理学的研究情况^[22],当时我国除了鲁迎青等和Tian等对凤仙花属植物少数种类的花粉、种子、叶片形态等进行研究^[25-27]外,该属植物的研究主要集中在植物种类的调查整理方面。近年来,我国学者在探索凤仙花属植物新的分类依据、完善凤仙花属植物分类系统方面做出了努力。高萌通过研究腊叶标本总结了凤仙花属植物形态变异规律,证实凤仙花属植物有价值的分类依据多在花器官,特别是花序类型、侧生萼片的数目及形状、果实形状等具有重要的分类价值^[28]。蔡秀珍等和张雪对10种国产凤仙花属植物的花粉形态进行了观察,认为花粉的种间差异主要表现在花粉粒大小、形状、网脊宽度等方面,花粉特征与植物表型特征具有一定的相关性,具有重要的分类学意义^[29-30]。张硕等对四川省雅安地区13种凤仙花进行孢粉学和SRAP分类研究,认为虽然花粉大小、形状、外壁纹饰对该属植物分类有意义,但花粉形态特征在分类上有局限性,应结合生态学、分子生物学等综合研究^[31]。陈薇等研究结果显示,凤仙花属植物种子表皮微形态特征与植物体的部分表型特征具有相关性,一定程度上反映了类群的分化^[32],这一结论与田建平的研究结论^[33]一致。高萌等发现,叶表皮的某些形态特征可以作为凤仙花属分类学依据^[34]。一些微观形态特征可以作为凤仙花属植物传统分类依据的有效补充。利用分子生物方法结合聚类分析在一定程度上可以进一步证明凤仙花属植物之间的亲缘关系,因而对该属植物的分类具有重要参考价值。高萌以*Marcgravia*、*Norantea*为外类群,对凤仙花属20多种植物的ITS区和atpB-rbcL序列进行了测定并构建分子系统树,结果表明,凤仙花科为单系,水角属是凤仙花属的姊妹群,位于系统树的最基部,证明传统分类学将凤仙花科分为水角属、凤仙花属2个并列属的正确性。蔡秀珍对凤仙花属植物的ITS区和tmL-F序列进行了测定,且构建了分子系统树,结果显示,果实形态可能是该属分类最为重要的性状,另外唇瓣形状、距的长短等性状亦具有较重要的分类学价值,花梗基部是否具有苞片、侧生萼片数目等性状的分类学价值并不显著^[35]。

凤仙花属植物种类繁多,在分布上具有很强的狭域性。对凤仙花属植物进行区系研究有助于了解某个地区凤仙花属

收稿日期:2014-08-19

基金项目:湖北省教育厅项目(编号:B20114603);湖北省武汉市教育局项目(编号:2010097)。

作者简介:朱雪云(1981—),女,河北邯郸人,副教授,从事园艺植物遗传育种研究。E-mail:zhuxueyun1981@163.com。

植物的种类、区系的性质和特点以及该地区凤仙花属植物的起源、演化等。云南省高黎贡山地区共有凤仙花属植物 69 种(含变种),主要分布于海拔 2 500 ~ 3 500 m 的地段,该区凤仙花属植物中绝大部分为中国特有,中国特有种多达 53 种,云南省特有种 31 种^[36]。四川省西南地区凤仙花属植物共有 65 种,该区的中国特有种达 53 种,四川省西南特有种达 34 种,区域特有现象非常明显^[37]。

2 我国凤仙花属植物开发利用现状

2.1 我国凤仙花属植物育种研究现状

目前,国内凤仙花栽培种除了各地广泛栽培的凤仙花(*Impatiens balsamina*)外,还有从国外引进的新几内亚凤仙、非洲凤仙、何氏凤仙等。凤仙花属的花卉品种在世界各地都受到欢迎,2006 年,凤仙花属的花卉品种单在美国的销售额就达 1.55 亿美元之多,是花卉销量冠军^[38]。因此,凤仙花新品种开发受到很多国家的重视,也陆续育出了一些品种,如荷兰诺华、美国保尔、日本坂田、瑞士先正达等公司均有凤仙花品种推出。我国凤仙花种质资源相当丰富,为凤仙花育种提供了雄厚的基础。我国凤仙花属植物花形奇特且变化丰富,既反映出该属植物的多样性,又为选育观赏价值高的花卉优良品种提供了丰富的基因资源^[1]。刘娜等认为,我国凤仙花属植物资源丰富,分布广泛,但几乎未被开发利用,现大面积栽培的除观赏并药用的凤仙花外,大多数从国外引进^[5]。金孝锋等提出,野生的凤仙花属植物为园艺花卉的选择提供了优良的种质资源^[39]。王越收集了原产我国的凤仙花属植物 38、2 个变种及 7 个未定名种,并对这些种进行了观赏性状、利用价值综合评价^[3]。余明艳对凤仙花属中群体观赏效果良好的天权凤仙花进行了生物学特性研究^[40]。冯彩等对牯岭凤仙花进行了较为详尽的研究^[41]。程根盛等对婺源凤仙花的生物学特性进行了研究^[42]。张雪对四川省雅安地区的凤仙花属植物进行了调查^[30]。汤泽生等利用卫星搭载方式对凤仙花进行诱变育种,结果显示,利用航天诱变技术可以诱导凤仙花产生较大变异且诱变能够影响多代,通过多代选择育出了西航 1 号、西航 2 号 2 个品种^[43-47]。离子注入法可以使凤仙花发生 DNA 水平上的变异,为花卉产业的发展提供了新的育种手段^[48]。赵曼桢报道,通过离子注入改变了凤仙花的诸多形态特征实现品种改良,并选育出了春霞、朝阳 2 个品种^[49]。杜晓华等对凤仙花及茶花凤仙进行多倍体育种,发现利用秋水仙素诱导的四倍体植株的花瓣数目、花径相比二倍体植株均有所增加,提高了单花的观赏价值^[50]。樊梅英等对睫毛萼凤仙花进行人工引种栽培并与野生植株比较观察,发现睫毛萼凤仙花的适应性较强,适于引种栽培^[51]。

2.2 我国凤仙花属植物组织培养研究

凤仙花属植物组织培养体系的建立为该属植物资源的人工保存、保护以及辅助育种提供保障。目前有文献记载的凤仙花属植物组织培养研究主要是有关凤仙花^[52-53]、新几内亚凤仙^[54]以及野生凤仙花中的大旗瓣凤仙花^[55]、睫毛萼凤仙花^[56]等。王越对 11 种凤仙花的组织培养体系进行了研究,包括丰满凤仙花、锐齿凤仙花、龙州凤仙花、瑶山凤仙花、菱叶凤仙花、鸭跖草状凤仙花、瑞丽凤仙花、红稚凤仙花、华凤仙、新几内亚凤仙花、大旗瓣凤仙花^[3]。其中,除新几内亚凤仙

外,其他种类均为我国原产野生种,这一研究为我国凤仙花属植物种质资源的保护、保存、育种打下了基础。王马斌等报道,利用组织培养方法繁殖经过航天诱变产生的凤仙花杂色突变体可以稳定保持其突变性状且长势良好^[57]。由此可知,组织培养技术在保持、繁殖凤仙花突变体方面也具有较大优势。

2.3 凤仙花属植物其他方面的应用

凤仙花属的凤仙花全草、花、果皮、种子、根均可入药,可祛风活血、消肿止痛,用于治疗关节风湿痛、跌打损伤、腰痛、鹅掌风、白带、妇女闭经腹痛及产后瘀血等^[58]。凤仙花具有抗真菌、抗过敏、抑制细菌等功效^[59-62]。凤仙花各器官中含有人体必需的微量元素,对人体正常生理活动、生长发育、增强体力、防止衰老起着非常重要的作用^[63-65]。研究显示,凤仙花在降低反刍动物瘤胃甲烷产量、改善瘤胃代谢模式方面初见成效^[66]。用凤仙花染指甲的习俗在民间流传已久。凤仙花花瓣中含有黄酮类花色素、2-羟基-1,4-萘醌,可以将指甲染红^[2,67]。新几内亚凤仙花瓣中含有花色素苷,被广泛应用于食品、化妆、医药等领域^[6,8]。凤仙花色素值得深入研究、开发和利用,然而这些方面的研究在我国都还处于起步阶段。

3 结束语

目前我国凤仙花种质资源保护、保存、引种驯化、新品种选育以及凤仙花基础性研究等都还处于初级阶段。相比凤仙花资源的丰富程度,我国对凤仙花资源的研究、开发、利用程度还远远不够。

参考文献:

- [1] 陈艺林. 值得开发的凤仙花属植物[J]. 植物杂志, 1998(2): 2-3.
- [2] 杨明明, 于胜祥. 采棵凤仙染指甲[J]. 科学世界, 2009(7): 49-52.
- [3] 王 越. 凤仙花属部分植物种质资源收集与保存研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2008.
- [4] 陈艺林. 中国植物志: 第 47 卷第 2 分册[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [5] 刘 娜, 潘远智, 贾菊琴. 凤仙花属植物育种研究进展[J]. 北方园艺, 2007(8): 61-64.
- [6] 罗 强. 四川凤仙花属(*Impatiens*)植物资源及新分布记录种[J]. 四川农业大学学报, 2011, 29(2): 207-212, 217.
- [7] 金孝锋, 丁炳扬. 浙江东部凤仙花属一新种[J]. 植物分类学报, 2002, 40(2): 167-169.
- [8] Jin X F, Yang S Z, Chen Z H, et al. *Impatiens yilingiana* sp. nov. and *I. huangyanensis* subsp. *attenuata* subsp. nov. (Balsaminaceae) from Zhejiang, eastern China[J]. Nordic Journal of Botany, 2008, 26(3/4): 207-213.
- [9] 罗 强, 蔡光泽, 刘建林, 等. 中国四川凤仙花属(凤仙花科)一新种——凉山凤仙花[J]. 广西植物, 2011, 31(4): 433-435.
- [10] Cong Y Y, Xiang Y L, Liu K M. *Impatiens quadriloba* sp. nov. (Balsaminaceae) from Sichuan, China[J]. Nordic Journal of Botany, 2010, 28(3): 309-312.
- [11] Cong Y Y, Liu K M, Tian S Z. *Impatiens yaoshanensis* (Balsaminaceae), a new species from Yunnan, China[J]. Annales Botanici Fennici,

- 2008,45(2):148-150.
- [12] 谭运洪,李建武,殷建涛,等. 中国凤仙花属(凤仙花科)一新记录种——高大凤仙花[J]. 西北植物学报,2014,34(2):395-396.
- [13] Cong Y Y, Liu K M. *Impatiens oblongipetala* (Balsaminaceae), a new species from Yunnan, China[J]. Novon,2010,20(4):392-395.
- [14] Cai X Z, Liu K M, Tian S Z. *Impatiens rupestris* (Balsaminaceae), a new species from Hunan, China[J]. Novon,2008,18(1):9-11.
- [15] 贺华山,李丽娟,刘良源. 江西凤仙花科新记录——白花凤仙花[J]. 江西科学,2012,30(5):599-600.
- [16] Dong A Q, Zheng X L, Xing F W, et al. *Impatiens yangshanensis* (Balsaminaceae), a new species from Guangdong, China[J]. Annales Botanici Fennici,2012,49(1/2):75-78.
- [17] Dong A Q, Chen L, Xing F W. *Impatiens nanlingensis* sp. nov. (Balsaminaceae) from Guangdong, China[J]. Nordic Journal of Botany,2009,27(6):475-477.
- [18] Hou Y T, Zhou X R, Yu S X. *Impatiens parvisepala* (Balsaminaceae), a new species from Guangxi, China[J]. Annales Botanici Fennici,2011,48(1):57-62.
- [19] Yu S X, Chen Y L, Qin H N. *Impatiens angulata* (Balsaminaceae), a new species from Guangxi, China[J]. Ordic J Bot, 2008,25:27-30.
- [20] 于胜祥,陈艺林,覃海宁. 广西凤仙花属(凤仙花科)一新变种——瑶山凤仙花[J]. 植物分类学报,2007,45(5):708-712.
- [21] Shui Y M, Janssens S, Huang S H, et al. Three new species of *Impatiens* L. from China and Vietnam: preparation of flowers and morphology of pollen and seeds[J]. Systematic Botany,2011,36(2):428-439.
- [22] 田建平,胡远燕,刘克明. 系统学与生物地理学研究进展[J]. 海南大学学报:自然科学版,2007,25(4):416-420.
- [23] 丛义燕,刘克明,陈薇,等. 6种凤仙花属植物叶表皮特征的微形态学研究[J]. 湖南师范大学学报:自然科学版,2007,30(1):68-71.
- [24] Grey W C. *Impatiens* of Africa[M]. Rotterdam:Balkema,1980.
- [25] 鲁迎青,陈艺林. 凤仙花属种子形态及其在分类学上的意义[J]. 植物分类学报,1991,29(3):252-257.
- [26] 鲁迎青. 凤仙花属花粉形态及其在分类学上的意义[J]. 植物分类学报,1991,29(4):352-357.
- [27] Tian J, Liu K, Hu G. Pollination ecology and pollination system of *Impatiens reptans* (Balsaminaceae) endemic to China[J]. Annals of Botany,2004,93(2):167-175.
- [28] 高萌. 国产凤仙花属植物形态学与分子生物学研究[D]. 北京:北京林业大学,2012.
- [29] 蔡秀珍,刘克明,朱晓文,等. 凤仙花属部分植物的花粉形态[J]. 园艺学报,2008,35(3):389-394.
- [30] 张雪. 四川雅安地区凤仙花属植物种质资源及其花粉形态学研究[D]. 雅安:四川农业大学,2011.
- [31] 张硕,高素萍,张雪,等. 四川雅安地区 13 种凤仙花属植物花粉形态及其分类学意义[J]. 西北植物学报,2014,34(3):502-508.
- [32] 陈薇,刘克明,蔡秀珍,等. 十四种凤仙花属植物种皮微形态特征及其分类学意义[J]. 云南植物研究,2007,29(6):625-631.
- [33] 田建平. 六种凤仙花属植物的系统学及匍匐凤仙花传粉生物学研究[D]. 长沙:湖南师范大学,2004.
- [34] 高萌,许为斌,杨海灵,等. 中国石灰岩专性凤仙花叶表皮特征及其分类学意义[J]. 广西植物,2011,31(6):730-734,843.
- [35] 蔡秀珍. 中国凤仙花属 *Impatiens* L. 一些系统学问题的研究[D]. 长沙:湖南师范大学,2008.
- [36] 丛义艳. 云南高黎贡山凤仙花属(*Impatiens* L.)植物区系研究[D]. 长沙:湖南师范大学,2007.
- [37] 相银龙. 川西南凤仙花属 *Impatiens* L. 植物区系及亲缘关系研究[D]. 长沙:湖南师范大学,2011.
- [38] Dan Y H, Baxter A, Zhang S, et al. Development of efficient plant regeneration and transformation system for *impatiens* using *agrobacterium tumefaciens* and multiple bud cultures as explants[J]. BMC Plant Biology,2010,10(1):165-176.
- [39] 金孝锋,丁炳扬. 浙江凤仙花属野生花卉资源及开发[J]. 中国野生植物资源,2000,19(4):27-29,49.
- [40] 余明艳. 野生观赏植物天全凤仙生物学特性初步研究[D]. 雅安:四川农业大学,2010.
- [41] 冯彩,巫县萍,刘良源. 修河源大涝山和庐山牯岭野凤仙花生学习性研究[J]. 江西科学,2012,30(1):47-49.
- [42] 程根盛,周强,刘良源. 江西广丰铜拔山保护区婺源凤仙花的生物学特征与生态习性[J]. 江西科学,2013,31(1):58-59,119.
- [43] 汤泽生,杨军,赵燕,等. 航天诱导的凤仙花突变株性状及减数分裂过程的研究[J]. 核农学报,2004,18(4):289-293.
- [44] 汤泽生,杨军,赵燕,等. 航天诱变凤仙花 SP_1 代花、果实和种子的研究[J]. 西华师范大学学报:自然科学版,2005,26(1):47-51.
- [45] 汤泽生,杨军,陈德灿,等. 航天诱变凤仙花 SP_2 代形态变异的研究[J]. 激光生物学报,2006,15(1):31-34.
- [46] 陈德灿,杨军,汤泽生,等. 航天诱导凤仙花 SP_3 代植株形态及生理的研究[J]. 安徽农业科学,2006,34(9):1834-1836.
- [47] 汤泽生,陈德灿,杨军,等. 卫星搭载凤仙花种子诱发的变异及品种选育[J]. 科技导报,2007,25(1):43-46.
- [48] 孙永健,孙宁,张乃楠,等. 低能离子注入凤仙花后 DNA 变异的 RAPD 分析[J]. 天津农学院学报,2009,16(1):21-24.
- [49] 赵曼桢. “离子注入”诱变中国凤仙花[J]. 中国花卉园艺,2010(6):20-22.
- [50] 杜晓华,孙涌栋,袁少寒,等. 两种凤仙花多倍体的诱导[J]. 西北农业学报,2011,20(7):56-59.
- [51] 樊梅英,夏日红,曹万友. 栽培与野生睫毛萼凤仙花生长的比较研究[J]. 黄山学院学报,2007,9(5):61-63.
- [52] 刘静,丁兰,赵庆芳,等. 凤仙花的组织培养与离体快繁[J]. 西北师范大学学报:自然科学版,2008,44(1):80-82,87.
- [53] 赵贞. 凤仙花愈伤组织诱导及其分化的研究[D]. 新乡:河南师范大学,2013.
- [54] 陈国爱,郭邦利,叶岚,等. 新几内亚凤仙组培快繁技术[J]. 陕西农业科学,2008,54(2):212-213.
- [55] 王越,刘燕. 大旗瓣凤仙花的组织培养与快速繁殖[J]. 植物生理学通讯,2008,44(3):510.
- [56] 王雪娟,程新利,柴瑞娟. 睫毛萼凤仙花的组织培养及其愈伤组织的超微观察[J]. 广西植物,2011,31(2):262-265.
- [57] 王马斌,冯鸿,袁澍,等. 一种航天诱变凤仙花杂色突变株的快速繁殖[J]. 四川大学学报:自然科学版,2007,44(6):1349-1353.

表 1 奶牛乳清中 C-反应蛋白含量

组别	C-反应蛋白含量 ($\mu\text{g/mL}$)
健康对照组	34.99 \pm 5.58
轻度乳房炎组	49.01 \pm 9.46 **
中度乳房炎组	60.98 \pm 12.64 **
重度乳房炎组	75.75 \pm 9.54 **

注:“**”表示与对照组比较差异极显著($P < 0.01$)。

变化的蛋白,又叫应激敏感蛋白质,C-反应蛋白是急性期蛋白成员之一。CRP 是由以非共价对称连接完全相同的 5 个单体组成,分子量约为 118 ku^[12]。CRP 通过结合具有磷酸基的物质,来识别各种病原体 and 机体受伤或坏死的细胞膜,具有推动组织修复和再生的功能;细菌感染后,CRP 能与病原体结合,激活经典的补体途径,清除异物,杀死病原微生物^[13-14]。安芳兰等研究表明,血清中急性期蛋白的浓度变化可为疾病诊断、预防提供可靠的依据^[15]。伍涛等研究表明,C-反应蛋白在奶牛乳房受到病理损伤时,具有较高的敏感性,当奶牛发生乳房炎时,可以通过测定其血清和乳汁中 C-反应蛋白水平,监测乳房组织的炎症状态^[16]。杨洪森报道,家兔乳头管灌注金黄色葡萄球菌和大肠杆菌后引起家兔乳腺上皮细胞排列改变,腺泡腔扩张显著,腔内分泌物增加,中性粒细胞浸润或崩解,间质小静脉和毛细血管充血,血清中 CRP 含量显著升高^[17]。本试验结果表明,患隐性乳房炎奶牛乳清中 CRP 含量极显著高于健康对照组,随着隐性乳房炎病情加剧乳汁中 CRP 含量逐渐升高,与王洪伟报道的患乳房炎奶牛血清中 CRP 变化基本一致^[18]。在临床兽医学领域针对我国奶牛隐性高发病率和诊断技术相对落后的情况下,利用乳清中 CRP 变化的特点,开展早期快速诊断将具有广阔的研究空间和发展前景。

本研究表明,乳清中 CRP 含量变化与隐性乳房炎发病具有一定相关性,随着乳腺炎症加剧和乳汁体细胞数增加,乳清中 CRP 含量显著升高。

参考文献:

- [1] 吴美玲,付静涛,王江涛,等. 影响奶牛隐性乳房炎发病率的主要因素[J]. 黑龙江畜牧兽医,2014,2(4):49-50.
- [2] 杨永昌,王北宁. C 反应蛋白的临床研究进展[J]. 中国误诊学杂志,2007,7(4):693-695.

(上接第 197 页)

- [58] 苏秀芳,蓝金. 凤仙花的化学成分及药理活性研究进展[J]. 广西民族师范学院学报,2010,27(3):13-15.
- [59] 陈彩莲. 浅述凤仙的临床应用[J]. 中国民间疗法,2007,15(3):28-29.
- [60] 周瑞琴. 凤仙花药理作用研究进展[J]. 中国社区医师:医学专业,2011,13(25):37-38.
- [61] 马红梅,张耀辉,陈小兰. 凤仙花茎不同提取物对细菌的抑制作用[J]. 河南农业科学,2012,41(1):126-128.
- [62] 廖敏,于秀霞,阮期平,等. 航天诱变凤仙花种子抗菌肽的分离纯化及抗菌活性研究初报[J]. 时珍国医国药,2009,20(11):2781-2782.
- [63] 刘思曼,王秀峰,边清泉,等. 凤仙花植株不同部位微量元素含

- [3] Thomas L. 临床实验诊断学[M]//吕元,朱汉民,沈霞,等译. 上海:上海科学技术出版社,2004:677-682.
- [4] Eisenhardt S U, Thiele J R, Bannasch H, et al. C-reactive protein: how conformational changes influence inflammatory properties[J]. Cell Cycle,2009,8(23):3885-3892.
- [5] Black S, Kushner I, Samols D, et al. C-reactive protein[J]. Journal of Biological Chemistry,2004,279:48487-48490.
- [6] 李强,黄月艳,林娜,等. 化脓性脑膜炎患儿血清及脑脊液中 C 反应蛋白变化及临床意义[J]. 中国实用儿科杂志,2005,20(3):171-172.
- [7] Zwaka T P, Hombach V, Torzewski J. C-reactive protein-mediated low density lipoprotein uptake by macrophages - Implications for atherosclerosis[J]. Circulation,2001,103(9):1194-1197.
- [8] 覃桂林,秦孺子. C 反应蛋白与心房颤动[J]. 中国分子心脏病学杂志,2005,5(4):613-615.
- [9] Kinjo K, S A S, Ohnishi Y, et al. Impact of high-sensitivity C-reactive protein on predicting long-term mortality of acute myocardial infarction[J]. American Journal of Cardiology,2003,91(8):931-935.
- [10] 韩姁,牛秀敏. C 反应蛋白与妊娠期糖尿病的研究进展[J]. 国外医学:妇产科学分册,2006,33(1):20-23.
- [11] 吴少卿,文道林,曹文平. 血清降钙素原和 C-反应蛋白在细菌感染性疾病诊断中的意义[J]. 中国现代医药杂志,2009,11(4):66-68.
- [12] Eckersall P D. Acute phase proteins: form, function and analysis [R]. American College of Veterinary Pathologists and American Society for Veterinary Clinical Pathology. Tucson, Arizona, 2006.
- [13] Mold C, Gewurz H, Clos T W. Regulation of complement activation by C-reactive protein [J]. Immunopharmacology, 1999, 42: 23-30.
- [14] 伍涛. 乳房炎奶牛乳汁体细胞数与主要急性期蛋白和相关酶的相关性研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2008:57.
- [15] 安芳兰,杨保田,董文教,等. 急性期蛋白的研究进展[J]. 现代生物医学进展,2009,9(1):195-198.
- [16] 伍涛,刘莉莉,杜然华,等. 急性期蛋白及其在奶牛乳房炎发展中的作用[J]. 中国奶牛,2010,20(3):30-33.
- [17] 杨洪森. 家兔乳房炎模型建立及对机体内抗氧化指标和急性期蛋白表达的影响[D]. 雅安:四川农业大学,2011:45.
- [18] 王洪伟. 不同程度奶牛乳腺炎乳中相关酶与急性蛋白的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2010:35-36.

量的比较分析[J]. 化学研究与应用,2010,22(1):111-114.

- [64] 罗英,边清泉,孙建厅,等. 火焰原子吸收光谱法测定凤仙花中 15 种微量元素含量[J]. 分析实验室,2009,28(12):22-25.
- [65] 罗英,罗明华. 航天诱导凤仙花 SP₄ 植株 10 种微量元素含量变化[J]. 绵阳师范学院学报,2010,29(5):57-60.
- [66] 王东升,黄江丽,张志红,等. 凤仙花植株乙醇浸提液和固体粉剂对瘤胃体外发酵代谢参数的影响[J]. 草业学报,2013,22(2):87-93.
- [67] 刘涵,高增平,石钱. 散沫花、凤仙花的化学成分及其在化妆品中的应用现状[J]. 中国药业,2014,23(1):90-92.
- [68] 陈段芬,张岩,方正. 新几内亚凤仙花瓣发育过程中花色素苷及其相关生化物质含量的研究[J]. 河北农业大学学报,2008,31(3):28-32.