

菊花护肤功效及其在化妆品中的应用研究进展

刘慧雅¹ 黄子锋² 胡智仁¹ 李志美¹ 王凤兰^{1,3*}

1 仲恺农业工程学院 2 东莞市农业科学研究中心 3 广州市花都区仲花现代农业研究院

DOI:10.12238/as.v5i4.2185

[摘要] 菊花为药食同源植物,其富含对人体皮肤有益的功效性成分,可将菊花提取物应用于天然化妆品的开发。本文综述了菊花的防晒、美白、抗氧化、抗衰老功效,并历数了菊花护肤功效在化妆品中的应用,以期在菊花在化妆品领域的开发提供思路。

[关键词] 菊花; 提取物; 护肤功效; 化妆品开发

中图分类号: S682.1+1 **文献标识码:** A

Research Progress on Skin Care Efficacy and Application in Cosmetics of Chrysanthemum Morifolium Ramat

Huiya Liu¹ Zifeng Huang² Zhiren Hu¹ Zhimei Li¹ Fenglan Wang^{1,3*}

1 Zhongkai University of Agriculture and Engineering 2 Dongguan Agricultural Science Research Center

3 Zhonghua Modern Agriculture Research Institute, Huadu District, Guangzhou

[Abstract] Chrysanthemum morifolium ramat is a medicinal and edible homologous plant, which is rich in functional ingredients that are beneficial to human skin. Chrysanthemum morifolium ramat extract can be used in the development of natural cosmetics. This paper summarizes the sunscreen, whitening, anti-oxidation and anti-aging effects of chrysanthemum, and enumerates the application of chrysanthemum skin care effects in cosmetics, in order to provide ideas for the development of chrysanthemum in the field of cosmetics.

[Key words] chrysanthemum morifolium ramat; extracts; skin care efficacy; cosmetic development

引言

菊花(*Chrysanthemum morifolium* Ramat.)是菊科菊属多年生宿根草本植物,其可入药治病,为一药食同源植物,在我国各地均有广泛栽培。除传统的驱风败火、清肝明目之作用外,菊花本身有着良好的生物活性,因其储藏黄酮类化合物、有机酸类化合物、植物挥发油、人体所需的微量元素、维生素E等,菊花能起到抗菌、抗炎、抗氧化、抗病毒作用。菊花作为我国培植历史最悠远的名花之一,其经野生演变成人工培育,再由田园种植供饮食药用过渡到庭园栽培供展览玩赏。《本草纲目》论菊花:“苗可蔬、叶可啜、花可饷、根实可药,囊之可枕,酿之可饮。”在菊花的观赏价值备受瞩目的当下,古人餐落英、饮菊酒、啜菊花茶、用菊药的风尚也应得到延伸,而菊花在化妆品方面的价值更是不容小觑。含天然植物提取物的化妆品被视为是更营养、更健康的,天然植物活性成分不仅效能多重、适用面广,在对抗紫外线、抗色素沉积、抗氧化、抗衰老等多种药理活性方面具安全、高效等特点,对人体可谓无毒害副作用或是副作用微乎其微,因此开发含菊花提取物的化妆品前景广阔。目前对菊花护肤功效的系统归纳梳理还未见到,本文就菊花的防晒、美白、抗氧化、抗衰老功效进行综述,并列了菊花在相应化妆品中的应用,

以期于菊花提取物在化妆品领域的进一步推展提供思路。

1 菊花的防晒功效及应用

1.1 菊花的紫外线吸收能力。在自然界中,太阳光的紫外线是一种电磁波,可透过皮肤对人体造成损害,其辐射范围划分为UVA(320nm~400nm,低频长波)、UVB(280nm~320nm中频中波)、UVC(200nm~280nm,高频短波)三个区间^[1]。UVC一般会被臭氧层阻隔,UVA与UVB则为致伤皮肤的主体,会引起皮肤晒黑、灼伤。过量摄取紫外线将导致皮肤松弛,皱纹、斑点显现直至老化^[2]。评价防晒性能的主要方法是防晒因子(SPF)法和紫外吸光度法,检验紫外吸光度的方法分为溶剂法、薄膜法和胶带法。因植物中的防晒成分通常为可吸收紫外光的透光物质,现多采取紫外吸光度法检验天然防晒剂的紫外吸收能力,通过测定植物提取物在不同光谱下吸收紫外线波长及吸光度值,即可确定该植物的防晒效果。而超声波提取法在提取植物防晒成分中,具有加快植物防晒成分溶于溶剂,提高提取效率,减少提取损耗的特点^[1,3-4]。菊花可作为天然防晒剂,其防晒能力已得到一定的验证。

陈淑映等^[3]采用紫外分光光度法和超声波提取法提取,对100种常用中草药50%乙醇提取液的防晒能力进行了探究,其中菊花在UVC段的平均紫外线吸收率为91.8%,UVB段为90.0%,UVA

段为62.2%, 因其在UVC与UVB范围的平均紫外线吸收率均达90%以上, 断定菊花具有良好的广谱防晒能力。赵二劳等将紫外线吸光度作为指标, 通过超声辅助提取法, 测定出以50%乙醇提取的菊花提取液在紫外线光谱三区皆有较好的防晒性能, 说明菊花中含有丰富的有效防晒成分^[4]。在Gonsalves等^[5]的报道中, 表明菊花的乙醇和水提取物均在295nm处显示出良好的紫外线吸光度。赵强等^[6]研究发现菊花具有较强的防晒作用, 通过加权综合评分法, 检测菊花提取液在UVC、UVB和UVA区的平均吸光度, 得到菊花的加权综合评分为99.43; 并确定了超声辅助提取法提取菊花中防晒成分物质的最佳工艺条件: 溶剂为浓度70%的乙醇, 料液比1:70(g/mL), 超声功率240 W, 提取温度60℃。

1.2 菊花在防晒化妆品中的应用。随着人们对防止紫外线光源辐射认知的不断提高, 防晒化妆品已跻身成为不可或缺的日用品。防晒化妆品防晒剂通常分为化学防晒的紫外线吸收剂和物理防晒的紫外线屏蔽剂两类^[7]。而含有天然植物防晒成分的防晒化妆品, 因其具有吸收紫外线能力、低刺激性、有害副作用少兼多重护肤功效^[8], 愈来愈受到研发的注重与消费市场的欢迎。含菊花提取物防晒霜的制备是按照防晒霜配方将油相与水相加热均匀溶解, 再加入菊花提取物混溶, 同时加入防晒剂尼泊金甲酯, 降温至45℃时停止乳化的一系列过程, 冷却至室温后即得含有菊花提取物的防晒化妆品^[8]。郑革^[8]利用微波辅助法对菊花中的有效防晒成分进行提取, 将菊花提取物加入防晒乳液的水相中, 制得的防晒乳液在UVB范围有较强的吸收并且性能稳定。徐陞梅等以黄芩和菊花为原料进行萃取, 发现按6:4的比例即黄芩提取物0.12g/L, 菊花提取物0.08g/L进行复配研制的防晒剂在UVB段的紫外吸收曲线全覆盖, 显示出其高效、广谱的防晒效果^[9]。

2 菊花的美白功效及应用

2.1 菊花的美白作用。随着人们健康护肤意识的不断更新, 传统美白化合物如熊果苷、抗坏血酸、壬二酸等^[10]已不足以满足护肤群体的要求, 而含天然美白成分的化妆品更能赢得消费者的青睐。目前, 通常认为是通过抑制黑素细胞增殖和抑制酪氨酸酶活性这两种途径来实现天然植物提取物的美白作用的^[11]。

2.1.1 菊花对黑素细胞增殖的抑制作用。黑色素是一类被定义为色素的化合物, 黑色素的生物合成主要发生于黑色素细胞内部, 黑色素由酪氨酸酶(TYR)、多巴异构酶(TRP-1)、DHICA氧化酶(TRP-2)、过氧化物酶四种黑色素形成酶主导或协作产生^[12-14]。黑色素由皮肤表皮基底层的黑素细胞产生, 黑素细胞的黑色素生成能力导致皮肤颜色出现差异^[15]。黑色素虽然能防止光照中紫外线产生的伤害, 但黑色素也与痘印、斑点、色素沉积有关, 抑制黑素细胞增殖以阻碍黑色素的产生是皮肤美白的一种途径。

Ying^[16]将黄体酮(20mg/kg)通过肌肉注射或紫外线辐射至雌性小鼠中, 建立胆囊模型以研究杭州菊花、当归、丹参提取物的抗氧化和祛黄褐斑功能, 结果发现杭州菊花、当归、丹参提取物能显著提高雌性小鼠皮肤和肝脏中的GSH-Px和SOD活性, 降低酪氨酸酶和MDA含量, 并在裸鼠模型观察到黑色素生成减少, 说

明这些提取物均能够在不同程度上抑制黑素细胞增殖。

2.1.2 菊花对酪氨酸酶活性的抑制作用。酪氨酸酶是一种与皮肤色素沉积有关的含铜酶, 其主要参与了黑色素的生物合成^[17]。黑色素在正常生理或受外界刺激的情况下, 酪氨酸经酪氨酸酶催化氧化作用变为多巴, 多巴则自动氧化生成多巴醌与多巴色素, 5-6二羟基吲哚(DHI)、5-6二羟基吲哚羧酸(DHICA)为多巴色素的氧化物, 分别在酪氨酸酶和DHICA氧化酶的作用下最终形成黑色素^[15]。因此, 抑制酪氨酸酶活性是减少黑色素生成的关键。目前多采用体外筛选途径来评估筛选物的酪氨酸酶抑制活性。酪氨酸或多巴作为酶底物经酪氨酸酶催化产生多巴色素, 而多巴色素具吸光性, 通过测定多巴色素的吸光度可筛选出酪氨酸酶抑制剂^[18-19]。

几项研究表明, 菊花具有较佳的酪氨酸酶抑制活性。刑婷婷^[20]通过酪氨酸酶抑制试验证实了黄山贡菊的美白能力, 其对酪氨酸酶活性有良好的抑制效果, 并以B16-F10细胞为美白活性评价模型, 发现黄山贡菊提取物在低浓度时对细胞几乎无损害, 还能有效地使细胞内黑色素含量降低, 说明黄山贡菊可望应用于美白化妆品范畴。Chen等^[21]研究发现以纯水为溶剂获取的台湾杭菊一号提取物具有最高的酪氨酸酶抑制活性, 达39.34±0.03%, 其次是乙醇提取物37.67±0.03%, 表明台湾杭菊一号的纯水(10g/200mL热水)提取物或乙醇(10g/40mL95%乙醇)提取物可用于美白功能性成分的开发。

2.2 菊花在美白化妆品中的应用。市面上绝大多数的美白化妆品是以酪氨酸酶抑制剂为主^[14]。Choi等^[22]试验分析了菊花提取物抑制酪氨酸酶活性的能力, 并将含有0.5%菊花水提取物添加至美容霜的化妆品配方中, 进行了进一步的人体评价试验。试验结果显示菊花甲醇提取物和水提取物对酪氨酸酶活性都有显著的抑制效果, 其中, 甲醇提取物的抑制作用与广为人知的美白剂曲酸相当; 此外, 日常使用含0.5%菊花水提取物的膏霜能够使受试者面部皮肤的黑色素含量随时间增加而有利减少。从这些结果可以看出, 菊花提取物能够充当新型天然皮肤美白剂。

3 菊花的抗氧化功效及应用

3.1 菊花的抗氧化活性。天然抗氧化成分存在于许多植物体内, 因其安全高效、天然无毒, 寻找和开发天然抗氧化剂依然是当下的主流。以植物提取物作为来源的天然抗氧化剂可应用于化妆品领域, 主要为多酚类、多糖类、黄酮类、皂甙类、鞣质类、褪黑素类等化合物^[23-24]。基于不同机理的体外抗氧化活性检测法已普遍应用于检测天然抗氧化剂。检测天然抗氧化剂清除自由基的能力是通过测定样品对自由基的清除能力来反映其抗氧化能力, 主要方法有DPPH自由基清除能力、ABTS自由基清除能力、羟自由基($\cdot\text{OH}$)清除能力、超氧阴离子(O_2^-)清除能力, 其中DPPH法快速简便, 广泛应用于评价天然抗氧化剂的抗氧化活性。此外, 还可以通过检测天然抗氧化剂的还原能力来显示其抗氧化活性, 如铁离子还原能力(FRAP), 常用于检测天然抗氧化剂的抗氧化能力^[25]。菊花能够清除自由基, 抗氧化活性能力较强^[26]。菊花含有多酚、多糖、黄酮、挥发油、有机酸等有效

成分,其中黄酮类化合物与有机酸类化合物是影响菊花抗氧化活性的重要功能性成分,其间存在一定的相关性,而菊花多糖、挥发油也具清除自由基能力^[27-31]。在近二十年(2000~2020年)的文献中,大量研究结果充分验证了菊花具备很好的抗氧化活性,说明菊花作为天然抗氧化剂的有一定的潜力。

黄酮类化合物抗氧化活性突出,而菊花中黄酮类成分的含量最高^[26-32]。张尔贤等^[27]的试验结果表明菊花黄酮类化合物能够清除·OH和超氧阴离子,有着较强的抗氧化能力,并认为菊花抗氧化活性与黄酮类化合物的含量有关。王婷婷等则分别测定了贡菊、杭白菊、亳菊、滁菊的黄酮类化合物含量及其抗氧化活性,发现贡菊的T-AOC能力,清除·OH和DPPH自由基的能力均为最优,在考察黄酮类化合物与其抗氧化活性的相关性时,证实了两者之间存在相关性^[33]。孔琪等^[23]确证了菊花黄酮类化合物对猪油的氧化起明显抑制作用。李雪晖研究了杭白菊多糖与黄酮提取物的抗氧化活性,发现杭白菊粗多糖对多种自由基均有一定的清除力,用DPPH法测定杭白菊黄酮提取物的抗氧化活性,结果显示其抗氧化活性较强^[30]。在Yang等的文章中,采用两种常见的体外测定法DPPH和FRAP评估了三个品种菊花挥发油的抗氧化活性,发现它们都具有清除DPPH自由基活性的能力,但抗氧化活性的结果受测定方法不同而异^[31]。而在最新的研究中,Zhang等^[34]学者建立了一种结合在线HPLC-DPPH、ESI-MS和NIR光谱分析的菊花质量控制方法,通过这种技术即可快速筛选、鉴定和评估菊花的抗氧化活性。

3.2菊花在抗氧化化妆品中的应用。近年来有关菊花抗氧化活性的研究成果颇丰,但将菊花作为天然抗氧化剂添加至化妆品中的应用还很欠缺。Gonsalves等^[5]鉴定出菊花、大丽花和玫瑰提取物花青素含量高、抗氧化活性良好且SPF值高于30,并将这些植物提取物用于制备含杏仁油、蜂蜡的草本护肤霜,该护肤霜有助于应对皮肤干燥问题,还可保护皮肤免受外界环境的伤害。

4 菊花的抗衰老功效及应用

4.1菊花的抗衰老功效。衰老通常被界定为是一个不可逆的生理过程,皮肤老化则最直观地反映着人体衰老。皮肤衰老受遗传、细胞代谢、激素等内源性因素影响,长期光照、污染、电离辐射、化学物质、毒素等外源性因素也会共同支配^[35];在这些因素的综合作用下,导致人体内自由基过度产生,氧化应激接踵而至,而氧化应激与皮肤老化密切相关。大多数具有抗衰老能力的食用花卉可以通过减少氧化应激来对抗衰老,菊花正是如此^[36]。

寿命是评估衰老的指标之一。唐莉莉等^[37]发现菊花能显著延长果蝇的平均寿命、半数死亡时间与最高寿命,从而得出菊花具有抗衰老能力。高源^[38]探讨了开封菊花醇提物及黄酮有效部位对D-半乳糖致衰老小鼠的抗衰老作用及其作用机制,结果显示菊花醇提物及黄酮有效部位能够延缓模型小鼠大脑衰老,改善小鼠衰老体征,并有效降低小鼠体内氧化应激水平,这表明菊花发挥了其抗衰老作用。

4.2菊花在抗衰老化妆品中的应用。周菲^[39]将黄山贡菊活性原料用于制备精华液的配方中,并对该精华液的抗衰老性能

作人体功效评价,结论为贡菊精华液具良好的抗衰老效果,对人体皮肤无刺激性且有一定的保湿效果,还可有效减少眼部皮肤皱纹,提高皮肤细腻程度。

5 结语

综上所述,菊花在防晒、美白、抗氧化、抗衰老方面都展现出了出色的潜力。菊花提取物应用于防晒化妆品显示出高效、广谱的防晒效果,应用于美白化妆品能够有效减少皮肤黑色素生成,应用于抗氧化化妆品有助于防止皮肤干燥和外界环境的伤害,应用于抗衰老化妆品可减少皮肤皱纹、提高皮肤细腻度。菊花还具有抗炎^[40]、抑菌^[28]的功效,未来可在头发护理^[41-42]方向加以探讨。当前在市面上几乎未见含菊花提取物的化妆品^[41],因此,将菊花应用于化妆品领域存在很大的发展空间。

6 展望

菊花资源分布广泛,不同产地与加工方法的差异都会影响菊花的品质,仍需大力进行菊花提取物的分离、纯化和鉴定研究,以此确保菊花的提取效率与工艺。因菊花成分复杂,对其活性成分的作用机理尚未厘清,应更多地展开对菊花提取物活性成分作用机制的探索。同时还要补充体外与体内研究来进一步验证其作为化妆品天然添加剂的安全性、稳定性和有效性。探究菊花的护肤功效有利于提升菊花的利用率,增加菊花的产品附加值,将菊花提取物应用于化妆品领域想必是未来的一个发展趋势。

【基金项目】

广东省重点领域研发计划项目(2020B020220009)。

【参考文献】

- [1]杜小豪,徐卫.防晒化妆品防晒效果评价方法——紫外吸光度法的研究[J].日用化学工业,1998,(03):45-48.
- [2]孙晓晨,张放,邵华.紫外线对人体健康影响[J].中国职业医学,2016,43(03):380-383.
- [3]陈淑映,罗德祥,何锦钧,等.100种常用中草药乙醇提取液的防晒性能测定[J].国际医药卫生导报,2005,(06):67-69.
- [4]赵二劳,郭青枝,白建华.几种中草药防晒成分的提取及其性能测定[J].北方园艺,2010,(11):197-198.
- [5]Gonsalves J, Divya A J, Lekha G. Study of anthocyanin content, antioxidant property, UV absorbance & SPF analysis of a few petals[J]. Journal of Advanced Applied Scientific Research,2016,1(3):1-6.
- [6]赵强,高子怡,赵三虎,等.正交试验优化菊花中防晒成分超声辅助提取工艺[J].分子植物育种,2019,17(21):7196-7200.
- [7]郑洪艳,庞建平,苏宁,等.天然植物紫外线防护效果研究[J].香料香精化妆品,2013,(05):33-35+18.
- [8]郑革.含菊花防晒成分防晒乳液的配制[J].辽宁化工,2013,42(04):339-341.
- [9]徐陞梅,倪志华,曾燕茹,等.黄芩和菊花复合防晒剂的性能研究[J].山东化工,2017,46(06):30-31.
- [10]Wang J, Jarrold B, Zhao W, et al. The combination of sucrose dilaurate and sucrose laurate suppresses HMGB1: an

enhancer of melanocyte dendricity and melanosome transfer to keratinocytes[J]. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology,2022,36:3-11.

[11]杨绪娟,周婷,吴文娟,等.植物提取物美白活性成分的研究进展[J].临床皮肤科杂志,2017,46(1):81-83.

[12]Mostert AB. Melanin, the what, the why and the how: An introductory review for materials scientists interested in flexible and versatile polymers[J]. Polymers, 2021,13(10):1670.

[13]Setyawati A, Yamauchi K, Mitsunaga T. Potential of medicinal plants extractives as anti-melanogenesis ingredients[J]. Reviews in Agricultural Science, 2018,6:46-60.

[14]贾爱群,孙洋,王建新.美白剂的发展现状及其黑色素抑制机理的研究进展[J].日用化学工业,2001,31(1):41-44.

[15]吴长机,方一泓,张立萍.植物活性美白成分的研究进展[J].日用化学工业,2021,44(04):49-52+58.

[16]YING J. Inhibition of extracts from Hangzhou Chrysanthemum Flos, Angelicae Sinensis Radix, and Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma on formation of chloasma and their mechanism[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2011:958-962.

[17]Subramanian V, Sahithya D. Preliminary screening of selected plant extracts for anti tyrosinase activity[J]. Journal of Natural Remedies, 2016,16(1):18-21.

[18]Chang T S. An updated review of tyrosinase inhibitors[J]. International journal of molecular sciences, 2009,10(6):2440-2475.

[19]徐敬朴,陶兴隆,郑丽亚.中药材中酪氨酸酶抑制剂筛选方法研究进展[J].新乡医学院学报,2021,38(03):296-300.

[20]邢婷婷.黄山贡菊和短瓣金莲花提取物基于体外水平的护肤功效研究[D].上海应用技术大学,2019.

[21]Chen YH, Yan SL, Wu JY, et al. Analyses of the Compositions, Antioxidant Capacities, and Tyrosinase-Inhibitory Activities of Extracts from Two New Varieties of Chrysanthemum morifolium Ramat Using Four Solvents[J]. Applied Sciences, 2021,11(16):7631.

[22]Choi KT, Kim JH, Cho HT, et al. Dermatologic evaluation of cosmetic formulations containing Chrysanthemum indicum extract[J]. Journal of Cosmetic Dermatology, 2016,15(2):162-168.

[23]孔琪,吴春.菊花黄酮的提取及抗氧化活性研究[J].中草药,2004,35(9):1001-1002.

[24]彭丽倩,陈教全,尹忠浩,等.天然抗氧化剂及其在皮肤科的应用进展[J].中国美容医学,2020,29(06):174-176.

[25]刘志东,郭本恒,王荫榆.抗氧化活性检测方法的研究进展[J].天然产物研究与开发,2008,(03):563-567.

[26]贺志荣,皇甫阳鑫,刘乐,等.菊花抗氧化活性研究进展

[J].绿色科技,2019,(02):128-130.

[27]张尔贤,方黎,张捷,等.菊花提取物的抗氧化活性研究[J].食品科学,2000,(07):6-9.

[28]谢占芳,张倩倩,朱凌佳,等.菊花化学成分及药理活性研究进展[J].河南大学学报(医学版),2015,34(04):290-300.

[29]胡春.菊花总黄酮的提取工艺的优化[J].广州食品工业科技,1996,(02):1-3.

[30]李雪晖.菊花多糖与黄酮提取及抗氧化活性的研究[D].福建农林大学,2014.

[31]Yang L, Nuerbiye A, Cheng P, et al. Analysis of floral volatile components and antioxidant activity of different varieties of Chrysanthemum morifolium[J]. Molecules, 2017,22(10):1790.

[32]张玉,朱玲敏,徐颂文,等.菊花的营养成分、加工制品及香气成分研究进展[J].食品工业,2020,41(04):247-251.

[33]王婷婷,王少康,黄桂玲,等.菊花主要活性成分含量及其抗氧化活性测定[J].食品科学,2013,34(15):95-99.

[34]Zhang Z, Zhang Y, Wang L, et al. On-Line Screening of Natural Antioxidants in Medicinal Chrysanthemum Morifolium Ramat. (Flos Chrysanthemi) and Development of an Integrated Quality Control Method Based on the Antioxidant Activity[J/OL]. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4061606>.

[35]Ganceviciene R, Liakou AI, Theodoridis A, et al. Skin anti-aging strategies[J]. Dermato-endocrinology, 2012,4(3):308-319.

[36]Chen Q, Xu B, Huang W, et al. Edible flowers as functional raw materials: A review on anti-aging properties[J]. Trends in Food Science & Technology, 2020,106:30-47.

[37]唐莉莉,赵建新,胡春,等.菊花提取物抗衰老作用的实验研究[J].无锡轻工大学学报,1996,(02):119-122.

[38]高源.菊花提取物抗衰老作用研究[D].河南大学,2020.

[39]周菲.黄山贡菊活性原料的制备及其在化妆品中的应用[D].上海应用技术大学,2019.

[40]顾瑶华,秦民坚.我国药用菊花的化学及药理学研究新进展[J].中国野生植物资源,2004,(06):7-9.

[41]魏丹丹,常相伟,郭盛,等.菊花及菊资源开发利用及资源价值发现策略[J].中国现代中药,2019,21(01):37-44.

[42]杨嘉萌.植物提取物在化妆品中的应用及展望[J].日用化学工业,2013,43(04):313-316.

作者简介:

刘慧雅(1998--),女,汉族,河南济源人,在读硕士,研究方向:天然植物成分功效与应用。

通讯作者:

王凤兰(1973--),女,壮族,广西武鸣人,博士,副教授,研究方向:园林植物与观赏园艺。