

菊花化学成分及药理作用研究进展

王德胜¹, 黄艳梅^{1*}, 石岩^{2*}, 杨光¹, 魏锋², 马双成²

(1. 国家中药材产品质量监督检验中心, 安徽亳州 236800; 2. 中国食品药品检定研究院, 北京 100050)

摘要 菊花主要含有黄酮类、挥发油类、有机酸类等化学成分, 具有抗炎、抗病毒、抗菌、抗氧化、抗衰老等药理作用, 通过对菊花的化学成分和药理作用研究进行综述, 为菊花资源的合理利用提供依据。

关键词 菊花; 化学成分; 药理作用

中图分类号 R 284 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)23-0009-03

Research Progress on Chemical Constituent and Pharmacological Action of Chrysanthemum

WANG De-sheng¹, HUANG Yan-mei¹, SHI Yan² et al (1. National Quality Supervision Center for Chinese Medicinal Materials Products, Bozhou, Anhui 236800; 2. National Institutes for Food and Drug Control, Beijing 100050)

Abstract Chrysanthemum contains flavonoids, volatile oils, organic acids and other chemical constituents. The pharmacological actions of chrysanthemum are anti-inflammatory, antiviral, antibacterial, antioxidant, anti-aging and so on. Researches on chemical constituents and pharmacological action of chrysanthemum were summarized to provide scientific evidence for the rational utilization.

Key words Chrysanthemum; Chemical constituents; Pharmacological actions

菊花为菊科植物菊 (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) 的干燥头状花序。菊花甘、苦, 微寒, 归肺、肝经, 具有平肝明目、清热解毒的功效, 可用于治疗风热感冒、眼目昏花、目赤肿痛、疮痈肿毒^[1]。菊花品种多样, 其用途各异, 有观赏菊、茶用菊、药用菊和食用菊。药用菊花主要分布于我国的安徽、浙江、江苏、河南、河北及四川等的丘陵、山地及平原地区, 其中安徽的黄山、滁州及亳州, 浙江的桐乡, 江苏的射阳, 河南的武陟, 河北的安国等地栽培种植较多。《中国药典》2015 年版一部收载了亳菊、滁菊、贡菊、杭菊和怀菊^[1]。由于菊花的产地及种属的差异, 其化学成分及含量各不相同。菊花是药食两用的物品, 在中国为仅次于茶叶和咖啡的第三大饮品。菊花的消炎、抗菌、降血压、降血脂等药理活性与其中所含的酚酸类化合物和黄酮类化合物及挥发油等化学成分密切相关。因此, 菊花中化学成分及药理作用的研究越来越受到人们的重视。

笔者分析近 20 年来关于菊花的文献报道, 并对其中的化学成分及药理作用方面的研究进展综述如下。

1 菊花的化学成分及其分析检测进展

1.1 黄酮类 黄酮类化合物是药用菊花的主要活性成分, 与菊花的药理药效密切相关, 其含量高低也是评价中药菊花的主要标志^[2-3]。菊花中含有的黄酮类化合物主要有槲皮素、木犀草苷、木犀草素、芹菜素和金合欢素-7-O-β-D 葡萄糖苷等^[4-10]。张维冰等^[4]采用超高效液相色谱串联质谱系统, 建立测定菊花中多酚类化合物的方法, 通过数据分析, 鉴定滁菊、贡菊、亳菊和杭菊中 32 种多酚类化合物。结果表明: 4 种菊花不仅多酚类化合物的含量差异明显, 其组成成分

也有较大差异。苏涅等^[5]建立了同时测定菊花中的山柰酚、金合欢素和木犀草素等 6 种化合物含量的 HPLC 方法及指纹图谱检测方法。黄艳梅等^[6]利用 HPLC 同时测定不同产地菊花中 14 种活性物质, 并进行聚类分析及主成分分析。袁琦等^[7]用 HPLC 法同时测定菊花样品中槲皮素、绿原酸、黄芩苷 3 种活性成分含量。程宏英等^[8]采用高效液相色谱法测定了 12 个菊花样品中绿原酸、槲皮素、黄芩苷、木犀草素和柯因 5 种活性成分的含量, 建立菊花样品指纹图谱, 并进行聚类分析, 结果和实际样品种属区分一致, 为样品的质量控制和菊花种属区分提供依据。高学玲等^[9]采用 60% 甲醇超声提取样品, 以 0.1% 甲酸乙腈水溶液进行梯度洗脱, 测定了黄山贡菊花、茎、叶中酚类物质, 分析表明黄山贡菊花中含有绿原酸、4,5-二咖啡酰基奎宁酸、3,5-二咖啡酰基奎宁酸及 3,4,5-三咖啡酰基奎宁酸等多种酚酸类化合物。王亮等^[10]建立 HPLC 法测定昆仑雪菊及杭菊、贡菊中主要活性成分绿原酸、木犀草苷、槲皮苷和 3,5-二咖啡酰基奎宁酸含量。结果表明: 3 种菊花主要化学成分相近, 但是 4 种主要活性成分含量有明显差异。造成这种差异可能是由于昆仑雪菊与贡菊、杭菊是同科不同属的植物, 贡菊和杭菊虽然为同科同属中药材, 但是活性成分含量有差异, 可能是由于产地、种质及加工方法不同所致。

1.2 挥发油类 挥发油 (volatile oils) 又称精油 (essential Oils), 是一类存在于植物中常温下能挥发、能随水蒸气蒸馏、与水不相溶的具有芳香气味的油状液体的总称。挥发油为混合物, 其组分比较复杂, 主要包括芳香族成分、萜类成分、脂肪成分。主要以萜类成分为主。挥发油多为无色或淡黄色油状液体, 大多具有特殊的香气或者辛辣味。比重在 0.85~1.18, 沸点 70~300 ℃, 易挥发, 易溶于醚类、氯仿、无水乙醇、二硫化碳及脂肪油中, 较难溶于水。菊花的挥发油主要含有脂肪族类化合物、单萜、倍半萜及其含氧衍生物^[11]。单萜类化合物主要以樟脑、桉叶素、龙脑、芳樟醇等型化合物为主。

郭昌洪等^[12]分别依次用水蒸气、乙酸乙酯提取和萃取

基金项目 国家质量监督检验检疫总局科技计划项目 (2015QK098); 亳州市科技攻关项目 (BK2015009)。

作者简介 王德胜 (1962—), 男, 安徽亳州人, 高级工程师, 从事中药材、食品及化工质量标准研究。* 通讯作者, 黄艳梅, 正高级工程师, 硕士, 从事中药材食品质量检测研究; 石岩, 研究员, 博士, 从事中药质量评价与控制研究。

收稿日期 2018-06-07

菊花中挥发油成分,经气相色谱-质谱分析,结果确认 1-甲基-5-亚甲基-8-异丙基-1,6 环癸二烯 (15.78%)、萜澄茄醇 (2.89%)、1-乙酸冰片酯 (2.26%)、右旋龙脑 (1.93%)、榄香烯 (1.46%) 及棕榈酸 (1.02%) 等 24 个化合物。王亚君等^[13]依据《中国药典》一部提取安徽产菊花(黄药菊、滁菊、早贡菊、晚贡菊、大亳菊和小亳菊)中挥发油成分,GC-MS 鉴定其化学成分,确认松油醇、顺式-石竹烯、氧化石竹烯、龙脑、龙脑酯、樟脑烯、1R-樟脑等化合物为安徽产菊花样品中挥发油的共有成分。郭巧生等^[14]测定杭菊花挥发油中共有成分,主要有 A-姜黄烯、桉脑、冰片、安息香酸苄酯等,其中桉脑含量最高,分别占挥发油总量的 10% 以上,为杭菊花挥发油中最具特征的化学物质活性成分。段宾宾等^[15]通过 GC-MS 分析从水蒸气蒸馏法提取的挥发油和酶法提取的挥发油成分的差异。

1.3 有机酸类 菊花中含有绿原酸、4,5-二咖啡酰基奎宁酸^[6]、3,5-二咖啡酰基奎宁酸、3,4,5--三咖啡酰基奎宁酸^[16]、咖啡酸^[17-18]等多种有机酸。卫生部药品标准收录的 170 多种具有清热解毒、消炎抗菌的中成药中,绿原酸为主要成分。

1.4 萜醌类 菊花中含有一部分萜醌类成分,张健等^[19]从菊花中分离得到大黄素、大黄酚和大黄素甲醚等萜醌类化合物。

1.5 微量元素和重金属 现代科学研究表明,植物药材生长不仅需要必需的营养元素,还能有选择地吸收、富集一些人体所必需的有益的微量元素。这是中药材功效的重要物质基础之一^[20]。微量元素含量虽然在人体内很低,但是生理功能却比较广泛,可以作为众多生物大分子的关键组成部分参与到人体的多种代谢活动,对维持人体机体正常的生理活动发挥着必不可少的作用^[21]。中药材中微量元素的成分、含量与其生长的土壤、环境有关,从而导致药效的不同。药物功效与微量元素在植物体内及汤剂中的形态和相互作用密切相关。因此,研究中草药中的微量元素可为阐述传统的药理、毒理以及药品的分类提供依据,对鉴定药品的真伪、中草药的种植及综合开发利用提供指导^[22]。

大量研究表明,中药疗效不仅与其有效成分有关,而且与无机元素的种类、存在状态及含量密切相关。但是有些重金属元素可能对人体产生潜在的威胁,如铅、镉、砷、汞等。重金属污染的来源比较复杂,主要和中药材的种植环境、提取溶媒、工艺设备、加工炮制、储藏运输等相关。有害元素逐渐成为我国中草药行业走出国门的瓶颈。按照目前的国际标准,重金属主要包括铅、镉、砷、汞、铜等。《中国药典》和《药用植物及制剂进出口绿色行业标准》(WM/T 2—2004)^[23]对重金属的限量指标均有规定。因此,建立合理有效、简便灵敏的中药及制剂中金属元素的检测方法对降低中药健康风险、提高中药质量就显得尤为重要。近年来,关于中药材菊花中微量元素的检测有诸多报道。主要的检测方法有原子吸收分光光度法(AAS)、电感耦合等离子体光谱法、电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)及原子荧光分光光度法等。

聂久胜等^[24]采用微波消解对菊花进行样品前处理,建

立利用 ICP-MS 测定不同产地菊花样品中微量元素的方法。结果显示,菊花中 Mg、Fe、Na、Ca、Mn、Cu、Zn、B 的含量丰富。林新花等^[25]采用 AAS 和 ICP-MS 同时测定菊花中多种微量元素。林慧彬等^[26]利用 AAS 和原子荧光分光光度法对菊花的微量元素进行分析测定,结果表明: Sr、Fe、Mn、Co、Cu、Zn、Se 等人体必需的微量元素在不同品种的菊花商品中均含量较高。菊花的药理作用可能与其含有较高的微量元素有关。马晓青等^[27]采用微波消解对菊花进行样品前处理,利用电感耦合等离子体原子发射光谱法测定硫磺熏蒸前后菊花中的重金属及微量元素,发现菊花中 Fe、Mn、Al、Zn 等金属元素含量丰富,硫磺熏蒸前后 S 和 Cu 含量有显著性差异,12 批菊花药材中,部分批次的铅和镉含量超出《中国药典》对重金属的限量指标的规定,并建议应重视菊花中的重金属残留问题。刘丽等^[28]利用 AAS 和原子荧光分光光度计对 4 种白菊花的 5 种重金属元素进行测定。潘兰等^[29]利用 AAS 和原子荧光分光光度法对菊花中各形态重金属进行测定分析,获得对中药提取物生产、中药材的生产、中成药、中药新药研发和安全性评价等具有重要作用的元素信息。符继红等^[30]采用微波消解处理样品,用原子吸收光谱法测定新疆昆仑雪菊中的 Na、Ca、Mg、Fe、Cu、Zn、K、Cr、Co、Se 等 10 种微量元素的含量,发现昆仑雪菊富含对人体有益的微量元素。

1.6 氨基酸类 高学玲等^[31]采用 HPLC 测定了菊花中氨基酸的含量。氨基酸不仅是中药材菊花的重要呈香呈味物质,而且还是菊花的不可缺少的营养成分。分析结果表明,不同品种菊花中均含有 19 种氨基酸,王庆兰等^[32]测定我国菊花中氨基酸含量,结果表明,菊花中均含有谷氨酸、天门冬氨酸、羟脯氨酸等多种氨基酸。木合布力·阿布力孜等^[33]测定了昆仑雪菊中氨基酸的含量,研究表明,昆仑雪菊中均含有 17 种氨基酸,其中谷氨酸和天冬氨酸含量较高。

1.7 农药残留检测 农产品及中药材因为病虫害的侵袭,常常施用大量农药。菊花在栽培种植过程中常受到花叶病、叶枯病、蚜虫、菊天牛、夜蛾类等病虫害危害,因此一些有机磷、有机氯及菊酯类农药被广泛使用,如敌敌畏、甲胺磷、甲拌磷、辛硫磷、毒死蜱、多菌灵、三唑酮、溴氰菊酯、氰戊菊酯、联苯菊酯等,因此不可避免地会产生一定的农药残留问题^[34-39]。菊花的农药残留会严重影响其安全性,不仅不利于人民群众的身体健康,而且会严重制约菊花产业的可持续发展以及其出口贸易等。

黄晓会等^[36]以丙酮和石油醚(1:1)混合溶液为提取溶剂,采用浓硫酸净化的方法,通过气相色谱和电子捕获检测器联用,定量测定出菊花中的 25 种有机氯农药残留。赵维良等^[37]采用 LC-MS/MS 方法在多反应监测(MRM)模式,一次进样同时测定菊花样品中的毒死蜱、二嗪磷、甲胺磷、多菌灵、吡虫啉、甲霜灵、敌百虫、敌敌畏、辛硫磷等 12 种农药残留,其中毒死蜱、多菌灵、吡虫啉等农药在菊花栽培种植过程中使用较为广泛,且多菌灵含量较大,最高可达 5.3 mg/kg。郭华等^[38]以丙酮和石油醚(6:4)混合溶液为提取溶剂,通过气相色谱和电子捕获检测器联用法建立了菊花

中有机氯、有机磷等 12 种农药残留的提取、分离、净化及测定的方法。方翠芬等^[39]用高效液相色谱串联质谱仪对菊花中的农药残留进行定性、定量分析,并与农药质谱数据进行对照,共检出菊花中农药残留 13 种。

1.8 指纹图谱分析 中药指纹图谱可以比较完整地反映中药中化学成分的种类和数量,主要包括色谱法和光谱法,其中以色谱方法应用最广泛。高效液相色谱仪可以检测半数以上的中药材中的化学成分,且随着经验的积累日渐成熟。随着质谱联用技术的普遍使用,中药指纹图谱技术日趋完善。中药指纹图谱使中药的质量控制从少数化学成分含量测定跃升到对中药内在品质的科学、全面地监控,提升了对中药真伪鉴别的质量标准^[56]。

邵清松等^[40]采用高效液相色谱法建立了药用菊花的 HPLC 指纹图谱,对 29 种栽培类型的药用菊花进行测定分析,并使用聚类分析和主成分分析对图谱进行模式识别研究。以保留时间对所测定的药用菊花的色谱峰进行统计,检出 28 个峰,其中共有峰 11 个。刘伟等^[41]采用高效液相色谱建立了 HPLC 怀菊花指纹图谱,以木犀草素作为参比峰,标示出怀菊花的指纹图谱中的共有峰。通过指纹图谱,揭示怀菊花中化学成分含量多少与地域和加工方法密切相关,以及怀菊花与其他种类菊花在化学成分上的独特性。刘伟等^[42]采用 HP-5 毛细管色谱柱 FID 检测器,气相色谱法建立了怀菊花中挥发性成分的指纹图谱分析方法。陈宁等^[43]建立了不同产地野菊花药材的超高效液相特征性指纹图谱。以 4,5-二咖啡酰基奎宁酸为参比峰对菊花样品指纹图谱进行分析。赵玉从等^[44]以 95%乙醇提取,甲醇和水梯度洗脱,建立菊花的 HPLC 指纹图谱,模式识别不同来源的菊花样本,为菊花的品种鉴定和质量控制提供科学依据。刘婷娜等^[45]以乙酸乙酯-甲醇 1:1 提取,乙腈-0.1%乙酸水溶液梯度洗脱,建立了野菊花的 HPLC 图谱,通过保留时间和紫外吸收图谱的分析方法,指认 5 个色谱峰:绿原酸、木犀草苷、芹菜素、木犀草素及蒙花苷。敬应春等^[46]以 50%甲醇为提取溶剂,用 HPLC 法建立了野菊花样品的指纹图谱,获得包含 28 个共有指纹峰的模式图谱。

2 菊花的药理作用研究进展

菊花是临床用药和茶饮料的重要原料。临床上用于风热感冒、目赤肿痛、疮痈肿毒等症的治疗,并可预防感冒、肠炎、高血压、冠心病等多种疾病。菊花主要有以下药理活性。

2.1 抗菌消炎与降温降压作用 李英霞等^[47]探讨菊花的挥发油对白色葡萄球菌、金黄色葡萄球菌有一定的抑制作用。高宏^[48]试验表明亳菊和怀菊具有显著的抗炎作用。戴敏等^[49]研究表明菊花挥发油对动物体温和血压有明显降低作用。

2.2 对心脑血管作用 华波等^[50]对抗白菊药理试验研究表明,杭白菊中黄酮类化合物不仅具有良好的抗氧化能力,而且具有明显的舒张血管和降血脂的作用。董克江等^[51]研究滁菊水提物的抗氧化性,结果显示滁菊对高脂饮食性高血糖病有明显的预防作用。

2.3 抗衰老、抗肿瘤作用 李岳华等^[52]研究野菊花总黄酮

的抗肿瘤作用,结果表明,野菊花总黄酮对肺癌细胞具有抑制并诱导凋亡的作用,而其中的木犀草素、芹菜素和槲皮素等成分具有一定的抗肿瘤作用^[53-55]。

3 总结与展望

菊花品种众多,既可药用,也可食用,在我国人民群众的生活中具有十分重要的地位,因此对其进行深入研究的需求也十分迫切,其质量优劣直接关系到人民群众的切身利益。菊花的化学成分以及药理活性相对比较明确,考虑到其规模化和地域化栽培生产的现状,针对于此的菊花质量控制相关标准仍然需要进一步提高。如具有地域药材特色的怀菊花,作为地理标志产品在 GB/T 20353—2006^[57]中的理化指标仅规定了水分、灰分、挥发油、农药残留、重金属含量及二氧化硫残留量等项目,显然并不足以体现怀菊花的特色,无法有效地控制怀菊花的产品质量,更无法有效地将怀菊花品种标准化。

菊花产品情况复杂,这不仅仅是对于其植物属性而言,它还有一定的历史和地理渊源的情况。对于具有悠久使用历史和广泛应用基础的菊花而言,如何保护好、开发好、使用好,是我们必须面对的,相信在科学的研究、有序地引导以及有效的管理基础上,菊花无论作为食品还是药品的应用必将拥有光明的前景。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 北京:化学工业出版社,2015.
- [2] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草[M]. 上海:上海科学技术出版社,1999.
- [3] 王国强. 全国中草药汇编:第 1 卷[M]. 3 版. 北京:人民卫生出版社,2014:560-562.
- [4] 张维冰,王智聪,张凌怡. 超高效液相色谱-二极阵列检测-串联质谱法测定菊花中的 10 种咖啡酰基奎宁酸和 22 种黄酮类化合物[J]. 分析化学,2013,41(12):1851-1861.
- [5] 苏涅,王京辉,郭洪祺,等. 中药菊花基元特征成分的分析[J]. 药物分析杂志,2016(1):59-67.
- [6] 黄艳梅,石岩,胡云飞,等. HPLC 结合化学分析计量学对不同产地菊花中化学成分的比较分析[J]. 药物分析杂志,2016(11):1941-1951.
- [7] 袁琦,赵辉,蒲晓辉,等. HPLC 法同时测定菊花中绿原酸、黄酮苷和槲皮素的含量[J]. 沈阳药科大学学报,2014(2):112-115.
- [8] 程宏英,冯启余,曹玉华,等. 菊花中活性成分的高效液相色谱测定与指纹图谱研究[J]. 分析科学学报,2007,23(3):257-261.
- [9] 高学玲,申慧,邹明亮. HPLC-MS/MS 法测定黄山贡菊花、叶和茎中酚类物质[J]. 天然产物研究与开发,2013,25(5):637-640.
- [10] 王亮,汪涛,郭巧生,等. 昆仑雪菊与杭菊、贡菊主要活性成分比较[J]. 中国中药杂志,2013,38(20):3442-3445.
- [11] 张菲菲,马永建,孙桂菊. 菊花挥发油研究进展[J]. 食品研究与开发,2009,30(3):162-165.
- [12] 郭昌洪,黄爱华,许汉香. 菊花挥发油成分的 GC-MS 分析[J]. 中国药师,2012,15(3):351-353.
- [13] 王亚君,郭巧生,杨秀伟,等. 安徽产菊花挥发性化学成分的表征分析[J]. 中国中药杂志,2008,33(19):2207-2211.
- [14] 郭巧生,王亚君,杨秀伟,等. 杭菊花挥发性成分的表征分析[J]. 中国中药杂志,2008,33(6):624-627.
- [15] 段宸宸,刘鹏飞,王文基,等. 不同提取方法对怀菊花挥发油成分的影响及挥发油在卷烟加香中的应用[J]. 烟草科技,2011(5):48-52.
- [16] 郭巧生,房海灵,申海进. 不同产地野菊花中绿原酸、咖啡酸与蒙花苷含量[J]. 中国中药杂志,2010,35(9):1160-1162.
- [17] 吴明侠,张贵君. HPLC 法测定野菊花水提取液中有机酸类药效组分的含量[J]. 中国现代药物应用,2008,2(12):10-12.
- [18] 刘慧妍,沈国滨. 一测多评法同时测定野菊花中 7 种成分[J]. 中草药,2017,48(10):2012-2017.

谷 18 的高产奠定了物质基础,使豫谷 18 产量显著高于冀谷 19,增产达到 13.38%。不同部位单码籽粒特征分析显示,豫谷 18 除中部籽粒灌浆较好外,顶部和底部籽粒也得到了很好的充实。综合以上各性状,豫谷 18 的产量结构在一定程

度上体现了高产品种性状间的相互协调。冀谷 19 虽然穗大,但是弱勢籽粒灌浆差、结实率低,导致其高产潜力未能得到发挥。

表 3 豫谷 18 不同部位单码籽粒特性比较
Table 3 Comparison of characteristics of yard grains in different parts of Yugu 18

部位 Parts	豫谷 18 Yugu 18			冀谷 19 Jigu 19			结实率比 CK Seed setting rate compared with CK//%	总粒数是 CK 倍数 Multiple times of total grains comapred with CK
	饱粒数 Full grains 个	结实率 Seed setting rate//%	总粒数 Total grains 个	饱粒数 Full grains 个	结实率 Seed setting rate//%	总粒数 Total grains 个		
底部 Bottom	56	71.35	79	16	55.48	29	28.61	2.70
下部 Lower	81	69.52	117	67	65.06	104	6.86	1.13
中部 Middle	103	75.20	137	56	66.43	84	13.20	1.64
上部 Upper	55	76.22	72	35	70.26	49	8.48	1.46
顶部 Top	32	73.83	43	9	65.22	14	13.20	3.09

参考文献

[1] 闫宏山,刘金荣,王素英,等. 谷子新品种豫谷 18 的选育[J]. 作物杂志, 2012(3):147-148.

[2] 于淑婷,杨延兵,陈二影,等. 华北夏谷区近 30 年来主要谷子育成品种农艺和品质性状演变分析[J]. 山东农业科学,2017,49(2):15-19.

[3] 夏雪岩,代小冬,陈二影,等. 华北夏谷区优质高产谷子品种联合鉴定与评价[J]. 天津农业科学,2016,22(10):106-110.

[4] 陈家敬,鞠乐,强学杰,等. 南阳地区 5 个谷子品种主要农艺性状比较分析[J]. 大麦与谷类科学,2018,35(1):30-32.

[5] 刘金荣,刘海萍,宋中强,等. 豫谷 18 与 2003 年以来华北夏谷审定品种比较分析[J]. 农业科技通讯,2013(7):165-167.

[6] 卢海博,龚学臣,乔永明,等. 张杂谷干物质积累及光合特性的研究[J]. 作物杂志,2014(1):121-124.

[7] 古世禄,马建萍. 谷子(粟)干物质积累分配规律及对产量的贡献[J]. 华北农学报,2002,17(2):30-35.

[8] 冯梦喜,钱晓刚,陈开富. 贵州糯谷子干物质积累与养分需求特征[J]. 贵州农业科学,2009,37(4):28-30.

[9] 管延安,任莲菊,李晓云,等. 不同类型夏谷品种群体发育与干物质积累特点的研究[J]. 山东农业科学,1999(4):13-16.

(上接第 11 页)

[19] 张健,钱大伟,李友宾,等. 菊花的化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发,2006,18(1):71-73.

[20] 程存归,李丹婷,刘幸海,等. 杭白菊与野菊花的微量元素比较研究[J]. 光谱学与光谱分析,2006,26(1):156-158.

[21] 胡广林. 中药微量元素分析[M]. 北京:科学出版社,2014.

[22] 韦薇,朱光辉. 电感耦合等离子体发射光谱仪测定 10 种鼻药中微量元素的研究分析[J]. 微量元素与健康研究,2010,27(1):12-14.

[23] 中国对外贸易经济合作部. 药用植物及制剂进出口绿色行业标准: WM/T 2—2004[S]. 北京:中国对外贸易经济合作部,2005.

[24] 聂久胜,翟宏焱,吴德玲,等. 电感耦合等离子体质谱法分析不同产地菊花中的微量元素[J]. 中药材,2013,36(3):358-360.

[25] 林新花,洪瑞申. 电感耦合等离子体质谱法(ICP-Mass)同时测定菊花中多种微量元素[J]. 中国食品添加剂,2012(3):210-213.

[26] 林慧彬,彭广芳,张素芹,等. 菊花微量元素的研究[J]. 时珍国医国药,1998(3):221.

[27] 王晓青,蔡皓,刘晓,等. 硫磺熏蒸前后中药菊花中金属元素及微量元素的 ICP-AES 检测[J]. 药物分析杂志,2011,31(6):1031-1034.

[28] 刘丽,郭巧生,安琼,等. 药用白菊花 4 个栽培类型农药与重金属残留的比较研究[J]. 中国中药杂志,2003,28(8):711-713.

[29] 潘兰,贾新岳,贾晓光,等. 菊花、大黄中有害元素的形态分析[J]. 中国中药杂志,2011,36(13):1794-1796.

[30] 符继红,史岷山. 新疆昆仑雪菊中微量元素的测定及溶出性研究[J]. 食品科技,2013,38(10):297-300.

[31] 高学玲,贺曼曼,邹敏亮,等. 不同品种药用菊花中游离糖类及游离氨基酸含量的 HPLC 分析[J]. 天然产物研究与开发,2012,24(5):639-643.

[32] 王庆兰,林慧彬,张素芹. 不同菊花氨基酸含量的比较研究[J]. 中国中医药科技,2005,12(4):249.

[33] 木合布力·阿布力孜,张兰,张敏. 昆仑雪菊中氨基酸的含量分析[J]. 医学导报,2011,30(4):431-432.

[35] 金红宇,王莹,兰钧,等. 气相色谱-质谱联用法测定金银花中 192 种农药多残留[J]. 中国药理学杂志,2012,47(8):613-619.

[36] 黄晓会,薛健,徐小龙,等. 气相色谱法测定菊花中 25 种有机氯农药残留量[J]. 分析科学学报,2013,29(3):409-412.

[37] 赵维良,祝明,陈碧莲,等. PSA-LC-MS/MS 法测定菊花药材中 12 种农药残留[J]. 药物分析杂志,2014,34(3):447-452.

[38] 郭华,赵维佳,金射风,等. 中药菊花中 12 种农药残留量的气相色谱检测方法研究[J]. 安全与环境学报,2007,7(2):115-118.

[39] 方翠芬,马临科,陈勇,等. RRLC/MS/MS 测定菊花中农药残留量[J]. 中成药,2012,34(5):883-887.

[40] 邵清松,郭巧生,李育川,等. 药用菊花 HPLC 图谱分析及其模式识别研究[J]. 中草药,2011,42(11):2330-2334.

[41] 刘伟,邢志霞,陈志红,等. 怀菊花 HPLC 指纹图谱的研究[J]. 药物分析杂志,2007,27(8):1178-1181.

[42] 刘伟,邢志霞,陈志红,等. 怀菊花挥发性成分的 GC 指纹图谱研究[J]. 中草药,2007,38(8):1174-1177.

[43] 陈宁,韩永成,刘伟,等. 野菊花的 UPLC 指纹图谱研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2014,20(3):83-85.

[44] 赵玉丛,刘国际,任保增,等. 菊花的 HPLC 指纹图谱研究[J]. 中草药,2005,36(10):1552-1555.

[45] 刘婷娜,朱恩圆,俞桂新,等. 野菊花高效液相色谱指纹图谱及质量评价方法的建立[J]. 时珍国医国药,2009,20(4):823-825.

[46] 敬应春,郭美兰,蔡国琴,等. 野菊花反相高效液相色谱指纹图谱的建立及品质评价[J]. 国际药学研究杂志,2012,39(3):246-250.

[47] 李英霞,王小梅,彭广芳. 不同产地菊花挥发油的抑菌作用[J]. 陕西中医学院学报,1997,20(3):44.

[48] 高宏. 菊花中微量元素对其抗炎作用的影响[J]. 中医药管理杂志,2006,14(1):24-25.

[49] 戴敏,刘青云,李道中,等. 菊花解热、降压作用的物质基础研究[J]. 中药材,2001,24(7):505-506.

[50] 华波,吕圭源. 杭白菊黄酮类化合物的心血管药理实验研究进展[J]. 青岛医药卫生,2006,38(4):282-283.

[51] 董克江,刘均涛,陈岩,等. 滁菊水提物对肥胖症及血脂异常的预防作用[J]. 食品研究与开发,2014,35(4):101-104.

[52] 李岳华,王丽丽,施剑明. 野菊花总黄酮对肺癌细胞 A549 作用研究[J]. 九江学院学报(自然科学版),2014(1):74-77.

[53] 徐统震,孙雪飞,任冬梅,等. 木犀草素抑制肺癌细胞 A549 的增殖及其联合化疗作用[J]. 山东大学学报(医学版),2012,50(7):50-54.

[54] 王晋. 芹菜素对胃癌细胞多药耐药性的影响及其机制[D]. 上海:第二军医大学,2007.

[55] 叶蕙芝,李会婷,李西海,等. 槲皮素对人软骨肉瘤细胞活性的抑制作用[J]. 福建中医药大学学报,2012,22(1):22-24.

[56] 阴小林. 中药指纹图谱数据的统计分析[D]. 长春:东北师范大学,2006.

[57] 闫新富,李小平,郑彩,等. 地理标志产品 怀菊花:GB/T 20353—2006[S]. 北京:中国标准出版社,2006.