

DOI:10.3969/j.issn.1000-9760.2017.04.002

南药广陈皮全球产地生态适宜性分析^{*}

张 鹏 黄双建 李西文[△]

(中国中医科学院中药研究所, 北京 100700)



李西文, 中国中医科学院中药研究所副研究员。2009 年获清华大学医学部 & 北京协和医学院生药学博士学位, 清华大学化学系博士后, 澳门大学访问学者。现任中国中医科学院中药研究所生药研究中心副主任兼中药栽培和鉴定研究室主任。教育部长江学者创新团队成员。

主要从事中药材栽培和分子鉴定研究。主持参与创建了全新的中草药 DNA 条形码鉴定技术体系并纳入 2010 和 2015 版《中国药典》, 为中药材及其种子种苗建立了“基因身份证”解决了千百年来传统药材物种真伪鉴定方法缺陷的难题, 推动中药鉴定学迈入崭新的标准化基因鉴定时代, 2016 年英国药典引入该技术。首次把 DNA 条形码技术和化学指纹图谱相结合, 提出并建立了中药材全程质量追溯二维码技术, 并应用于冬虫夏草、三七和石斛等药材。国际上首次提出并验证 DNA“特异条形码”的学术假设, 用于近缘、易混中药材的真伪鉴定。经过多年攻关, 解决了人参“非林地”栽培产业化瓶颈, 建立了人参无公害种植技术体系。参与完成了我国首个中药材产地适宜性分析系统平台的建立, 并自主研发“药用植物全球产地生态适宜性分析系统”(GMPGIS), 解决了中药材在“哪里种”的问题。基于全基因组, 通过分子辅助育种获得了 2 个中药材新品种。

现兼任 Chinese medicine、药学报青年编委, 中国野生植物保护协会药用植物保育委员会副秘书长、世界中医药学会联合会李时珍医药研究与应用专业委员会常务理事、蒙中药产业技术创新战略联盟专家委员等。主持了包括国家重大新药创制科技重大专项、国家科技支撑计划、国家自然科学基金、国家中药标准化建设项目等 40 余项。发表科研学术论文 100 余篇, 其中国际 SCI 论文 40 余篇; 参编科研著作 6 部。Plant Biotechnology Journal, PLoS One, Planta, Chinese medicine, ECAM 等国际期刊审稿专家, 国家自然科学基金项目评审人, 国家重点研发计划项目评审专家, 入选北京市优秀人才培养计划。获得国家科技进步二等奖 1 项, 国家教育部科技进步一等奖和中华中医药自然科学一等奖各 1 项。

摘 要 目的 广陈皮是“十大广药”之一, 为常用理气药, 且为药食两用之品。本研究以广陈皮道地产区、主产区和野生分布区的 101 个样点为依据, 提取年均温、最冷季均温等 7 个生态指标, 采用“药用植物全球产地生态适宜性区划信息系统”(GMPGIS) 进行广陈皮全球生态适宜性区域分析。结果表明, 广陈皮全球生态相似度区域主要分布在中国、越南、巴西和日本, 国内相似性区域主要集中在广西、广东、江西、福建等省区。同时结合广陈皮道地性及品质指征分析, 开展了广陈皮品质生态学探讨, 为广陈皮引种提供理论指导, 为广陈皮药材的“一带一路”沿线国家或地区的引种以及生产布局规划提供参考依据。

关键词 陈皮; 数字区划; 分布; 引种; 道地性指征

中图分类号: R932 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-9760(2017)08-234-05

^{*} [基金项目] 国家科技支撑计划(2015BAI05B02), 中央科研院所重点研究专项(ZZ10-007)

[△] [通信作者] 李西文, E-mail: xwli@icmm.ac.cn

The analysis on global ecological adaptability of *Citrus reticulata* "Chachi"

ZHANG Peng, HUANG Shuangjian, LI Xiwen[△]

(Institute of Chinese Materia Medica, Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China)

Abstract: The suitable producing area of "Guangchenpi", genuine medicinal materials of *Citrus reticulata* Pericarpium, had been analyzed by the global geographic information system for medicinal plant (GMPGIS) based on 101 sample plots of its original species *Citrus reticulata* "Chachi", while seven key factors including annual mean temperature and mean temperature of the coldest season were considered. The results showed that the predicted suitable area was mainly located in China, Vietnam, Brazil and Japan. While in China, it was mainly located in Guangxi, Guangdong, Jiangxi and Fujian. Some theoretical guidance and evaluating indicators for introduction were elucidated through the genuineness analysis of "Guangchenpi". This study demonstrated that GMPGIS is scientific and valuable, which could provide the reference for the suitable producing area and the introduction of *Citrus reticulata* Pericarpium, especially to the countries along "One Belt, One Road".

Keywords: *Citrus reticulata* pericarpium; Digital division; Distribution; Introduction; Genuine indications

陈皮为芸香科植物橘 *Citrus reticulata* Blanco 及其栽培变种的干燥成熟果皮^[1], 为常用中药材之一, 2010 版《中国药典》收录的 1063 个处方药剂中含陈皮的就有 131 个^[2]。陈皮药材分为“陈皮”和“广陈皮”。广陈皮被历代名医所推崇且被奉为道地药材, 至今已有 700 年历史。广陈皮一般来自橘主要栽培变种之一的茶枝柑 *C. reticulata* 'Chachi', 主产于广东新会, 故又称新会陈皮^[3], 广东新会、四会产量约占总量的 80%。但随着城市经济的快速发展, 陈皮的种植面积骤减, 因此根据生态相似性原理, 开展广陈皮全球产地适宜性分析发现潜在的可替代种植区具有重大现实意义^[4]。

“药用植物全球产地生态适宜性区划信息系统”(global geographic information system for medicinal plant, GMPGIS) 是以地理信息系统 (geographic information system, GIS) 和“中药材产地适宜性分析地理信息系统”(traditional Chinese medicine geographic information system, TCMGIS) 为基础的国际上第一个专业化的药用植物全球产地适宜性分析系统。本研究依据实地采集的广陈皮标本地理信息、标本馆腊叶标本及文献调研分布数据, 依托 GMPGIS 系统, 首次对广陈皮进行全球范围生态适宜产区量化、可视化分析, 并结合道地性和品质特征分析, 为今后广陈皮的扩大种植提供参考。

1 数据和方法

1.1 广陈皮分布点数据

通过查阅《中国植物志》英文修订版 (Flora of China)、中国数字植物标本馆 (Chinese virtual herbarium, CVH)、全球生物多样性信息网络 (global biodiversity information facility, GBIF) 等网站和国内主要植物标本馆及相关文献的查询, 选择广陈皮药材道地产区、主产区和野生分布区的 101 个样点采集生态因子开展全球产地生态适宜性分析。

1.2 生态因子数据

本系统采用的气候数据主要来源于 CliMond 全球生物气候学建模数据库 (CliMond: global climatologies for bioclimatic modelling) 和 WorldClim 全球气候数据库 (WorldClim-Global Climate Data)。土壤数据来自全球土壤数据库 (harmonized world soil database, HWSD)^[5]。本文选取年均温、最热季均温、最冷季均温、年均降水、年均辐射、年均相对湿度和土壤类型共 7 个生态因子用于广陈皮药材的产地适宜性分析。

2 方法

GMPGIS 相似性算法参见《人参全球产地生态适宜性分析及农田栽培选地规范》^[5], 包括数据标准化、相似性聚类分析和栅格重分类。

3 结果分析

基于广陈皮在全球分布区的 101 个样点信息从数据库提取广陈皮生态因子数值范围 (表 1)。依据生态相似性原理, GMPGIS 系统分析得到广陈皮全球最大生态相似度区域分布图。见图 1。

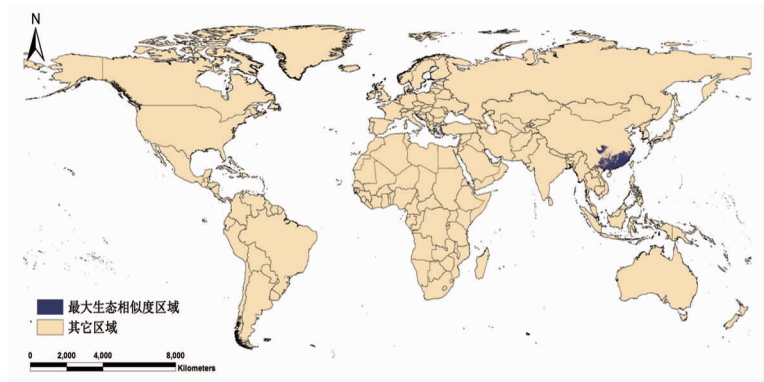


图 1 广陈皮全球最大生态相似度区域分布图

3.1 广陈皮全球最大生态相似度区域分析

从图 1 中可以看出,广陈皮在全球的最大生态相似度区域主要分布在中国,另有小部分区域分布于越南、巴西和日本。其中,中国国内最大生态相似度区域面积约占全球最大生态相似度区域总面积的 92.79%。见图 2。

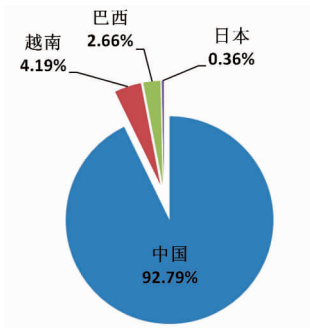


图 2 全球范围内广陈皮最大生态相似度区域面积占比

3.2 广陈皮国内最大生态相似度区域分析

由图 3、图 4 可知,国内广陈皮最适种植面积最大的地区为广西壮族自治区,面积达到 16.35 万平方公里;广东省次之,在福建、贵州、湖南、江西、四川、重庆、云南也有分布。根据此分析结果,结合茶枝柑生物学特性,并综合考虑当地自然条件、经济条件及栽培技术,建议引种植区域主要以广西、广东、福建、湖南、江西等省区为宜。

3.3 广陈皮生态适宜区环境因子分析

橘生物学特征为:常绿小乔木或灌木,喜高温

湿润,不耐寒,稍耐荫,在年均温高的环境中适宜生长,但高温易使其停止生长,低温则造成冻害,宜选择光照充足、降水充裕、地势较高、土层深厚、通气好的沙质壤土中栽培^[6]。由 GMPCIS 系统分析得到的广陈皮主要生长区域生态因子范围如表 1 所示。可以看出,本研究获得的广陈皮主要生长区域的生态因子范围与其生物学特性相吻合。

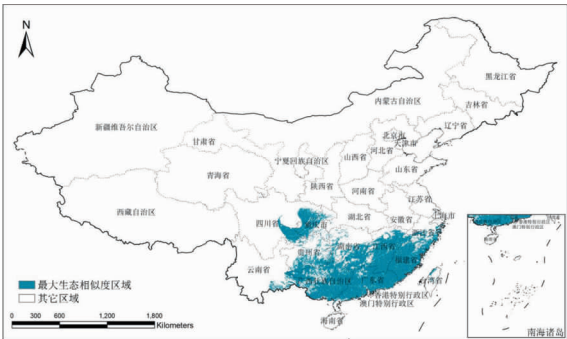


图 3 广陈皮最大生态相似度区域全国分布图

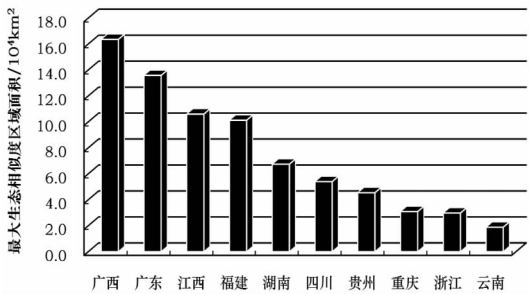


图 4 国内广陈皮最大生态相似度主要区域面积图

表 1 广陈皮全球范围内主要生长区域生态因子值

主要气候因子	最冷季均温/℃	最热季均温/℃	年均温/℃	年均相对湿度/%	年均降雨量/mm	年均日照/(W/m ²)
数值范围	6.5 ~ 16.7	21.8 ~ 29.1	14.9 ~ 23.4	69.5 ~ 77.4	1029 ~ 2287	121 ~ 124
主要土壤类型	强淋溶土、高活性强酸土、人为土、粗骨土等					

4 讨论

4.1 广陈皮道地性分析

芸香科植物有较大的经济价值,大多数是民间草药,有些属、种是经典中药原料,如花椒、吴茱萸、黄檗、白鲜、枳、陈皮等;在陈皮所属的柑橘属中,就有陈皮、化橘红[*C. grandis* ‘Tomentosa’ 或柚 *C. grandis* (L.) Osbeck]、佛手(*Citrus medica* L. var. *sarcodactylis* Swingle)、香橼(枸橼 *C. medica* L. 或香圆 *C. wilsonii* Tanaka)、枳实枳壳(酸橙 *C. aurantium* L. 及其栽培变种)等一系列南药品种,主产于约北纬 33°以南至海南气候较炎热地方^[7]。其中不同的栽培变种经临床应用实践被分为不同的商品等级,如陈皮与广陈皮,甚至归为不同的中药材,如佛手与香橼。

古语云“橘生淮南则为橘,生于淮北则为枳,叶徒相似,其实味不同”,说明产地对橘肉口味影响较大,如入药用则可能影响药材的性味归经,即“水土异也”会影响药材的道地性。不同于枳实枳壳古今药用品种的延续和变迁(基原物种由宋代以前应用的产于北纬 33.8°~34.2°的枸橘 *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. 变为明、清以来南方盛产的酸橙)^[8],陈皮一直以橘 *C. reticulata* 及其栽培变种为正品,道地产区随历史南移并于明朝集中产于广东(“新会”及周边地区)^[9-10],而后一直以广陈皮为道地。因此,长期应用实践已经证实了广陈皮的优良品质,并形成了独特的制作工艺和文化底蕴^[11]。

由此可知,广陈皮的道地性由内因(基因)和外因(生境)等多方面因素决定,同时也不能忽视人为因素,如图 5 所示。

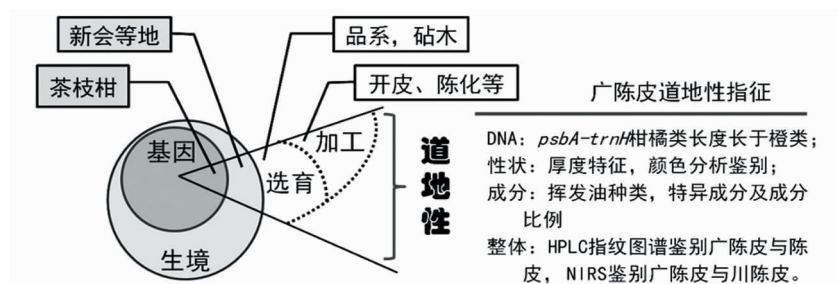


图 5 广陈皮道地性影响因素及指征

4.2 广陈皮道地性品质指征

4.2.1 DNA 特征 杨桂玲等^[12]通过 *trnH-psbA* 序列分析发现广陈皮样本与橙类果皮样本之间有明显的差异,但由于广陈皮所在的柑橘属变种较多,亲缘关系都较近,因此条形码序列不能有效鉴别柑橘内或橙类内样本的差异。

4.2.2 厚薄、颜色等性状 时珍曰“橘皮纹细色红而薄,内多筋脉,其味苦辛;柑皮纹粗色黄而厚,内多白膜,其味辛甘;柚皮最厚而虚,纹更粗,色黄,内多膜无筋,其味甘多辛少”;广陈皮厚度均匀约 1 mm,质较柔软,陈皮厚 1~4 mm,而其近缘物种化橘红、枳实等果皮更厚^[1]。因此,厚度可作为广陈皮道地性的一项指征。李旻等^[13]证明分光测色计获取的颜色信息可实现陈皮药材品种的鉴别。

4.2.3 成分种类及含量 严寒静等^[14]采用 GC-

MS-DS 法对 3 种来源的陈皮挥发油化学成分及含量进行分析,其中茶枝柑鉴定出 20 种(而行柑、蕉柑分别为 11 种和 8 种);另有特异性成分 2-甲氨基-苯甲酸甲酯成分的报道^[15]及独特的成分含量比例(广陈皮中橙皮苷、川陈皮素和橘皮素含量比值为 19:2:1)^[16]。

4.2.4 色谱、光谱整体特征 郭念欣等^[17]建立了广陈皮和陈皮的 HPLC 指纹图谱,并可用于区别陈皮和广陈皮;闫珂巍等^[18]采用近红外光谱技术(NIRS)建立广陈皮的定性分析模型,表明在 4 000~10 000 cm^{-1} 广陈皮和川陈皮能够较好地区分,内部验证准确率高达 100%,外部验证准确率达到 90.91%。

4.3 广陈皮引种区划及评价

中药材引种以气候相似为基本原则,即引种区

与原产区的气候条件相似^[19],依据气候相似性引种是保证药用植物正常生长和药材品质的重要前提。光照、温度、水分作为构成气候条件的主要因子,是中药材产地适宜性评价的主要指标^[20];同时中药材品质与土壤条件密切相关^[21]。因此,本课题组自主研发的药用植物全球产地生态适宜性区划信息系统(GMPGIS),对中药材生长的主要生态因子进行量化和综合分析,以期能科学、快速、准确地预测出与药材道地产区最为相近的区域,从而科学地引导中药材引种、扩种及区划。同时,通过对广陈皮道地性分析,综合考虑品种种质、产地生境及炮制加工等因素,为广陈皮引种提供理论指导,并通过引种后商品药材指征分析进行验证,保障广陈皮高品质药材的原料供应。

本文首次采用 GMPGIS 系统进行广陈皮全球生态适宜性区域分析,并得到了主要分布区域的生态因子范围及最大生态相似度区域分布图,预测所得区域主要分布在中国、巴西、越南等。为广陈皮药材的引种、扩种以及种植区划提供了理论依据。当然,GMPGIS 系统也存在一些不足之处,但随着今后全球气候因子数据库、土壤数据库等各项基础数据库的日益完善,以及对算法、各生态因子研究的进一步深入,药用植物全球产地生态适宜性分析将更加科学合理^[22]。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:199.
- [2] 傅曼琴,肖更生,徐玉娟,等. 广陈皮标准化生产面临的问题与解决对策[J]. 农产品加工·学刊(下), 2014(7):78-79. DOI:10.3969/j.issn.1671-9646(X). 2014.07.053.
- [3] 巩琨. 利用药物分析的组合技术研究“广陈皮”的道地性内涵[D]. 广州:广州中医药大学,2015.
- [4] 魏裕涛,魏佳娜,庞玉思,等. 浅谈道地广陈皮与普通陈皮之差别[J]. 中国民间疗法,2013,21(9):52-53. DOI:10.3969/j.issn.1007-5798.2013.09.050.
- [5] 沈亮,吴杰,李西文,等. 人参全球产地生态适宜性分析及农田栽培选地规范[J]. 中国中药杂志,2016,41(18):3314-3322. DOI:10.4268/cjcm20161802.
- [6] 陈士林. 中国药材产地生态适宜性区划[M]. 北京:科学出版社,2011:1-695.
- [7] 黄成就. 中国植物志·被子植物门·双子叶植物纲·芸香科[M]. 北京:科学出版社,1997,43(2):1-6.
- [8] 谢宗万. 中药品种理论研究[M]. 北京:中国医药出版社,1991.
- [9] 魏莹,杨安全,骆利平,等. 陈皮本草考证[J]. 井冈山大学学报(自然科学版),2013,34(4):74-77. DOI:10.3969/j.issn.1674-8085.2013.04.016.
- [10] 郑小吉,詹晓如,王小平. 陈皮道地性研究近况[J]. 江西中医药,2008,39(7):71-72. DOI:10.3969/j.issn.0411-9584.2008.07.044.
- [11] 林福杰. 新会陈皮文化复兴与发展中的十件事[C]//中国·新会陈皮产业发展论坛主题发言材料.2011.
- [12] 杨桂玲,陈晓妮. 广陈皮 DNA 条形码的初步研究[J]. 广州化工,2015(2):72-73,99. DOI:10.3969/j.issn.1001-9677.2015.02.027.
- [13] 李旻,陈美君,潘欢欢,等. 基于颜色客观化的陈皮药材鉴别[J]. 中国实验方剂学杂志,2016,22(18):31-34.
- [14] 严寒静,房志坚,黄宁,等. 中药陈皮挥发油的成分分析[J]. 广东药学,2001,11(1):17-18. DOI:10.3969/j.issn.1674-229X.2001.01.011.
- [15] 周欣,黄庆华,廖素媚,等. 不同产地陈皮挥发油的对比分析[J]. 今日药学,2009,19(4):43-45.
- [16] 钟永翠,巩琨,徐家能,等. 基于 3 种黄酮类化合物含量比值鉴别广陈皮道地性[J]. 药物分析杂志,2017(1):20-29.
- [17] 郭念欣,李颖春,谢伟桥,等. 广陈皮与陈皮 HPLC 指纹图谱的建立与鉴别[J]. 中国实验方剂学杂志,2011,17(7):90-93. DOI:10.3969/j.issn.1005-9903.2011.07.031.
- [18] 闫珂巍,王福,梅国荣,等. 基于近红外光谱技术快速定性鉴别广陈皮模型的建立[J]. 中草药,2015,46(20):3096-3099. DOI:10.7501/j.issn.0253-2670.2015.20.023.
- [19] 孙成忠,赵润怀,陈士林,等. 基于聚类的空间数据挖掘技术在中药资源分析中的应用[J]. 测绘通报,2008(9):46-49.
- [20] 孙成忠,陈士林,魏建和,等. 基于 GIS 技术的中药材适宜性数值区划划分[J]. 世界科学技术-中医药现代化,2009,11(1):48-53,63. DOI:10.3969/j.issn.1674-3849.2009.01.013.
- [21] 索风梅,陈士林,任德权. 道地药材的产地适宜性研究[J]. 中国中药杂志,2005,30(19):1485-1488. DOI:10.3321/j.issn:1001-5302.2005.19.001.

[22] 孙成忠,刘召芹,陈士林,等. 基于 GIS 的中药材产地适宜性分析系统的设计与实现[J]. 世界科学技术-中医药现代化,2006,8(3):112-117. DOI:10.3969/j.

issn.1674-3849.2006.03.024.

(收稿日期 2017-07-03)

(责任编辑:林琳)

(上接第 233 页)

由图 8 可见,纳米银对革兰氏阳性菌及革兰氏阴性菌均具有一定的抑制效应,而且加入同样量的纳米银,对葡萄球菌的抑菌圈明显大于同等条件下大肠杆菌的抑菌圈,说明纳米银对革兰氏阳性菌的抑菌效果明显优于革兰氏阴性菌。

3 结论

在蒲公英提取液制备纳米银的过程中,最佳工艺条件为:提取液浓度 0.01g/ml、反应温度 85℃、硝酸银浓度 0.005mg/ml、pH 6、时间 2h。

利用生物合成法所得纳米银对革兰氏阳性菌较革兰氏阴性菌具有更强的杀菌效果

利用蒲公英提取液制备纳米银方案可行,且合成路线绿色环保,成本低、效率高,该方法为纳米银及其他贵金属的绿色生物合成提供了依据。

参考文献:

- [1] 吴宗山,胡海洋,任艺,等. 纳米银的抗菌机理研究进展[J]. 化工进展,2015,34(5):1349-1356,1370. DOI:10.16085/j.issn.1000-6613.2015.05.028.
- [2] Sun RW, Chen R, Chung NP, et al. Silver nanoparticles fabricated in Hepes buffer exhibit cytoprotective activities toward HIV-1 infected cells [J]. Chem Commun (Camb), 2005 (40): 5059-5061. DOI: 10.1039/b510984a.
- [3] 林丽,仇佩虹. 纳米银胶标记的 DNA 电化学传感器制备及应用[J]. 温州医学院学报,2008,38(2):170-171. DOI:10.3969/j.issn.1000-2138.2008.02.024.
- [4] Joy Prabu H, Johnson I. Plant-mediated biosynthesis and characterization of silver nanoparticles by leaf extracts of *Tragia involucrata*, *Cymbopogon citronella*, *Solanum verbascofolium* and *Tylophora ovata* [J]. Karbala International Journal of Modern Science, 2015, 1(4): 237-246. DOI:10.1016/j.kijoms.2015.12.003.
- [5] Ghoreishi SM, Behpour M, Khayat Kashani M. Green synthesis of silver and gold nanoparticles using *Rosa damascena* and its primary application in electrochemistry

[J]. Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures, 2011 (1): 97-104. DOI: 10.1016/j.physe.2011.07.008.

- [6] Shankar SS, Ahmad A, Sastry M. Geranium Leaf Assisted Biosynthesis of Silver Nanoparticles [J]. Biotechnology Progress, 2003, 19 (6): 1627-1631. DOI: 10.1021/bp034070w.
- [7] Begum NA, Mondal S, Basu S, et al. Biogenic synthesis of Au and Ag nanoparticles using aqueous solutions of Black Tea leaf extracts [J]. Colloids Surf B Biointerfaces, 2009, 71 (1): 113-118. DOI: 10.1016/j.colsurfb.2009.01.012.
- [8] Patil RS, Kokate MR, Kolekar SS. Bioinspired synthesis of highly stabilized silver nanoparticles using *Ocimum tenuiflorum* leaf extract and their antibacterial activity [J]. Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc, 2012, 91: 234-238. DOI: 10.1016/j.saa.2012.02.009.
- [9] Kasthuri J, Veerapandian S, Rajendiran N. Biological synthesis of silver and gold nanoparticles using apiin as reducing agent [J]. Colloids Surf B Biointerfaces, 2009, 68 (1): 55-60. DOI: 10.1016/j.colsurfb.2008.09.021.
- [10] Ghoreishi SM, Behpour M, Khayat Kashani M. Green synthesis of silver and gold nanoparticles using *Rosa damascena* and its primary application in electrochemistry [J]. Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures, 2011 (1): 97-104. DOI: 10.1016/j.physe.2011.07.008.
- [11] Vijay Kumar PPN, Pammi SVN, Kollu P, et al. Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using *Boerhaavia diffusa* plant extract and their antibacterial activity [J]. Industrial Crops and Products, 2014, 52: 562-566. DOI: 10.1016/j.indcrop.2013.10.050.
- [12] Li ZZ, Chen JF, Liu F, et al. Study of UV-shielding properties of novel porous hollow silica nanoparticle carriers for avermectin [J]. Pest Manag Sci, 2007, 63 (3): 241-246. DOI: 10.1002/ps.1301.

(收稿日期 2017-07-10)

(本文编辑:林琳)