

## · 质量评价 ·

# 中药材质量的本质与评价方法探讨

张南平, 余坤子, 魏锋\*, 马双成\* (中国食品药品检定研究院, 北京 100050)

**摘要** 目的: 为传统中药材质量评价及标准制订提供概念上的依据。方法: 从中医药学的发展过程及影响中药材药性和质量的诸多因素, 对中药材的质量本质以及与天然药物的关系、“地道药材”产生的人文及生态原因作一些探讨。结果: 中药材和民间药虽然都是天然药物, 作为药物, 其性质有时是完全不同的, 中药材是在传统中医理论指导下使用的药物, 其质量评价方法也应根据传统质量评价情况与天然药物或民间药物区别对待。结论: 中药材具有明确的药性(药效谱)、较好的性状质量、较高的有效成分含量, 以及稳定的各成分比例关系, “地道药材”就是其中的典型代表。天然药物和民间药是属于辨病用药的药物, 而不是中医的辨证用药。本文根据中药材质量的内涵, 提出指纹图谱结合成分权重的质量评价模式用于评价中药材的质量。

**关键词:** 中药材; 质量; 评价; 质量本质; 地道药材; 指纹图谱

中图分类号: R282 文献标识码: A 文章编号: 1002-7777(2018)01-0048-06

doi:10.16153/j.1002-7777.2018.01.009

## On the Quality Essence and Evaluation Method of Traditional Chinese Medicinal Materials

Zhang Nanping, Yu Kunzi, Wei Feng\*, Ma Shuangcheng\* (National Institutes for Food and Drug Control, Beijing 100050, China)

**Abstract Objective:** To lay a conceptual basis for the quality evaluation and the standard formulation of traditional Chinese medicinal materials. **Methods:** Discussions were carried out on the quality essence of traditional Chinese medicinal materials and its relations with natural medicines as well as human and ecological reasons for the formation of the “genuine medicinal materials” according to the historical development of traditional Chinese medicines and the factors which affect the property and quality of the traditional Chinese medicinal materials. **Results:** Traditional Chinese medicinal materials are natural medicines like folk medicines, but their natures are sometimes completely different. Chinese herbal medicines are used under the guidance of traditional Chinese medicine theory, therefore their quality evaluation methods should also be based on traditional quality assessment, different from natural medicines or folk medicines. **Conclusion:** Chinese medicinal materials have definite property of medicine, good quality of traits, highly active ingredient content and stable proportion of ingredients. “Genuine medicinal materials” is one of the typical representatives. Natural medicines and folk medicines are disease-related drugs rather than syndrome differentiation and medication. Based on the connotations of the quality of Chinese medicinal materials, this paper put forward a quality evaluation method,

基金名称: 国家新兴产业重大工程包中药标准化项目“槟榔等 20 种中药饮片标准化建设”(编号 ZYBZH-Y-GD-13)

作者简介: 张南平, 副主任药师; 研究方向: 中药鉴定及质量控制; Tel: (010) 67095995; E-mail: zhangnp@sina.com

通信作者: 魏锋, 博士, 研究员; 研究方向: 中药质量控制研究; Tel: (010) 67095432; E-mail: weifeng@nifdc.org.cn

马双成, 博士, 研究员; 研究方向: 中药质量控制和评价研究; Tel: (010) 67095272; E-mail: mase@nifdc.org.cn

of which the combination of fingerprints and the weight of the ingredients were used to evaluate the quality of Chinese medicinal materials.

**Keywords:** traditional Chinese medicinal materials; quality; evaluation; quality essence; genuine medicinal materials; fingerprint

中药材质量的本质是什么，不要说古代，就是在今天，它依然是个需要研究的课题。《中华人民共和国中医药法》对中医药的定义：“中医药是包括汉族和少数民族医药在内的我国各民族医药的统称”。本文所指的中药材特指汉族的中医药，并且只有按中医药学理论使用时，才称中药。现代科学化中药，仍为中药，即可按中医药学理论使用<sup>[1]</sup>。关于中药材药效、化学成分与质量之间的关系，中药界虽然进行了广泛的研究和探讨<sup>[2-3]</sup>，但至今仍未得到科学的阐明。我国《中医药发展战略规划纲要2016-2030》<sup>[4]</sup>提出，充分遵循中医药发展规律，健全完善中药质量标准体系，重点强化中药标准制定。这标志着我国对中药的质量评价研究将有新的起点。本文从传统中医药学的发展历程及影响中药材药性和质量的诸多因素，对中药材质量的本质，以及与天然药物的关系进行探讨，希望在对中药材质量评价进行研究时，能够考虑中药材本质这个特殊的概念。

## 1 对中药材的认识过程

与现代医药学不同，中医药学先有临床实践，然后才有理论，除实践外，没有任何其它指导原则、指导理论。它形成的本身，就是把直观正面经验，经过严格、合理的综合归纳而形成的<sup>[5]</sup>。另一方面，后人长期、大量临床经验的积累也对前人的经验或理论进行了补充、修订，关键是医疗实践结果，是临床疗效。

### 1.1 对中药材品种的认识

我国第一部本草书《神农本草经》记载中药材365种，其中一部分品种，由于临床疗效不佳或带有迷信的成分，随着中医药学的发展被逐渐淘汰了；但有200余味中药材历经数千年，至今仍被广泛使用。经多次调查药材资源，现在我国已有药材12000多种。从《神农本草经》以后，中医使用的中药材品种虽然有的已被淘汰，但整体品种的数量在逐渐增加。

此外，如果民间药有出色的疗效，中医就积极地将其作为自己药箱中的药物予以采用，民间药

被看作中医治疗药的来源，而从草药到中药的历程中，疗效是至关重要的。如从清宫医案可以得知，太医们为了追求疗效，在“无方（药）可用”时，不得不求助于民间草药，其中冬虫夏草、鸡血藤膏是来源于边远高寒山区，而现在已经成为了常用中药<sup>[6]</sup>。日本称中药材为“汉方生药”，由于对中药概念定义或认识的不同，在中国被作为中药使用而在日本被作为民间药使用的生药很多，如老鹳草、车前草、车前子等<sup>[7]</sup>。还有白花蛇舌草，本草书上未见记载，是广东的民间药<sup>[8]</sup>，由于临床疗效较好，中医现在广泛用其治疗肝炎和癌症，甚至开发成了中药注射剂。

### 1.2 对中药材药性的认识

中医药学对中药材药性、品质的评价有定性的，也有定量的，而它们之间的界限是模糊的。随着对中药材药性、功能主治等认识的深入，《神农本草经》中的一些中药材品种逐渐被分成2种或2种以上的药材，如：术分成苍术和白术；木香，有木香、土木香和川木香；芍药分为赤芍与白芍等。此外，部分基原不同的中药材在性状和气味上明显不同，中医药学却并不把它分成2种中药材使用，这种中药材基原的有限多元性产生的主要原因是疗效相近，以及相近的亲缘关系或含有相似的化学成分<sup>[9]</sup>，如淫羊藿、柴胡、龙胆、小木通、石斛等。中医药学对这些品种的中药材药性、质量的了解和掌握部分还停留在定性水平上。随着现代科学的发展，对一些多来源中药材不同物种之间化学成分、药理与功能主治等方面研究的深入，一些品种在现代被分成了2种药材，如：关白附和白附子、红大戟和京大戟、山豆根（广豆根）和北豆根、金银花与山银花、前胡与紫花前胡、粉葛和野葛等。这些都说明中医药学对中药材药性和质量差别的认识是从定性向定量方向发展的。随着中医药学的不断发展，仍将会对中药材品种进行细化、科学化。

由于中药药性很难用药理实验进行验证，因此，有人提出用“药效谱”的概念来表达中药的药性<sup>[10]</sup>。药效谱与中医临床的验证是相呼应的，在某

一特定情况下, 中药显示出某一种或几种药性。但中医药学对中药材药性的认识有许多也是不统一的, 原因之一是中药材品种内(不同的物种或化学型)所含整体化学成分不同造成的。例如: 历代医著对柴胡性味记载的不统一, 导致了“柴胡伤阴”的争论, 但各医著均未对南、北柴胡性味分别描述, 即都把南、北柴胡的性味统一描述。现代研究证实, 南柴胡含较多的挥发油, 挥发油味辛, 故南柴胡可伤阴, 医家用北柴胡治疗肝病, 长期使用未见伤阴, 而用南柴胡者则见损伤肝阴<sup>[11]</sup>。

### 1.3 中药材与民间药的关系

中药材和民间药都是药材或天然药物, 只是在这一点上有共同之处, 作为药物, 其性质有时是完全不同的<sup>[5]</sup>。民间根据经验知道药材的疗效, 什么病用什么样的药材有效, 以这种形式流传下来的便是民间药。民间药基本上是以单味应用的; 而中医药学按照不同的病证, 选定数种中药材配伍成处方进行治疗, 因此, 两者在治病方法上有明显的不同<sup>[12]</sup>。

中医药学先有临床实践, 后有对中药材药性、质量的认识, 且对中药材药性(药效谱)的了解和掌握也仅是药材(用药材这个词是因为药材的范围包括中药材和民间药)整个药效谱的一部分, 不是全部整体的了解。如: 日本使用老鹳草治疗胃病, 而中医用它治疗关节炎, 两者功能主治不同, 这也是中医药与民间药(或其它民族药物)对同一品种药效定位不同的例子。不是说中医不能用老鹳草治疗胃病, 而是不能以治疗胃病的有效成分来评价现在中医使用的老鹳草的质量, 除非有证据说明它们是同一类起效成分。

此外, 葛根被中医用于解肌退热、升津透疹, 中医历来认为粉葛质量优于野葛。现在发现葛根含有的黄酮类(PE)成分具有很好的治疗心脑血管疾病的效果, 但葛根黄酮的药理及临床疗效与葛根是不相同的, 它来源于葛根, 又不同于葛根, 功能为通络活血化痰<sup>[10]</sup>。因此, 葛根现在经常被用于治疗心脑血管疾病, 这是葛根功能主治的新发现, 但这已不是原来意义上的葛根了。因此, 以葛根黄酮含量的高低来评价葛根的质量仍需要进一步的证据。这类问题必须引起中药材质量评价与控制研究者的足够重视。

## 2 对中药材质量的认知过程

道地药材是中医临床使用数量和频率最高的

中药, 是传统公认的且来源于特定产区, 具有中国特色的名优正品中药材, 同时, 也是一个关于中药材品质评价的独特综合标准<sup>[13]</sup>。时至今日, 没有道地药材, 就没有中药, 没有中药, 最终也就没有中医, 以道地药材为代表的中药材质量概念并未消失<sup>[6]</sup>。我国有道地药材约200种, 大部分是经长期驯化、栽培的药用植物, 部分是野生药材, 道地药材的研究已经从生物学、地质地理学、栽培学、化学等多个方面开展了工作, 并取得了很大的成绩<sup>[14-16]</sup>。《国务院关于扶持和促进中医药事业发展的若干意见》提出“建设道地药材良种繁育体系和中药材种植规范化规模化生产基地”。道地药材是中药品质的一个样本, 现代中药品质研究应从道地药材入手<sup>[17]</sup>。道地药材的产生有很多要素, 主要为自然要素与人文要素。因此, 可以把中医药学对道地药材质量的认知作为对中药材质量认知的代表。

### 2.1 道地药材产生的生态原因

每种植物都有在某一生态环境梯度上的最适生存范围, 在此范围内, 植物生长良好, 植物种群按照其自身的生态、生理特性, 占据一定的空间, 执行一定的生态功能, 这就是植物的“生态最适度”<sup>[18]</sup>。在植物的生态最适范围内, 物种最具有竞争力, 种群密度比其他地方大, 药材蓄积量也大。从生物学的空间特征角度分析, 认为“道”在产区的自然状态下常常是属于群集分布的, 称之为“道地药材密度”。例如甘草、麻黄、大黄、防风等, 在其它地方这些植物也能生长, 但在与伴生植物的生态竞争中不占优势, 种群密度就会下降, 结果就是产品缺乏竞争力。如果这些主产地的药材种群密度因各种原因(主要是生态环境改变和采集过度)而下降, 药材的采集成本就会上升, 产量就会下降, 结果作为商品药材同样缺乏竞争优势, 其它中药材产地的疗效相近且便宜的药材就会逐渐代替它。所以有人认为植物生态型是道地药材形成的生物学实质<sup>[19-20]</sup>。生态环境是道地药材产生的基础之一, 过度利用也是产地转移的原因, 如人参产地从上党转为东北, 陕西的甘遂转至山西、细辛转至辽宁, 安徽的白头翁转至东北等都有原产地产量减少才改变产地的原因在内。

另外, 植物除了“生态最适度”外, 还有一个“生理最适度”, 即能使植物发挥其自身全部生

长潜力的最佳环境条件范围。人们为了得到大量的中药材，就会进行引种和栽培，这在古代和现代都是很普遍的现象。人工栽培的环境条件更接近于植物的“生理最适度”，由于植物个体避免了与其他物种种群的竞争，以及生长环境条件的提高，首先植物的外观性状就会产生变异。前几年市场上的丹参药材按标准检验，很多药材的丹参酮含量不符合规定，部分原因就是片面追求产量，导致丹参栓皮变薄，丹参酮含量下降；同样原因，栽培的半夏从野外引种到农田后，由于过分强调栽培技术以提高产量等原因，部分半夏长出了小块茎，外形像掌叶半夏等等；其它还有防风、藁本等根与根茎类药材。栽培的道地药材种质来源于野生药材，但由于长期的人工培育，已部分或完全地不同于野生药材，道地药材研究的结论也证明了这一点。“现代道地论”的核心就是强调物种内质量变异在有些时候大于种间差异，不仅在药材性状上，在化学成分、疗效上也已与原来的野生药材存在一定差别，有些甚至是完全不同，如园参与野山参、地黄与野生地黄、白芍与赤芍、牛膝与野牛膝、白芷之与大活等<sup>[6]</sup>。

## 2.2 道地药材产生的人文原因

传统经验鉴别法对中药材的品质鉴别，是根据药材外观性状所表现出来的特点来判断中药材的真伪优劣，从而阐明其本质，即“辨状论质”<sup>[21-23]</sup>。根据药材的大小、质地、断面、粉性、气味浓淡等判断中药材生长是否健壮、采收加工是否适宜，是有一定科学道理的。此外，中药材作为一种特殊的商品，也具有商品的一般特点，对中药材性状质量就有要求。

“道地药材”的研究还证明，栽培的“道地药材”性状特征和药性已经部分或完全不同于野生药材，如牛膝、川芎、白芷等。从野生到栽培的“道地药材”，中药材的性状和药性（药效谱）发生了逐渐的变异。从反面也可以推理出，中医学同样在逐渐地适应着、认识着中药材，把“道地药材”的性状质量和药性修正或重新定位在一个合理的位置上。也就是说，对中药材性状质量和药性（药效谱）的认识有人文或临床治疗效果的因素在内，是中医学的长期临床结论规定了中药材的质量和药性范围。

中医主要以复方形式使用中药材，考虑到尊

重中医古方配伍的合理性、完整性，对中药材药性（药效谱）的掌握，以及处方使用的剂量，对中药材的化学成分整体一定有一个合理的限度界定。过分强调所谓有效成分含量高的中药材（不同物种、化学型或产地的药材），认为它们的质量好，提倡使用此类中药材，这实际上破坏了中医处方配伍和剂量的合理性。

在新组方或作为单味制剂的原料药，由于组方时已经考虑到有效成分的差异和临床用药的剂量，可以认为有效成分含量高是优质药材。野葛在中医药书藉中一般认为质量不好，如果现在因为它的黄酮类含量高，就认为质量比粉葛好，而全面代替粉葛使用，那全部中医处方的葛根剂量可能都需要进行修改。为了提高产品的有效成分得率和产量，追求药材的高有效成分含量是可以理解的，如野葛作为提取葛根黄酮（愈风宁心片）、银杏叶作为银杏叶制剂的原料药等。但就是在这种情况下，有效成分含量、比例的稳定和均一性仍然是对中药材质量的第一要求。

## 3 中药材质量评价研究探讨

通过对中药材质量概念发展的探讨，可以得出传统中药材质量的本质：具有明确的药性（药效谱）、较好的性状质量、较高的有效成分含量，以及稳定的各成分比例关系。“道地药材”就是其中的典型代表，是中医长期临床使用优选出来的，在特定地区通过一定的生产过程生产的药材。比其它地区所产的同种中药材质量佳、疗效好，且具有较高知名度。而民间药物与天然药物是辨病用药，一般缺乏传统质量评价方法，它的质量评价相对中药材来说较为简单，一切以临床疗效为主，通过谱效关系研究后控制与疗效相关的成分即可。

### 3.1 性状仍是中药材质量评价的重点

中药材作为一种商品对外观性状质量就有必然的要求。中药材性状质量的评价标准在大多数情况下是一致的。因此，在中药材质量标准中，对中药材的性状质量描述规定将长期存在。

随着电子商务的发展与普及，中药材商品的电子商务也呈现迅猛发展的势头。但在缺乏中药材商品规格标准的情况下，通过电子商务平台交易时，买卖双方无法确认商品是否为同一等级，使得买卖双方仍需要多途径的沟通，无法体现出电子商务快速和透明的交易优势。为此，有关单位共同制

定了“中药材商品电子交易规格等级标准”，并于2015年8月试行<sup>[24]</sup>。

传统经验鉴别方法在评价中药材质量优劣方面有一定优势，这种方式比单一化学成分评价要全面。但“辨状论质”鉴别质量优劣的客观性也存在一些问题，需要结合现代科学技术来量化“辨状论质”这一中药材经验鉴别的精髓，以主观性结合客观性进行中药材质量评价是值得进一步研究的课题。

### 3.2 指纹图谱结合成分权重的质量评价模式

人们普遍认为测定任何一种活性或指标成分都不能说明中药内在的质量。因此，一种综合的中药质量多指标评价模式，中药指纹图谱应运而生<sup>[25-26]</sup>。此外，中药材谱效关系研究报道也越来越多，但是掌握了与谱效相关的有效成分（群），以这些成分（群）对中药材质量进行控制是否比单一成分评价质量更有科学性呢？随着对中药材进行不同的谱效关系研究，将会发现越来越多的有效成分或有效部位，此时仍将面临多指标评价中药材质量的取舍难题。如何克服中药指纹谱暴露出来的一些问题，即在表现众多成分的指纹峰中，重点控制哪些成分仍然需要进一步研究<sup>[27]</sup>。

多指标决策研究以前一直是系统论研究的课题，是决策者利用已有的信息通过一定的数学方法对一组备选方案（指标）进行排序和优化，近年来被引入中药临床疗效、中药谱效关系研究<sup>[28-32]</sup>。中药材也属于多指标影响的复杂系统，对中药材质量的综合评价也属于多指标决策问题。多指标影响的中药材质量的评价方法通常采用指标权重的方法，包括主观权重法和客观权重法。主观权重法可以根据谱效关系研究确认的药效成分在中医临床上的重要程度对指标赋值。客观赋权法主要有主成分分析法、分层法、多目标优化方法等。

中药材的质量与生长时间、采收季节、药用部位，以及产地或生态环境密切相关，这些影响因素一定会反映在化学成分的含量或比例关系上。因此，本文提出应以中药指纹图谱技术研究“道地药材”或优质药材在不同生长时间、采收季节，以及生态环境内化学成分的动态变化规律，确认指纹图谱的变化范围，再以权重法确认哪些成分或指纹峰是影响质量的主要因素，即以中药材“对照指纹图谱技术”<sup>[33]</sup>结合主要（权重大）影响质量的成分作

为质量评价指标，并以此制定中药材质量标准。以这种方法建立的中药材质量标准克服了现有标准的一些缺陷，提高了标准的科学性，达到控制指标关联药效、指标较少、客观可靠的中药材质量评价方法和标准的要求。

此外，中药材质量评价与标准是两个既有联系又有差异的概念，中药材标准只是为合格品设定的最低门槛，即《中国药典》一部是中药商品进入市场的准入门槛。现有的中药材质量标准对有效（或指标）成分进行限量的标准虽有缺点，但仍具实用价值和存在意义，并将继续存在一段时间。随着科学技术与研究水平的发展，中药材质量标准将能够达到评价中药材质量优劣的目的。但是，必须引起注意的是，在对中药材进行质量评价研究的过程中，必须保证中药学这个研究对象系统性地存在。在没有确切的科学研究结果证明传统中医药学对中药材品质评价的错误之前，应该认为中医药学对中药材质量评价的认识是正确的，不能过分追求所谓的中药材的高有效成分含量，以免破坏中药处方配伍（剂量）的合理性，进而影响中药疗效。

### 参考文献：

- [1] 岳凤先. 中药、西药及相关药物概念内涵的辨析[J]. 浙江中医药大学学报, 2009, 33(5): 623.
- [2] 王峥涛, 徐璐珊, 徐国钧. 中药材质量标准规范化研究的思路[J]. 中药研究与信息, 1999, 1(7): 23.
- [3] 王小如, 孙大海, 庄寺厦, 等. 中药产业现代化的首要问题: 质量控制与安全性评价[J]. 中药研究与信息, 1999, 1(8): 26.
- [4] 国务院. 中医药发展战略规划纲要2016-2030[EB/OL]. [2016-02-22]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-02/26/content\\_5046678.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-02/26/content_5046678.htm).
- [5] 许利平, 徐治国. “中药”不可更名为“天然药物”[J]. 成都中医药大学学报, 2000, 23(1): 1.
- [6] 胡世林. 中国道地药材论丛[M]. 北京: 中医古籍出版社, 1997: 20.
- [7] 柴田承二. 生物活性天然产物[M]. 杨本文, 译. 北京: 人民卫生出版社, 1984: 316.
- [8] 吴修仁. 白花蛇舌草及其鉴别[J]. 药检工作通讯, 1964, 5(4): 213.
- [9] 谢宗万. 论中药材基原的单一性与有限多原性[J]. 中药材, 1990, 13(5): 35.

- [10] 郑有顺. 中药研究与应用[M]. 北京: 军事医学科学出版社, 1999: 60, 80.
- [11] 梁爱华, 薛宝云. 归经实验研究现状及展望[J]. 中国中药杂志, 1996, 21(1): 58.
- [12] 张永文. 关于中药、天然药物概念与范畴的思考[J]. 世界科学技术: 中医药现代化, 2011, 13(5): 925.
- [13] 肖小河, 夏文娟, 陈善壖. 中国道地药材研究概论[J]. 中国中药杂志, 1995, 20(6): 323.
- [14] 黄璐琦, 郭兰萍. 环境胁迫下次生代谢产物的积累及道地药材的形成[J]. 中国中药杂志, 2007, 32(4): 277.
- [15] 黄璐琦, 郭兰萍, 胡娟娟, 等. 道地药材形成的分子机制及其遗传基础[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(20): 2203.
- [16] 万仁甫, 徐伟亚, 王少军, 等. 道地药材发展策略探讨[J]. 中国药房, 2007, 18(9): 641.
- [17] 万德光. 论中药品质理论的继承与创新[J]. 中药与临床, 2010, 1(1): 3.
- [18] 郭纪明, 淮虎银. 药用植物与环境[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 1997: 10.
- [19] 韩邦兴, 彭华胜, 黄璐琦, 等. 中国道地药材研究进展科技进展[J]. 自然杂志, 2011, 33(5): 281.
- [20] 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.
- [21] 谢宗万. 中药品种传统经验鉴别“辨状论质”论[J]. 时珍国药研究, 1994, 5(3): 19.
- [22] 王凌诗, 王良信. 中药材性状特征的质量评价[J]. 中草药, 1999, 30(5): 371.
- [23] 牡丹, 蒋森, 刘海. “辨状论质”发微[J]. 中药与临床, 2012, 3(2): 6.
- [24] 郭宝林, 龙兴超, 甘我挺, 等. 中药材商品电子交易规格等级标准的编制方法和技术特征[J]. 中国现代中药, 2016, (18)11: 1390.
- [25] 张南平, 肖新月, 张萍, 等. 中药材质量评价与标准研究进展[J]. 中药与临床, 2005, 19(1): 47.
- [26] 张萍, 张南平, 肖新月, 等. 人参皂苷类成分的化学分析[J]. 药物分子杂志, 2004, 24(3): 231.
- [27] 陶燕蓉, 陈曦. 中药质量评价技术的国内外研究现状及分析[J]. 中药与临床, 2011, 2(2): 59.
- [28] 丛林虎, 徐廷学, 董琪, 等. 基于改进证据理论的导弹状态评估方法[J]. 系统工程与电子技术, 2016, 38(1): 60.
- [29] 李佳龙, 阎威武, 白晓慧, 等. 基于数据驱动与信息增益率多指标决策模型的生活饮用水水质评估[J]. 大连理工大学学报, 2016, 56(1): 92.
- [30] 邵敏, 汪钦生, 曾振明. 肝肾阴虚型骨质疏松症综合疗效评价新方法: 多指标权重系数法[J]. 中国骨质疏松杂志, 2014, 20(8): 930.
- [31] 马瑞娟, 苗明三. 一种中药药效的多指标评价新方法: 综合权重法[J]. 中药新药与临床药理, 2011, 22(5): 569.
- [32] 刘凡, 彭亚璐, 张志勇. 主成分分析在多指标评价方面的应用[J]. 甘肃科学学报, 2014, (6): 134.
- [33] 张南平, 肖新月, 张萍, 等. 建立中药“对照指纹图谱”的可行性探讨[J]. 中国药事, 2003, 17(6): 347.

(收稿日期 2017年5月8日 编辑 王雅雯)