

白茅根药材及配方颗粒的HPLC指纹图谱研究

刘梅¹, 王祥培², 何小梅¹, 吴红梅^{1*}

¹贵州中医药大学药学院, 贵州 贵阳

²贵州民族大学民族医药学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2023年5月11日; 录用日期: 2023年6月20日; 发布日期: 2023年6月30日

摘要

目的: 建立高效液相指纹图谱, 为白茅根药材及其颗粒的质量评价提供理论依据。方法: 采用HPLC-PDA检测, 色谱柱Diamonsil C18 (4.6 mm × 250 mm 5 μm), 流速1.0 mL·min⁻¹, 检测波长320 nm, 流动相为乙腈-0.1%磷酸水, 梯度洗脱, 利用相似度评价软件和聚类分析对白茅根药材与配方颗粒样品进行分析。结果: 以白茅根水溶性成分进行指纹图谱研究, 白茅根药材与配方颗粒图谱同时导入相似度评价软件, 10批白茅根药材的相似度均大于0.912, 10批配方颗粒的相似度均大于0.944, 药材与配方颗粒有18个共有峰, 相似度在0.915~0.972范围内; 聚类分析结果表明, 白茅根药材和配方颗粒分别聚为两类。结论: 建立的白茅根药材和配方颗粒的HPLC指纹图谱分析方法灵敏, 稳定性好, 重复性高, 体现了白茅根药材和配方颗粒的整体化学成分特征, 为白茅根药材和配方颗粒的质量评价提供依据。

关键词

白茅根, 配方颗粒, 高效液相指纹图谱

Study on HPLC Fingerprint of *Imperata cylindrica* Medicinal Material and Formula Granules

Mei Liu¹, Xiangpei Wang², Xiaomei He¹, Hongmei Wu^{1*}

¹School of Pharmacy, Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang Guizhou

²School of Chinese Ethnic Medicine, Guizhou Minzu University, Guiyang Guizhou

Received: May 11th, 2023; accepted: Jun. 20th, 2023; published: Jun. 30th, 2023

*通讯作者。

文章引用: 刘梅, 王祥培, 何小梅, 吴红梅. 白茅根药材及配方颗粒的 HPLC 指纹图谱研究[J]. 中医学, 2023, 12(6): 1397-1406. DOI: 10.12677/tcm.2023.126210

Abstract

Objective: To establish a high-performance liquid chromatography (HPLC) fingerprint to provide a theoretical basis for the quality evaluation of *Imperata cylindrica* medicinal material and its granules. **Method:** HPLC-PDA method was adopted. Chromatographic column Diamonsil C18 (4.6 mm × 250 mm 5 μm), flow rate of 1.0 mL·min⁻¹, detection wavelength of 320 nm, mobile phase of acetonitrile and 0.1% phosphoric acid water, gradient elution, gradient elution. Then, similarity evaluation software and cluster analysis were used to analyze the *Imperata cylindrica* medicinal material and formula particle samples. **Result:** Fingerprint analysis was conducted on the water-soluble components of *Imperata cylindrica* and its granules, and the fingerprint of *Imperata cylindrica* and its granules were simultaneously imported into the similarity evaluation software. The similarity of 10 batches of *Imperata cylindrica* medicinal materials was greater than 0.912, and the similarity of 10 batches of granules was greater than 0.944, there are 18 common peaks between the medicinal herbs and the formula particles, with a similarity range of 0.915 to 0.972; the clustering analysis results indicated that the medicinal materials and formula particles of *Imperata cylindrica* were clustered into two categories, respectively. **Conclusion:** The established HPLC fingerprint analysis method for *Imperata cylindrica* medicinal herb and formula granules is sensitive, stable, and highly reproducible, reflecting the overall chemical composition characteristics of *Imperata cylindrica* medicinal herb and formula granules, providing a basis for the quality evaluation of *Imperata cylindrica* medicinal herb and formula granules.

Keywords

Imperata cylindrica, Formula Granules, HPLC Fingerprint

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

白茅根源于禾本科植物白茅 *Imperata cylindrica* Beauv. var. *major* (Nees) C. E. Hubb. 的干燥根茎, 具有凉血止血、清热利尿的功效[1]。白茅根为常用中药, 药用历史悠久, 常用于保肝, 其临床使用频率较高[2]。白茅根药材的化学成分丰富多样, 有文献记载从该植物中分离得到的化学成分有糖类、三萜类、有机酸类及黄酮类[3] [4] [5]等, 并且有文献报道白茅根具有增强免疫力[6]、抗氧化[7]、抗肝肿瘤[8]等药理作用。为了便于临床用药方便, 随症加减, 将白茅根中药饮片经过提取、浓缩等现代工艺制成中药配方颗粒, 可供患者直接服用, 具有质量稳定, 便于调配等优势[9]。目前市场上所流通的白茅根药材由于采收地、采收时间等多种因素的影响可能导致其药材和配方颗粒的质量存在差异。中药指纹图谱具有综合性、整体性、可量化性等多种特点, 是一种专属性强的分析鉴别手段, 可以实现对中药配方颗粒安全性、有效性的整体质量控制, 在中药制剂质量控制方面被广泛应用[10] [11]。虽然有文献对白茅根药材和白茅根配方颗粒分别采用指纹图谱进行研究[12] [13], 但目前尚无对白茅根药材与配方颗粒二者进行质量相关性研究的报道。因此, 本研究采用高效液相色谱法建立 10 批市售白茅根药材和 10 批白茅根配方颗粒的 HPLC 指纹图谱, 以期对白茅根药材及其配方颗粒的质量评价提供参考依据。

2. 材料与仪器

2.1. 材料

白茅根由实验室自行购买, 经贵州民族大学王祥培教授鉴定为禾本科植物白茅(*Imperata cylindrica* Beauv. var. *major* (Nees) C. E. Hubb.)的根茎, 白茅根药材及配方颗粒样品见表 1。

Table 1. Serial numbers, sample names, and sources of different batches of *Imperata cylindrica* medicinal materials and formula granules

表 1. 不同批次的白茅根药材和配方颗粒的序号、样品名和来源

样品序号	样品名	来源
S1	白茅根药材	和思源药房
S2	白茅根药材	一品药业
S3	白茅根药材	天一大药房
S4	白茅根药材	一树药业
S5	白茅根药材	乐仁堂药房
S6	白茅根药材	福安康药业
S7	白茅根药材	同仁堂药房
S8	白茅根药材	芝林大药房
S9	白茅根药材	同济堂药业有限公司
S10	白茅根药材	德昌祥药业有限公司
S11	白茅根配方颗粒	广东一方制药有限公司
S12	白茅根配方颗粒	广东一方制药有限公司
S13	白茅根配方颗粒	广东一方制药有限公司
S14	白茅根配方颗粒	广东一方制药有限公司
S15	白茅根配方颗粒	广东一方制药有限公司
S16	白茅根配方颗粒	广东一方制药有限公司
S17	白茅根配方颗粒	广东一方制药有限公司
S18	白茅根配方颗粒	广东一方制药有限公司
S19	白茅根配方颗粒	广东一方制药有限公司
S20	白茅根配方颗粒	广东一方制药有限公司

2.2. 试剂与仪器

2.2.1. 试剂

甲醇分析纯(国药集团化学试剂有限公司), 乙腈为色谱纯(国药集团化学试剂有限公司), 磷酸分析纯(国药集团化学试剂有限公司), 哇哈哈水(贵阳娃哈哈集团有限公司)。

2.2.2. 仪器

Waters HPLC (美国 Waters 公司, 包括四元高压梯度泵、自动进样器、柱温箱、PDA 检测器、Empower

色谱工作站);《中药色谱指纹图谱相似度评价系统 A 版》(国家药典委员会 2004 A 版);粉碎机(型号:800Y,永康市铂欧五金制品有限公司);电子天平(型号:FA10048,上海市安亭电子仪器厂);AL204-IC/万分之一分析天平(METTLERTOLEDO 仪器有限公司)。

3. 方法

3.1. 供试品溶液的制备

取 10 批白茅根药材,粉碎,各取约 15.0 g,精密称定,加 10 倍量水煎煮两次,合并水煎液,减压浓缩至 25 mL,量取 10 mL 蒸干,用 50% 甲醇 20 mL 溶解,0.45 μm 微孔滤膜滤过,取续滤液作为供试品溶液。取 10 批白茅根配方颗粒,研细,各取约 2.5 g,精密称定,按药材供试品溶液制备方法制备白茅根配方颗粒供试品溶液。

3.2. 色谱条件

采用 HPLC-PDA 检测,色谱柱 Diamonsil C18 (4.6 mm \times 250 mm 5 μm),流速 1.0 mL/min⁻¹,检测波长 320 nm,柱温 30 $^{\circ}\text{C}$,进样量 10 μL ,梯度洗脱条件见表 2。

Table 2. Gradient elution conditions

表 2. 梯度洗脱条件

时间(t)	流动相 A (乙腈)	流动相 B (0.1% 磷酸水)
0~23	5%~12%	95%~88%
23~55	12%~20.5%	88%~79.5%
55~60	20.5%~5%	79.5%~95%
60~70	5%~5%	95%~95%

3.3. 方法学考察

3.3.1. 精密度试验

取白茅根药材(S1)供试品溶液,按确定的色谱条件连续进样 6 次,计算各共有峰的相对保留时间和相对峰面积的 RSD 均小于 3.0%,表明仪器精密度良好。

3.3.2. 精密度试验

取白茅根药材(S1)供试品溶液,按确定的色谱条件分别于 0, 2, 4, 8, 12 和 24 h 进样测定,计算各共有峰的相对保留时间和相对峰面积的 RSD 均小于 3.0%,表明样品溶液稳定性好。

3.3.3. 重复性试验

取白茅根药材样品 6 份,按 3.1 项下制备 6 份供试品溶液,按 3.2 项下色谱条件分别进样,计算各共有峰的相对保留时间和相对峰面积的 RSD 均小于 3.0%,表明该方法重复性良好。

3.4. 高效液相指纹图谱的构建

3.4.1. 白茅根药材及白茅根配方颗粒指纹图谱的建立

分别取 10 批白茅根药材和配方颗粒样品精密称定,按“3.1”项下的方法制备分析样品,按“3.2”项下的色谱条件进行检测分析,将所得到的色谱图数据文件导入中药指纹图谱相似度评价系统,得到白茅根和白茅根配方颗粒的 HPLC 指纹图谱,结果见图 1~6。

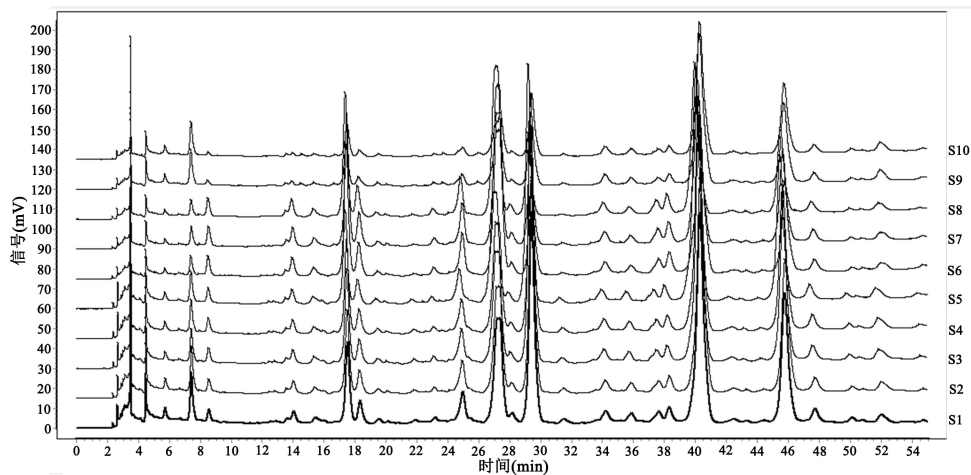


Figure 1. HPLC fingerprint of 10 batches of *Imperata cylindrica* medicinal materials

图 1. 10 批白茅根药材 HPLC 指纹图谱

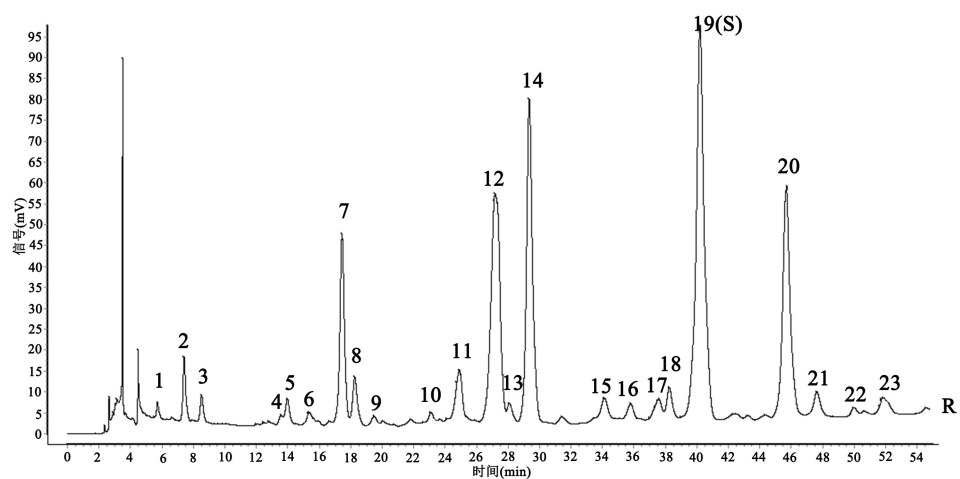


Figure 2. Common pattern of HPLC fingerprint of *Imperata cylindrica* medicinal materials (Peak 19 as the control peak)

图 2. 白茅根药材 HPLC 指纹图谱共有模式图(19 号峰为对照峰)

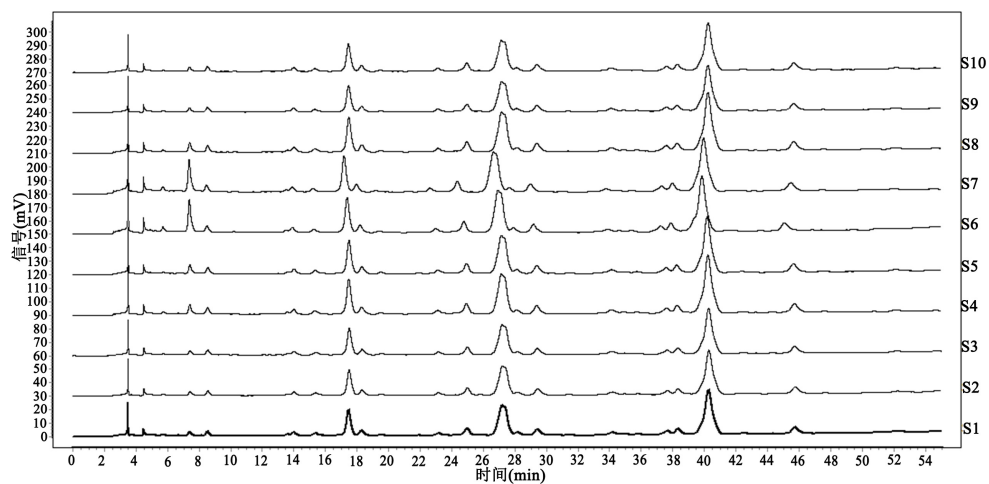


Figure 3. HPLC fingerprint of 10 batches of *Imperata cylindrica* granules

图 3. 10 批白茅根配方颗粒 HPLC 指纹图谱

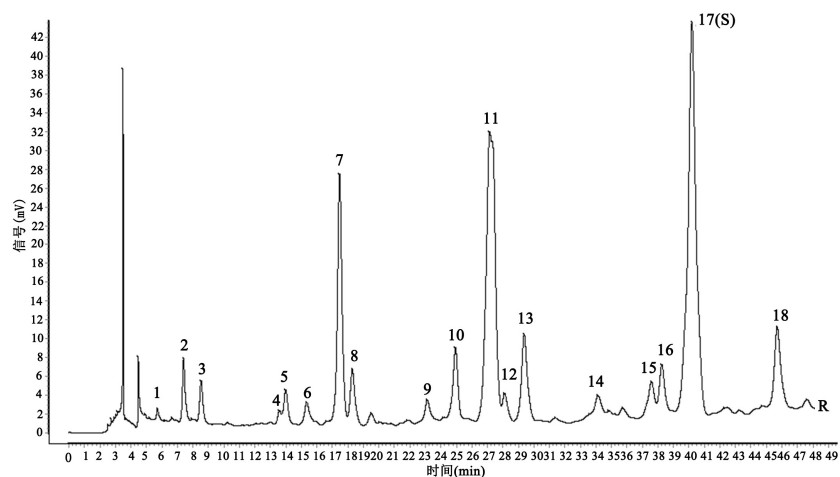


Figure 4. Common pattern of HPLC fingerprint of *Imperata cylindrica* granules (Peak 17 as the control peak)
图 4. 白茅根配方颗粒 HPLC 指纹图谱共有模式图(17 号峰为对照峰)

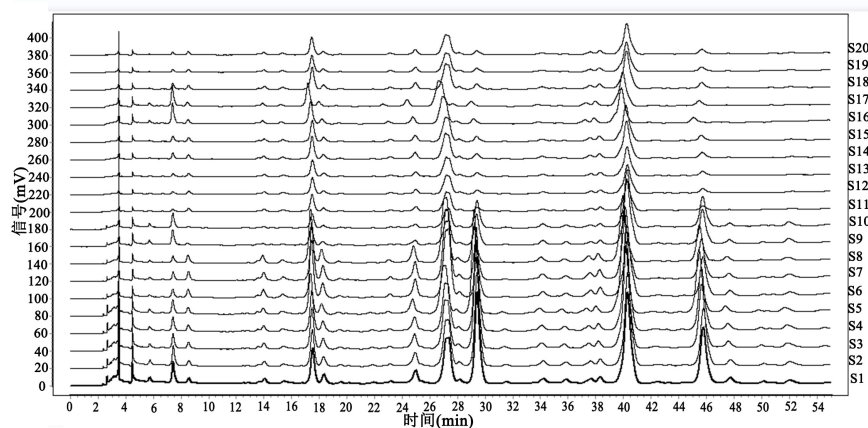


Figure 5. HPLC Fingerprint of *Imperata cylindrica* and granules (S1~S10: *Imperata cylindrica* medicinal materials; S11~S20: *Imperata cylindrica* granules)
图 5. 白茅根药材及配方颗粒的 HPLC 指纹图谱(S1~S10: 白茅根药材; S11~S20: 白茅根配方颗粒)

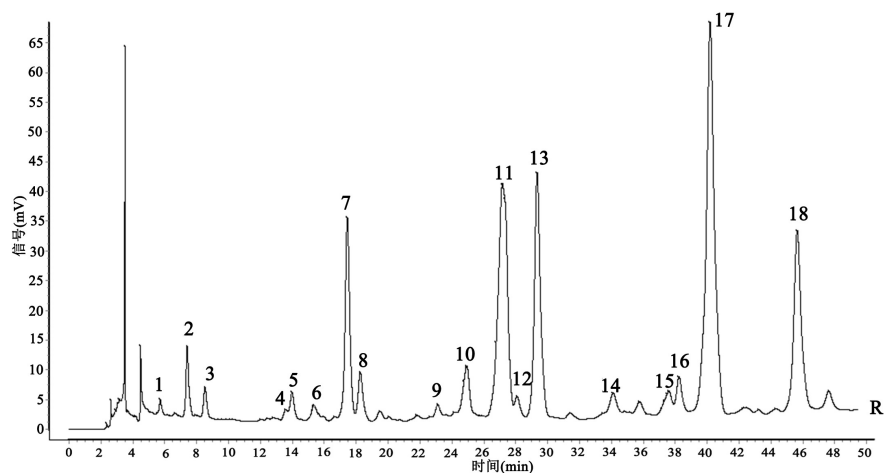


Figure 6. Common pattern of HPLC fingerprint of *Imperata cylindrica* medicinal materials and granules
图 6. 白茅根药材及颗粒 HPLC 指纹图谱共有模式图

3.4.2. 共有峰的确定

白茅根药材及其配方颗粒的指纹图谱中, 10 批白茅根药材确定共有色谱峰有 23 个, 10 批白茅根配方颗粒确定共有色谱峰有 18 个, 白茅根药材及配方颗粒确定共有峰有 18 个, 结果见图 2、图 4、图 6。以峰形好、较稳定的白茅根药材及配方颗粒的共有峰(17 号)为参照峰, 从而计算它们的相对保留时间和相对峰面积, 见表 3、表 4。

Table 3. Relative retention time of common peaks in HPLC fingerprint of *Imperata cylindrica* and granules
表 3. 白茅根药材与颗粒 HPLC 指纹图谱共有峰的相对保留时间

共有峰	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	s11	s12	s13	s14	s15	s16	s17	s18	s19	s20
1	0.1424	0.1426	0.1425	0.1423	0.1428	0.1417	0.1427	0.1430	0.1418	0.1421	0.1420	0.1420	0.1423	0.1420	0.1425	0.1431	0.1426	0.1420	0.1419	0.1421
2	0.1846	0.1845	0.1845	0.1843	0.1849	0.1835	0.1850	0.1855	0.1836	0.1839	0.1839	0.1840	0.1841	0.1840	0.1844	0.1852	0.1844	0.1839	0.1837	0.1836
3	0.2127	0.2124	0.2124	0.2120	0.2127	0.2112	0.2126	0.2128	0.2104	0.2116	0.2119	0.2121	0.2121	0.2121	0.2126	0.2132	0.2117	0.2121	0.2119	0.2117
4	0.3385	0.3374	0.3374	0.3373	0.3379	0.3362	0.3378	0.3381	0.3361	0.3373	0.3375	0.3377	0.3384	0.3376	0.3391	0.3389	0.3477	0.3380	0.3376	0.3374
5	0.3489	0.3479	0.3482	0.3478	0.3482	0.3464	0.3482	0.3479	0.3458	0.3477	0.3479	0.3479	0.3484	0.3476	0.3490	0.3488	0.3477	0.3483	0.3476	0.3477
6	0.3829	0.3821	0.3826	0.3819	0.3823	0.3806	0.3832	0.3835	0.3811	0.3820	0.3810	0.3814	0.3821	0.3813	0.3823	0.3826	0.3805	0.3814	0.3811	0.3810
7	0.4351	0.4341	0.4346	0.4342	0.4338	0.4326	0.4347	0.4345	0.4329	0.4341	0.4339	0.4343	0.4347	0.4344	0.4353	0.4360	0.4299	0.4346	0.4341	0.4337
8	0.4552	0.4542	0.4546	0.4544	0.4538	0.4530	0.4548	0.4544	0.4532	0.4543	0.4541	0.4547	0.4553	0.4546	0.4559	0.4565	0.4493	0.4550	0.4547	0.4542
9	0.4852	0.4839	0.4846	0.4843	0.4841	0.4838	0.4850	0.4851	0.4833	0.4851	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	0.5751	0.5742	0.5745	0.5746	0.5738	0.5735	0.5761	0.5766	0.5739	0.5751	0.5747	0.5750	0.5751	0.5744	0.5758	0.5769	0.5662	0.5751	0.5747	0.5742
11	0.6199	0.6188	0.6191	0.6194	0.6183	0.6191	0.6209	0.6209	0.6196	0.6199	0.6204	0.6203	0.6206	0.6197	0.6208	0.6216	0.6097	0.6205	0.6207	0.6200
12	0.6752	0.6779	0.6781	0.6787	0.6775	0.6787	0.6800	0.6803	0.6794	0.6797	0.6751	0.6751	0.6754	0.6746	0.6756	0.6757	0.6667	0.6750	0.6751	0.6745
13	0.6987	0.6977	0.6975	0.6981	0.6972	0.6980	0.7003	0.7012	0.6987	0.6991	0.6991	0.6994	0.6995	0.6987	0.6996	0.6999	0.6921	0.6987	0.6991	0.6983
14	0.7302	0.7295	0.7298	0.7303	0.7295	0.7298	0.7305	0.7304	0.7298	0.7303	0.7302	0.7309	0.7308	0.7303	0.7313	0.7319	0.7253	0.7307	0.7310	0.7305
15	0.8489	0.8485	0.8483	0.8486	0.8481	0.8485	0.8501	0.8518	0.8487	0.8485	0.8486	0.8483	0.8483	0.8484	0.8494	0.8500	0.8454	0.8479	0.8478	0.8469
16	0.8900	0.8897	0.8886	0.8895	0.8881	0.8902	0.8921	0.8942	0.8909	0.8906	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	0.9337	0.9336	0.9328	0.9334	0.9328	0.9343	0.9365	0.9383	0.9344	0.9341	0.9349	0.9349	0.9350	0.9348	0.9352	0.9342	0.9337	0.9347	0.9347	0.9349
18	0.9507	0.9508	0.9500	0.9504	0.9496	0.9513	0.9533	0.9551	0.9518	0.9512	0.9516	0.9516	0.9516	0.9514	0.9520	0.9504	0.9507	0.9515	0.9513	0.9514
19	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
20	1.1360	1.1362	1.1357	1.1354	1.1360	1.1360	1.1368	1.1383	1.1358	1.1356	1.1358	1.1357	1.1353	1.1360	1.1360	1.1313	1.1387	1.1352	1.1354	1.1353
21	1.1845	1.1848	1.1838	1.1833	1.1843	1.1846	1.1863	1.1884	1.1846	1.1840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	1.2437	1.2445	1.2431	1.2431	1.2435	1.2448	1.2472	1.2498	1.2439	1.2438	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	1.2903	1.2911	1.2900	1.2892	1.2909	1.2914	1.2950	1.2980	1.2905	1.2902	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 4. Relative peak area of common peaks in HPLC fingerprint of *Imperata cylindrica* and granules
表 4. 白茅根药材颗粒 HPLC 指纹图谱共有峰的相对峰面积

共有峰	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	s11	s12	s13	s14	s15	s16	s17	s18	s19	s20
1	0.0160	0.0145	0.0104	0.0102	0.0099	0.0077	0.0080	0.0076	0.0165	0.0193	0.0048	0.0048	0.0039	0.0074	0.0068	0.0209	0.0208	0.0071	0.0028	0.0041
2	0.0810	0.0733	0.0490	0.0466	0.0458	0.0385	0.0375	0.0343	0.0823	0.0914	0.0282	0.0300	0.0295	0.0528	0.0530	0.1969	0.1936	0.0514	0.0282	0.0277
3	0.0200	0.0203	0.0225	0.0225	0.0229	0.0470	0.0471	0.0478	0.0098	0.0075	0.0373	0.0362	0.0369	0.0398	0.0394	0.0418	0.0404	0.0392	0.0374	0.0366
4	0.0088	0.0090	0.0096	0.0097	0.0093	0.0135	0.0137	0.0137	0.0078	0.0071	0.0117	0.0127	0.0126	0.0137	0.0127	0.0295	0.0452	0.0130	0.0116	0.0126

Continued

5	0.0288	0.0290	0.0290	0.0292	0.0298	0.0557	0.0560	0.0565	0.0147	0.0115	0.0395	0.0383	0.0395	0.0416	0.0424	0.0474	0.0452	0.0417	0.0395	0.0390
6	0.0137	0.0206	0.0221	0.0230	0.0200	0.0271	0.0277	0.0266	0.0058	0.0041	0.0241	0.0247	0.0219	0.0260	0.0256	0.0248	0.0272	0.0264	0.0240	0.0229
7	0.2248	0.2303	0.2371	0.2358	0.2355	0.4556	0.4581	0.4617	0.1648	0.1474	0.3139	0.3139	0.3168	0.3287	0.3280	0.3446	0.3397	0.3254	0.3151	0.3127
8	0.0660	0.0680	0.0649	0.0647	0.0643	0.1196	0.1211	0.1209	0.0374	0.0321	0.0680	0.0684	0.0695	0.0723	0.0720	0.0774	0.0750	0.0709	0.0692	0.0693
9	0.0130	0.0132	0.0134	0.0137	0.0135	0.0153	0.0161	0.0164	0.0105	0.0078	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	0.0094	0.0095	0.0100	0.0099	0.0097	0.0220	0.0212	0.0211	0.0091	0.0083	0.0254	0.0235	0.0260	0.0286	0.0279	0.0314	0.0333	0.0281	0.0239	0.0226
11	0.0850	0.0857	0.0810	0.0803	0.1009	0.1612	0.1500	0.1502	0.0504	0.0453	0.0900	0.0912	0.0907	0.0962	0.0973	0.1099	0.1149	0.0962	0.0917	0.0903
12	0.2833	0.2707	0.2543	0.2589	0.2562	0.5241	0.5092	0.5158	0.4339	0.3930	0.7305	0.7297	0.7292	0.7553	0.7514	0.8214	0.8054	0.7504	0.7265	0.7211
13	0.0294	0.0297	0.0271	0.0268	0.0268	0.0461	0.0480	0.0481	0.0237	0.0210	0.0419	0.0408	0.0419	0.0457	0.0431	0.0491	0.0483	0.0442	0.0422	0.0399
14	0.0744	0.7435	0.7562	0.7513	0.7502	0.4103	0.4084	0.3992	0.3624	0.3587	0.0890	0.0896	0.0893	0.1029	0.0973	0.0966	0.0957	0.0955	0.0918	0.0866
15	0.0323	0.0329	0.0391	0.0391	0.0388	0.0609	0.0614	0.0565	0.0441	0.0444	0.0317	0.0298	0.0322	0.0320	0.0315	0.0237	0.0252	0.0302	0.0329	0.0294
16	0.0269	0.0268	0.0257	0.0254	0.0257	0.0299	0.0295	0.0290	0.0274	0.0265	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	0.0420	0.0427	0.0405	0.0402	0.0388	0.0703	0.0730	0.0709	0.0323	0.0298	0.0610	0.0570	0.0592	0.0634	0.0691	0.0720	0.0757	0.0665	0.0618	0.0633
18	0.0516	0.0526	0.0482	0.0469	0.0461	0.0905	0.0924	0.0911	0.0400	0.0384	0.0756	0.0732	0.0743	0.0780	0.0802	0.0958	0.0902	0.0778	0.0745	0.0742
19	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
20	0.5652	0.5630	0.5839	0.5814	0.5815	0.4779	0.4813	0.4763	0.4893	0.4871	0.1014	0.1027	0.1037	0.1048	0.1053	0.1016	0.1039	0.1064	0.1003	0.1022
21	0.0432	0.0432	0.0525	0.0511	0.0528	0.0462	0.0486	0.0460	0.0397	0.0374	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	0.0106	0.0120	0.0110	0.0125	0.0129	0.0130	0.0119	0.0057	0.0093	0.0100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	0.0356	0.0371	0.0416	0.0436	0.0410	0.0460	0.0419	0.0413	0.0590	0.0561	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.4.3. 高效液相指纹图谱的相似度

将不同批次白茅根药材、配方颗粒样品以及同时对白茅根药材及配方颗粒的色谱数据使用“中药色谱指纹图谱相似度评价系统 2004A 版”进行处理,时间窗为 0.40,其色谱峰的相似度采用中位数法考察,结果见表 5,表 6。

Table 5. Similarity of *Imperata cylindrica* and similarity of *Imperata cylindrica* granules

表 5. 白茅根药材、白茅根配方颗粒的相似度

白茅根药材	相似度	白茅根配方颗粒	相似度
S1	0.968	S11	0.999
S2	0.967	S12	0.999
S3	0.964	S13	0.999
S4	0.964	S14	0.999
S5	0.960	S15	0.999
S6	0.967	S16	0.947
S7	0.913	S17	0.944
S8	0.912	S18	0.999
S9	0.981	S19	0.998
S10	0.977	S20	0.998

Table 6. Comparison of similarity between *Imperata cylindrica* medicinal materials and formula granules
表 6. 白茅根药材与配方颗粒的相似度比较

白茅根药材	相似度	白茅根配方颗粒	相似度
S1	0.921	S11	0.969
S2	0.921	S12	0.970
S3	0.915	S13	0.972
S4	0.915	S14	0.972
S5	0.925	S15	0.971
S6	0.915	S16	0.933
S7	0.933	S17	0.93
S8	0.934	S18	0.971
S9	0.936	S19	0.967
S10	0.957	S20	0.966

3.5. 聚类分析

将白茅根药材与配方颗粒的 18 个共有峰作为变量，导入 SPSS.26 软件，选择平方欧式距离进行聚类分析，当分类距离为 15 时，可分为两类，即 S1-S10 聚为一类，S11~S20 聚为一类，聚类趋势与指纹图谱相似度评价基本一致，结果见图 7。

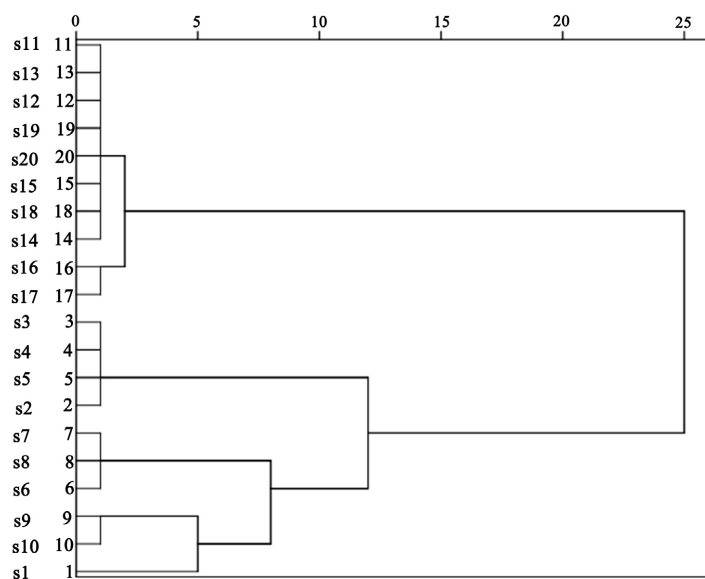


Figure 7. Tree chart of cluster analysis of *Imperata cylindrica* medicinal materials and granules
图 7. 白茅根药材与颗粒聚类分析树状图

4. 讨论

本实验通过查阅文献后参考蔡鹰等[14]对白茅根药材的 HPLC-PDA 指纹图谱研究，在文献基础上进行改进，比较不同梯度洗脱条件，最终选择分离度较好，信息量较大的色谱条件进行白茅根药材和配方颗粒指纹图谱的构建。并对其方法学进行考察。通过相似度评价软件分别得到 10 批白茅根药材和 10 批白茅根配方颗粒的对照图谱及各批样品与对照图谱之间的相似度。10 批白茅根药材相似度在 0.912~0.981 之间，有 23 个共有峰，10 批白茅根配方颗粒相似度在 0.944~0.999 之间，有 18 个共有峰，白茅根药材

与白茅根配方颗粒之间的相似度在 0.915~0.972 之间, 白茅根药材与白茅根配方颗粒有 18 个共有峰。这表明白茅根药材整体上相似度较高, 样品间相关性较好。聚类分析也将白茅根药材与白茅根配方颗粒聚为两类, 这表明白茅根药材与白茅根配方颗粒的化学成分组成有差异。

2020 版《中国药典》对白茅根药材的性状及薄层鉴别有相关描述, 但无指标性成分的含量测定[1]。有文献报道称白茅根的药材质量评价的指标性成分有绿原酸[15]、4,7-二甲氧基-5-甲基-香豆素[16]以及互为同分异构体的白茅素和芦竹素[17]等, 但是单一成分含量的测定往往难以整体的评价药材的质量。中药具有多成分、多途径、多靶点的作用特点, 需要建立以中药整体信息为依据的分析方法对中药质量进行评价[18]。研究表明白茅根药材与白茅根配方颗粒的化学成分有所差异, 这可能是由药材的采收地点、采收时间、储存方式不同以及药材经过提取和浓缩等制粒工艺导致药材成分有所丢失。因此白茅根配方颗粒在临床上使用需注意其药效是否等同于白茅根。综上所述, 本实验所建立的 HPLC 指纹图谱稳定性好, 重复性高, 简单可行, 可为白茅根药材及其配方颗粒的整体质量评价提供参考。

基金项目

贵州省一流课程重点建设项目(项目合同编号: 黔教高发[2017]158)。

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, 2020: 111.
- [2] 孟静, 陈鸣, 安昌, 等. 白茅根的本草考证[J]. 中国民族民间医药, 2020, 29(3): 18-23.
- [3] 马成勇, 王元花, 杨敏, 等. 白茅根及其提取物的药理作用机制及临床应用[J]. 医学综述, 2019, 25(2): 370-374.
- [4] 刘轩, 张彬锋, 俞桂新, 等. 白茅根的化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2012, 37(15): 2296-2300.
- [5] 付丽娜, 陈兰英, 刘荣华, 等. 白茅根的化学成分及其抗补体活性[J]. 中药材, 2010, 33(12): 1871-1874.
- [6] 吴浩, 周磊, 汤小蕾, 等. 白茅根提取物增强免疫力作用的实验研究[J]. 现代中药研究与实践, 2018, 32(6): 31-33+37.
- [7] 翁梁, 李西腾. 白茅根总黄酮提取工艺及其抗氧化性研究[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(10): 187-189.
- [8] 包永睿, 王帅, 孟宪生, 等. 白茅根水提物对人肝癌细胞株 SMMC-7721 细胞周期及细胞凋亡的影响[J]. 时珍国医国药, 2013, 24(7): 1584-1586.
- [9] 刘现磊, 李琨, 张辉, 等. 市售丹参配方颗粒的 UPLC 指纹图谱及化学模式识别研究[J]. 药物分析杂志, 2022, 42(11): 2000-2009.
- [10] 李丽月, 胡翼安, 冯小映, 等. 续骨酒 HPLC 指纹图谱研究[J]. 海峡药学, 2022, 34(7): 48-50.
- [11] 周欣, 张琳, 毛婵, 等. 基于化学计量学方法结合正交偏最小二乘判别分析的陈皮饮片 HPLC 指纹图谱研究[J]. 中草药, 2019, 50(9): 2194-2200.
- [12] 赵燕燕, 贾凌云, 孙启时. 白茅根药材的指纹图谱[J]. 沈阳药科大学学报, 2002(5): 352-354.
- [13] 张云天, 高颖, 段华琴, 等. 白茅根配方颗粒的 HPLC 特征图谱研究[J]. 中国药房, 2015, 26(6): 813-815.
- [14] 蔡鹰, 陆瑜, 邱蓉丽, 等. 白茅根药材水溶性成分的 HPLC-DAD 指纹图谱研究[J]. 时珍国医国药, 2015, 26(8): 1929-1931.
- [15] 王海侠, 姚青春, 时维静, 等. 白茅根中绿原酸的提取与含量测定[J]. 中国中医药科技, 2010, 17(4): 331-332.
- [16] 赵燕燕, 曹悦, 孙启时. RP-HPLC 法测定白茅根中 siderin 含量[J]. 沈阳药科大学学报, 2007(2): 86-88.
- [17] 路金才, 孙启时, 王明雷, 等. 白茅根中芦竹素和白茅素的含量测定[J]. 沈阳药科大学学报, 1996(4): 59-60.
- [18] 姚美村, 袁月梅, 艾路, 等. 中药材指纹图谱研究的方法学初探[J]. 中药材, 2002(9): 674-676.