

## 人参药材等级标准

魏可欣<sup>1</sup>, 郭云龙<sup>2</sup>, 史娜文<sup>1</sup>, 聂桢<sup>1</sup>, 王菁<sup>1</sup>, 蔡广知<sup>1\*</sup>, 贡济宇<sup>1\*</sup>

(1. 长春中医药大学药学院, 长春 130017; 2. 长春中医药大学吉林省人参科学研究院, 长春 130117)

**[摘要]** **目的:**通过对人参药材的性状与主要化学成分指标进行分析,探索人参药材性状与成分指标间的关联性,建立新的人参等级评价标准,为人参药材的质量评价提供更加全面而科学的依据。**方法:**对48批人参样品的外观性状特征进行量化测量,测定9种人参皂苷指标性成分的含量,将内外指标测定结果进行相关性分析、主成分分析及聚类分析,依据分析结果合理划分人参药材等级并构建等级评价标准。**结果:**一等人参药材:主根直径>1.72 cm,芦头长度>2.61 cm,单支参重>14.15 g,人参皂苷 Rb<sub>1</sub> 质量分数>0.612 1%,人参皂苷 Re 质量分数>0.385 8%,人参皂苷 Rg<sub>1</sub> 质量分数>0.320 8%,无破疤、杂质、虫蛀、霉变。二等人参药材:主根直径为1.55~1.72 cm,芦头长度1.74~2.61 cm,单支参重10.24~14.15 g,人参皂苷 Rb<sub>1</sub> 质量分数0.496 8%~0.612 1%,人参皂苷 Re 质量分数0.323 3%~0.385 8%,人参皂苷 Rg<sub>1</sub> 质量分数0.263 6%~0.320 8%,无破疤、杂质、虫蛀、霉变。三等人参药材:主根直径为1.29~1.55 cm,芦头长度1.34~1.74 cm,单支参重6.90~10.24 g,人参皂苷 Rb<sub>1</sub> 质量分数0.389 5%~0.496 8%,人参皂苷 Re 质量分数0.235 2%~0.323 3%,人参皂苷 Rg<sub>1</sub> 质量分数0.217 1%~0.263 6%,无杂质、虫蛀、霉变。四等人参药材:主根直径为<1.29 cm,芦头长度<1.34 cm,单支参重<6.90 g,人参皂苷 Rb<sub>1</sub> 质量分数<0.389 5%,人参皂苷 Re 质量分数<0.235 2%,人参皂苷 Rg<sub>1</sub> 质量分数<0.217 1%,无杂质、虫蛀、霉变。**结论:**以主根直径、芦头长度、单支参重为人参药材等级标准划分的外观指标,以人参皂苷 Rg、Re、Rb<sub>1</sub> 的含量作为药材内在质量评价指标。制定人参商品规格分为4级,综合了外观和内在指标,具有科学性、全面性的特点,可作为人参药材等级标准的划分依据。

**[关键词]** 人参; 药材; 内在指标成分; 外观性状; 等级评价

**[中图分类号]** R284.1;R289;R22;R2-031 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2019)11-0145-09

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfjx.20191115

**[网络出版地址]** <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20190219.1439.013.html>

**[网络出版时间]** 2019-02-20 8:46

### Grade Standard of Ginseng Radix et Rhizoma

WEI Ke-xin<sup>1</sup>, GUO Yun-long<sup>2</sup>, SHI Na-wen<sup>1</sup>, NIE Zhen<sup>1</sup>, WANG Jing<sup>1</sup>, CAI Guang-zhi<sup>1\*</sup>, GONG Ji-yu<sup>1\*</sup>

(1. School of Pharmaceutical Sciences, Changchun University of Chinese Medicine, Changchun 130017, China;

2. Jilin Ginseng Academy, Changchun University of Chinese Medicine, Changchun 130117, China)

**[Abstract]** **Objective:** Through the analysis of the characteristics and main chemical components of Ginseng Radix et Rhizoma, the correlation between the characteristics and components of Ginseng Radix et Rhizoma was explored, and a new evaluation standard of Ginseng Radix et Rhizoma grade was established to provide a more comprehensive and scientific basis for the quality evaluation of Ginseng Radix et Rhizoma. **Method:** The appearance characteristics of 48 batches of Ginseng Radix et Rhizoma samples were quantitatively measured. The contents of 9 kinds of Ginseng Radix et Rhizoma were determined. The results of correlation analysis, principal component analysis and cluster analysis were used to classify ginseng medicinal materials

**[收稿日期]** 20181213(012)

**[基金项目]** 国家中药标准化项目(ZYBZH-Y-JL-25)

**[第一作者]** 魏可欣,在读硕士,从事活性物质筛选及构效关系研究,E-mail:392625328@qq.com

**[通信作者]** \*贡济宇,博士,教授,从事中药分析学及药物分析学研究,E-mail:gongjiyu@126.com;

\*蔡广知,博士,副教授,从事中药资源与中药鉴定研究,E-mail:80188429@qq.com

according to the analysis results, and the grade evaluation criteria were constructed. **Result:** First-class ginseng medicinal materials: diameter of main root > 1.72 cm, length of reed head > 2.61 cm, weight of single branch > 14.15 g, content of ginsenoside Rb<sub>1</sub> > 0.612 1%, content of ginsenoside Re > 0.385 8%, content of ginsenoside Rg<sub>1</sub> > 0.320 8%, no scar, impurities, moth, mildew. Second-class ginseng medicinal materials: the diameter of main root is 1.55-1.72 cm, the length of reed head is 1.74-2.61 cm, the weight of single branch is 10.24-14.15 g, the content of ginsenoside Rb<sub>1</sub> is 0.496 8%-0.612 1%, the content of ginsenoside Re is 0.323 3%-0.385 8%, the content of ginsenoside Rg<sub>1</sub> is 0.263 6%-0.320 8%, and there are no scars, impurities, worms and mildew. Third-class ginseng medicinal materials: main root diameter 1.29-1.55 cm, reed head length 1.34-1.74 cm, single branch weight 6.90-10.24 g, ginsenoside Rb<sub>1</sub> content 0.389 5%-0.496 8%, ginsenoside Re content 0.235 2%-0.323 3%, ginsenoside Rg<sub>1</sub> content 0.217 1%-0.263 6%, no impurities, worms, mildew. Fourth-class ginseng medicinal materials: diameter of main root < 1.29 cm, length of reed head < 1.34 cm, weight of single branch < 6.90 g, content of ginsenoside Rb<sub>1</sub> < 0.389 5%, the content of ginsenoside Re < 0.235 2%, content of ginsenoside Rg<sub>1</sub> < 0.217 1%, without impurities, worms and mildew. **Conclusion:** The appearance indexes of ginseng medicinal materials were divided according to the standards of taproot diameter, reed head length and single ginseng weight, and the content of ginsenoside Rg<sub>1</sub>, Re, Rb<sub>1</sub> was used as the internal quality evaluation index. Ginseng commercial specifications were divided into four grades, which integrated the appearance and internal indicators, and had more scientific and comprehensive characteristics, which could be used as the basis for the classification of Ginseng Radix et Rhizoma medicinal materials.

[ **Key words** ] Ginseng Radix et Rhizoma; medicinal materials; intrinsic index components; appearance characteristics; grade evaluation

人参为五加科植物人参的干燥根和根茎<sup>[1]</sup>,多生长在北纬 40 ~ 45 度,东北三省是人参的道地产区<sup>[2]</sup>。人参是应用最广泛、研究最深入的中药之一,具有大补元气、补脾益肺、生津止渴、安神益智等功效<sup>[1]</sup>,在医疗和养生方面具有可观的价值。现代临床用其治疗各种原因引起的休克、心力衰竭、急性脑血管损伤等疾病<sup>[3-4]</sup>。人参的化学成分复杂,生物活性广泛,其中人参皂苷是人参中最为重要的一类生理活性物质<sup>[5]</sup>,不同的人参皂苷有其独特的生理功能,人参单体皂苷的含量又是评价人参及其产品质量优劣的重要指标<sup>[6-7]</sup>。

随着市场对人参药材需求量不断增加以及对其在临床、制药、食品、保健品、日化等开发利用的不断深入<sup>[8]</sup>,野生资源的匮乏已经远远不足提供市场需求,人工栽培人参已成为其药材商品的主要来源,然而由于地理环境因素、栽培技术的不规范,导致其等级混乱,质量参差不齐<sup>[9]</sup>。长期以来,人参药材的质量和规格等级标准一直以 1984 年颁布的《七十六种药材商品规格标准》<sup>[10]</sup>来判断,该标准仅是从外观形状、颜色、断面特征、质量和气味来判断,然而现在生产上存在不科学施用化肥、激素、农药等促进药材高产,导致药材性状发生显著变化<sup>[11-12]</sup>,此标准已经不能对药材质量进行全面分析,缺乏一定科学

依据,并不适用于现今的药材市场,具有一定的局限性,所以必须建立新的等级评价标准,才能为人参药材的质量评价提供更加科学而全面的依据。

近年来,中药材等级研究方面的相关报道越来越多,包括中药饮片和中药材商品规格的等级研究,应用的方法有质量常数法<sup>[13]</sup>,相对质量常数法<sup>[14]</sup>,复合质量常数法<sup>[15]</sup>,数理统计学法<sup>[16]</sup>等,而在人参药材方面的相关研究中,考察的因素和指标成分不够全面,具有一定的局限性,为了能够更加全面、客观、科学地评价人参药材的质量,本文通过研究人参药材的性状和指标成分间的关联性,建立一种既包含外观性状又能体现内在质量的药材等级标准,才能为人参药材商品流通提供科学的定价依据,促进其市场流通秩序的规范化,最终实现人参药材商品的标准化与现代化<sup>[17]</sup>。

## 1 材料

KQ-250 型超声清洗机(昆山市超声仪器有限公司),ME204E 型 1/10 万电子天平(梅特勒托利多仪器有限公司),HH-2 型恒温水浴锅(江苏金坛市江南仪器厂);Arium 611DI 型超纯水仪(德国 Sartorius 公司);LC-2030 型高效液相色谱仪(日本岛津公司)。对照品人参皂苷 Rb<sub>1</sub>(批号 110704-201726,纯度 ≥ 91.1%),人参皂苷 Rb<sub>2</sub>(批号 11715-201203,纯

度  $\geq 93.8\%$ ), 人参皂苷 Re(批号 110754-201626 纯度  $\geq 97.4\%$ ), 人参皂苷 Rd(批号为 111818-201603, 纯度  $\geq 92.1\%$ ), 人参皂苷 Rg<sub>1</sub>(批号 110703-201731, 纯度  $\geq 93.6\%$ ), 人参皂苷 Rf(纯度  $\geq 98\%$  批号为 111719-201505), 人参皂苷 Rg<sub>2</sub>(批号 111779-200801, 纯度  $\geq 93.8\%$ ), 均购于中国食品药品检定研究院; 对照品人参皂苷 Re(批号 11021-14-0, 纯度  $\geq 98.7\%$ ),

人参皂苷 Rb<sub>3</sub>(批号 68406-26-8, 纯度  $\geq 97.6\%$ ), 均购于上海源叶生物科技有限公司。甲醇、乙腈为色谱纯, 水为自制超纯水, 其他试剂均为分析纯。

本实验共收集了 48 批不同质量的人参药材, 经长春中医药大学药学院蔡广知副教授鉴定均为五加科植物人参 *Panax ginseng* 的干燥根和根茎。其样品信息见表 1。

表 1 48 批人参药材样品信息

Table 1 Information of 48 batches Ginseng Radix et Rhizoma sample

No.	产地	等级	批号	No.	产地	等级	批号
RS1	吉林省集安市	一	rszc1-20170815	RS25	吉林省抚松县	一	rsd2-20170813
RS2	吉林省集安市	二	rszc1-20170815	RS26	吉林省抚松县	二	rsd2-20170813
RS3	吉林省集安市	三	rszc1-20170815	RS27	吉林省抚松县	三	rsd2-20170813
RS4	吉林省集安市	四	rszc1-20170815	RS28	吉林省抚松县	四	rsd2-20170813
RS5	吉林省抚松县	一	rszc2-20170815	RS29	吉林省长白山	一	rsd3-20170816
RS6	吉林省抚松县	二	rszc2-20170815	RS30	吉林省长白山	二	rsd3-20170816
RS7	吉林省抚松县	三	rszc2-20170815	RS31	吉林省长白山	三	rsd3-20170816
RS8	吉林省抚松县	四	rszc2-20170815	RS32	吉林省长白山	四	rsd3-20170816
RS9	吉林省长白山	一	rszc3-20170817	RS33	辽宁丹东宽甸县	一	rsd1z-20170815
RS10	吉林省长白山	二	rszc3-20170817	RS34	辽宁丹东宽甸县	二	rsd1z-20170815
RS11	吉林省长白山	三	rszc3-20170817	RS35	辽宁丹东宽甸县	三	rsd1z-20170815
RS12	吉林省长白山	四	rszc3-20170817	RS36	辽宁丹东宽甸县	四	rsd1z-20170815
RS13	广西玉林	一	rszl1-20170818	RS37	吉林省临江	一	rsj1-20170818
RS14	广西玉林	二	rszl1-20170818	RS38	吉林省临江	二	rsj1-20170818
RS15	广西玉林	三	rszl1-20170818	RS39	吉林省临江	三	rsj1-20170818
RS16	广西玉林	四	rszl1-20170818	RS40	吉林省临江	四	rsj1-20170818
RS17	安徽亳州	一	rszl2-20170816	RS41	吉林省靖宇	一	rsj2-20170816
RS18	安徽亳州	二	rszl2-20170816	RS42	吉林省靖宇	二	rsj2-20170816
RS19	安徽亳州	三	rszl2-20170816	RS43	吉林省靖宇	三	rsj2-20170816
RS20	安徽亳州	四	rszl2-20170816	RS44	吉林省靖宇	四	rsj2-20170816
RS21	河北安国	一	rszl3-20170820	RS45	吉林省桦甸	一	rsj3-20170819
RS22	河北安国	二	rszl3-20170820	RS46	吉林省桦甸	二	rsj3-20170819
RS23	河北安国	三	rszl3-20170820	RS47	吉林省桦甸	三	rsj3-20170819
RS24	河北安国	四	rszl3-20170820	RS48	吉林省桦甸	四	rsj3-20170819

## 2 方法

**2.1 外观性状指标选择及测定** 通过对人参药材外观性状的考察, 选择了主根长度、主根直径、芦头长度、芦头直径、单支质量 5 种外观性状指标用于人参药材性状测量指标。为保证准确性, 每批药材随机抽取 10 根进行测量, 使用电子天平称定单根药材质量  $M$ ; 再以数显游标卡尺测其主根直径  $D_1$ , 芦头直径  $D_2$ ; 以直尺测量其主根长度  $L_1$ , 芦头长度  $L_2$ 。

**2.2 数量指标的选择及测定** 数量指标由于简便、直观、实用, 已成为商品分级研究的重要指标<sup>[11]</sup>, 在《七十六种药材商品规格标准》<sup>[10]</sup> 中, 人参药材规定以 500 g 含有的支数作为其等级划分的数量指标。测量每批样品的 500 g 的支数, 重复测定 10 次后取其平均值, 即 500 g 含有的支数  $S$ 。

### 2.3 内在指标的含量测定

**2.3.1 色谱条件** 采用 Thermo C<sub>18</sub> 色谱柱

(4.6 mm × 250 mm, 5 μm)。流动相乙腈(A)-水(B)梯度洗脱(0 ~ 35 min, 19% A; 35 ~ 55 min, 19% ~ 29% A; 55 ~ 70 min, 29% A; 70 ~ 100 min, 29% ~ 40% A), 检测波长 203 nm。按人参皂苷 R<sub>g1</sub> 峰面积计算理论板数应不低于 6 000。

**2.3.2 对照品溶液的制备** 精密称取对照品人参皂苷 R<sub>g1</sub>, 人参皂苷 Re, 人参皂苷 Rb<sub>1</sub>, 人参皂苷 Rc, 人参皂苷 Rb<sub>2</sub>, 人参皂苷 Rd, 人参皂苷 Rg<sub>2</sub>, 人参皂苷 Rb<sub>3</sub>, 人参皂苷 Rf, 加甲醇制成每 1 mL 各含 0.2 mg 的混合溶液, 摇匀, 即用。用封口膜密封, 放入冰箱保存稳定性良好。

**2.3.3 供试品溶液的制备** 取本品粉末(过四号筛)约 1 g, 精密称定, 置索氏提取器中, 加三氯甲烷加热回流 3 h, 弃去三氯甲烷液, 药渣挥干溶剂, 连同滤纸筒移入 100 mL 锥形瓶中, 精密加水饱和和正丁醇 50 mL, 密塞, 放置过夜, 超声处理(功率 250 W, 频率 50 kHz)30 min, 滤过, 弃去初滤液, 精密量取续滤液 25 mL, 置蒸发皿中蒸干, 残渣加甲醇溶解并转移至

5 mL 量瓶中, 即得。

**2.3.4 样品测定** 分别精密吸取对照品溶液与供试品溶液各 10 μL, 注入液相色谱仪, 测定, 即得。

**2.4 相关性分析** 采用 SPSS 23.0 统计软件进行数据整理分析。对所有的指标与药材原等级之间以及内外在指标进行线性相关性分析, 确定内在指标成分与外观性状的相关性程度, 并选择出与等级相关性程度较高的内在指标成分和外观性状指标, 初步筛选人参药材等级划分指标<sup>[18]</sup>。

**2.5 主成分分析** 将上述筛选得到的指标进行主成分分析, 确定出最终的等级划分指标。

**2.6 聚类分析** 根据最终得出的评价指标数据, 将样品进行系统聚类分析, 用 K-均值聚类法对人参药材样本重新分级。

### 3 结果与分析

**3.1 检测指标测定** 人参药材外观形状指标的测定结果见表 2。人参药材数量指标的测定结果见表 3。

表 2 人参药材外观形状指标的测定

Table 2 Shape determination of Ginseng Radix et Rhizoma

No.	主根长度 L <sub>1</sub> /cm	主根直径 D <sub>1</sub> /cm	芦头长度 L <sub>2</sub> /cm	芦头直径 D <sub>2</sub> /cm	质量 M/g	No.	主根长度 L <sub>1</sub> /cm	主根直径 D <sub>1</sub> /cm	芦头长度 L <sub>2</sub> /cm	芦头直径 D <sub>2</sub> /cm	质量 M/g
RS1	5.61	1.72	2.80	0.88	16.51	RS25	7.34	1.85	3.76	0.94	14.99
RS2	5.63	1.60	2.11	0.83	12.67	RS26	5.44	1.63	2.40	0.94	12.94
RS3	5.50	1.52	1.68	0.61	10.10	RS27	6.08	1.48	1.55	0.80	9.49
RS4	5.01	1.60	1.19	0.74	7.46	RS28	5.93	1.09	1.39	0.81	6.50
RS5	6.35	1.72	2.70	0.97	14.44	RS29	6.68	1.77	2.84	1.04	14.94
RS6	6.07	1.67	1.76	0.82	11.88	RS30	5.54	1.61	1.76	0.95	11.74
RS7	5.32	1.62	1.46	0.81	9.38	RS31	5.58	1.45	1.62	0.78	10.55
RS8	4.85	1.46	1.32	0.87	6.36	RS32	5.25	1.33	1.55	0.91	8.35
RS9	6.00	1.58	3.11	0.82	13.34	RS33	5.10	1.96	2.78	1.04	14.86
RS10	5.92	1.57	2.21	0.88	10.24	RS34	6.37	1.78	2.23	1.03	11.79
RS11	5.83	1.45	1.41	0.84	9.02	RS35	4.88	1.59	1.69	1.00	8.99
RS12	4.95	1.30	1.11	0.76	7.98	RS36	5.86	1.35	1.48	0.85	6.74
RS13	6.00	1.73	2.61	0.95	14.48	RS37	5.35	1.85	2.57	0.95	13.78
RS14	6.12	1.64	1.84	0.93	11.86	RS38	5.02	1.55	1.77	0.86	10.76
RS15	5.75	1.43	1.44	0.92	9.24	RS39	4.98	1.38	1.51	0.87	9.00
RS16	5.72	1.30	1.27	0.83	6.22	RS40	4.87	1.13	1.28	0.75	7.13
RS17	5.84	1.80	2.96	0.85	15.14	RS41	6.26	1.56	2.36	0.80	13.18
RS18	5.66	1.70	2.15	0.82	12.50	RS42	5.29	1.48	1.78	0.77	11.08
RS19	5.47	1.64	1.77	0.82	9.76	RS43	4.48	1.39	1.46	0.76	9.30
RS20	5.56	1.27	1.39	0.79	5.76	RS44	4.81	1.21	1.28	0.65	6.26
RS21	5.47	1.80	3.09	1.02	14.21	RS45	6.59	1.73	1.97	1.04	15.26
RS22	5.19	1.82	2.68	0.97	11.56	RS46	5.81	1.51	1.62	1.02	13.16
RS23	4.16	1.65	1.76	0.85	9.36	RS47	5.07	1.37	1.45	0.91	9.79
RS24	3.26	1.43	1.54	0.95	7.66	RS48	4.72	1.00	1.24	0.80	6.33

表 3 人参药材 500 g 支数测定

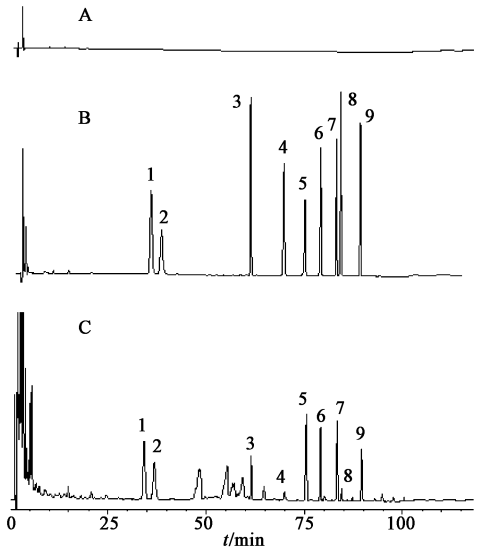
Table 3 Determination of 500 g branches of Ginseng Radix et Rhizoma

No.	500 g 支数(S)	No.	500 g 支数(S)
RS1	34	RS25	37
RS2	47	RS26	41
RS3	55	RS27	54
RS4	67	RS28	79
RS5	38	RS29	36
RS6	44	RS30	45
RS7	53	RS31	53
RS8	80	RS32	66
RS9	41	RS33	38
RS10	48	RS34	43
RS11	61	RS35	59
RS12	66	RS36	77
RS13	39	RS37	38
RS14	45	RS38	47
RS15	56	RS39	56
RS16	91	RS40	71
RS17	33	RS41	40
RS18	46	RS42	45
RS19	54	RS43	57
RS20	87	RS44	83
RS21	39	RS45	34
RS22	47	RS46	41
RS23	54	RS47	53
RS24	69	RS48	77

3.2 成分含量测定 人参样品高效液相色谱图见图 1,通过对 48 批的人参药材进行含量测定,结果见表 4。

3.3 指标相关性分析 各指标与药材原等级相关性分析结果见表 5。

通过表 5 可知,人参药材主根长度与主根直径,芦头长度,单支参重,人参皂苷  $R_{g_1}$ ,  $R_e$ ,  $R_{b_1}$ ,  $R_{g_2}$  的含量呈极显著正相关,说明主根越长、主根越粗、芦头越长、单支参越重,人参皂苷  $R_{g_1}$ ,  $R_e$ ,  $R_{b_1}$ ,  $R_{g_2}$  含量越高;人参药材主根直径与芦头长度,单支参重,人参皂苷  $R_{g_1}$ ,  $R_e$ ,  $R_{b_1}$  的含量呈极显著正相关,与人参皂苷  $R_{g_2}$  呈显著相关,说明人参主根越粗,芦头长度越长,单支参越重,人参皂苷  $R_{g_1}$ ,  $R_e$ ,  $R_{b_1}$ ,  $R_{g_2}$  含量越高;人参药材芦头长度与单支参重,人参皂苷  $R_{g_1}$ ,  $R_e$ ,  $R_{b_1}$ ,  $R_{g_2}$  的含量呈极显著正相关,说明芦头



1. 人参皂苷  $R_{g_1}$ ; 2. 人参皂苷  $R_e$ ; 3. 人参皂苷  $R_f$ ; 4. 人参皂苷  $R_{g_2}$ ; 5. 人参皂苷  $R_{b_1}$ ; 6. 人参皂苷  $R_c$ ; 7. 人参皂苷  $R_{b_2}$ ; 8. 人参皂苷  $R_{b_3}$ ; 9. 人参皂苷  $R_d$ ; A. 空白样品; B. 混合对照品; C. 供试品

图 1 人参样品 HPLC

Fig. 1 HPLC of Ginseng Radix et Rhizoma

长度越长,单支参越重,人参皂苷  $R_{g_1}$ ,  $R_e$ ,  $R_{b_1}$ ,  $R_{g_2}$  含量越高;人参药材芦头直径与单支参重、人参皂苷  $R_{g_1}$  呈极显著正相关,与人参皂苷  $R_e$  呈显著相关,说明芦头越粗,单支参重越重,人参皂苷  $R_{g_1}$ ,  $R_e$  含量越高;人参药材单支参重与人参皂苷  $R_{g_1}$ ,  $R_e$ ,  $R_{b_1}$ ,  $R_{g_2}$  呈极显著正相关,说明单支参越重,人参皂苷  $R_{g_1}$ ,  $R_e$ ,  $R_{b_1}$ ,  $R_{g_2}$  含量越高。

由于人参药材 500 g 支数与单支参重成反比关系,根据实际经验,单支参越重,则药材 500 g 的支数越少,并且人参药材 500 g 支数与其他指标都呈负相关,因此这个指标可以去除,只留单支参重即可。

相关性分析显示,样品市场等级与外观性状中的主根长度、主根直径、芦头长度、芦头直径、单支参重均有极显著正相关性 ( $P < 0.01$ ),与 500 g 支数呈极显著负相关性;在内在含量指标中,市场等级与 9 个人参皂苷中的  $R_{g_1}$ ,  $R_e$ ,  $R_{b_1}$ ,  $R_{g_2}$  有极显著正相关性 ( $P < 0.01$ ),而与其他皂苷相关性不显著,综上,可以初步通过人参的主根长度、主根直径、芦头长度、芦头直径、单支参重及人参皂苷  $R_{g_1}$ ,  $R_e$ ,  $R_{b_1}$ ,  $R_{g_2}$  的含量情况进行主成分分析。

3.4 主成分分析 将主根长度、主根直径、芦头长度、芦头直径、质量及人参皂苷  $R_{g_1}$ ,  $R_e$ ,  $R_{b_1}$ ,  $R_{g_2}$  的含量这 9 个指标,加权并分类,进行主成分分析。结果见表 6。根据主成分分析的提取依据,

表 4 人参药材 9 种人参皂苷类成分的含量测定

Table 4 Determination of nine kinds of saponins in Ginseng Radix et Rhizoma

%

No.	Rg <sub>1</sub>	Re	Rf	Rg <sub>2</sub>	Rb <sub>1</sub>	Re	Rb <sub>2</sub>	Rb <sub>3</sub>	Rd
RS1	0.390 8	0.473 8	0.120 9	0.049 5	0.867 6	0.330 5	0.359 4	0.061 5	0.230 5
RS2	0.269 7	0.356 7	0.077 0	0.035 9	0.571 4	0.193 4	0.205 4	0.030 7	0.097 0
RS3	0.261 2	0.352 9	0.098 2	0.027 2	0.509 9	0.240 0	0.272 4	0.040 9	0.130 6
RS4	0.212 6	0.287 0	0.077 9	0.028 1	0.479 2	0.152 3	0.148 3	0.021 9	0.108 4
RS5	0.305 5	0.485 0	0.086 9	0.062 1	0.724 2	0.240 3	0.268 9	0.039 9	0.134 1
RS6	0.304 4	0.434 4	0.089 5	0.031 0	0.652 5	0.247 9	0.275 1	0.044 6	0.141 7
RS7	0.287 2	0.365 3	0.073 3	0.030 5	0.597 5	0.210 1	0.233 5	0.040 3	0.118 3
RS8	0.268 6	0.293 1	0.104 4	0.040 6	0.546 9	0.234 2	0.249 8	0.045 6	0.180 6
RS9	0.328 1	0.394 9	0.113 4	0.049 2	0.712 1	0.276 6	0.293 3	0.039 8	0.198 8
RS10	0.279 0	0.382 7	0.083 6	0.027 2	0.590 8	0.185 1	0.198 9	0.026 5	0.087 6
RS11	0.250 9	0.332 8	0.080 7	0.029 5	0.504 2	0.211 6	0.228 0	0.030 3	0.107 1
RS12	0.222 4	0.295 0	0.088 0	0.040 8	0.487 6	0.202 7	0.206 6	0.028 1	0.169 0
RS13	0.290 4	0.271 2	0.060 4	0.027 2	0.505 1	0.101 9	0.115 3	0.014 2	0.036 7
RS14	0.248 2	0.269 4	0.116 1	0.020 4	0.369 0	0.146 6	0.161 5	0.021 0	0.093 7
RS15	0.228 4	0.244 0	0.070 9	0.025 7	0.305 6	0.114 3	0.123 3	0.015 3	0.059 0
RS16	0.218 8	0.175 0	0.130 8	0.016 6	0.272 0	0.166 4	0.170 3	0.021 1	0.122 2
RS17	0.272 3	0.463 1	0.099 5	0.058 9	0.616 3	0.192 3	0.232 5	0.029 8	0.126 4
RS18	0.244 5	0.395 4	0.071 5	0.055 4	0.541 5	0.222 6	0.271 3	0.043 0	0.154 6
RS19	0.230 7	0.305 4	0.083 7	0.030 6	0.536 1	0.256 4	0.296 0	0.045 4	0.167 9
RS20	0.196 5	0.152 3	0.066 8	0.007 4	0.327 7	0.119 8	0.139 2	0.019 0	0.050 7
RS21	0.263 6	0.330 7	0.084 1	0.027 4	0.567 5	0.170 8	0.191 9	0.032 2	0.127 0
RS22	0.264 6	0.312 9	0.090 9	0.025 3	0.521 6	0.124 7	0.128 5	0.017 5	0.083 0
RS23	0.220 6	0.247 5	0.101 8	0.034 6	0.361 1	0.204 7	0.219 1	0.029 4	0.138 7
RS24	0.203 1	0.173 3	0.088 5	0.014 8	0.329 5	0.109 8	0.125 4	0.016 7	0.071 6
RS25	0.470 5	0.548 4	0.149 5	0.072 7	0.816 9	0.209 8	0.210 3	0.030 0	0.163 2
RS26	0.352 8	0.446 4	0.193 1	0.070 6	0.644 0	0.316 9	0.360 4	0.051 7	0.180 1
RS27	0.311 7	0.463 7	0.205 5	0.058 2	0.662 2	0.246 0	0.282 4	0.036 8	0.137 3
RS28	0.310 1	0.367 3	0.178 0	0.050 7	0.545 8	0.200 5	0.211 5	0.028 5	0.126 8
RS29	0.332 6	0.532 7	0.107 2	0.040 3	0.525 9	0.217 1	0.244 0	0.035 3	0.113 5
RS30	0.279 1	0.422 2	0.118 6	0.023 3	0.699 6	0.140 1	0.157 6	0.023 0	0.071 8
RS31	0.263 0	0.378 3	0.149 9	0.047 2	0.559 2	0.228 7	0.240 0	0.033 5	0.115 1
RS32	0.186 7	0.223 8	0.240 0	0.051 9	0.359 3	0.277 4	0.312 7	0.042 3	0.156 1
RS33	0.374 4	0.431 9	0.121 1	0.044 0	0.790 9	0.173 2	0.177 7	0.023 2	0.093 4
RS34	0.351 1	0.413 8	0.130 8	0.043 5	0.679 9	0.248 3	0.285 7	0.038 5	0.141 3
RS35	0.284 0	0.398 7	0.138 0	0.031 9	0.649 1	0.245 4	0.265 0	0.038 5	0.171 0
RS36	0.246 3	0.302 1	0.107 7	0.039 9	0.457 2	0.287 0	0.330 8	0.044 0	0.161 0
RS37	0.275 4	0.238 7	0.069 1	0.024 9	0.521 5	0.135 7	0.154 1	0.019 2	0.047 2
RS38	0.253 5	0.232 8	0.084 8	0.020 8	0.375 0	0.114 9	0.129 6	0.015 6	0.052 6
RS39	0.204 2	0.221 1	0.076 0	0.012 4	0.345 1	0.129 4	0.146 3	0.020 4	0.053 5
RS40	0.139 3	0.168 0	0.035 3	0.012 7	0.289 5	0.075 7	0.072 4	0.010 4	0.038 2

续表 4 %

No.	Rg <sub>1</sub>	Re	Rf	Rg <sub>2</sub>	Rb <sub>1</sub>	Rc	Rb <sub>2</sub>	Rb <sub>3</sub>	Rd
RS41	0.331 7	0.289 3	0.081 5	0.060 6	0.521 5	0.120 4	0.124 6	0.016 1	0.069 7
RS42	0.260 9	0.257 0	0.110 2	0.042 6	0.375 0	0.155 4	0.177 2	0.025 0	0.082 6
RS43	0.259 3	0.228 6	0.066 1	0.032 0	0.345 1	0.129 7	0.127 5	0.018 3	0.070 1
RS44	0.170 6	0.182 8	0.054 6	0.024 9	0.289 5	0.117 5	0.130 4	0.015 5	0.047 3
RS45	0.365 1	0.351 9	0.099 6	0.036 8	0.538 7	0.216 6	0.260 0	0.032 5	0.085 1
RS46	0.266 2	0.162 7	0.084 3	0.013 1	0.328 7	0.119 5	0.140 7	0.017 1	0.045 7
RS47	0.230 2	0.202 4	0.083 5	0.008 7	0.296 8	0.117 8	0.131 3	0.022 5	0.053 3
RS48	0.230 1	0.202 2	0.065 9	0.013 9	0.290 0	0.119 6	0.143 0	0.022 3	0.055 2

表 5 各指标与药材原等级相关性分析

Table 5 Correlation analysis of index and grade

指标	等级	主根长度	主根直径	芦头长度	芦头直径	单支参重	支数(500 g)	Rg <sub>1</sub>	Re	Rf	Rg <sub>2</sub>	Rb <sub>1</sub>	Rc	Rb <sub>2</sub>	Rb <sub>3</sub>	Rd
等级	1.000															
主根长度	0.551 <sup>2)</sup>	1.000														
主根直径	0.818 <sup>2)</sup>	0.373 <sup>2)</sup>	1.000													
芦头长度	0.870 <sup>2)</sup>	0.503 <sup>2)</sup>	0.774 <sup>2)</sup>	1.000												
芦头直径	0.528 <sup>2)</sup>	0.255	0.567 <sup>2)</sup>	0.494 <sup>2)</sup>	1.000											
单支参重	0.966 <sup>2)</sup>	0.526 <sup>2)</sup>	0.826 <sup>2)</sup>	0.851 <sup>2)</sup>	0.540 <sup>2)</sup>	1.000										
支数(500 g)	-0.930 <sup>2)</sup>	-0.488 <sup>2)</sup>	-0.819 <sup>2)</sup>	-0.759 <sup>2)</sup>	-0.505 <sup>2)</sup>	-0.949 <sup>2)</sup>	1.000									
Rg <sub>1</sub>	0.701 <sup>2)</sup>	0.630 <sup>2)</sup>	0.619 <sup>2)</sup>	0.704 <sup>2)</sup>	0.443 <sup>2)</sup>	0.709 <sup>2)</sup>	-0.642 <sup>2)</sup>	1.000								
Re	0.569 <sup>2)</sup>	0.589 <sup>2)</sup>	0.602 <sup>2)</sup>	0.628 <sup>2)</sup>	0.273	0.607 <sup>2)</sup>	-0.580 <sup>2)</sup>	0.777 <sup>2)</sup>	1.000							
Rf	-0.026	0.235	0.040	0.111	0.191	0.052	-0.035	0.366 <sup>1)</sup>	0.402 <sup>2)</sup>	1.000						
Rg <sub>2</sub>	0.390 <sup>2)</sup>	0.462 <sup>2)</sup>	0.364 <sup>1)</sup>	0.514 <sup>2)</sup>	0.064	0.442 <sup>2)</sup>	-0.393 <sup>2)</sup>	0.640 <sup>2)</sup>	0.727 <sup>2)</sup>	0.572 <sup>2)</sup>	1.000					
Rb <sub>1</sub>	0.596 <sup>2)</sup>	0.481 <sup>2)</sup>	0.655 <sup>2)</sup>	0.658 <sup>2)</sup>	0.300 <sup>1)</sup>	0.622 <sup>2)</sup>	-0.575 <sup>2)</sup>	0.808 <sup>2)</sup>	0.898 <sup>2)</sup>	0.344 <sup>1)</sup>	0.664 <sup>2)</sup>	1.000				
Rc	0.128	0.321 <sup>1)</sup>	0.257	0.239	0.051	0.219	-0.183	0.460 <sup>2)</sup>	0.650 <sup>2)</sup>	0.595 <sup>2)</sup>	0.652 <sup>2)</sup>	0.626 <sup>2)</sup>	1.000			
Rb <sub>2</sub>	0.146	0.330 <sup>1)</sup>	0.263	0.232	0.075	0.237	-0.205	0.434 <sup>2)</sup>	0.632 <sup>2)</sup>	0.576 <sup>2)</sup>	0.630 <sup>2)</sup>	0.593 <sup>2)</sup>	0.989 <sup>2)</sup>	1.000		
Rb <sub>3</sub>	0.129	0.254	0.261	0.216	0.04	0.224	-0.192	0.414 <sup>2)</sup>	0.620 <sup>2)</sup>	0.467 <sup>2)</sup>	0.564 <sup>2)</sup>	0.606 <sup>2)</sup>	0.956 <sup>2)</sup>	0.961 <sup>2)</sup>	1.000	
Rd	0.064	0.208	0.241	0.262	0.004	0.149	-0.095	0.410 <sup>2)</sup>	0.599 <sup>2)</sup>	0.532 <sup>2)</sup>	0.641 <sup>2)</sup>	0.610 <sup>2)</sup>	0.911 <sup>2)</sup>	0.871 <sup>2)</sup>	0.882 <sup>2)</sup>	1.000

注: <sup>1)</sup>P < 0.05; <sup>2)</sup>P < 0.01。

基于特征值,特征值 > 1。结果显示只有第一主成分和第二主成分的特征值 > 1,其中第一主成分特征根 5.695,贡献率只有 63.277%,第二主成分的特征根 1.267,贡献率为 14.078%,累计贡献率为 77.355%,综合考虑特征根和贡献率的大小,说明这 2 个主成分的提取可以很好地反映所有样品的大部分信息。再根据分析结果选取第一主成分中特征向量较大的指标有主根直径,芦头长度,单支参重,人参皂苷 Rg<sub>1</sub>, Re 及 Rb<sub>1</sub> 的含量,都 > 0.8,代表第一主成分有较大的贡献率,可以提取较多的信息;在第二主成分中,芦头直径的特征向量较大,可以对第一

主成分提取的信息起辅助作用。在外观性状指标中,从表 5 可以看出,在第二主成分中选出的芦头直径与人参皂苷 Re 没有相关性,且与其他指标的相关性系数均较小,从实际考察的简便性和操作的方便性考虑,可以去除掉芦头直径,从第一主成分中选出的根直径、芦头长度、单支参重这 3 个指标已经可以代表大部分的外观信息。综合以上,以人参皂苷 Rg<sub>1</sub>, Re, Rb<sub>1</sub> 可以作为考察人参等级的 3 个内在含量指标,以根直径、芦头长度、单支参重作为外观性状指标,这 6 个指标基本能够全面反映人参的基本信息。

表 6 第一、第二主成分各指标分析

Table 6 Analysis of indicators of first and second principal components

指标	主根长度	主根直径	芦头长度	芦头直径	单支参重	人参皂苷				特征值	贡献率 /%	累计贡献率 /%
						Rg <sub>1</sub>	Re	Rg <sub>2</sub>	Rb <sub>1</sub>			
第一主成分	0.67	0.817	0.868	0.526	0.865	0.897	0.87	0.693	0.871	5.695	63.277	63.277
第二主成分	-0.201	0.376	0.214	0.684	0.304	-0.112	-0.333	-0.544	-0.246	1.267	14.078	77.355

3.5 聚类分析 根据最终确定的 6 个指标得出的评价指标数据,将 48 批人参药材样品进行系统聚类分析。结果见图 2。

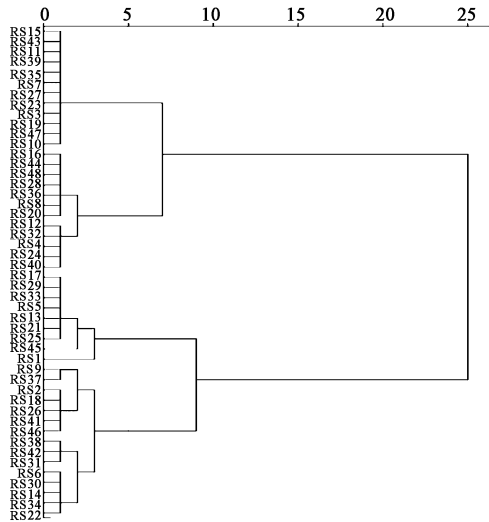


图 2 人参样品的聚类树  
Fig.2 Cluster pedigree of Ginseng Radix et Rhizoma sample

将确定的几个指标作 K-均值聚类分析处理,人参药材规格等级的 K-均值聚类法最终聚类中心值见表 7。

表 7 人参药材规格等级的 K-均值聚类法的最终聚类中心值  
Table 7 Final cluster center value of K-mean clustering method of Ginseng Radix et Rhizoma

聚类分析等级	主根直径 /cm	芦头长度 /cm	单支参重 /g	人参皂苷 Rb <sub>1</sub> /%	人参皂苷 Re /%	人参皂苷 Rg <sub>1</sub> /%
1	1.72	2.61	14.15	0.612 1	0.385 8	0.320 8
2	1.55	1.74	10.24	0.496 8	0.323 3	0.263 6
3	1.29	1.34	6.90	0.389 5	0.235 2	0.217 1

通过上表可以得出,一等人参药材:主根直径 > 1.72 cm,芦头长度 > 2.61 cm,单支参重 > 14.15 g,人参皂苷 Rb<sub>1</sub> 质量分数 > 0.612 1%,人参皂苷 Re 质量分数 > 0.385 8%,人参皂苷 Rg<sub>1</sub> 质量分数 > 0.320 8%,无破疤,杂质,虫蛀,霉变。二等人参药材:主根直径为 1.55 ~ 1.72 cm,芦头长度 1.74 ~

2.61 cm,单支参重 10.24 ~ 14.15 g,人参皂苷 Rb<sub>1</sub> 质量分数 0.496 8% ~ 0.612 1%,人参皂苷 Re 质量分数 0.323 3% ~ 0.385 8%,人参皂苷 Rg<sub>1</sub> 质量分数 0.263 6% ~ 0.320 8%,无破疤、杂质、虫蛀、霉变。三等人参药材:主根直径为 1.29 ~ 1.55 cm,芦头长度 1.34 ~ 1.74 cm,单支参重 6.90 ~ 10.24 g,人参皂苷 Rb<sub>1</sub> 质量分数 0.389 5% ~ 0.496 8%,人参皂苷 Re 质量分数 0.235 2% ~ 0.323 3%,人参皂苷 Rg<sub>1</sub> 质量分数 0.217 1% ~ 0.263 6%,无杂质、虫蛀、霉变。四等人参药材:主根直径为 < 1.29 cm,芦头长度 < 1.34 cm,单支参重 < 6.90 g,人参皂苷 Rb<sub>1</sub> 质量分数 < 0.389 5%,人参皂苷 Re 质量分数 < 0.235 2%,人参皂苷 Rg<sub>1</sub> 质量分数 < 0.217 1%,无杂质、虫蛀、霉变。

4 讨论

本文依据《七十六种药材商品规格标准》和生产实际情况,在借鉴传统经验鉴别的基础上结合药材特点,通过相关性分析、主成分分析和聚类分析等方法,综合了人参药材外观性状特征与内在指标之间的联系,初步将该药材分为 4 个等级并拟出了相关标准。通过对人参现有等级与人参皂苷、外观指标进行相关性分析,验证得到目前的人参市场外观分级现状是较合理的。但值得注意的是,由于人参的增长较为缓慢,一些种植商家为了追求更高的经济利益,使用植物激素如膨大剂,能够促进人参根茎短时间内变得膨大粗壮,仅从外观性状来看,可将其划分为等级较高的一类,但是所含有的真正能体现人参疗效及药理作用的物质却累积的较少。这也说明仅仅从单支质量、根茎粗壮来判定药材的品质优劣显得证据力不够强。

在本次实验中基于传统对人参质量研究的基础上增加了内外指标的联系,通过均值聚类分析初步划定了较为明确的等级范围,对人参药材等级划分及规范性使用具有积极意义,且制定的标准从外在品质到内在品质都更加全面、具体、可靠,可作为人参药材质量控制的参考。在后续研究中还可结合更多与功效相关的评价指标如多糖、黄酮类等,结合功

效与物质基础来综合评价其质量情况,制定更客观、合理的等级划分标准,使等级标准能够用于评价药材真正的质量。

[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,2015:8-9.

[2] 王月,翟华强,鲁利娜,等. 人参的本草考证及现代研究综述[J]. 世界中医药,2017,12(2):470-473,476.

[3] 孙永慧,李文春. 不同工艺人参提取物的指纹图谱初探[J]. 现代中药研究与实践,2006,20(1):39-41.

[4] 黎阳,张铁军,刘素香,等. 人参化学成分和药理研究进展[J]. 中草药,2009,40(1):164-166.

[5] 吴晓民,赵丹,朱艳萍,等. 人参皂苷分析测定方法的研究进展[J]. 上海中医药杂志,2018,52(5):94-100.

[6] WANG H P, ZHANG Y B, YANG X W, et al. Rapid characterization of ginsenosides in the roots and rhizomes of *Panax ginseng* by UPLC-DADQTOF-MS/MS and simultaneous determination of 19 ginsenosides by HPLC-ESI-MS[J]. J Ginseng Res, 2016, 40(4):382-394.

[7] CHEN Y J, ZHAO Z Z, CHEN H B, et al. Determination of ginsenosides in Asian and American ginsengs by liquid chromatography-quadrupole/time-of-flight MS: assessing variations based on morphological characteristics[J]. J Ginseng Res, 2017, 41(1):10-22.

[8] 刘大会,徐娜,郭兰萍,等. 三七药材质量特征和商品规格等级标准研究[J]. 中国中药杂志,2016,41(5):776-785.

[9] 蔡广知,赵凌,王莎莎,等. 甘草药材等级标准分析

[J]. 中国实验方剂学杂志,2019, doi: 10.13422/j.cnki.syfjx.20190319.

[10] 卫生部,国家医药管理局. 七十六种药材商品规格标准[M]. 1984:21-25.

[11] 康传志,周涛,郭兰萍,等. 太子参商品规格等级标准研究[J]. 中国中药杂志,2014,39(15):2873-2880.

[12] 赵华叶,闫沛沛,杨文华,等. 浅议中药材商品规格等级标准研究方法[J]. 中国中药杂志,2015,40(4):765-769.

[13] 邓哲,章军,焦梦姣,等. 以质量常数为核心的黄芩饮片等级评价研究[J]. 中国中药杂志,2017,42(9):1673-1678.

[14] 邓哲,焦梦姣,章军,等. 相对质量常数用于甘草饮片等级评价研究[J]. 中国中药杂志,2017,42(13):2492-2496.

[15] 曹雪,蔡广知,赵凌,等. 基于复合质量常数的北柴胡饮片等级评价[J]. 中国实验方剂学杂志,2018,24(18):36-41.

[16] 康传志,周涛,江维克,等. 根类药材商品规格等级标准研究模式探讨[J]. 中国中药杂志,2016,41(5):769-775.

[17] 石磊,张承程,郭兰萍,等. 关于厚朴药材商品规格等级标准的研究[J]. 中国中药杂志,2015,40(3):450-454.

[18] 陈小红,陈康,潘超美,等. 化橘红药材商品规格等级标准分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2017,23(11):23-28.

[责任编辑 顾雪竹]