

· 化学与分析 ·

基于复合质量常数的北柴胡饮片等级评价

曹雪, 蔡广知, 赵凌, 赫一鸣, 贡济宇*
(长春中医药大学, 长春 130117)

[摘要] 目的:建立北柴胡饮片等级评价标准,为根及根茎类规则形状中药饮片的等级标准构建提供理论依据。方法:复合质量常数是一种基于传统又优于传统的综合性中药饮片等级评价方法,该方法基于质量常数,通过考察中药饮片的外观性状、挥发油、浸出物、柴胡皂苷 a 和 d 含量等指标,将北柴胡饮片的内在指标和外观性状有效结合,构建复合质量常数,完善并建立北柴胡饮片等级标准。结果:本研究收集 20 批不同质量的北柴胡饮片,以检验合格的 19 批北柴胡饮片为研究对象,研究结果显示其复合质量常数为 1.616~8.414,可以将北柴胡饮片划分成 3 个等级,一级北柴胡饮片复合质量常数 ≥ 7.871 ,二级北柴胡饮片复合质量常数 < 7.871 且 ≥ 5.602 ,三级北柴胡饮片复合质量常数 < 5.602 。结论:复合质量常数能够科学、客观、合理地划分饮片的等级,解决了相对质量常数评价方法存在的诸多问题,为多指标成分中药饮片等级划分提供了新方法、新模式,为进一步建立和健全北柴胡饮片综合质量评价体系提供有益参考。

[关键词] 北柴胡饮片; 复合质量常数; 浸出物; 挥发油; 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(2018)18-0036-06

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20181814

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20180703.0815.001.html>

[网络出版时间] 2018-07-03 10:18

Grades Evaluation of Buleuri Radix Decoction Pieces Based on Compound Quality Constant

CAO Xue, CAI Guang-zhi, ZHAO Ling, HE Yi-ming, GONG Ji-yu*
(Changchun University of Chinese Medicine, Changchun 130117, China)

[Abstract] **Objective:** To establish the grade evaluation standard for Buleuri Radix decoction pieces, and provide theoretical basis for building the grade standard for root and rhizome regular shape Chinese medicinal decoction pieces. **Method:** Compound quality constant is a comprehensive grade evaluation method for traditional Chinese medicine decoction pieces, which is based on but even better than a traditional way. This method was based on the quality constant, where the internal index and appearance character of Buleuri Radix decoction pieces were combined effectively by investigating the appearance character, volatile oil, extracts, saikosaponin a and d contents in traditional Chinese medicine decoction pieces. In this way, the evaluation method of compound quality constant was constructed to perfect and establish the grade standard of Buleuri Radix decoction pieces. **Result:** Twenty batches of different quality samples were collected and tested, and finally, 19 qualified batches of them were chosen as researcher objects. The results revealed that the range of the compound quality constant of these samples was from 1.616 to 8.414 and Buleuri Radix decoction pieces could be divided into three grades: the compound quality constant of first grade was ≥ 7.871 ; the second grade was < 7.871 but ≥ 5.602 ; while the third grade was < 5.602 . **Conclusion:** Compound quality constant can be used to scientifically, objectively and

[收稿日期] 20180405(005)

[基金项目] 国家中药标准化项目(ZYBZH-Y-JL-25)

[第一作者] 曹雪,在读硕士,从事活性物质筛选及构效关系研究, E-mail:951080030@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、中药活性成分分析及新方法新技术研究, E-mail:gongjiyu@126.com

reasonably classify the decoction pieces, solve the problems existing in the relative quality constant evaluation methods, and provide a new method and a new model for the classification of multi-indicator components in traditional Chinese medicine decoction pieces, as well as a beneficial reference for further establishing and perfecting the comprehensive quality evaluation system of Buleuri Radix decoction pieces.

[Key words] Buleuri Radix decoction pieces; compound quality constant; extract; volatile oil; grade evaluation

柴胡为伞形科植物柴胡或狭叶柴胡的干燥根。按性状不同,分别习称“北柴胡”和“南柴胡”,始载于《神农本草经》,被列为上品。性微寒,味苦、辛,具有解表和里、舒肝解郁、升提中气之功能,主要用于治疗胸胀腹痛、疟疾及感冒发热等病^[1]。近二十年来,国内外学者对其在生药、化学、药理、药剂及临床研究方面都有较深入的研究,并取得较大的进展^[2]。市场对北柴胡的需求量逐年增加,但目前市场上北柴胡的质量千差万别、鱼目混杂,北柴胡饮片的等级划分没有明确标准,仅依靠外观性状划分,缺乏科学依据。因此,有必要建立一套科学、合理、可操作性强、实用性好的北柴胡饮片等级评价标准客观评判北柴胡饮片质量,以此保障临床用药疗效,促进北柴胡饮片的合理配置,实现优质优价、规范市场监管。

复合质量常数是衡量中药材和饮片质量优劣的综合评价指标,本方法能将外观性状和内在指标量化,形成具有明确数值范围的中药饮片商品规格等级。中药材和饮片商品规格等级研究是中药研究领域的热点,针对中药材和饮片商品规格等级,近几年涌现出大量有关论述,包括中药材和饮片商品规格等级形成的原因、划分依据^[3]以及基于某些药材等级评价方法等。刘安团队构建质量常数及相对质量常数,为中药材商品规格等级划分提供了思路和方法,但评价指标较单一,仅局限于含量测定中的指标性成分,忽略了其他有效成分^[4-5]。为了更加综合、客观、合理地评价北柴胡饮片的质量,本研究团队构建了复合质量常数,将北柴胡饮片的外观、挥发油、浸出物、柴胡皂苷 a 和 d 含量等指标纳入公式,完善并建立了北柴胡饮片的等级标准。

1 材料

LC-2030 型高效液相色谱仪(日本岛津公司,包括 DGC-20A 型在线脱气系统, SIL-20A 型自动进样系统, CTO-20A 型柱温箱, SPD-M20A 型二极管阵列检测器), AB135-S 型 1/10 万电子分析天平(瑞士梅特勒-托利多公司);柴胡皂苷 a 和柴胡皂苷 d(上海源叶生物科技有限公司,纯度 ≥98.3%, ≥98.9%,

批号 P30J8F38993, Z08A8L33357); 甲醇、乙腈(色谱级, USA Thermo Fisher Scientific), 屈臣氏蒸馏水, 其他试剂均为分析纯。

收集 20 批不同质量的北柴胡饮片, 经长春中医药大学中药鉴定教研室主任翁丽丽教授鉴定, 均来源于伞形科柴胡属柴胡 *Bupleurum chinense* 的干燥根。其样品信息见表 1, 图 1。

表 1 20 批北柴胡饮片样品信息

Table 1 Samples information of 20 batches Bupleuri Radix pieces

批次	产地	规格	批号
BCH-01	山西	三等	170501
BCH-02	山西	统货	170401
BCH-03	陕西	一等	1703021
BCH-04	黑龙江	二等	170102
BCH-05	河北	三等	817030361
BCH-06	陕西	二等	1705023
BCH-07	山西	三等	160901
BCH-08	河北	一等	160901
BCH-09	内蒙古	一等	171001
BCH-10	内蒙古	二等	160834
BCH-11	内蒙古	一等	1510001
BCH-12	山西	二等	160101
BCH-13	内蒙古	统货	160901
BCH-14	山西	二等	170814
BCH-15	山西	统货	170102
BCH-16	黑龙江	统货	20170122
BCH-17	内蒙古	三等	20160101
BCH-18	内蒙古	一等	1710012
BCH-19	山西	二等	20170801
BCH-20	山西	一等	170801

注:北柴胡饮片规格等级均为饮片外包装所示等级。

2 方法与结果

2.1 复合质量常数 A^+ 本课题组基于质量常数 A (公式 1) 和相对质量常数 A' (公式 2)^[6-7], 引入浸出物、挥发油、柴胡皂苷 a 和 d 含量等有效指标, 构建

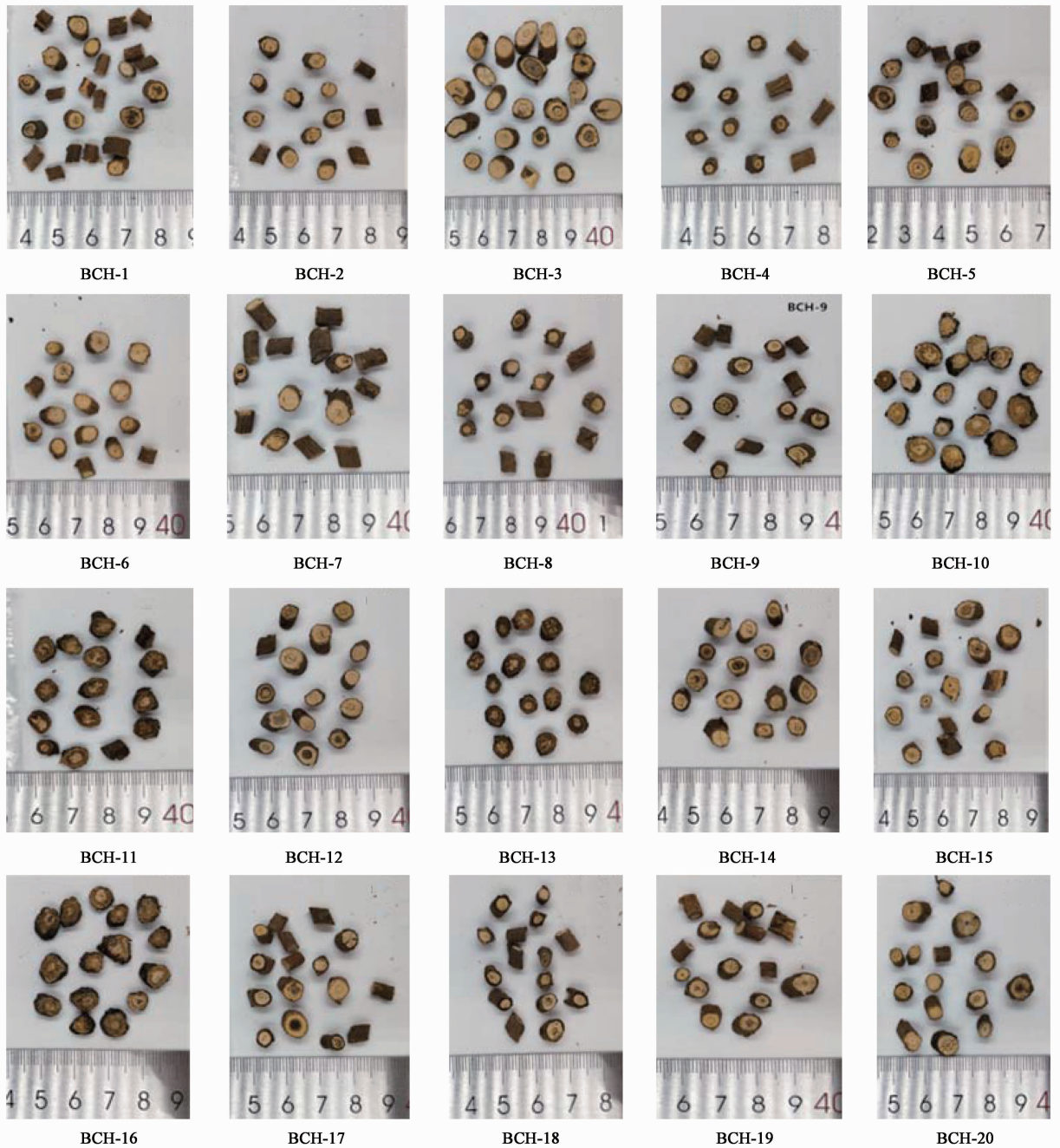


图1 不同等级的北柴胡饮片
Fig.1 Different grades of Bupleuri Radix decoction pieces

复合质量常数 A^+ , 即将每个指标成分的相对质量常数 A' 整合。此公式适用于根及根茎类中药饮片, 北柴胡饮片可以视为标准圆柱体模型并根据公式开展等级划分研究。

北柴胡含糖类、黄酮、香豆素等多种化学成分, 柴胡皂苷和柴胡挥发油是柴胡的主要药用成分, 研究表明柴胡根中主要成分为柴胡皂苷, 具有抗炎、抗病毒、抗肿瘤及调节内分泌等作用^[8]。柴胡挥发油具有较好的解表、退热作用, 而浸出物的

含量也是质量控制的重要指标, 挥发油与浸出物既符合中药复杂体系的特点, 更能反映柴胡饮片整体质量, 具有实际意义。对北柴胡进行含量测定、挥发油测定和醇溶性浸出物测定, 可以从一定程度上反映药材的内在质量, 以此作为质量控制指标, 结合相对质量常数, 构建复合质量常数 A^+ (公式3)。复合质量常数可以很好的权衡皂苷、挥发油和浸出物多指标成分, 更加科学、全面地划分中药饮片等级。

$$A = \frac{M}{\bar{h}^2} = \frac{Cm}{\bar{h}^2} \quad (\text{公式 1})$$

$$A'_1 = \frac{A_1}{L_1} = \frac{Cm}{L_1 \bar{h}^2} \quad (\text{公式 2})$$

$$A^* = A'_1 + A'_2 + A'_3 = \frac{A_1}{L_1} + \frac{A_2}{L_2} + \frac{A_3}{L_3} = \frac{Cm}{L_1 \bar{h}^2} + \frac{Pm}{L_2 \bar{h}^2} + \frac{Cm}{L_3 \bar{h}^2} \quad (\text{公式 3})$$

L_1 是含量测定指标性成分《中国药典》2015 年版规定限量值, L_2 是 2015 年版《中国药典》浸出物规定限量值, P 是浸出物含量, V 是挥发油含量, A^* 为饮片复合质量常数。

2.2 含量测定^[9]

2.2.1 色谱条件 以十八烷基硅烷键合硅胶为填充剂(依利特 Hypersil ODS₂, 4.6 mm × 250 mm, 5 μm)。流动相乙腈(A)-水(B)梯度洗脱(0 ~ 50 min, 25% ~ 75% A; 50 ~ 55 min, 90% A); 检测波长 210 nm。理论板数按柴胡皂苷 a 峰计算应不低于 1 万。

2.2.2 对照品溶液的制备 取柴胡皂苷 a 和柴胡皂苷 d 对照品适量, 精密称定, 加甲醇制成每 1 mL 含柴胡皂苷 a 0.4 mg, 柴胡皂苷 d 0.5 mg 的溶液, 摇匀, 即得。

2.2.3 供试品溶液的制备 取本品粉末(过四号筛)约 0.5 g, 精密称定, 置具塞锥形瓶中, 加入含 5% 浓氨试液的甲醇溶液 25 mL, 密塞, 30 °C 超声处理(功率 200 W, 频率 40 kHz) 30 min, 滤过, 用甲醇 20 mL 分 2 次洗涤容器及药渣, 洗液与滤液合并, 回收溶剂至干。残渣加甲醇溶解, 转移至 5 mL 量瓶中, 加甲醇至刻度, 摇匀, 滤过, 取续滤液, 即得。

2.2.4 测定法 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。

2.3 北柴胡饮片形态参数的测定 19 批北柴胡饮片均为类圆形片, 形态参数重点关注饮片的大小和厚薄。为减少研究误差, 每批样品随机选取 3 组, 每组 100 个饮片作为测量对象^[9], 记录厚度和质量并求出每组平均厚度 \bar{h} , 平均质量 \bar{m} , 结果见表 2。

2.4 北柴胡浸出物的测定^[10] 取供试品 2 g(过二号筛), 精密称定(质量 c), 置 100 mL 锥形瓶中, 精密加乙醇 50 mL, 密塞, 称定质量, 静置 1 h 后, 连接回流冷凝管, 加热至沸腾, 保持微沸 1 h。放冷后, 取下锥形瓶, 密塞, 再称定质量, 用乙醇补足减失的质量, 摇匀, 用干燥器滤过, 精密量取滤液 25 mL, 置已干燥至恒重的蒸发皿中(质量 a), 水浴蒸干, 于 105 °C 干燥 3 h, 置干燥器中冷却 30 min, 迅速精密

称定质量(质量 b), 计算供试品中醇溶性浸出物的质量分数(%) = 2(b - a)/c。

2.5 北柴胡挥发油的测定^[11] 分别取 3 份供试品(过三号筛)各 300 g, 按照《中国药典》2015 年版(四部)通则 2204 挥发油测定法(乙法)测定挥发油, 计算平均得油率。

3 结果与分析

3.1 标准曲线制备 精密称取柴胡皂苷 a 适量, 置 5 mL 棕色量瓶中, 加甲醇溶解并稀释至刻度, 制成终质量浓度为 3.98 g·L⁻¹ 的柴胡皂苷 a 对照品储备液。分别取对照品储备液各 6 份, 加甲醇分别稀释成终质量浓度为 0.13, 0.25, 0.50, 1.00, 1.99, 3.98 g·L⁻¹ 的对照品溶液, 吸取上述对照品储备液各 10 μL, 注入高效液相色谱仪, 按 2.2.1 项下色谱条件进行测定。以对照品质量浓度(g·L⁻¹)为横坐标, 峰面积为纵坐标, 得到回归方程 $Y = 291.74X - 4.1095$ ($R^2 = 0.9997$), 线性范围为 0.13 ~ 3.98 g·L⁻¹。

精密称取柴胡皂苷 d 适量, 置 5 mL 棕色量瓶中, 加甲醇溶解并稀释至刻度, 制成终质量浓度为 3.02 g·L⁻¹ 的柴胡皂苷 d 对照品储备液。分别取对照品储备液各 6 份, 加甲醇分别稀释成终质量浓度为 0.10, 0.19, 0.38, 0.76, 1.51, 3.02 g·L⁻¹ 的对照品溶液, 吸取上述对照品储备液各 10 μL, 注入高效液相色谱仪, 按 2.2.1 项下色谱条件进行测定。以对照品质量浓度(g·L⁻¹)为横坐标, 峰面积为纵坐标, 得到回归方程 $Y = 307.96X + 3.7166$ ($R^2 = 0.9998$), 线性范围为 0.10 ~ 3.02 g·L⁻¹。

3.2 北柴胡饮片指标性成分含量测定 经测量第 10 批饮片含柴胡皂苷 a 和柴胡皂苷 d 的总质量分数为 0.18%, 基于《中国药典》2015 年版标准, 不作为研究对象, 故舍去。其他批次北柴胡饮片中柴胡皂苷的含量, 见表 2。由表中测得的结果可知, 19 批北柴胡样品中柴胡皂苷 a 和柴胡皂苷 d 的总质量分数为 0.82% ~ 4.68%, 均符合《中国药典》2015 年版北柴胡饮片中含柴胡皂苷 a 和柴胡皂苷 d 的总质量分数不得少于 0.30% 的规定。见图 2。

3.3 北柴胡饮片复合质量常数 按照公式(1)分别计算北柴胡皂苷 a, 北柴胡皂苷 d, 挥发油, 浸出物的质量常数, 按照公式(2)计算复合质量常数, 按照公式(3)求出每批北柴胡饮片的复合质量常数。19 批北柴胡饮片的复合质量常数为 1.616 ~ 8.414。见表 2。

3.4 北柴胡饮片等级划分 等级划分应力求简化,

表 2 北柴胡饮片外观参数、指标成分含量、挥发油含量、浸出物含量、质量常数、相对质量常数及复合质量常数 ($n=3$)

Table 2 Results of apparent parameter, index component contents, volatile oil, extract, quality constant, relative quality constant and compound quality constant of Bupleuri Radix decoction pieces ($n=3$)

No.	外观参数			浸出物 /%	挥发油 /%	质量常数 A			相对质量常数 A'			复合质量 常数 A^*
	\bar{h}/cm	$\bar{m}/\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}$	柴胡皂苷 a, d 总量/%			柴胡皂苷 总量	浸出物	挥发油	A'_1	A'_2	A'_3	
BCH-01	45.215	4.171	1.402	21.33	0.147	0.003	0.044	0.000 3	0.954	0.363	0.300	1.616
BCH-02	45.341	6.095	2.323	20.12	0.153	0.007	0.060	0.000 5	2.296	0.497	0.454	3.247
BCH-03	31.271	4.216	2.153	24.65	0.127	0.009	0.106	0.000 5	3.094	0.886	0.547	4.527
BCH-04	46.546	7.075	4.682	36.64	0.107	0.015	0.120	0.000 3	5.096	0.997	0.349	6.443
BCH-05	44.834	4.553	2.268	20.22	0.140	0.005	0.046	0.000 3	1.712	0.382	0.317	2.411
BCH-06	37.177	8.583	0.819	20.90	0.143	0.005	0.130	0.000 9	1.695	1.082	0.888	3.664
BCH-07	34.997	6.587	1.549	19.83	0.120	0.008	0.107	0.000 6	2.778	0.889	0.645	4.312
BCH-08	36.150	6.674	3.458	30.18	0.137	0.018	0.154	0.000 7	5.887	1.284	0.700	7.871
BCH-09	36.202	6.674	3.895	20.52	0.110	0.020	0.104	0.000 6	6.612	0.871	0.560	8.043
BCH-11	29.386	6.184	0.939	25.17	0.150	0.007	0.180	0.001 1	2.242	1.502	1.074	4.818
BCH-12	32.081	7.047	2.065	15.62	0.133	0.014	0.107	0.000 9	4.713	0.891	0.911	6.515
BCH-13	30.295	6.961	0.985	20.90	0.113	0.007	0.159	0.000 9	2.489	1.321	0.857	4.667
BCH-14	35.513	6.345	2.263	19.57	0.117	0.011	0.098	0.000 6	3.795	0.820	0.589	5.204
BCH-15	35.250	8.140	1.584	20.43	0.157	0.010	0.134	0.001 0	3.459	1.115	1.028	5.602
BCH-16	26.949	4.451	1.008	21.28	0.160	0.006	0.130	0.001 0	2.060	1.087	0.981	4.127
BCH-17	36.486	7.262	2.314	20.12	0.107	0.013	0.110	0.000 6	4.207	0.915	0.584	5.705
BCH-18	36.016	6.905	3.894	21.56	0.103	0.021	0.115	0.000 5	6.910	0.956	0.548	8.414
BCH-19	35.953	7.647	2.391	20.93	0.103	0.014	0.124	0.000 6	4.715	1.032	0.609	6.356
BCH-20	35.424	8.336	2.354	19.68	0.130	0.016	0.131	0.000 9	5.212	1.089	0.864	7.165

注: \bar{h} 是平均厚度, \bar{m} 是平均质量, A 是质量常数, A' 是相对质量常数, A^* 为复合质量常数。

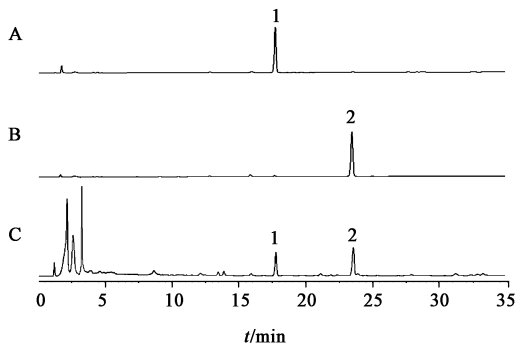


图 2 柴胡皂苷 a, 柴胡皂苷 d, 北柴胡样品 HPLC

Fig. 2 HPLC diagram of saikosaponin a, saikosaponin d and Bupleuri Radix decoction pieces

以便适应于市场流通和临床应用^[12]。市面上一般将北柴胡饮片分为 3 等级, 设将所有样品视为 100%, 质量前 20% 的列为一等, 20% ~ 50% 的列为二等, 剩余列为三等; 相应地把北柴胡饮片划分成 3 个等级: 一级北柴胡饮片复合质量常数 ≥ 7.871 , 二级北柴胡饮片复合质量常数 < 7.871 且 ≥ 5.602 , 三级北柴胡饮片复合质量常数 < 5.602 。此方法没有

明确的划分要求, 可以根据实际的需求, 做适当更改。见图 3。

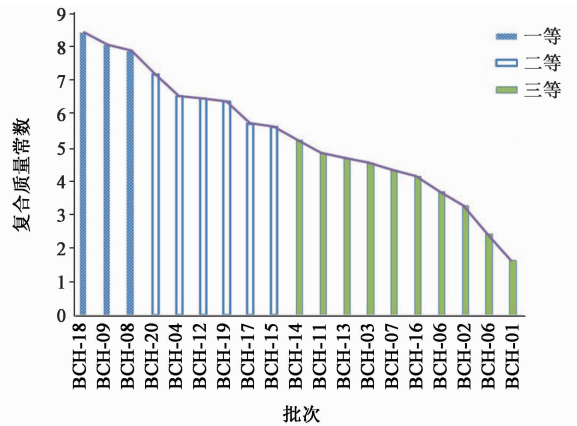


图 3 北柴胡饮片等级划分

Fig. 3 Grading of Bupleuri Radix decoction pieces

4 讨论

柴胡始载于《神农本草经》, 原名茈胡, 列为上品^[13]。笔者结合《中国药典》2015 年版, 《200 种中药材商品电子交易规格等级标准》等相关标准和规范研究发现, 现行中药及中药饮片等级标准多以外

观性状、杂质质量占比等为主要参数进行等级划分^[14],而市场上对于北柴胡饮片等级划分仅依靠外观性状,缺乏科学依据,这对北柴胡饮片的市场流通及临床应用非常不利。随着北柴胡饮片需求量的不断扩大,野生柴胡已远远满足不了市场供给,人工种植北柴胡已成为市场主流。由于栽培条件恶劣、人工管理粗放,导致北柴胡品质下降,饮片外观与浸出物及皂苷含量并非直接相关。因此,依据外观评价北柴胡质量的等级划分应当重新审视。

针对市售北柴胡饮片类别杂乱无章等级的现象,本团队开展北柴胡等级划分的研究,在“辨状论质”的基础上,结合刘安团队构建的质量常数及相对质量常数,创新提出了复合质量常数,复合质量常数增加了挥发油、浸出物等评价指标,能够符合中药复杂体系的特点,有效将北柴胡饮片的内在指标和外观性状有机结合,构建了更加全面、客观、准确的北柴胡饮片的等级划分标准。本文构建的复合质量常数,既包含单指标成分,又兼顾复杂化学体系的代表性,更具有参考性和实用价值。

挥发油是柴胡主要活性成分之一,柴胡挥发油在柴胡饮片中的含量较低,但其具有明显的解表、退热等作用^[15],故柴胡挥发油测定结果可作为评价北柴胡饮片等级的重要指标。而现有文献标准中并没有对挥发油含量有明确的限度标准,故本文采用19批北柴胡饮片挥发油提取量平均值的80%作为北柴胡饮片挥发油限度标准,即照挥发油测定法(通则2204)乙法测定,挥发油不得少于0.10%。

当前,对中药及中药饮片质量的评价时,常是以《中国药典》规定的指标性成分的含量、安全性等作为指标,往往忽略了其他有效成分,而浸出物作为《中国药典》规定的质量控制项目也是评价饮片质量不可忽视的指标^[16]。浸出物测定既符合中药复杂体系的特点又贴近于临床,因此,本文将浸出物的测定结果用于评价北柴胡饮片的等级。

从19批北柴胡饮片分级结果可以看出,复合质量常数评价方法能给出一个具体的量化数值,可以客观、有效、明确地划分北柴胡饮片等级。本研究以80%和50%为界限将北柴胡饮片划分成3等级,临床及实际应用中还可以根据需求,设置若干等级。本研究样品批次相对有限,还需测定更多北柴胡饮片以不断的完善和充实等级范围。本研究对于控制北柴胡饮片质量具有重要的实用价值,具有科学性、客观性,既尊重传统,又结合现代评价指标,更加全面客观地评价饮片质量。复合质量常数等级划分方法对

于规范饮片市场可发挥具有重要的推进作用,对其他中药饮片的等级标准构建具有重要的参考意义。

[参考文献]

- [1] 赵建军,高晓娟,雍婧姣,等.宁夏产柴胡药材与其对照药材的HPLC指纹图谱及近红外光谱比较[J].中国实验方剂学杂志,2017,23(8):50-56.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 邓哲,焦梦姣,章军,等.基于质量常数评价方法划分黄柏饮片等级研究[J].中国中药杂志,2017,42(17):3356-3361.
- [8] 谢东浩,蔡宝昌,安益强,等.柴胡皂苷类化学成分及药理作用研究进展[J].南京中医药大学学报,2007,23(1):63-65.
- [9] 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,2015:280.
- [10] 万燕晴,李震宇,秦雪梅.黄芪商品规格等级标准考证及质量研究思考[J].现代中药研究与实践,2016,30(2):61-63,67.
- [11] 国家药典委员会.中华人民共和国药典.四部[M].北京:中国医药科技出版社,2015:202-203.
- [12] 段金殿,肖小河,宿树兰,等.中药材商品规格形成模式的探讨—以当归为例[J].中国现代中药,2009,11(6):14-17.
- [13] YANG Z Y, CHAO Z, HUO K K, et al. ITS sequence analysis used for molecular identification of the *Bupleurum* species from northwestern China [J]. *Phytomedicine*, 2007, 14(6):416-423.
- [14] 国家医药管理局.七十六种药材商品规格标准[M].北京:中华人民共和国卫生部,1984.
- [15] 韩晓伟,严玉平,王乾,等.河北产北柴胡挥发油化学成分的GS-MS分析[J].天津农业科学,2017,23(10):31-34.
- [16] 段英姿,客绍英.不同采收期异源引种柴胡有效成分的动态变化[J].西北农业学报,2015,24(1):151-155.

[责任编辑 顾雪竹]