

紫草中羟基萘醌总色素的分光光度定量方法研究^{*}

刘玉梅

(新疆大学化学化工学院, 乌鲁木齐 830046)

摘要 目的: 探讨紫草中的羟基萘醌总色素的定量分析方法。方法: 分别以紫草中的 6 个羟基萘醌类色素成分紫草素(SK)、去氧紫草素(DOSK)、 β 、 β -二甲基丙烯酰基紫草素(DASK)、异丁酰基紫草素(IBSK)、异戊酰基紫草素(IVSK)和 2-甲基正丁酰基紫草素(MNBSK)为标准, 建立紫草中羟基萘醌总色素的不同分析方法, 并采用统计分析手段与中国药典收录的传统方法进行比较。结果: 6 种标准对照物均可建立线性范围良好的标准曲线, SK、DOSK、DASK、IBSK、IVSK 和 MNBSK 的相关系数依次为 0.9997、0.9989、0.9998、0.9995、0.9999、0.9997, 线性范围依次为 $5.6 \sim 106.0 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $5.3 \sim 106.0 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $5.9 \sim 117.0 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $5.6 \sim 112.0 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $5.2 \sim 105.0 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 和 $5.6 \sim 111.0 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$; 药典的传统方法与以 SK 和 DOSK 为标准的测定结果差异不明显, 但与其它 4 种物质为标准的测定结果差异极为显著, 且前者对后者的定量误差较大。结论: 以 SK 为标准, 的标准曲线法和药典收录的传统公式计算法对紫草中的羟基萘醌类总色素含量的测定结果并无差异, 且公式计算法简单、方便, 适合作为监控手段。但由于紫草中羟基萘醌类总色素以 DASK 和 IVSK 的相对含量最高, 因此, 以 DASK 为标准定量紫草中萘醌类总色素更为准确。

关键词: 紫草; 紫草素衍生物; 羟基萘醌; 色素; 定量方法; 分光光度法

中图分类号: R917

文献标识码: A

文章编号: 0254-1793(2011)06-1140-06

Study on chromatographi detection method for hydroxynaphthoquinone pigments in *Arnebia Euchroma* (Royle) Johnst^{*}

LIU Yu - mei

(College of Chemistry and Chemical Engineering, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

Abstract Objective: To discuss the determinative methods for hydroxynaphthoquinone pigments derive from *Zicao* [*Arnebia euchroma* (Royle) Johnst]. **Methods:** Six methods were established for determination total hydroxynaphthoquinone pigments in *Arnebia euchroma* (Royle) Johnst by using with respective standard references, namely shikonin (SK), deoxyshikonin (DOSK), Isobutyrylshikonin (IBSK), β , β -dimethylacrylshikonin (DASK), isovalerylshikonin (IVSK) and 2-Methyl-n-butylshikonin (MNBSK). And a statistical analysis method was used in comparing results with the method of Chinese Pharmacopoeia. **Results:** The results showed that the calibration curves of six shikonin derivatives had a good linear relation. The correlation coefficients R were 0.9997, 0.9989, 0.9998, 0.9995, 0.9999, 0.9997 and the linearity ranges were $5.6 \sim 106.0 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, $5.3 \sim 106.0 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, $5.9 \sim 117.0 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, $5.6 \sim 112.0 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, $5.2 \sim 105.0 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, $5.6 \sim 111.0 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ for SK, DOSK, DASK, IBSK, IVSK, MNBSK respectively. There is not significant difference between the method of Chinese Pharmacopoeia and take SK and DOSK as a standard, but it have a significant difference above-mentioned with others shikonin derivatives. **Conclusions:** There was no significant difference between the method of Chinese Pharmacopoeia and standard calibration curve method which take SK as a standard for the contents of hydroxynaphthoquinone pigments, and the formulas method of Chinese Pharmacopoeia have the merit such as simple, rapid and easy to realize. However, DASK and IVSK was the main components in total hydroxynaphthoquinone pigments of *Arnebia euchroma* (Royle) Johnst, so it will be much more accurate for quantitative methods of total hydroxynaphthoquinone pigments with DASK as a standard.

^{*} 新疆大学博士启动基金项目(BS080114)

作者 Tel: (0991) 8582940; E-mail: xjdxlym@163.com

Key words: Zicao (*Arnebia euchroma* (Royle) Johnst) ; shikonin derivatives; hydroxy naphthoquinone; pigments; quantitative methods; Spectrophotometric method

紫草为常用中药,中国药典紫草项下记载为新疆紫草 [*Arnebia euchroma* (Royle) Johnst] 和内蒙紫草 *Arnebia guttata* Bunge 的干燥根。中医认为其性味甘、咸、寒,归心、肝经,具有凉血活血、清热解毒、消炎透疹等功效,用于血热毒盛、斑疹紫黑、麻疹不透、疮疡、湿疹、吐血尿血、水火烫伤等症^[1~3]。现代药理学研究表明,紫草含有多种生理活性成分,以紫草素及其衍生物羟基萘醌类总色素为紫草中的主要有效成分,这些物质不仅具有抗菌、抗氧化、抗癌、抗生育、抗甲状腺、降血糖、保肝护肝和提高免疫力等多种作用,而且还是一种高品质的天然色素,因此已广泛应用于医药、化妆品和印染工业中^[4~7]。紫草中羟基萘醌类色素的测定方法有比色法、重量法、分光光度法、薄层扫描法和高效液相色谱法,中国药典2010版收录以紫外-可见分光光度法测定紫草中的羟基萘醌类总色素的含量,以高效液相色谱法在275 nm检测波长下,采用C₁₈柱测定其中 β 、 β' -二甲基丙烯酰阿卡宁的含量^[8]。药典中对紫草羟基萘醌类总色素的定量是以紫草素的吸光系数($E_{1\text{cm}}^{1\%}$)进行计算,以紫草素计紫草中羟基萘醌类总色素的含量,该法测定方便,但定量结果准确性尚有争议。已有学者采用紫草素^[9,10]、乙酰紫草素^[11]等为标准对照物,研究了分光光度法对紫草中的萘醌类总色素的定量检测方法,得出比药典方法更为准确的定量结果。本试验以紫草中6个萘醌类成分紫草素(SK)、去氧紫草素(DOSK)、 β 、 β' -二甲基丙烯酰紫草素(DASK)、异丁酰基紫草素(IBSK)、异戊酰基紫草素(IVSK)和2-甲基正丁酰基紫草素(MNB-SK)为标准,分别建立了以上述各种标准物为对照,测定紫草中萘醌类总色素的方法,比较了各定量方法间以及各方法与传统药典的方法测定结果之间的差异,以期对紫草中萘醌类总色素的定量提供数据参考。

1 仪器、材料及试剂

WFZ-25型紫外-可见分光光度计(天津市光学仪器厂);电子天平:德国赛多利斯BS210S型。

对照品:SK,中国药品生物制品检定所;DOSK、DASK、IVSK和MNBSK,上海阿达玛斯(Adamas-Beta)试剂有限公司;IBSK,梯希爱(上海)化成工业

发展有限公司;其余试剂购自化学试剂公司,均为分析纯。

紫草样品:购自新疆医药公司,品种为新疆紫草。

2 对照品的配制及紫草样品的处理

准确称取紫草素衍生物的对照品适量,用无水乙醇溶解并定容,分别得到浓度为1.06 mg·mL⁻¹ SK,1.06 mg·mL⁻¹ DOSK,1.17 mg·mL⁻¹ IBSK,1.12 mg·mL⁻¹ DASK,1.05 mg·mL⁻¹ IVSK,1.11 mg·mL⁻¹ MNBSK的对照品储备液,冰箱中4℃储存备用。紫草样品的处理方法参考2010版药典方法处理。取50℃干燥3h后的紫草样品粉碎(过3号筛),精确称量约0.5g,置于100 mL量瓶中,加入无水乙醇至刻度,振荡4h后,过滤。精密量取5 mL续滤液,置于25 mL量瓶中,加入无水乙醇定容,摇匀备用。

3 分析方法

3.1 公式计算法 根据紫草素的吸收系数 $E_{1\text{cm}}^{1\%}=242$,利用公式 $E=A/C$,计算求得样品中羟基萘醌总色素的含量(C 为g·100 mL⁻¹)。

3.2 标准曲线法 取上述“2”项下配制的标准对照品储备液分别用无水乙醇稀释成一系列不同浓度的对照品标准溶液后采用分光光度计在516 nm处测定其吸光值,以浓度为横坐标,吸光值为纵坐标进行线性回归,得到标准曲线。样品中羟基萘醌总色素的含量可通过标准曲线,以紫草素含量来计算。

4 统计分析

实验数据的统计分析结果均采用Microsoft Excel或OriginPro7.0专业软件处理,试验中的所有样品提取和测定次数均为 $n\geq 3$ 。

5 结果与讨论

5.1 标准曲线的建立 中国药典对紫草中羟基萘醌总色素的定量是以紫草素来计算的。本实验分别以紫草素的6个衍生物为标准对照物,可得到以SK、DOSK、DASK、IBSK、IVSK和MNBSK为标准计算的紫草中羟基萘醌总色素的含量。结果表明,以紫草素衍生物为标准的所得的各标准曲线的回归方程呈良好的线性关系,且相关系数好,线性范围宽。结果见表1。

表 1 紫草素及其衍生物对照品的回归方程、
相关系数和线性范围

Tab 1 Regression equations, correlation coefficients
and linear ranges of Shikonin and its derivatives controls

紫草素衍生物对照品 (Shikonin and its derivatives controls)	回归方程式 (regression equations)	r	线性范围 (linear range) / $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$
SK	$A = 22.7369C + 0.0248$	0.9997	5.6 ~ 106.0
DOSK	$A = 22.6301C + 0.0268$	0.9989	5.3 ~ 106.0
IBSK	$A = 17.9698C - 0.0040$	0.9998	5.9 ~ 117.0
DASK	$A = 18.5089C + 0.0114$	0.9995	5.6 ~ 112.0
IVSK	$A = 18.1913C + 0.0093$	0.9999	5.2 ~ 105.0
MNBSK	$A = 18.3019C - 0.0219$	0.9997	5.6 ~ 111.0

表 2 6 种测定方法的回收率和重现性

Tab 2 Repeatability and standard addition recoveries of six detection methods

组分 (component)	初始含量 (sample content) / μg	加标量(added) / μg		实测值(measured value) / μg		回收率(recovery) /%		RSD /%
		1	2	1	2	1	2	
SK	28.53	26.50	39.75	54.21	70.15	96.91	104.70	2.3
	28.53	26.50	39.75	55.63	69.39	102.26	102.79	
	28.53	26.50	39.75	55.10	68.56	100.26	100.70	
DOSK	28.53	26.50	39.75	54.32	69.37	97.32	102.74	2.8
	28.53	26.50	39.75	54.76	68.79	98.98	101.28	
	28.53	26.50	39.75	53.89	66.37	95.70	95.19	
IBSK	28.53	29.50	44.25	57.65	73.11	98.71	100.75	3.1
	28.53	29.50	44.25	59.66	71.96	105.53	98.15	
	28.53	29.50	44.25	59.34	74.35	104.44	103.55	
DASK	28.53	28.00	42.00	57.73	70.95	104.29	101.00	2.7
	28.53	28.00	42.00	55.29	71.23	95.57	101.67	
	28.53	28.00	42.00	57.10	71.67	102.04	102.71	
IVSK	28.53	26.25	39.38	55.13	68.91	101.33	102.54	3.5
	28.53	26.25	39.38	55.69	70.07	103.47	105.49	
	28.53	26.25	39.38	56.28	66.24	105.71	95.76	
MNBSK	28.53	27.75	41.63	55.87	72.45	98.52	105.50	1.9
	28.53	27.75	41.63	56.38	71.98	100.36	104.37	
	28.53	27.75	41.63	57.61	72.02	104.79	104.47	

5.4 方法的稳定性 以上述“2”项下配制的对照品和制备的样品溶液,分别在 0、2、4、6、8、12 h 下测定其吸光值,结果表明 SK、DOSK、DASK、IBSK、IVSK 和 MNBSK 计算其 RSD 分别为 0.85%、0.91%、1.7%、2.6%、3.6%、3.3%;供试品溶液为 2.1% 表明所有标准对照物和样品在 24 h 内稳定性良好。

5.5 样品中总萘醌类色素的分析 取 3 个不同批

5.2 精密度测定 取“2”项下的各标准对照物储备液,分别配制相同的浓度的 5 个平行样,测定吸光值,得到 6 个紫草萘醌类色素成分的精密度测定结果。其 RSD 分别为 SK 0.36%、DOSK 0.60%、IBSK 0.54%、DASK 0.77%、IVSK 1.20%、MNBSK 0.75%。表明分别以上述化合物做标准,方法的精密度均良好。

5.3 回收率和重现性 分别以“2”项下方法制备已知含量的样品 12 份,平行处理 3 次,得到样品溶液,将每组样品中分别加入两组不同剂量的上述标准对照物,结果表明,各方法的重现性良好,回收率在 95.57% ~ 105.53% 之间。数据见表 2。

次购置的新疆紫草样品,分别以上述不同的标准物对紫草中萘醌类总色素进行定量分析,并与传统药典的方法的测定结果进行对照,结果见表 3。对样品的实际测定结果表明,公式法和以 SK、DOSK 为对照品所得的紫草中萘醌类总色素的含量比较一致,而其他 4 个对照品所得到的测定结果比较一致,但与前者差异较大。

表 3 不同方法测定紫草样品中萘醌类总色素的含量比较(% $n=3$)
Tab 3 Comparison of total contents for hydroxynaphthoquinone pigments
in *Arnebia Euchroma* (Royle) *Johnst* with different methods

样品 (samples)	药典公式法 , 以 SK 计 (the formulas method , SK as standard)	以 SK 计 (SK as a standard)	以 DOSK 计 (DOSK as a standard)	以 IBSK 计 (IBSK as a standard)	以 DASK 计 (DASK as a standard)	以 IVSK 计 (IVSK as a standard)	以 MNBSK 计 (MNBSK as a standard)
1	2. 33	2. 36	2. 40	3. 15	2. 98	3. 04	3. 19
2	2. 53	2. 58	2. 62	3. 42	3. 24	3. 31	3. 46
3	4. 58	4. 76	4. 84	6. 18	5. 92	6. 04	6. 17

5. 6 方差分析法评价不同方法对不同萘醌类色素的测定结果准确性的影响

由于紫草中 SK 和 DOSK 的含量相对较低 , DASK , IVSK 等的含量相对较高 , 为了考察以公式法和紫草素衍生物为对照对紫草总萘醌类含量测定的准确性 配制了浓度相等的 6 个紫草衍生物的样品

各 3 组 , 在 516 nm 下测得吸光值后 , 分别用不同的测定方法计算萘醌总色素的含量 ; 对所得到的试验数据 采用两因素系统分组的试验数据模式进行方差分析 , 以比较各方法所得测定结果的差异显著性^[12]。试验数据见表 4。

表 4 不同方法对紫草素衍生物标准对照物的测定结果(样品实际浓度: 26. 50 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)

Tab 4 Determination results for Shikonin and its derivatives controls (practital concentration of sample: 26. 50 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)

一级因素 A (primary factor A)	二级因素 B (second factor B)	测定值(measured value)			二级因素(second factor)		平均值误差 (error for average)	一级因素(primary factor)	
		1	2	3	合计 (total)	平均值 (average)		合计 (total)	平均值 (average)
A1 / 公式法(the formulas method)	B1	25. 99	26. 02	26. 31	78. 32	26. 11	-0. 39	397. 26	22. 07
	B2	25. 95	25. 9	25. 56	77. 41	25. 80	-0. 70		
	B3	19. 68	19. 84	19. 57	59. 09	19. 70	-6. 80		
	B4	21	20. 93	20. 95	62. 88	20. 96	-5. 54		
	B5	20. 49	20. 59	20. 47	61. 55	20. 52	-5. 98		
	B6	19. 5	19. 39	19. 12	58. 01	19. 34	-7. 16		
A2 / SK	B1	26. 58	26. 62	26. 92	80. 12	26. 71	0. 21	403. 19	22. 40
	B2	26. 53	26. 47	26. 12	79. 12	26. 37	-0. 13		
	B3	19. 85	20. 02	19. 74	59. 61	19. 87	-6. 63		
	B4	21. 26	21. 19	21. 2	63. 65	21. 22	-5. 28		
	B5	20. 71	20. 82	20. 69	62. 22	20. 74	-5. 76		
	B6	19. 67	19. 54	19. 26	58. 47	19. 49	-7. 01		
A3 / DOSK	B1	26. 98	27. 02	27. 32	81. 32	27. 11	0. 61	409. 07	22. 73
	B2	26. 94	26. 87	26. 51	80. 32	26. 77	0. 27		
	B3	20. 13	20. 31	20. 02	60. 46	20. 15	-6. 35		
	B4	21. 56	21. 49	21. 51	64. 56	21. 52	-4. 98		
	B5	21. 01	21. 12	20. 99	63. 12	21. 04	-5. 46		
	B6	19. 94	19. 82	19. 53	59. 29	19. 76	-6. 74		
A4 / IBSK	B1	35. 17	35. 22	35. 6	105. 99	35. 33	8. 83	538. 11	29. 89
	B2	35. 12	35. 04	34. 59	104. 75	34. 92	8. 42		
	B3	26. 68	26. 89	26. 54	80. 11	26. 70	0. 20		
	B4	28. 45	28. 37	28. 39	85. 21	28. 40	1. 90		
	B5	27. 77	27. 9	27. 74	83. 41	27. 80	1. 30		
	B6	26. 44	26. 28	25. 92	78. 64	26. 21	-0. 29		
A5 / DASK	B1	33. 37	33. 42	33. 78	100. 57	33. 52	7. 02	508. 33	28. 24
	B2	33. 31	33. 24	32. 89	9. 35	33. 12	6. 62		
	B3	25. 12	25. 32	24. 98	75. 42	25. 14	-1. 36		

续表 4

一级因素 A (primary factor A)	二级因素 B (second factor B)	测定值(measured value)			二级因素(second factor)		平均值误差 (error for average)	一级因素(primary factor)	
		1	2	3	合计 (total)	平均值 (average)		合计 (total)	平均值 (average)
A6/IVSK	B4	26.84	26.76	26.78	80.38	26.7	90.29		
	B5	26.17	26.3	26.14	78.61	26.20	-0.30		
	B6	24.89	24.73	24.38	74.00	24.67	-1.83		
	B1	34.1	34.14	34.52	102.76	34.25	7.75	519.74	28.87
	B2	34.04	33.97	33.52	101.53	33.84	7.34		
	B3	25.69	25.9	25.55	77.14	25.71	-0.79		
A7/MNBSK	B4	27.45	27.36	27.38	82.19	27.40	0.90		
	B5	26.77	26.9	26.74	80.41	26.80	0.30		
	B6	25.46	25.3	24.95	75.71	25.24	-1.26		
	B1	35.54	35.59	35.96	107.09	35.70	9.20	546.48	30.36
	B2	35.49	35.42	34.97	105.88	35.29	8.79		
	B3	27.2	27.41	27.06	81.67	27.22	0.72		
	B4	28.94	28.86	28.88	86.68	28.89	2.39		
	B5	28.27	28.4	28.24	84.91	28.30	1.80		
	B6	26.97	26.82	26.46	80.25	26.75	0.25		
合计(total)								3322.18	184.56

注(note) : 二级因素中 B1 为 SK ,B2 为 DOSK ,B3 为 IBSK ,B4 为 DASK ,B5 为 IVSK ,B6 为 MNBSK(in second factor ,B1for SK ,B2 for DOSK ,B3 for IBSK ,B4 for DASK ,B5 为 IVSK ,B6 for MNBSK)

表 5 不同测定方法所得紫草萘醌类总色素含量的方差分析表
Tab 5 Analysis of variance of total contents for hydroxynaphthoquinone pigments
in *Arnebia Euchroma* (Royle) Johnst with different methods

变异来源 (source of variation)	平方和 (sum of square)	自由度 (degree of freedom)	均方 (mean square)	F 值 (F value)	查 $F_{(0.01)}$ (look up $F_{crit-0.01}$)
方法间(among the methods)	1541.72	6	256.95	6.16**	3.35($F_{0.01(6,35)}$)
不同样品间 B(A) [among the samples B(A)]	1459.2	35	41.69	1226.18**	1.94($F_{0.01(35,84)}$)
误差(error)	2.85	84	0.034		
总变异(the total variance)	3003.73	125			

方差分析表明 ,由于测定方法间和同一方法对不同物质所得的测定结果的 F 值均大于响应的临界值 ,因此表明不同的测定方法所得的测定结果差异极为显著 ,同时 ,同一测定方法测定不同的物质的差异也极为显著。鉴于所得结果 ,有必要对几种方法之间测定结果进行多重比较。

因为对一级因素(测定方法) 进行 F 检验时是以对不同标准样品均方作为分母 ,样品的重复测定总数为 18 ,计算可得测定结果的标准误为 1.5219。采用最短显著性极差法(shortest significant ranges , SSR) ,以自由度 $df_{B(A)} = 35$,查表得的秩次 $k = 2, 3, 4, 5, 6, 7$ 时所对应的 0.05 和 0.01 水平下的临界 $SSR_{0.05}$ 和 $SSR_{0.01}$ 的值 ,与标准误相乘 ,求出相应水平下的最小显著性极差(least significant ranges ,LSR) $LSR_{0.05}$ 和 $LSR_{0.01}$ 的值 ,结果见表 6。

表 6 最短显著性极差 SSR 值与最小显著性极差 LSR 值
Tab 6 Shortest significant ranges and least significant ranges

自由度 $df_{B(A)}$ [degree of freedom $df_{B(A)}$]	秩次距 k (rank order k)	SSR 0.05	SSR 0.01	LSR 0.05	LSR 0.01
35	2	2.86	3.82	4.35	5.81
	3	3.01	3.99	4.58	6.07
	4	3.10	4.10	4.72	6.24
	5	3.17	4.17	4.82	6.35
	6	3.22	4.24	4.90	6.45
	7	3.27	4.30	4.98	6.54

SSR 法所得的几种测定方法间的多重比较结果见表 7。

表 7 测定方法对不同标准物质测定结果的多重比较表(新复极差法)
Tab 7 Multiple comparisons for determination results (new multiple range method)

方法 (methods)	平均数 $\bar{x}_i$ (average $\bar{x}_i$)	$\bar{x}_i \dots - 22.07$	$\bar{x}_i \dots - 22.40$	$\bar{x}_i \dots - 22.73$	$\bar{x}_i \dots - 28.24$	$\bar{x}_i \dots - 28.87$	$\bar{x}_i \dots - 29.89$
A7	30.36	8.29**	7.96**	7.63**	2.12	1.49	0.47
A4	29.89	7.82**	7.49**	7.16**	1.65	1.02	
A6	28.87	6.8**	6.47**	6.14**	0.63		
A5	28.24	6.17*	5.84*	5.51*			
A3	22.73	0.66	0.33				
A2	22.40	0.33					
A1	22.07						

多重比较的结果表明,以 MNBSK、DASK、IVSK 为标准测定紫草中萘醌类总色素的含量结果与公式法、SK 和 DOSK 为标准所得的测定结果有极为显著的差异,而以 IBSK 为标准测定结果则与公式法、SK 和 DOSK 为标准所得的测定结果差异显著;采用 SK、DOSK 为标准所得的测定结果与公式法计算所得的测定结果之间差异不显著;同时以 MNBSK、DASK、IVSK 为标准时对这 3 种物质的相互定量结果的差异也不显著。

上述比较结果也可从表 4 所列测定结果和样品的实际浓度之间的误差项来得到证实,该数据表明,当以公式法和 SK 或 DOSK 为标准时,测定样品中的 MNBSK、DASK、IVSK 和 IBSK 的结果比样品的实际浓度小了 18.80% ~ 27.02%;而这 4 种物质为标样相互定量的结果与实际浓度之间的误差值则在 9% 以内。

6 结论

由于紫草中的萘醌类羟基总色素 SK 和 DOSK 所占的比例相对较少,因此,传统的分光光度法以 SK 为标准或采用经验公式计算法测定紫草中萘醌类总色素含量的误差相对较大,而以紫草中相对含量较高的 MNBSK、DASK 或 IVSK 来定量则更为准确。由于 MNBSK 和 IVSK 为异构体,对其分离难度较大,因此,以 DASK 为标准定量紫草中萘醌类总色素的含量更为适用。实验数据还表明,以 SK 为标准,标准曲线法和公式计算法对紫草中的萘醌类总色素含量的测定结果并无差异,公式计算法简单、方便,作为生产监控手段有一定的实用性。

参考文献

- GE Feng(葛锋),WANG Xiao-dong(王晓东),WANG Yu-chun(王玉春). Advances in studies on medicinal Radix Arnebiae Seu Lithospermi(药用紫草的研究进展). *Chin Tradit Herb Drugs*(中草药) 2003 34(9): Appendix(附录):6
- HUANG Zhi-shu(黄志舒),ZHANG Min(张敏),MA Lin(马

- 林) *et al.* A survey of chemical and pharmacologic studies on Zicao (Arnebia sp., Lithospermum sp., and Onosma sp.) (紫草的化学成分及其药理活性研究概况). *Nat Prod Res Dev*(天然产物研究与开发) 2000 12(1): 73
- KONG Ling-bing(孔令冰). Clinical application of shikonin(紫草的临床应用概况). *Chin J Mod Drug Appl*(中国现代药物应用), 2008 2(12): 117
- Vassilios P, Papageorgiou, Andreana N *et al.* The chemistry and biology of alkanin, shikonin, and related naphthazarin natural products. *Angew Chem(Int Ed Engl)*, 1999 38: 270
- Kaith BS, Kaith NS, Chauhan NS. Anti-inflammatory effect of Amerbia euchroma root extracts in rats. *J Ethnopharmacol*, 1996 55(1): 77
- JIN Cheng-zhi(金呈之). Progress for study of biological activity and application of the radix arnebiae pigment(紫草色素的生物活性及其应用研究进展). *Food Eng*(食品工程) 2007 1: 33
- ZHANG Gai-ping(张改平), YANG Jian-xiong(杨建雄), ZHU Yu-an(朱玉安). Study on antioxidant activity of Lithospermum erythrorhizon in vitro(紫草提取物的体外抗氧化活性研究). *J Wuhan Bot Res*(武汉植物学研究) 2007 25(5): 490
- ChP(中国药典). 2010. Vol I (一部): 320
- FAN Fang-fang(范芳芳), LIU Ze-pu(刘泽蒲), CHEN Wen(陈文) *et al.* Determination of the content of total naphthoquinones in Arnebia euchroma Johnst by ultraviolet spectrophotometry(紫外分光光度法测定新疆紫草中总萘醌的含量). *J Shihezi Univ(Nat Sci)*(石河子大学学报 自然科学版) 2004 22(5): 425
- TANG Qi-ling(唐启令), ZHANG Yan(张岩), Du Xing(杜兴). Study on quality standard of compound Zicao oil (复方紫草油的质量标准研究). *Tradit Chin Drug Res Clin Pharmacol*(中药新药与临床药理) 2003 14(6): 407
- ZHOU Gui-xin(邹桂欣), YOU Xian-ming(尤献民), JIANG Hong(姜鸿) *et al.* Detection for hydroxynaphthoquinone pigments derive from zicao with spectrophotometric in Chinese herbal medicine compound preparation (紫外分光光度法测定中药复方制剂中紫草总萘醌的含量). *Lishizhen Med Mater Med Res*(时珍国医国药) 2003 14(4): 212
- MING Dao-xun(明道绪). Biometry and Experimental Design(生物统计及试验设计). Beijing(北京): China Agriculture Press(中国农业出版社) 2002. 92

(本文于 2010 年 8 月 30 日收到)