doi:10.11751/ISSN.1002 - 1280.2019.07.06

板蓝根指标成分分布分析及药材质量评价研究

钟昆芮,王亚芳*,张连彦,周艳飞,高　婷

(北京市兽药监察所,北京 102629)

[收稿日期] 2019 - 04 - 08　[文献标识码] A　[文章编号] 1002 - 1280 (2019) 07 - 0036 - 08　[中图分类号] S853.7

[摘　要]　为测定多产地板蓝根药材中精氨酸、靛蓝、靛玉红、(R,S) - 告依春、核苷类含量,分析含量分布情况,并进行板蓝根药材质量评价研究。采用高效液相色谱法(HPLC)测定不同产地来源的 11 个板蓝根样品 7 个指标成分含量,通过因子分析和分层聚类分析方法进行成分分布分析和质量评价研究。结果表明靛蓝、靛玉红、鸟苷、尿苷、腺苷对不同产地板蓝根评价贡献最大,这 5 种指标成分可作为产区间区分和评价指标,以此评价体系板蓝根按产区分为河北省产区、甘肃 - 山东 - 安徽产区和东北三省产区,其中河北省产板蓝根品质最优异。

[关键词]　板蓝根;核苷;靛蓝;靛玉红;产地分析;质量评价

Distribution Analysis of Index Components in Radix Isatidis and Research of Its Medicinal Materials Quality Evaluation

ZHONG Kun - rui, WANG Ya - fang*, ZHANG Lan - Yan, ZHOU Yan - fei, GAO Ting

(*Beijing veterinary drug monitoring Institute*, *Beijing* 102629, *China*)

Corresponding author: *WANG Ya - fang*, *E - mail*: *wangyafang*2002@ *aliyun. com*

Abstract: In order to determine the content of arginine, indigo, indirubin, epigoitri and nucleosides, analyze the content distribution and study the quality evaluation of Radix Isatidis, the contents of 7 indicators of 11 samples were determined by High Performance Liquid Chromatography (HPLC) and the composition analysis and quality evaluation were carried out by factor analysis and systematic cluster analysis. Factor analysis showed that the evaluation of indigo, indirubin and nucleosides contributed the most to the Radix Isatidis from different habitats. Cluster analysis can classify Radix Isatidis according to the production area by using the five indicators selected in factor analysis. The three production areas were Hebei Province, Gansu - Shandong - Anhui production area and northeastern three provinces. The factor score of the Radix Isatidis of Hebei Province were the highest, evaluated by the comprehensive factor scores. The results showed that the indigo, indirubin and nucleoside components of Radix Isatidis can be used as an indicator for the differentiation and evaluation of the production interval, for it is

基金项目: 科技部国家重点研发计划专项(2017YFD0501500); 北京市农业局科技新星计划项目

作者简介: 钟昆芮,初级药士,从事兽药质量检查工作。

通讯作者: 王亚芳。E - mail:wangyafang2002@ aliyun. com

affected by the difference in the production area. The quality of the Radix in Hebei province was the best according to the established evaluation system, and the production of Radix was divided into Hebei Province area, Gansu – Shandong – Anhui area and the three provinces in Northeast China area.

Key words: Radix Isatidis; nucleoside; indigo; indirubin; origin analysis; quality evaluation

板蓝根为十字花科菘蓝的干燥根(*Isatis indigotica* Fort.)的干燥根,是我国治疗感冒常用传统大宗中药材,能清热解毒、扶正固本,研究表明板蓝根具有抗病毒、抗菌、抗炎、解热、增强机体免疫功能等作用。随着养殖环节兽用抗菌药减量化行动开展,寻求良好的抗生素替代品势在必行,板蓝根既能防病更能治病,在减抗、替抗方面具有优势,种植产区逐年扩大,不同产区板蓝根品质和外观性状差异较大,板蓝根药源稳定性、种植区域选择、药材资源合理规划不确定性凸显[1-3],因此板蓝根中有效成分含量分布情况和质量评价体系亟待研究补充。

2015 版《中国兽药典》中板蓝根注射液含量测定指标成分为(R,S) – 告依春,而精氨酸、靛蓝、靛玉红及核苷类成分(鸟苷、尿苷、腺苷)具有抗病毒[4-5]、消炎抑菌[6]、抗氧化[7-8]等药理活性且含量所占比例较高,亦被广泛用作指标成分衡量药材质量。

本文测定并分析河北、甘肃、东北、山东等 11 个不同产地来源板蓝根中精氨酸、靛蓝、靛玉红、鸟苷、尿苷、腺苷和(R,S) – 告依春的含量分布情况,综合多成分进行各产地板蓝根质量评价研究,补充板蓝根药源选择依据,为板蓝根药材资源的合理规划提供参考。

1　仪器与材料

Agilent 1260 高效液相色谱仪,Alltech 2000ES 蒸发光散射检测器,Waters e2695 高效液相色谱仪,2998 PDA 检测器,DTL – 500 型超声波清洗机(北京德泰隆科技发展有限责任公司),超纯水机(Milli – Q 公司,Advantage A10)。

试剂三氟乙酸和甲醇均为色谱纯(Fisher Chemical),N,N – 二甲基甲酰胺为分析纯(北京化工厂),水为自制高纯水。精氨酸(批号 140685 – 201707),鸟苷(批号 111977 – 201501),尿苷(批号 110887 – 201803),腺苷(批号 110879 – 201703),靛蓝(批号 110716 – 201612),靛玉红(批号 110717 – 200204),(R,S) – 告依春(批号 111753 – 201706),均购自中国食品药品检定研究院。

2　方　法

2.1　指标成分含量测定

2.1.1　精氨酸　色谱柱 ZORBAX SB – Aq(4.6 mm ×250 mm,5 μm),柱温 30 ℃;流动相水 – 三氟醋酸 (100 ∶ 0.2),流速 0.3 mL/min;蒸发光检测器漂移管温度 110 ℃,载气流量 2.5 L/min。取精氨酸对照品 12.5 mg,精密称定,置 25 mL 量瓶中,加流动相溶解并稀释至刻度,摇匀;精密量取 2 mL,置10 mL量瓶中,用流动相稀释至刻度,摇匀,作为对照品溶液。取通过 3 号筛的供试品粉末约 0.5 g,精密称定,置具塞瓶中,精密加流动相 50 mL,超声处理 30 min,放至室温,滤过;精密量取续滤液 2 mL,置 10 mL 量瓶中,用流动相稀释至刻度,作为供试品溶液。

2.1.2　靛蓝、靛玉红　色谱柱 Kromasil 100 – 5C18 (250 mm × 4.6 mm,5 μm),流动相水 – 甲醇 (70 ∶ 30),流速 1 ml/min,柱温 30 ℃,检测波长 250 nm。分别取靛蓝、靛玉红对照品 2.5 mg,置同一 100 mL 量瓶中,加 N,N – 二甲基甲酰胺溶解,超声 30 min, N,N – 二甲基甲酰胺稀释至刻度,精密量取 5 mL,置 25 mL 量瓶中,加 N,N – 二甲基甲酰胺稀释至刻度,作为对照品溶液。取通过 3 号筛的供试品粉末约 5 g,精密称定,置具塞三角瓶中,精密加甲醇 – 三氯甲烷(400 ∶ 100)50 mL,超声处理 30 min,放冷至室温,滤过,滤液回收溶剂至干,N,N – 二甲基甲酰胺溶解,转移至 10 mL 量瓶,定容置刻度,摇匀,作为供试品溶液。

2.1.3　核苷类、(R,S) – 告依春　Atlantis T3 色谱柱(4.6 mm ×150 mm,5 μm),流动相甲醇(A) – 水

(B)梯度洗脱(0 ~ 3 min,3% A;3 ~ 20 min,3% ~ 10% A;20 ~ 40 min,10% ~ 70% A;40 ~ 50 min,70% A;50.01 ~ 60 min,3% A),流速 0.8 mL/min,检测波长 245 nm。取通过 3 号筛的供试品粉末约 0.5 g,精密加 50% 甲醇溶液 50 mL,超声 30 min,离心(6000 r/min,5 min),取上清液,作为供试品溶液。分别取尿苷、鸟苷、腺苷对照品 20 mg 精密称定,置 100 mL 量瓶中,加 50% 甲醇溶液溶解并稀释至刻度,精密量取 1 mL,置 100 mL 量瓶中,加 50% 甲醇稀释至刻度。取(R,S) - 告依春对照品 20 mg 精密称定,置 100 mL 量瓶中,加 50% 甲醇溶液溶解并稀释至刻度,精密量取 1 mL,置 10 mL 量瓶中,加 50% 甲醇稀释至刻度。

2.2　指标成分分布分析　采用 SPSS 19.0 统计软件分析技术,以因子分析提取对不同产地板蓝根评价贡献率大的主因子,进一步选取药材评价指标成分。KMO 和 Bartlett 检验判断变量是否适合因子分析,结合碎石图和因子贡献率选择主因子,因子载荷值经 Kaiser 标准化正交旋转法旋转以明确因子的含义,选取评价指标成分。根据成分得分系数矩阵计算主因子得分,由此进一步计算不同产地板蓝根综合评分并排序。以选取的评价指标成分含量作为变量,对产地进行 Q 型聚类分析,聚类方法为组间联接法,样品间距离选择平方 Euclidean 距离。结合各产地板蓝根因子分析综合得分排名顺序和聚类分析产地分类结果,结合聚类分析结果和因子分析综合排名分析指标成分分布情况,评价各产地板蓝根药材质量。

3　结果与分析

3.1　含量测定　指标成分精氨酸、靛蓝、靛玉红、鸟苷、尿苷、腺苷和(R,S) - 告依春含量测定结果见表 1。

表 1　不同产地来源板蓝根中指标成分含量

Tab 1　Index component content of Radix Isatidis from different origins

编号	产地	来源与批号	含量						
			精氨酸 mg/g	靛蓝 μg/g	靛玉红 μg/g	鸟苷 μg/g	尿苷 μg/g	腺苷 μg/g	(R,S) - 告依春 μg/g
1	东北	安国市聚福中药材有限公司	28.6	14.3	26.5	325.4	318.5	382.2	1786.2
2	河北	安国市聚福中药材有限公司	20.5	19.8	22.1	906.3	830.4	769.9	2900.8
3	甘肃	安国市聚福中药材有限公司	24.9	7.1	6.7	556.7	511.4	540.9	4846.5
4	安国	安国市聚福中药材有限公司	57.9	5.6	13.1	459.8	492.1	475.9	3747.1
5	东北	安国市场	21.5	0.5	0.7	293.0	331.8	359.6	2863.5
6	安徽	同仁堂购买 201701210	29.0	2.4	3.4	463.7	429.5	569.1	3555.3
7	山东	舜王城药材市场	45.2	9.6	17.9	641.2	746.4	612.2	3655.6
8	甘肃	安国市场	19.1	8.4	10.1	273.6	277.9	262.8	3174.2
9	黑龙江	安国市聚福中药材有限公司	21.0	1.5	3.2	397.4	337.6	136.4	5011.2
10	东北	同仁堂种植基地	45.7	15.9	44.4	1047.0	856.4	471.9	2410.0
11	河北	同仁堂种植基地	63.5	9.5	24.3	1006.1	989.6	819.1	3449.2

3.2　评价指标成分选取　KMO 和 Bartlett 检验结果见图 1(1),Sig 值小于显著水平 0.05,表明 7 个指标成分间存在相关关系,KMO 值越接近 1 越适合因子分析,发现 KMO 值 0.446 偏低(<0.5),精氨酸变量共同度 0.569 偏低,选取除精氨酸外 6 个指标成分进行 KMO 和 Bartlett 检验,结果见图 1(2),KMO 值为 0.638,指标成分变量共同度高,表明指标成分中大部分信息能被因子提取,因子分析结果有效因子特征值碎石图见图 2,碎石图以斜率解释变异,可见因子 1、2 斜率大、连线陡峭,从因子 3

开始斜率变平缓,此后的因子对变异的解释逐渐减小。因子对板蓝根药材评价的贡献率表见图 3,因子 1 的特征值为 3.866(>1),占总特征值的 64.441%,因子 2 的特征值为 1.342(>1),占总特征值的 22.365%,结合碎石图和因子贡献率选择因子 1 和 2 作为主因子,二者占特征值累积百分比高达 86.806%。

KMO 和 Bartlett 的检验

取样足够度的 Kaiser-Meyer-Olkin 度量。		.446
Bartlett 的球形度检验	近似卡方	65.681
	df	21
	Sig.	.000

(1) A.KMO和Bartlett检验结果

KMO 和 Bartlett 的检验

取样足够度的 Kaiser-Meyer-Olkin 度量。		.638
Bartlett 的球形度检验	近似卡方	53.103
	df	15
	Sig.	.000

(2) A.KMO和Bartlett检验结果

公因子方差

	初始	提取
精氨酸	1.000	.569
靛蓝	1.000	.843
靛玉红	1.000	.875
乌苷	1.000	.898
尿苷	1.000	.961
腺苷	1.000	.709
告依春	1.000	.791

(1) B.变量共同度表

公因子方差

	初始	提取
靛蓝	1.000	.828
靛玉红	1.000	.877
乌苷	1.000	.936
尿苷	1.000	.971
腺苷	1.000	.752
告依春	1.000	.844

(2) B.变量共同度表

(1)7 个指标成分可行性判断　(2)6 个指标成分可行性判断

(1) Feasibility judgment of 7 index component　(2) Feasibility judgment of 6 index component

图 1　因子分析可行性判断

Fig 1　Feasibility judgment of factor analysis

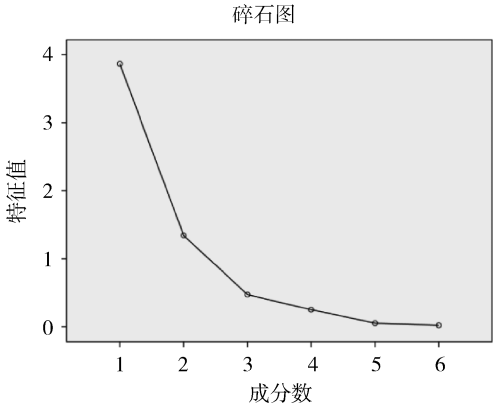

图 2　因子特征值碎石

Fig 2　Gravel of factor eigenvalue

经 Kaiser 标准化正交旋转法得到旋转后的因子载荷值,结果见图 4 ~ 图 5,因子 1 上载荷较大的指标成分为乌苷、尿苷、腺苷,因子 2 上载荷较大的指标成分为靛蓝、靛玉红,此 5 种指标成分对板蓝根药材评价起到关键作用。(R,S) - 告依春在主因子 1、2 上的载荷值均极低,表明其在板蓝根产地差异性解释上贡献小。

各指标成分得分系数矩阵见图 6,依据成分得分系数矩阵计算得不同产地来源的 11 个板蓝根样品因子 1、2 的因子得分 F_1 和 F_2,以各因子的方差贡献率为权,由各因子线性组合得到综合评价指标函数 $Z = (a_1F_1 + a_2F_2 + \cdots + a_iF_i)/(a_1 + a_2 + \cdots + a_i)$,为即板蓝根综合因子得分表达式为 $Z = (64.441\% \times F_1 + 22.365\% \times F_1)/86.806\%$,以上表达式计算得不同产地板蓝根综合因子得分并排序,结果见表 2。

3.3　产地分析　以不同产地来源的 11 个板蓝根样品中乌苷、尿苷、腺苷、靛蓝、靛玉红的含量作为变量进行聚类分析,聚类结果见图 9,直观分布见图 10。

解释的总方差

成份	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差的 %	累积 %	合计	方差的 %	累积 %	合计	方差的 %	累积 %
1	3.866	64.441	64.441	3.866	64.441	64.441	3.026	50.428	50.428
2	1.342	22.365	86.806	1.342	22.365	86.806	2.183	36.378	86.806
3	.472	7.873	94.679						
4	.249	4.150	98.830						
5	.051	.844	99.674						
6	.020	.326	100.000						

提取方法：主成份分析。

图 3　因子贡献率

Fig 3　Factor contribution rate

旋转成份矩阵[a]

	成份	
	1	2
靛蓝	.479	.774
靛玉红	.495	.795
乌苷	.931	.263
尿苷	.965	.200
腺苷	.863	.083
告依春	.092	-.914

提取方法：主成份。
旋转法：具有 Kaiser 标准化的正交旋转法。

a. 旋转在 3 次迭代后收敛。

图 4　旋转的因子载荷

Fig 4　Rotated factor load

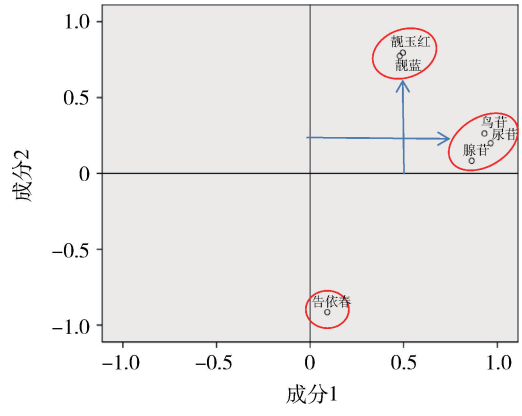

图 5　旋转空间中的成分

Fig 5　Components in the rotating space

成份得分系数矩阵

	成份	
	1	2
靛蓝	.024	.341
靛玉红	.026	.350
乌苷	.331	-.060
尿苷	.360	-.105
腺苷	.344	-.149
告依春	.248	-.554

提取方法：主成份。
旋转法：具有 Kaiser 标准化的正交旋转法。
构成得分。

图 6　成分得分系数矩阵

Fig 6　Component score coefficient matrix

表 2　主因子得分及综合得分排名

Tab 2　Main factor score and comprehensive score ranking

编号	产地	主因子 1(F_1)	主因子 2(F_2)	综合得分 Z	排名
1	东北	−1.1929	1.77593	−0.37	8
2	河北	1.16577	0.69814	0.91	2
3	甘肃	0.34798	−1.1751	−0.04	5
4	安国	−0.18149	−0.37249	−0.2	6
5	东北	−1.07523	−0.30301	−0.76	10
6	安徽	−0.1904	−0.73945	−0.29	7
7	山东	0.62133	−0.21271	0.35	4
8	甘肃	−1.2056	0.32011	−0.71	9
9	黑龙江	−0.75175	−1.27309	−0.77	11
10	东北	0.76452	1.53823	0.84	3
11	河北	1.69777	−0.25658	1.04	1

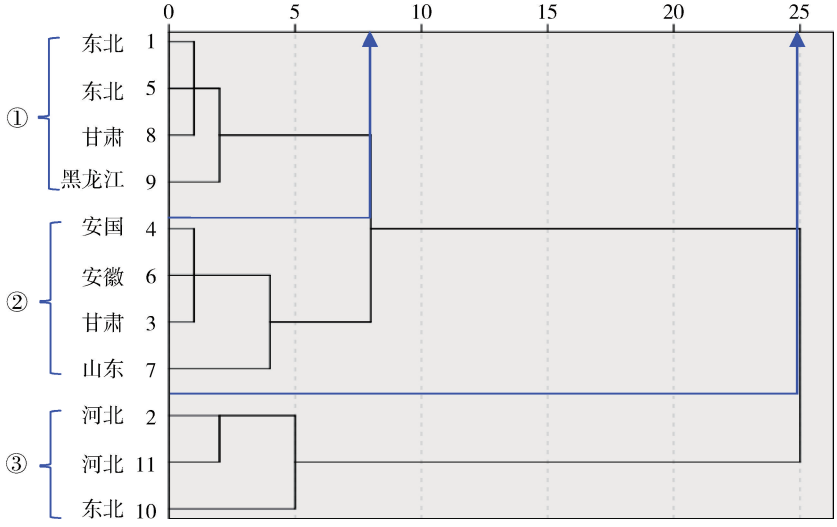

图 9　聚类分析树形图

Fig 9　Cluster analysis tree

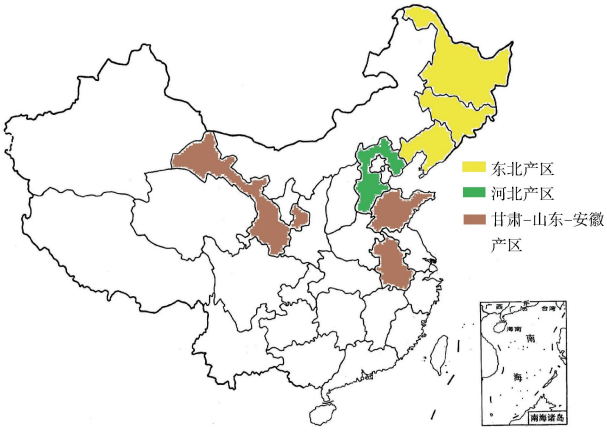

图 10　产区分布直观图

Fig 10　Production area distribution map

聚类树形图给出聚类每一次合并的情况,将不同产地来源的 11 个板蓝根样品药材分为三类:东北(1 号和 5 号)、甘肃(8 号)和黑龙江(9 号)产地距离较近,归为一类,安国(4 号)、安徽(6 号)、甘肃(3 号)、山东(7 号)产地距离较近归为一类,根据树形图判断此两类距离较近,品质较为接近。第三类为河北(2 号和 11 号)、东北(10 号),此类与前两类距离远,表明这三个产地板蓝根样品与其余样品有明显的差异。

3.4　分布分析和质量评价　各产地板蓝根因子分析综合得分排名顺序见表 3,与聚类结果结合分析发现与其他产地距离较远的第三类板蓝根样品综合排名最高,其中排名前二的板蓝根样品产地为河北(11 号和 2 号)表明河北产板蓝根品质最佳。

表 3　不同产地来源板蓝根综合排序表

Tab 3　Comprehensive sorting of Radix Isatidis from different origins

排名	聚类	编号	产地	来源与批号
1	③	11	河北	同仁堂种植基地
2	③	2	河北	安国市聚福中药材有限公司
3	③	10	东北	同仁堂种植基地
4	②	7	山东	舜王城药材市场
5	②	3	甘肃	安国市聚福中药材有限公司
6	②	4	安国	安国市聚福中药材有限公司
7	②	6	安徽	同仁堂购买 201701210
8	①	1	东北	安国市聚福中药材有限公司
9	①	8	甘肃	安国市场
10	①	5	东北	安国市场
11	①	9	黑龙江	安国市聚福中药材有限公司

结合聚类分析结果和因子分析综合排名,板蓝根主要分为三大产区,即东三省北部产区、河北中部产区和甘肃 - 山东 - 安徽南部产区,直观图见图 10。

4　讨论与结论

东北产 10 号板蓝根因子分析综合得分排名第三,但聚类第一类板蓝根样品几乎全部产自东北,综合得分排名靠后,观察到 10 号板蓝根来源与综合得分排名第一的板蓝根样品一致,表明同一产区板蓝根品质存在差异,可能种植技术在一定程度上决定板蓝根品质。甘肃产区 3 号样品与 8 号样品综合得分分差较大,且聚类分析结果分属两类,现有研究发现甘肃产区内板蓝根品质差异明显[10-12],可能与甘肃省板蓝根种植面积广,覆盖地貌丰富有关,可在建立多指标成分评价体系下进一步深入研究板蓝根品质影响因素。

(R,S)-告依春在对不同产地板蓝根差异性解释上贡献小,提示(R,S)-告依春含量不仅与板蓝根产区相关;因子分析中精氨酸变量共同度低,其信息不能大部分地被因子提取,表明精氨酸变量在反映研究对象板蓝根的角度与所建立的评价体系有区别。然而除靛蓝、核苷类成分外,(R,S)-告依春和精氨酸与板蓝根与抑制流感病毒药理活性亦关系密切[4,12],二者分布规律尚待进一步阐明,由此可从应用角度选择不同评价指标或建立多重评价体系。

参考文献:

[1] 孙丹丹,王 刚,和焕香,等. 不同产区板蓝根药材质量考察[J]. 山东科学,2018,31(05):20-23.
Sun D D, Wang G, He H X, *et al*. Study on quality of Isatidis Radix in different production areas[J]. Shandong Science,2018,31(05):20-23.

[2] 赵文龙,晋 玲,王惠珍,等. 板蓝根药材品质区划研究[J]. 中国中药杂志,2017,42(22):4414-4418.
Zhao W L, Jin L, Wang H Z, *et al*. Production regionalization study of Isatidis Radix [J]. China Jounal of Chinese Materia Medica,2017,42(22):4414-4418.

[3] 李成义,强正泽,王明伟,等. 基于微量元素的甘肃板蓝根特征性及产地鉴别研究[J]. 中药材,2015,38(11):2301-2305.
Li C Y, Zhang Z Z, Wang M W, *et al*. Characterization and origin identification of Radix Isatidis based on trace elements in Gansu Province [J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2015,38(11):2301-2305.

[4] 马丽娜,章从恩,鄢 丹,等. 超滤质谱技术筛选板蓝根中抗流感病毒的活性成分[J]. 中国中药杂志,2014,9(5):812-816.
Ma L N, Zhang C E, Yan D, *et al*. Screening bioactive compounds inhibiting influenza virus from Isatidis Radix by ultrafiltration mass spectrometry [J]. China Jounal of Chinese Materia Medica, 2014,9(5):812-816.

[5] 徐丽华,黄 芳,陈 婷,等. 板蓝根中的抗病毒活性成分[J]. 中国天然药物,2005(6):45-46+5.
Xu L H, Huang F, Chen T, *et al*. Antrivirus Constituents of Radix of *Isatis indigotica* [J]. Chinese Journal of Natural Medicines,2005(6):45-46+5.

[6] 胡晓燕,刘明华,孙 琴,等. 板蓝根抑菌活性部位的谱效关系研究[J]. 中草药,2013,44(12):1615-1620.
Hu X Y, Liu M H, Sun Q, *et al*. Spectrum-effect relationship of antibacterial extracts from Isatidis Radix [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs,2013,44(12):1615-1620.

[7] 闫 峻,赵春芳,李伯平,等. 板蓝根化学成分及抗氧化活性的研究[J]. 质谱学报,2017,38(2):248-255.
Yan J, Zhao C F, Li B P, *et al*. Chemical Constituents and Antioxidant Activity of Radix Isatidis [J]. Journal of Chinese Mass Spectrometry Society,2017,38(2):248-255.

[8] 胡彦君,王雅琪,李冰涛,等. 板蓝根制剂制备过程中成分变化及其药效相关性研究[J]中草药,2016,47(9):1515-1519.
Wu Y J, Wang Y Q, Li B T, *et al*. Correlation between chemical composition in process of Isatidis Radix preparation and its pharmacological activity [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs,2016,47(9):1515-1519.

[9] 李成义,强正泽,王明伟,等. 甘肃不同产地板蓝根中无机元素含量测定[J]. 中国中医药信息杂志,2016,23(8):95-100.
Li C Y, Qiang Z Z, Wang M W, *et al*. Content determination of inorganic elements in isatidis Radix from diferent producing areas in Gansu Province [J]. Chinese Journal of Information on TCM, 2016,23(8):95-100.

[10] 李成义,杨苗苗,张樱山,等. 甘肃不同产地板蓝根中指标性成分含量比较研究[J]. 时珍国医国药,2015,6(2):459-460.
Li C Y, Yang M M, Zhang Y S, *et al*. Comparative study on the contents of index components in different root floors of Gansu Province [J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2015,6(2):459-460.

[11] 李成义,杨苗苗,张樱山,等. 甘肃不同产地板蓝根中多糖含量分析[J]. 西部中医药,2015,28(2):5 - 7.
Li C Y, Yang M M, Zhang Y S, *et al*. Determination of polysaccharides in BanLanGen from different habitats of Gansu Province[J]. Westen Journal of Traditional Chinese Medicine, 2015,28(2):5 - 7.

[12] 池絮影,傅咏梅,崔曰新,等. 板蓝根化学成分与抗流感病毒神经氨酸酶活性相关性的探讨[J]. 中草药,2016,47(22):3982 - 3989.
Chi X Y, Fu Y M, Cui Y X, *et al*. Study on the Correlation between the Chemical Constituents of Radix Isatidis and the Anti - influenza Virus Neuraminidase Activity[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs,2016,47(22):3982 - 3989.

(编 辑:陈 希)