中图分类号：R917；R927　　文献标志码：A　　文章编号：1006－4931(2025)14－00
doi:10.3969/j.issn.1006－4931.2025.14.018

北沙参水溶性成分高效液相色谱特征图谱建立及核苷类成分含量测定*

朱伟堃[1]，赵蕊蕊[1△]，赵丹彤[2,3]，刘延娟[1]，李瑞英[1]

（1. 山东省菏泽市食品药品检验检测研究院，山东 菏泽 274000；2. 山东中医药大学药学院，山东 济南 250355；3. 菏泽医学专科学院，山东 菏泽 274000）

摘要：目的 建立北沙参水溶性成分的高效液相色谱（HPLC）特征图谱，并测定药材中 3 种核苷类成分的含量。**方法** 色谱柱为 Waters XBridge® C_{18} 柱（250 mm×4.6 mm，5 μm），流动相为甲醇－水（梯度洗脱），流速为 1.0 mL/min，检测波长为 260 nm，柱温为 30 ℃，进样量为 10 μL。采用中药色谱指纹图谱相似度评价系统软件（2012 版）进行相似度评价，确定共有峰并进行聚类分析。采用 HPLC 法测定药材中 3 种核苷类成分的含量。**结果** 15 批样品特征图谱共确定 6 个共有峰，指认了其中 3 个，分别为尿苷、鸟苷、腺苷。15 批药材可聚为 3 大类；相似度均大于 0.9。上述 3 种核苷类成分质量浓度分别在 1.11～22.19 μg/mL（R^2=0.999 9）、0.98～14.69 μg/mL（R^2=0.999 8）、2.01～20.12 μg/mL（R^2=1.000 0）范围内与峰面积线性关系良好，检测限分别为 0.20，0.04，0.20 μg/mL，定量限分别为 0.40，0.08，0.40 μg/mL；精密度、稳定性、重复性试验结果的 *RSD* 均小于 2.0%；平均加样回收率分别为 93.49%，97.44%，98.35%，*RSD* 分别为 1.07%，1.14%，0.58%（n=6）。**结论** 建立的北沙参水溶性成分特征图谱及 3 种核苷类成分含量测定的方法稳定可靠，重复性良好，可用于评价和控制北沙参的质量。

关键词：北沙参；水溶性成分；特征图谱；含量测定；高效液相色谱法

Establishment of HPLC Characteristic Chromatogram of Water－Soluble Components and Content Determination of Nucleosides in Glehniae Radix

ZHU Weikun[1], *ZHAO Ruirui*[1], *ZHAO Dantong*[2,3], *LIU Yanjuan*[1], *LI Ruiying*[1]

(1. Heze Institute for Food and Drug Control, Heze, Shandong, China 274000; 2. College of Pharmaceutical Sciences, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan, Shandong, China 250355; 3. Heze Medical college, Heze, Shandong, China 274000)

Abstract: Objective To establish the HPLC characteristic chromatogram of Water－soluble components in Glehniae Radix, and to

*基金项目：山东省中药标准物质研究项目［2022－SDY0023］。

第一作者：朱伟堃，女，硕士，主管中药师，研究方向为中药质量控制，（电子信箱）450836450@qq.com。

△通信作者：赵蕊蕊，女，大学本科，主管药师，研究方向为药品质量控制与标准，（电子信箱）928271085@qq.com。

参考文献

［1］杨素红，胡玉良，王英晶．尿石清合剂质量标准的研究［J］．山西中医学院学报，2019，5(20)：333－336.
［2］杨素红，胡玉良．HPLC 法测定尿石清合剂中夏佛塔苷的含量［J］．亚太传统医药，2020，16(10)：103－105.
［3］赖海标，梅全喜，范文昌．石韦的化学成分、药理作用和临床应用研究进展［J］．中国医药导报，2010，7(21)：9－11.
［4］战妍妃，李媛媛，安欣欣，等．石韦的抗病毒黄酮部位及有效化学成分［J］．暨南大学学报，2018，39(6)：470－480.
［5］何 康，范琳琳，伍天苔，等．石韦化学成分及其生物活性［J］．中成药，2020，42(6)：1494－1498.
［6］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，2020：91－92.
［7］杨素红，胡玉良．正交试验法优选尿石清合剂的水提醇沉工艺［J］．中国合理用药探索，2021，18(8)：112－115.
［8］马 杰，彭玲娜，童 珂，等．HPLC 波长切换法测定复方石淋通片中绿原酸和夏佛塔苷的含量［J］．海峡药学，2018，30(11)：58－60.
［9］孔庆新，李思阳．基于 HPLC 波长切换法同时测定温经养血合剂中 8 个主要成分含量［J］．国际药学研究杂志，2018，45(2)：158－162.
［10］陶 健．基于 HPLC 波长切换法对芪归通便合剂中六种成分的含量测定［J］．实用药物与临床，2018，21(5)：564－568.
［11］魏桂林，李泽玲，吴 珺，等．RP－HPLC 波长切换法同时测定妇康片中 3 种成分的含量［J］．中国实验方剂学杂志，2014，20(11)：58－61.
［12］刘 卉，李 华．HPLC 法同时测定石淋通片中 3 种成分的含量［J］．中国药房，2016，27(12)：1710－1713.
［13］毕春艳，薛剑桥，翟兆玲．HPLC 同时测定退黄保肝胶囊中 3 种成分的含量［J］．食品与药品，2019，21(2)：149－151.
［14］唐晓敏，程轩轩，张春荣，等．广金钱草不同变异类型产量和质量的研究［J］．中国现代中药，2018，20(1)：60－62.
［15］刘 仔，张 丽，邝惠珍，等．HPLC 法测定金沙牛化石片中夏佛塔苷含量［J］．中国药师，2016，19(6)：1710－1713.
［16］耿家玲，孟 芹，来国防．HPLC 法测定尿石通丸中夏佛塔苷和橙皮苷的含量［J］．中国药师，2015，18(9)：1576－1578.
［17］赵 婉，刘 娜，雷建林．HPLC 法同时测定神农茶颗粒中的夏佛塔苷、异夏佛塔苷、去氧地胆草内酯和 4,5－二咖啡酰奎宁［J］．中国药师，2015，18(5)：741－743.

（收稿日期：2025－01－17；修回日期：2025－05－16）

detecte the contents of 3 nucleoside components in medicinal materials. **Methods** The chromatography column was the Waters XBridge® C18 column (250 mm × 46 mm, 5 μm), the mobile phase was water and methanol (gradient elution), the flow rate was 1.0 mL / min, the detection wavelength was 260 nm, the column temperature was 30 ℃, and the injection volume was 10 μL. The similarity evaluation was performed using the Traditional Chinese Medicine Chromatographic Fingerprint Similarity Evaluation System software (2012 version) to determine common peaks and conduct cluster analysis. The contents of 3 nucleoside components were determined by HPLC. **ResuLts** A total of 6 common peaks were marked in the characteristic chromatograms of 15 batches of samples, and 3 common components were identified, and 3 of them were characterized as uridine, guanosine, and adenosine. 15 batches of Samples could be clustered into two categories. The similarity of 15 batches of samples was higher than 0.9. The linear ranges of the above 3 nucleoside components were 1.11 - 22.19 μg / mL (R^2 = 0.999 9)、0.98 - 14.69 μg / mL (R^2 = 0.999 8)、2.01 - 20.12 μg / mL (R^2 = 1.000 0). The limit of detection was 0.20, 0.04, 0.20 mg / mL, the limit of quantitation was 0.40, 0.08, 0.40 mg / mL. The *RSD*s of precision, stability and repeatability tests were all less than 2.0%. The average recovery rates were 93.49%, 97.44% and 98.35%, with *RSD*s of 1.07%, 1.14% and 0.58% (n = 6), respectively. **Conclusion** The established characteristic chromatogram of water - soluble components and the conten determination method for 3 nucleosides in Glehniae Radix is satisfactory stability, reliability, and reproducibility, which can be applied for quality evaluation and control of Glehniae Radix.

Key words: Glehniae Radix; Water - soluble components; characteristic chromatogram; content determination; High - performance liquid chromatography

北沙参为伞形科植物珊瑚菜 *Glehnia littoralis* Fr. Schmidt ex Miq. 的干燥根，性微寒，味甘、微苦，有养阴清肺、益胃生津功效，为传统补阴类中药[1-2]。研究表明，其主要化学成分包括多糖、香豆素类、聚炔类、核苷类等[2]。近年来，有关北沙参的研究多集中于香豆素类和聚炔类等脂溶性成分[3-4]，对其水溶性成分的研究较少。北沙参的传统用药方式为水煎服，因此，现有研究不能全面体现北沙参的药用物质基础。核苷类成分是具有广泛生理活性的水溶性成分，参与 DNA 代谢过程，是生物维持生命的重要物质基础，具有抗肿瘤、抗病毒、抗衰老等多种生物活性[5-6]，为滋补类中药共性的化学物质[7]。现有文献报道的北沙参中核苷类成分的含量测定，仅以腺苷为质控指标，无法全面体现北沙参的质量[8]。为此，本研究中采用高效液相色谱（HPLC）法，建立了北沙参水溶性成分的HPLC特征图谱，并对其中的3个特征峰进行了指认和定量分析，为北沙参质量的全面评价和控制提供了参考。现报道如下。

1 仪器与试药

仪器：LC2030型高效液相色谱仪（日本Shimadzu公司）；GN - 12A型歌能超声波清洗机（深圳市歌能清洗设备有限公司）；Milli - Q型超纯水系统（美国Merck Millipore公司）；XS105型电子天平（瑞士Mettler Toledo公司，精度为0.01 mg）。

试药：尿苷对照品（批号为110887 - 202104，含量99.6%），鸟苷对照品（批号为111977 - 202202，含量88.6%），腺苷对照品（批号为110879 - 201703，含量99.7%），均购自中国食品药品检定研究院；甲醇为色谱纯，其余试剂均为分析纯，水为超纯水。15批次北沙参样品（相关信息见表1）为市场购买，经山东省菏泽市食品药品检验检测研究院赵丹彤主任药师鉴定均为正品。

表1 药材样品信息

Tab. 1 Information of medicinal material samples

编号	规格	标示产地	水分(%)	编号	规格	标示产地	水分(%)
Y0	药材	山东	11.44	Y44	药材	安徽	11.10
Y2	药材	山东	12.17	Y45	药材	安徽	9.69
Y3	药材	河北	8.70	Y50	饮片	山东	10.70
Y5	饮片	河北	12.02	Y52	饮片	河北	11.77
Y6	饮片	内蒙古	10.64	Y53	饮片	山东	9.93
Y14	饮片	山东	9.81	Y54	饮片	安徽	10.92
Y15	饮片	安徽	9.11	Y55	饮片	安徽	11.15
Y41	药材	山东	10.06				

2 方法与结果

2.1 色谱条件

Waters XBridge® C_{18}柱（250 mm × 4.6 mm，5 μm）；流动相：甲醇（A）- 水（B），梯度洗脱（0～20 min时98%B，20～40 min时98%B→85%B，40～60 min时85%B）；流速：1.0 mL / min；检测波长：260 nm；柱温：30 ℃；进样量：10 μL。

2.2 溶液制备

混合对照品溶液：取尿苷、鸟苷、腺苷对照品11.14 mg、11.05 mg、10.09 mg，精密称定，分别置50 mL、50 mL、100 mL容量瓶中，加水溶解并定容，即得单一对照品溶液；分别精密量取0.50 mL、0.25 mL、1.00 mL，置同一10 mL容量瓶中，加水定容，摇匀，即得。

供试品溶液：取药材样品粉末（过3号筛）0.8 g，精密称定，置具塞锥形瓶中，精密加水25 mL，称定质量，超声（功率500 W、频率40 kHz）处理30 min，放冷，再次称

定质量，加水补足减失的质量，摇匀，滤过，取续滤液，即得。

2.3 特征图谱研究

2.3.1 方法学考察

精密度试验：取供试品溶液（编号Y0）适量，按2.1项下色谱条件连续进样测定6次，以腺苷峰为参照峰，计算各特征峰相对保留时间（RRT）及相对峰面积（RPA）。结果各特征峰RRT及RPA的*RSD*分别小于0.22%及0.18%（$n=6$），表明方法精密度良好。

稳定性试验：取供试品溶液（编号Y0）适量，分别于室温下放置0，2，4，8，12，24 h时按2.1项下色谱条件进样测定，以腺苷峰为参照峰，计算各特征峰RRT及RPA。结果各特征峰RRT及RPA的*RSD*分别小于1.03%及0.30%（$n=6$），表明供试品溶液室温放置24 h内基本稳定。

重复性试验：取药材样品（编号Y0）适量，各6份，按2.2项下方法制备供试品溶液，再按2.1项下色谱条件进样测定，以腺苷峰为参照峰，计算特征峰的RRT及RPA。结果各特征峰RRT及RPA的*RSD*分别小于0.62%及0.35%（$n=6$），表明方法重复性良好。

耐用性试验：取供试品溶液（编号Y0）适量，采用不同流速（0.9 mL/min、1.1 mL/min）、不同柱温（28 ℃、32 ℃）、不同进样体积（7 μL、13 μL），按2.1项下色谱条件进样测定，以腺苷峰为参照峰，计算特征峰的RRT及RPA。结果各特征峰RRT及RPA的*RSD*分别为0.64%～1.85%及0.24%～1.27%，表明色谱条件发生一定程度变化时，本方法能满足试验要求，耐用性良好。

2.3.2 特征指纹图谱的建立

取15批药材，按2.2项下方法制备供试品溶液，按2.1项下色谱条件进行测定，15批药材水溶性成分HPLC指纹图谱见图1。采用中药色谱指纹图谱相似度评价系统软件（2012版），设编号Y0的样品色谱图为参照图谱，其他样品色谱峰与参照图谱进行自动匹配，即得共有模式的对照指纹图谱，见图1。将15批样品的指纹图谱导入软件，计算相似度，结果15批样品与对照特征图谱的相似度均大于0.9。

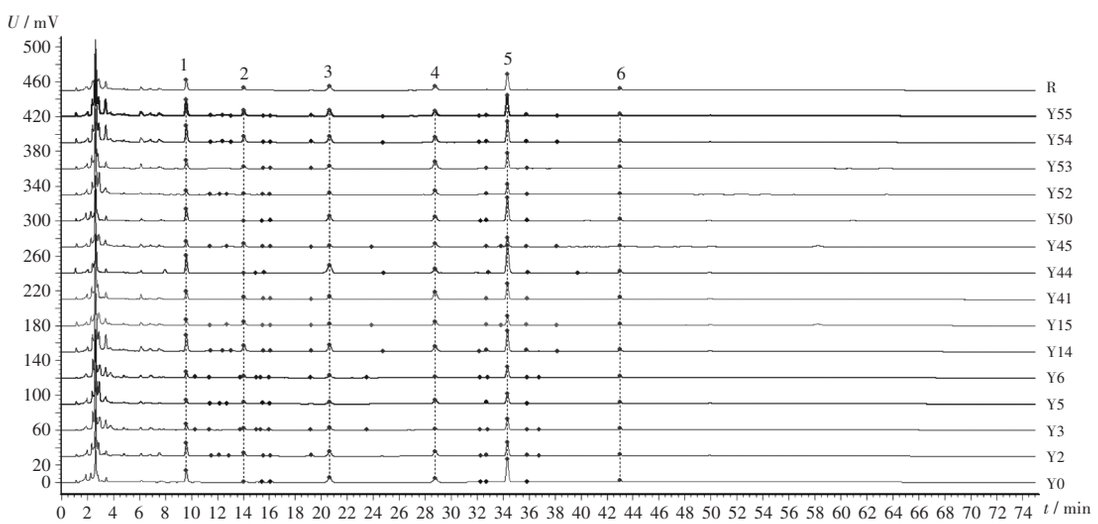


图1 北沙参水溶性成分高效液相色谱叠加指纹图谱及对照指纹图谱

Fig. 1 HPLC suerimposed fingerprint and reference fingerprint of water − soluble components of Glehniae Radix

结合峰面积信息，选定对照指纹图谱中峰面积相对百分比＞1%的色谱峰作为共有峰。选定的6个共有峰峰面积占比＞90%，其中峰5与相邻色谱峰分离良好，确定峰5（腺苷峰）为参照峰，并计算各共有特征峰平均RRT *RSD*，结果峰1－6分别为0.217（0.10%），0.228（0.46%），0.605（0.04%），0.659（0.04%），0.821（0.04%），0.904（0.03%）。

2.3.3 化学计量学分析

采用SPSS19.0统计学软件，以峰5（腺苷峰）为参照峰，将6个共有峰的相对峰面积作为变量，采用组间连接的系统聚类法，度量区间为平方欧氏距离对15批样品进行聚类分析。结果当平方欧式距离为10时，可分为3类，其中药材Y5、Y15、Y41、Y45、Y52、Y53为一类，Y0、Y3、Y6、Y50为一类，Y2、Y14、Y44、Y54、Y55为一类。详见图2。

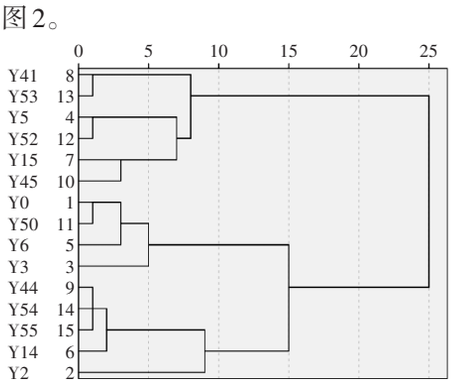


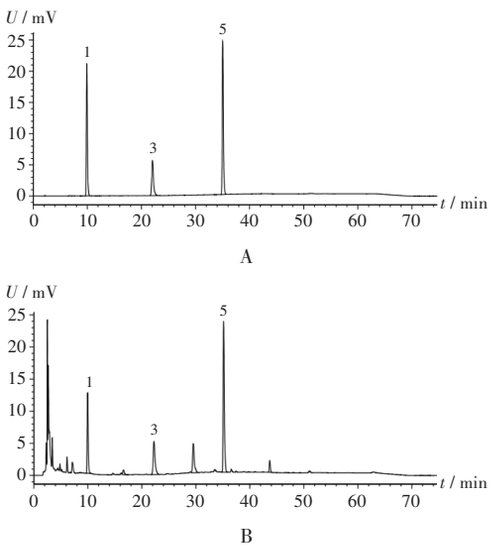
图2 聚类分析树状图

Fig. 2 Cluster analysis dendrogram

2.4 3种核苷类成分含量测定

2.4.1 方法学考察

适用性试验：取2.2项下混合对照品溶液、供试品溶液各适量，按2.1项下色谱条件进样测定，记录色谱。结果，理论板数按腺苷峰计应不低于3 000；分离度均大于1.5，基线分离良好。详见图3。



1. 尿苷 3. 鸟苷 5. 腺苷

A. 混合对照品溶液 B. 供试品溶液

图3 高效液相色谱图

1. Uridine 3. Guanosine 5. Adenosine

A. Mixed reference solution B. Test solution

Fig. 3 HPLC chromatograms

线性关系考察：分别精密量取2.2项下混合对照品溶液适量，加水制成系列混合对照品溶液。量取10 μL，按2.1项下色谱条件进样测定，记录峰面积。以待测成分质量浓度（X，μg/mL）为横坐标、峰面积（Y）为纵坐标进行线性回归。结果见表2。

表2 线性关系及检测限、定量限考察结果

Tab. 2 Results of linearity, LOD and LOQ

待测成分	回归方程	R^2	线性范围(μg/mL)	检测限(μg/mL)	定量限(μg/mL)
尿苷	Y_1 = 25 243.81 X_1 + 202.35	0.999 9	1.11～22.19	0.20	0.40
鸟苷	Y_2 = 26 707.14 X_2 - 196.32	0.999 8	0.98～14.69	0.04	0.08
腺苷	Y_3 = 34 426.03 X_3 - 928.54	1.000 0	2.01～20.12	0.20	0.40

检测限与定量限考察：分别精密量取2.2项下混合对照品溶液适量，加水倍比稀释，并按2.1项下色谱条件进样测定，以信噪比为3∶1、10∶1时的进样量分别记作检测限、定量限。结果见表2。

精密度试验：取2.2项下混合对照品溶液适量，按2.1项下色谱条件连续进样测定6次，记录峰面积。结果，尿苷、鸟苷、腺苷峰面积的*RSD*分别为0.17%，0.26%，0.12%（n = 6），表明仪器精密度良好。

稳定性试验：取2.2项下供试品溶液（编号Y0）适量，分别于室温下放置0，2，4，8，12，16，24 h时按2.1项下色谱条件进样测定，记录峰面积。结果，尿苷、鸟苷、腺苷峰面积的*RSD*分别为0.33%，0.37%，0.20%（n = 7），表明供试品溶液室温放置24 h内基本稳定。

重复性试验：称取药材样品（编号Y0）适量，精密称取6份，按2.2项下方法制备供试品溶液，再按2.1项下色谱条件进样测定，记录峰面积，并计算含量。结果，尿苷、鸟苷、腺苷含量平均值分别为0.171 7，0.116 6，0.279 7 mg/g，*RSD*分别为1.16%，1.35%，0.67%（n = 6），表明方法重复性良好。

加样回收试验：取已知含量的药材样品（编号Y0）适量，共6份，分别加入一定质量浓度的待测成分对照品溶液，按2.2项下方法制备供试品溶液，再按2.1项下色谱条件进样测定，记录峰面积并计算回收率。结果见表3。

表3 加样回收试验结果（n = 6）

Tab. 3 Results of the recovery test（n = 6）

待测成分	取样量(g)	样品含量(μg)	加入量(μg)	测得量(μg)	回收率(%)	$\bar{X}$(%)	*RSD*(%)
尿苷	0.401 1	68.86	66.57	132.43	95.49		
	0.405 7	69.65	66.57	132.22	93.99		
	0.402 9	69.17	66.57	130.74	92.49	93.49	1.07
	0.406 3	69.75	66.57	131.32	92.49		
	0.405 8	69.66	66.57	131.23	92.49		
	0.410 5	70.47	66.57	133.04	93.99		
鸟苷	0.401 1	46.75	48.95	94.70	97.96		
	0.405 7	47.29	48.95	95.70	98.90		
	0.402 9	46.96	48.95	94.73	97.59	97.44	1.14
	0.406 3	47.36	48.95	94.23	95.75		
	0.405 8	47.30	48.95	95.20	97.85		
	0.410 5	47.85	48.95	95.13	96.59		
腺苷	0.401 1	112.20	100.60	210.80	98.01		
	0.405 7	113.49	100.60	212.77	98.69		
	0.402 9	112.71	100.60	211.08	97.78	98.35	0.58
	0.406 3	113.66	100.60	212.00	97.75		
	0.405 8	113.52	100.60	213.19	99.08		
	0.410 5	114.83	100.60	214.23	98.81		

2.4.2 样品含量测定

取15批药材样品各适量，分别按2.2项下方法制备供试品溶液，再按2.1项下色谱条件进样测定，平行3次，记录峰面积并计算样品含量。结果见表4。

3 讨论

3.1 色谱条件考察

预试验中考察了甲醇-0.1%甲酸水溶液、甲醇-水、乙腈-水3种流动相体系对结果的影响，发现以甲醇-水为流动相进行梯度洗脱时，目标峰分离较好。此

表 4 样品含量测定结果（mg / g，n = 3）

Tab. 4 Results of content determination of samples (mg / g, n = 3)

编号	尿苷	鸟苷	腺苷	编号	尿苷	鸟苷	腺苷
Y0	0.019 4	0.013 2	0.031 6	Y44	0.020 8	0.013 9	0.030 0
Y2	0.021 8	0.012 4	0.018 4	Y45	0.013 7	0.008 5	0.028 8
Y3	0.034 9	0.024 1	0.042 9	Y50	0.018 2	0.012 6	0.029 3
Y5	0.006 2	0.005 0	0.013 4	Y52	0.005 5	0.003 0	0.012 6
Y6	0.009 2	0.006 5	0.014 5	Y53	0.013 4	0.009 0	0.021 8
Y14	0.025 2	0.016 5	0.026 1	Y54	0.022 2	0.015 3	0.027 1
Y15	0.008 9	0.004 7	0.011 4	Y55	0.021 3	0.014 4	0.032 5
Y41	0.012 8	0.008 1	0.020 5				

外，对 Agilent zorbax SB C_{18} 柱、Thermo Hypersil GOLD C_{18} 柱和 Waters XBridge® C_{18} 柱（规格均为 250 mm × 4.6 mm，5 μm）进行了考察，最终选择各色谱峰分离效果均较好的 Waters XBridge® C_{18} 柱（250 mm × 4.6 mm，5 μm）。通过全波长扫描发现，在 260 nm 波长处得到的色谱峰信息较为全面，分离效果理想，故确定为检测波长。

3.2 提取方法优化

预试验中参考文献[9－11]，对供试品溶液制备过程中的提取方式、提取溶剂和提取时间进行了考察和优化。首先考察了超声和回流两种提取方式，发现超声提取的效率更高；后考察了提取溶剂（10% 甲醇、10% 乙醇和水），发现以水为溶剂时提取更完全；最后对超声时间（20 min、30 min、40 min）进行了考察，发现 10～30 min 时提取效率逐渐升高，30 min 时提取效率有下降趋势，故提取时间选择 30 min。

3.3 特征图谱和含量测定结果分析

结合国家药典委员会中药色谱指纹图谱相似度评价系统（2012 版）的分析结果，确定了 15 批药材水溶性成分中共有 6 个共有峰，且在 15 批药材中均能检出。15 批药材水溶性成分的 HPLC 图与对照特征图谱的相似度均大于 0.9，表明各批成分较稳定。基于化学计量学的北沙参水溶性成分特征图谱分析显示，15 批药材可分为 3 类，结果表明，该聚类结果与北沙参的标示产地和规格均无明显相关性。含量测定结果显示各批次药材中均含有尿苷、鸟苷和腺苷 3 种成分，且样品间 3 种成分的含量差异较大。研究表明，板蓝根中核苷类成分随采收期的推移而呈峰谷状变化[12]；不同采收期玄参核苷类成分含量也有所差异，其中 11 月采收样品核苷含量相对较高[13]。核苷类成分属于苷类成分中的氮苷[1]，种植过程中氮肥等的施用量势必会影响各成分的含量。各批药材中 3 种核苷类成分含量差异较大可能是由于采收期不同及种植条件等因素导致，因此确定关键采收时间是今后的研究重点，也是控制北沙参质量的关键所在。

3.4 方法评价

本次收集到的 15 批北沙参均为 2020 年版《中国药典（一部）》中规定的烫后除去外皮的规格[14]。本研究中建立的 HPLC 法，对北沙参水溶性成分的特征图谱进行了研究，可全面分析北沙参药材的质量；对特征图谱中的共有峰进行了指认，并测定了尿苷、鸟苷、腺苷的含量，为北沙参药材的质量控制提供了参考。本研究中所建方法，目标峰分离效果好、检测灵敏度高，在一定程度上提高了北沙参药材的质量控制水平。

参考文献

[1] 康廷国. 中药鉴定学[M]. 北京：中国中医药出版社，2007：152－154.
[2] 孔维雪. 北沙参化学成分及其生物活性的研究[D]. 沈阳：沈阳药科大学，2008.
[3] 王新娣，石晓峰，张晓萍，等. 米炒北沙参的质量标准研究[J]. 中国药房，2022，33(8)：962－967.
[4] 冯子晋，卢小玲，张建鹏，等. 北沙参中香豆素类与聚炔类成分的含量测定研究[J]. 中国海洋药物，2014，33(3)：20－26.
[5] 丁兴杰，熊 亮，周勤梅，等. 天然核苷类成分的化学结构和药理活性研究进展[J]. 成都中医药大学学报，2018，41(2)：102－108.
[6] 黄 露，刘 博，王 岩，等. 核苷类抗病毒药物治疗控制研究进展[J]. 中国药物警戒，2022，19(6)：692－696.
[7] 张艳丽，杨雁芸，白志尧，等. UPLC－MS_MS 同时测定熟地黄中 8 个核苷类成分的含量[J]. 药物分析杂志，2019，39(4)：608－614.
[8] 原 忠，董 焱，朱静娟. HPLC 测定北沙参中腺苷的含量[J]. 中国中药杂志，2005，30(17)：1391－1392.
[9] 徐小飞，潘雪峰，张慧晔，等. 一测多评法同时测定板蓝根中 4 种核苷及(R，S)－告依春[J]. 中成药，2014，36(7)：1444－1449.
[10] 陈志远，贡 涛，丁 康，等. UPLC－MS / MS 同时测定蛸虫草中 6 种成分的含量[J]. 中国实验方剂学杂志，2015，21(21)：43－46.
[11] 储继红，吴 婷，许美娟，等. UPLC－MS－MS 法同时测定蒲地蓝消炎口服液中 3 种核苷[J]. 中成药，2017，39(11)：2406－2408.
[12] 徐小飞，张慧晔，邓乔华，等. 不同采收期板蓝根核苷类及(R，S)－告依春含量变化研究[J]. 现代中药研究与实践，2014，28(2)：19－21.
[13] 王胜男，华愉教，邹立思，等. 不同采收期玄参中核苷类成分的含量分析[J]. 天然产物研究与开发，2015，27(12)：2079－2083.
[14] 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，2020：103－104.

（收稿日期：2024－05－14；修回日期：2025－01－27）