

猴头菌丝固体培养物中 3 个核苷类成分含量测定及 HPLC 指纹图谱研究

毕春洋¹, 程建明¹, 李俊松^{1,2*}, 崔小兵^{1*}, 狄留庆^{1,2}, 陈坤³

(1. 南京中医药大学药学院, 南京 210023; 2. 江苏省中药高效给药系统工程技术研究中心, 南京 210023;

3. 南京老山药业有限公司, 南京 211811)

摘要 目的: 对猴头菌丝固体培养物中尿苷、鸟苷、腺苷 3 个核苷类成分进行含量测定, 同时建立 HPLC 指纹图谱。**方法:** 采用 SunFire™ C₁₈ 色谱柱 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm), 流动相为甲醇-水, 梯度洗脱, 流速 1.0 mL · min⁻¹, 检测波长 260 nm, 柱温 30 °C。采用中药色谱指纹图谱相似度评价系统软件 (2004A) 进行指纹图谱分析。**结果:** 10 批猴头菌丝固体培养物样品中尿苷、鸟苷、腺苷 3 个核苷类成分线性范围分别为 2.4~38.9、1.9~29.6、1.7~26.9 μg · mL⁻¹, 平均加样回收率分别为 97.8%、98.4%、99.0%, 含量分别在 127.17~481.88, 68.36~282.36, 91.10~280.47 μg · g⁻¹ 范围内。建立了 10 个批次猴头菌丝固体培养物的共有图谱, 提取了 21 个色谱峰作为指纹图谱共有峰, 指纹图谱相似度在 0.93 以上。**结论:** 建立的猴头菌丝固体培养物含量测定及指纹图谱方法简便可靠, 重复性好, 可为猴头菌丝固体培养物质量控制和评价提供依据。**关键词:** 猴头菌丝; 固体培养物; 尿苷; 鸟苷; 腺苷; 指纹图谱; 含量测定; 高效液相色谱

中图分类号: R 917

文献标识码: A

文章编号: 0254-1793 (2018) 04-0657-08

doi: 10.16155/j.0254-1793.2018.04.14

Content of 3 nucleosides and HPLC fingerprint of solid culture of Hericium mycelium

BI Chun-yang¹, CHENG Jian-ming¹, LI Jun-song^{1,2*},
CUI Xiao-bing^{1*}, DI Liu-qing^{1,2}, CHEN Kun³

(1. College of Pharmacy, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China; 2. Jiangsu Engineering Research Center for Efficient Delivery System of TCM, Nanjing 210023, China; 3. Nanjing Laoshan Pharmaceutical Co. Ltd., Nanjing 211811, China)

Abstract Objective: To determine 3 nucleosides in solid culture of Hericium mycelium including uridine, guanosine and adenosine, and to establish the HPLC fingerprint. **Methods:** The separation was developed on a SunFire™ C₁₈ column (4.6 mm × 250 mm, 5 μm) by gradient elution with methanol and water at a flow rate of 1.0 mL · min⁻¹. The detection wavelength was set at 260 nm and the column temperature was set at 30 °C. The data calculation was performed with Similarity Evaluation System for Chromatographic Fingerprint of Traditional Chinese Medicine (Version 2004A). **Results:** Good linearities of uridine, guanosine and adenosine were observed in the

* 通信作者 李俊松 Tel:(025) 86798281; E-mail: lijunsong1964@163.com

崔小兵 Tel:(025) 86798281; E-mail: xiaobingcui@163.com

第一作者 Tel:(025) 86798281; E-mail: bey08032328@163.com

ranges of 2.4–38.9, 1.9–29.6 and 1.7–26.9 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, respectively. The average recoveries were 97.8%, 98.4% and 99.0%, respectively. The content ranges of uridine, guanosine and adenosine were 127.17–481.88, 68.36–282.36 and 91.10–280.47 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, respectively. The common pattern was established based on fingerprints of 10 batches of solid culture of *Hericium mycelium* and 21 chromatographic peaks were designated as the common peaks. The similarities of samples were above 0.93. **Conclusion:** The established methods are simple, reliable and repeatable, which can provide the basis for the evaluation and control of the quality of solid culture of *Hericium mycelium*.

Keywords: *Hericium mycelium*; solid culture; uridine; guanosine; adenosine; fingerprint; content determination; HPLC

猴菇菌 *Hericium erinaceus* (Rull ex F.) Pers. 隶属于担子菌纲红菇目猴头菌科,是一种药食兼用的腐生菌,本文所用的猴头菌为其固体培养物与菌丝发酵后的复合体。近年来的国内外研究表明^[1-6],猴头菌中含有多糖、寡糖、蛋白质、腺苷、甾醇、猴头菌素、吡喃酮等多种活性成分。其中腺苷成分含量较高^[7-8],具有镇静、扩血管、抗缺氧及抗炎、降胆固醇等生理活性^[9-10],Le等^[11]研究发现,腺苷通过人类单核细胞降低肿瘤坏死因子的释放,刺激白细胞介素-10产生而发挥有效的抗炎作用。岳显可等^[12]采用HPLC法测定了猴头菇核苷类成分腺苷的含量,李洁莉等^[13]通过HPLC法测得猴头菌丝体中腺苷含量为 $4.790 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,同时水溶性的腺苷也有相当量存在于猴头菌药物制品中,其复方制剂中腺苷成分的含量测定也屡见报道^[14-16]。相关质量控制研究报道还涉及猴头菌水溶性小分子提取物^[17]、低聚糖^[18]以及多糖部位^[19]其他的指纹图谱,但未见对核苷部位指纹图谱的报道。本文建立了猴头菌丝固体培养物核苷类成分的HPLC指纹图谱,并同时测定猴头菌丝固体培养物中的尿苷、鸟苷和腺苷含量,为猴头菌丝固体培养物质量控制提供更加准确、有效、可靠的方法。

1 仪器与试剂

1.1 仪器

Waters Alliance 2695 HPLC仪(Waters公司),配Waters 2996 PDA检测器,Empower色谱工作站;SunFire™ C₁₈色谱柱(4.6 mm × 250 mm, 5 μm ; Waters公司);CPA225D电子天平(Sartorius公司);TGL-18C-C高速台式离心机(上海安亭科学仪器厂);KQ-500DE超声机(昆山市超声仪器有限公司);Synergy UV超

纯水器(默克密理博公司)。

1.2 试剂

尿苷(批号110887-200202)、鸟苷(批号111977-201501)、腺苷(批号10879-200202)对照品均购自中国食品药品检定研究院;甲醇为色谱纯,水为娃哈哈纯净水,其他试剂均为分析纯;S1~S10号猴头菌丝固体培养物样品的批号分别为140113、140316、141026-1、141104-2、20141108、141122-1、141122-2、141210-2、150603、150703,均由南京老山药业股份有限公司提供。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

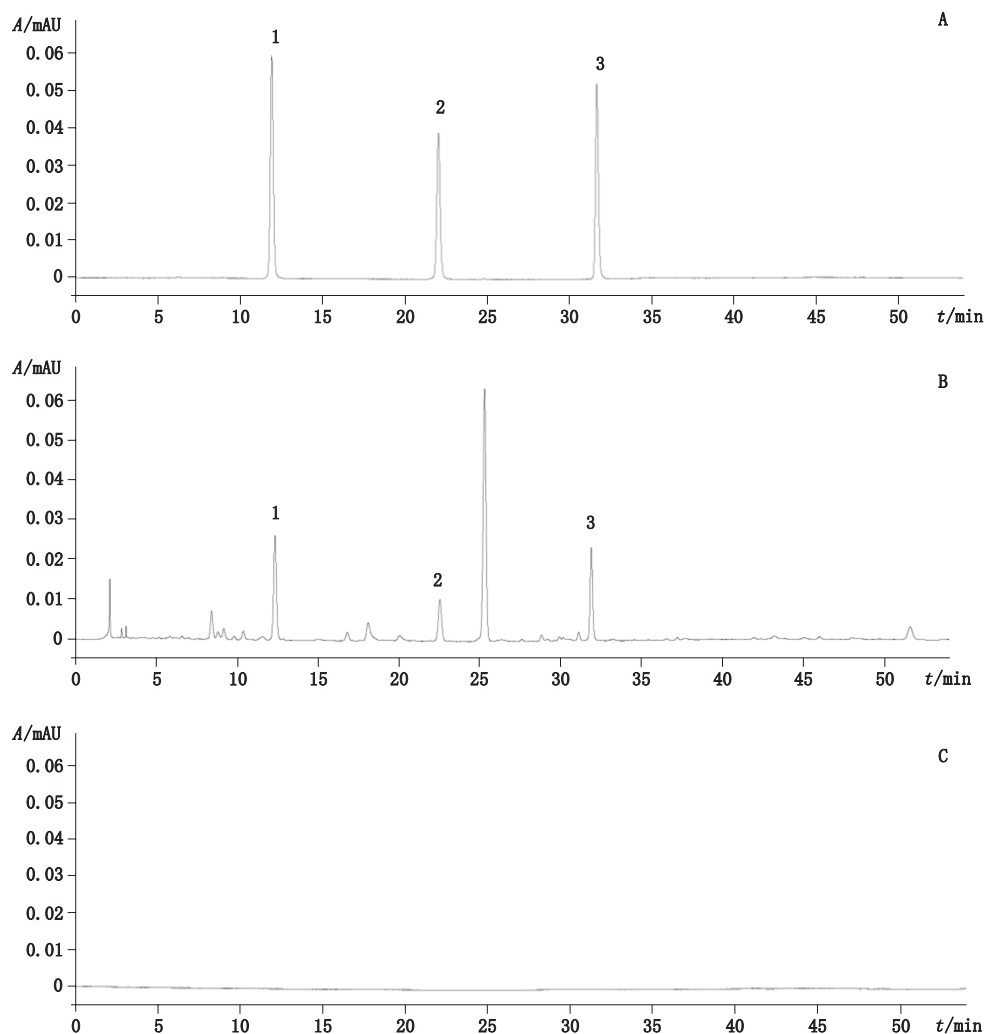
采用SunFire™ C₁₈色谱柱(4.6 mm × 250 mm, 5 μm),流动相为甲醇(A)-水(B),梯度洗脱(0~10 min, 0 → 2%A; 10~20 min, 2%A → 6%A; 20~30 min, 6%A → 15%A; 30~40 min, 15%A → 30%A; 40~55 min, 30%A),流速1.0 mL · min⁻¹,检测波长260 nm,柱温30 °C,进样量10 μL 。

2.2 溶液制备

2.2.1 混合对照品溶液 精密称取尿苷、鸟苷、腺苷的对照品适量,用20%甲醇水溶解并定容,配成质量浓度分别为38.9、29.6、26.9 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的混合溶液,即得。

2.2.2 供试品溶液 取样品粉末(过4号筛)约1.0 g,精密称定,置具塞锥形瓶中,精密加入20%甲醇水25 mL,密塞,称量,超声(工作频率40 kHz,功率250 W)处理30 min,放冷,再称量,用20%甲醇水补足减失的量,摇匀,滤过,取续滤液,即得。

2.2.3 空白溶液 20%甲醇水溶液。滤过,进样,记录色谱图。见图1,阴性无干扰。



1. 尿苷 (uridine) 2. 鸟苷 (guanosine) 3. 腺苷 (adenosine)

图 1 混合对照品 (A)、猴头菌丝固体培养物样品 (B) 和空白溶液 (C) HPLC 图

Fig. 1 HPLC chromatograms of reference substances (A), solid culture of Hericium mycelium (B) and blank (C)

2.3 方法学考察

2.3.1 精密度试验 取混合对照品溶液,连续进样 6 次,记录所测各组分峰面积,计算尿苷、鸟苷、腺苷色谱峰面积的 RSD ($n=6$) 分别为 1.2%、0.44%、0.32%,表明仪器精密度良好。

2.3.2 标准曲线的制备 精密量取混合对照品溶液 5 mL,置 10 mL 量瓶中,用 20% 甲醇水稀释至刻度,摇匀;以此法再次 2 倍稀释后得系列溶液。精密吸取各浓度溶液 10 μ L,分别按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积;以质量浓度 (X) 为横坐标,峰面积 (Y) 为纵坐标,绘制标准曲线。尿苷、鸟苷、腺苷 3 个核苷成分的回归方程分别为:

$$Y=22\ 565X-454.17 \quad r=0.999\ 9$$

$$Y=20\ 509X+1\ 400.3 \quad r=1.000\ 0$$

$$Y=31\ 111X-1\ 441.5 \quad r=1.000\ 0$$

质量浓度依次在 2.4~38.9、1.9~29.6、1.7~26.9 μ g \cdot mL⁻¹ 范围内与峰面积呈现良好的线性关系。

2.3.3 重复性试验 取同一批 (批号 20141108) 猴头菌丝固体培养物样品 (S5 号样品) 6 份,依法制备供试品溶液,进样测定;结果尿苷、鸟苷、腺苷平均含量 ($n=6$) 分别为 366.19、155.34、184.93 μ g \cdot g⁻¹, RSD 分别为 3.0%、1.0%、3.1%,表明方法重复性良好。

2.3.4 稳定性试验 取同一批 (批号 20141108) 猴头菌丝固体培养物样品 (S5 号样品) 6 份,依法制备供试品溶液,分别在 0、2、4、8、12 h 进样,测得尿苷、

鸟苷、腺苷峰面积的 RSD 分别为 1.4%、2.3%、2.9%，表明供试品溶液在 12 h 内稳定。

2.3.5 加样回收率试验 取“2.3.3”项下已测知核苷含量的样品 6 份，每份约 0.5 g，精密称定，精密加入

尿苷、鸟苷、腺苷对照品适量，依法制备供试溶液，进样测定。尿苷、鸟苷、腺苷 3 个成分的回收率 ($n=6$) 分别为 97.8%、98.4%、99.0%，RSD 分别为 1.8%、1.4%、2.4%。见表 1。

表 1 加样回收率试验 ($n=6$)

Tab. 1 Results of recovery tests

成分 (component)	称样量 (sample mass)/g	测得量 (detected amount)/ μg	样品含量 (sample content)/ μg	加入量 (added amount)/ μg	回收率 (recovery)/%	平均回收率 (average recovery)/%	RSD/%
尿苷 (uridine)	0.500 6	342.17	183.87	155.60	101.7	97.8	1.8
	0.499 1	339.12	183.31	155.60	100.1		
	0.502 3	337.22	184.49	155.60	98.2		
	0.498 8	336.13	183.20	155.60	98.3		
	0.500 0	332.21	183.65	155.60	95.5		
	0.501 4	334.87	184.16	155.60	96.9		
鸟苷 (guanosine)	0.500 6	169.54	75.41	98.00	96.1	98.4	1.4
	0.499 1	173.31	75.18	98.00	100.1		
	0.502 3	171.36	75.67	98.00	97.6		
	0.498 8	171.67	75.14	98.00	98.5		
	0.500 0	172.41	75.32	98.00	99.1		
	0.501 4	172.44	75.53	98.00	98.9		
腺苷 (adenosine)	0.500 6	197.40	92.22	107.60	97.8	99.0	2.4
	0.499 1	201.97	91.94	107.60	102.3		
	0.502 3	199.87	92.53	107.60	99.8		
	0.498 8	200.21	91.88	107.60	100.7		
	0.500 0	195.45	92.11	107.60	96.1		
	0.501 4	197.09	92.36	107.60	97.3		

2.4 样品含量测定

取 10 批猴头菌丝固体培养物样品各 3 份，分别按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液，并按“2.1”项下色谱条件进行测定，将峰面积带入标准曲线回归方程计算各样品中 3 个成分的含量，结果见表 2。

2.5 HPLC 指纹图谱研究结果

2.5.1 指纹图谱共有模式的建立 取 10 批样品，按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液，分别进样 10 μL ，记录 HPLC 色谱图，色谱图导入国家药典委员会《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》(2004 版)，生成共有模式指纹图谱，见图 2。在 10 批次样品的色谱图中 16 号色谱峰 (鸟苷) 的分离度良好，所有样品共有且为猴头菌丝培养物的主要成分之一，因此将其确定为参照峰 (S)。各共有峰的相对保留时间与相对峰面积分别见表 3、4。

表 2 样品含量测定 ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, $n=3$)

Tab. 2 Determination of the content of samples

样品编号 (sample No.)	尿苷 (uridine)	鸟苷 (guanosine)	腺苷 (adenosine)
S1	181.13	115.80	92.36
S2	481.88	282.36	280.47
S3	173.39	91.84	155.07
S4	127.17	75.78	152.41
S5	372.82	149.12	181.06
S6	215.28	153.50	224.23
S7	185.75	84.08	144.05
S8	164.81	98.99	152.88
S9	130.94	68.36	91.10
S10	132.73	91.94	148.22

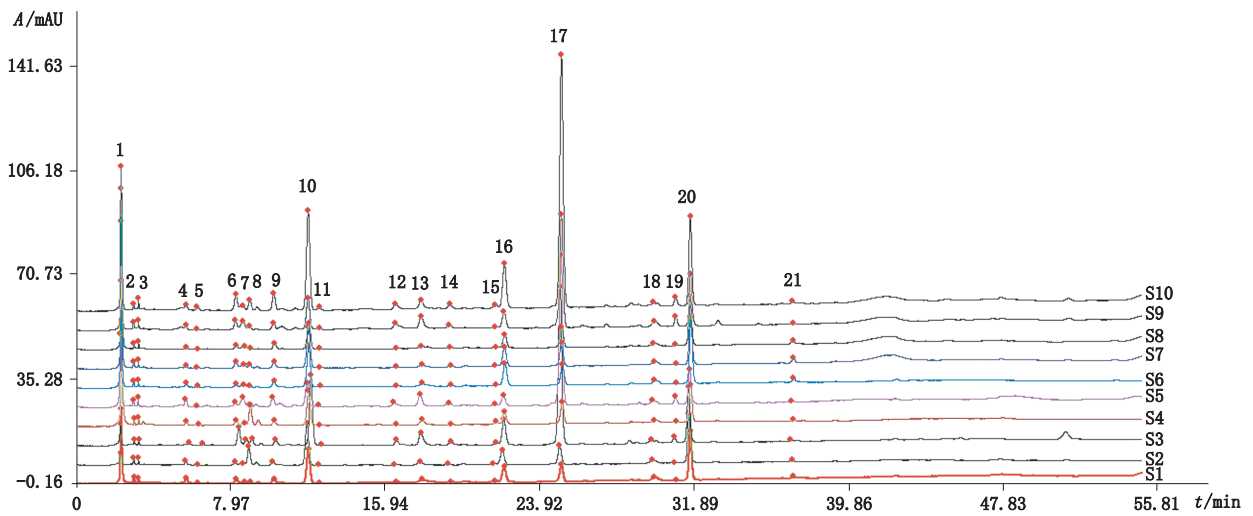


图 2 10 批猴头菌丝体培养物指纹图谱

Fig. 2 HPLC fingerprints of 10 batches of solid culture of *Hericium mycelium*

表 3 10 批样品各共有峰的相对保留时间

Tab. 3 The relative retention time of common peaks of 10 samples

峰号 (peak No.)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
1	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
2	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
3	0.15	0.15	0.14	0.14	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14
4	0.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.27	0.26
5	0.28	0.29	0.29	0.29	0.30	0.29	0.29	0.28	0.28	0.29
6	0.38	0.37	0.37	0.37	0.38	0.37	0.37	0.37	0.36	0.37
7	0.40	0.39	0.39	0.39	0.40	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
8	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.40	0.40	0.41	0.41
9	0.46	0.46	0.46	0.46	0.47	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
10	0.55	0.54	0.54	0.54	0.55	0.54	0.54	0.54	0.55	0.54
11	0.57	0.57	0.57	0.57	0.58	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
12	0.75	0.75	0.74	0.74	0.75	0.74	0.74	0.74	0.74	0.75
13	0.81	0.80	0.80	0.82	0.81	0.81	0.81	0.80	0.80	0.81
14	0.90	0.93	0.90	0.90	0.89	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
15	0.96	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97	0.95	0.97
16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
17	1.12	1.13	1.13	1.13	1.12	1.13	1.12	1.12	1.12	1.12
18	1.22	1.23	1.23	1.23	1.22	1.23	1.23	1.23	1.22	1.23
19	1.29	1.30	1.30	1.30	1.28	1.28	1.30	1.30	1.29	1.30
20	1.42	1.42	1.42	1.42	1.41	1.42	1.42	1.42	1.41	1.42
21	1.65	1.66	1.66	1.66	1.64	1.66	1.65	1.65	1.64	1.66

表 4 10 批样品各共有峰的相对峰面积

Tab. 4 The relative areas of common peaks of 10 samples

峰号 (peak No.)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
1	3.34	1.99	1.98	4.97	2.42	4.69	4.43	4.06	3.62	3.20
2	0.09	0.03	0.08	0.10	0.08	0.05	0.08	0.07	0.11	0.08
3	0.02	0.03	0.08	0.09	0.07	0.03	0.05	0.04	0.08	0.07
4	0.13	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.12	0.14	0.43	0.14
5	0.03	0.05	0.05	0.04	0.09	0.04	0.05	0.04	0.01	0.03
6	0.38	0.26	0.22	0.19	0.73	0.18	0.22	0.22	0.21	0.32
7	0.02	0.03	0.12	0.14	0.10	0.06	0.05	0.05	0.24	0.27
8	0.56	0.17	0.10	0.05	0.50	0.02	0.68	0.04	0.04	0.04
9	0.23	0.29	0.27	0.34	0.28	0.18	0.18	0.17	0.56	0.27
10	1.83	1.89	1.92	1.69	3.48	1.40	2.02	1.51	2.05	1.48
11	0.02	0.05	0.04	0.04	0.02	0.03	0.02	0.02	0.09	0.05
12	0.06	0.05	0.05	0.05	0.31	0.03	0.03	0.03	0.20	0.20
13	0.54	0.23	0.11	0.04	1.41	0.21	0.26	0.40	1.07	0.62
14	0.04	0.02	0.07	0.06	0.03	0.03	0.08	0.04	0.19	0.03
15	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
17	1.06	4.94	1.13	1.32	8.45	0.61	0.90	0.71	9.46	5.32
18	0.06	0.04	0.03	0.04	0.07	0.03	0.05	0.05	0.14	0.13
19	0.03	0.02	0.03	0.03	0.15	0.02	0.02	0.01	0.13	0.06
20	0.57	1.35	2.40	2.87	1.89	1.93	2.29	1.79	1.95	2.23
21	0.06	0.04	0.22	0.21	0.07	0.10	0.10	0.08	0.10	0.05

2.5.2 共有峰的确定 10 批样品生成的对照指纹图谱,共标记了 21 个共有峰,经与对照品对照,指认其中 3 个色谱峰,10、16、20 号峰依次为尿苷、鸟苷、腺苷。

2.5.3 相似度计算与评价 将 10 批样品 HPLC 图与共有模式图比较,通过多点校正法对色谱峰进行自动匹配,生成猴头菌丝培养物的色谱指纹图谱共有模式,并在分析检验模式下,以批号为 150603 的样品(S9 号样品)图谱作为参照图谱,时间窗为 0.10,以平均数法进行相似度计算。与生成的对照图谱相比,10 批样品指纹图谱相似度在 0.932~0.992,分别为 0.969、0.985、0.968、0.974、0.961、0.992、0.939、0.947、0.932、0.986。10 批猴头菌丝固体培养物共有模式指纹图谱可以作为其指纹图谱,说明猴头菌丝固体培养物的核苷类成分比较稳定。

3 讨论

3.1 样品提取条件的优化

考察了不同提取溶剂(水、20% 甲醇水、40% 甲醇水、60% 甲醇水),不同提取时间(30、45、60 min),不同提取方法(超声、回流),以及不同样品用量(0.2、0.5、1.0、2 g)对提取效率的影响,结果发现,采用 25 mL 20% 甲醇水超声处理 30 min 时,猴头菌丝固体培养物色谱峰个数最多,且该条件下尿苷、鸟苷、腺苷 3 个成分的提取效果最佳。

3.2 色谱条件的优化

通过 DAD 检测器对样品色谱于 190~400 nm 波长范围内进行检测,结果显示在 260 nm 波长下供试品溶液中色谱峰个数最多且基线平稳,色谱信息量大,待测色谱峰分离度良好。对比了不同的流动相(甲醇-水、甲醇-0.1% 乙酸水、乙腈-水),流

速(0.8、1、1.2 mL·min⁻¹),柱温(25、30、35 °C),进样量(5、10、15、20 μL)时色谱峰的数目及分离效果,结果发现流动相为甲醇-水,流速1 mL·min⁻¹,柱温30 °C,进样量10 μL时效果最优。

3.3 相似度结果分析

不同批次猴头菌丝固体培养物样品相似度计算结果均大于0.93,表明其原药材各批次的指纹图谱相似度较高,各批次间成分总体差异较小,提取方法稳定,重复性好。但含量测定结果显示不同批次各成分含量存在一定差异,这种差异可能是由菌丝来源、培养基的不同等影响因素所造成的。研究表明,该方法操作性强,稳定易行,为控制和评价猴头菌丝固体培养物的内在质量提供了科学依据。

3.4 核苷类成分检测与LC-MS分析

本次实验中,在相同的色谱条件下,分别用黄嘌呤、次黄嘌呤、尿苷、胸腺嘧啶、2-脱氧尿苷、肌苷、鸟苷、2-脱氧肌苷、2-脱氧鸟苷、腺苷、胸苷共11个核苷类的对照品对照本组试验中所出现的峰,分别对应出尿苷、鸟苷、腺苷这3个峰。同时将样品进行LC-MS分析,发现17号峰分子式为C₁₃H₃₁N₅O,相对分子质量为273,但经检索未能确知为何种化合物。

参考文献

- [1] HAN ZH, YE JM, WANG GF. Evaluation of *in vivo* antioxidant activity of *Hericiium erinaceus* polysaccharides[J]. *Int J Biol Macromol*, 2013, 52: 66
- [2] 李巧珍,刘朝贵,于海龙,等.猴头菌不同生长发育期粗蛋白、粗多糖含量及水溶性粗多糖体外免疫活性[J].*食用菌学报*, 2011, 18(4): 73
LI QZ, LIU CG, YU HL, *et al.* Protein, polysaccharide and β-glucan levels in *Hericiium erinaceus* fruit bodies harvested at different development stages and the effect of extracted polysaccharide on NO production by RAW264.7 cells[J]. *Acta Edulis Fungi*, 2011, 18(4): 73
- [3] 周帅,薛俊杰,刘艳芳,等.高效阴离子色谱-脉冲安培检测法分析食用菌中海藻糖、甘露醇和阿糖醇[J].*食用菌学报*, 2011, 18(1): 49
ZHOU S, XUE JJ, LIU YF, *et al.* Determination of arabitol, trehalose and mannitol in the fruit bodies of edible fungi using high performance anion chromatography-pulsed amperometric detection (HAPEC-PAD)[J]. *Acta Edulis Fungi*, 2011, 18(1): 49
- [4] LI W, ZHOU W, CHA JY, *et al.* Sterols from *Hericiium erinaceum* and their inhibition of TNF-α and NO production in lipopolysaccharide-induced RAW 264.7 cells[J]. *Phytochemistry*, 2015, 115: 231
- [5] WANG K, BAO L, QI Q, *et al.* Erinacerins C-L, isoindolin-1-ones with α-glucosidase inhibitory activity from cultures of the medicinal mushroom *Hericiium erinaceus* [J]. *J Nat Prod*, 2015, 78(1): 146
- [6] LU QQ, TIAN JM, WEI J, *et al.* Bioactive metabolites from the mycelia of the basidiomycete *Hericiium erinaceum* [J]. *Nat Prod Res*, 2014, 28(16): 1288
- [7] 汤俊,程敏,鲁静,等.三种药用真菌核苷类成分的分析及含量比较[C]//2008年中国药学会学术年会暨第八届中国药师周论文集.石家庄:中国药学会学术会务部,2008:474
TANG J, CHENG M, LU J, *et al.* Profiling and determination of nucleosides in several medicinal fungi by HPLC method[C]//The Proceedings of 2008 Academic Annual Conference of Chinese Pharmaceutical Association and the Eighth China Pharmacists Week. Shijiazhuang: Academic Meeting Affairs Department of Chinese Pharmaceutical Association, 2008: 474
- [8] 毕春洋,李国源,陈婷,等.猴头菌丝固体培养物质量标准研究[J].*广东药学院学报*, 2016, 32(6): 724
BI CY, LI GY, CHEN T, *et al.* Study on quality standard for *Hericiium erinaceus* with solid culture [J]. *J Guangdong Pharm Univ*, 2016, 32(6): 724
- [9] 郭艳艳,李华,刘钟栋.猴头菌属化学成分及药理活性研究进展[J].*农产品加工·学刊*, 2010, 4(8): 77
GUO YY, LI H, LIU ZD. Phytochemical components and their pharmacological action of *Hericiium* [J]. *Acad Period Farm Prod Proce*, 2010, 4(8): 77
- [10] 王晓玉,蒋秋燕,凌沛学,等.猴头菌活性成分及药理作用研究进展[J].*中国生化药物杂志*, 2010, 31(1): 70
WANG XY, JIANG QY, LING PX, *et al.* Research progress in the effective components of *Hericiium erinaceus* and its pharmacological actions [J]. *Chin J Biochem Pharm*, 2010, 31(1): 70
- [11] LE MOINE O, QUERTINMONT E, GULBIS B, *et al.* Blunted anti-inflammatory response to adenosine in alcoholic cirrhosis [J]. *J Hepatol*, 1999, 31(3): 457
- [12] 岳显可,曹岗,吴瑶,等. HPLC法测定猴头菇核苷类成分腺苷的含量[J].*实用药物与临床*, 2015, 18(4): 432
YUE XK, CAO G, WU Y, *et al.* Determination of nucleosides of adenosine in *Hericiium erinaceus* by HPLC [J]. *Pract Pharm Clin Remed*, 2015, 18(4): 432
- [13] 李洁莉,陆玲,陈坤,等.猴头菌及其药物制品腺苷等药效成分分析[J].*中国食用菌*, 2002, 21(3): 32
LI JL, LU L, CHEN K, *et al.* Studies on adenosine etc. composition with medicinal effects of *Hericiium erinaceus* and its pharmaceutical products [J]. *Edible Fungi China*, 2002, 21(3): 32
- [14] 顾慧芬,庄意丽,张梦玲. HPLC法测定猴头菌片中腺苷[J].*中成药*, 2012, 34(7): 1405
GU HF, ZHUANG YL, ZHANG ML. Determination of adenosine in Houtoujun tablets by HPLC [J]. *Chin Tradit Pat Med*, 2012, 34(7): 1405

- [15] 周静安. RP-HPLC 测定复方猴头颗粒剂中腺苷的含量[J]. 中成药, 2005, 27(2): 213
ZHOU JA. Determination of adenosine in compound Houtou granules by HPLC[J]. *Chin Tradit Pat Med*, 2005, 27(2): 213
- [16] 戚雁飞. HPLC 测定复方猴头胶囊中腺苷的含量[J]. 中成药, 2002, 24(3): 181
QI YF. Determination of adenosine in compound Houtou capsules by HPLC[J]. *Chin Tradit Pat Med*, 2002, 24(3): 181
- [17] 綦天华, 丁石博, 王再林, 等. 小刺猴头菌水溶性小分子提取物 HPLC 指纹图谱探讨[J]. 中国生化药物杂志, 2012, 33(1): 8
QI TH, DING SB, WANG ZL, *et al.* Discussion on HPLC fingerprint of water-soluble small molecule extract of *Hericium caput-medusae* [J]. *Chin J Biochem Pharm*, 2012, 33(1): 8
- [18] 陈婷, 杨军辉, 李俊松, 等. 猴头菌丝固体培养物及胃乐宁片低聚糖部位的 HPLC-ELSD 指纹图谱[J]. 中成药, 2017, 39(6): 1211
CHEN T, YANG JH, LI JS, *et al.* HPLC-ELSD fingerprints of oligosaccharide sites from mycelia of *Hericium erinaceum* solid culture and Weilening tablets[J]. *Chin Tradit Pat Med*, 2017, 39(6): 1211
- [19] 石博, 李雨亭, 綦天华, 等. 小刺猴头菌发酵液小分子指纹图谱与多糖含量相关性研究[J]. 菌物研究, 2012, 10(4): 244
SHI B, LI YT, QI TH, *et al.* Study on the correlation of small molecule fingerprints and polysaccharide content of *Hericium caput-medusae* fermented liquid[J]. *J Fungal Res*, 2012, 10(4): 244

(本文于 2017 年 4 月 19 日收到)

《药物分析杂志》编辑部声明

本刊采用在线投稿系统, 作者稿件一经本刊审核通过, 确定录用, 可优先数字出版, 同时被中国学术期刊网络出版总库等数据库收录, 进入因特网提供信息服务, 并通过本刊在线系统等实现全文查询。本刊所付稿酬包含刊物内容上网服务报酬, 不再另付。

本刊未委托其他任何机构或个人代理征收稿件, 所有稿件须登录本刊网站 (<http://www.ywfxzz.cn>) 在线投稿, 并须提交加盖公章的单位介绍信。

本刊未委托其他任何机构或个人代收任何费用, 所有收费按本刊缴费通知办理。