doi:10.3969 / j.issn.1006 - 4931.2022.10.017

薏苡仁破壁饮片质量标准研究*

张　宁[1]，徐　剑[1,2,3△]，缪艳燕[1,2,3]，刘　耀[1,2,3]，田洪星[1]，张永萍[1,2,3]

（1. 贵州中医药大学药学院，贵州 贵阳　550025；　2. 贵州中药炮制与制剂工程技术研究中心，贵州 贵阳　550025；　3. 国家苗药工程技术研究中心，贵州 贵阳　550025）

摘要：目的　建立薏苡仁破壁饮片的质量标准。**方法**　参照2020年版《中国药典（四部）》，对12批样品的性状、显微特征、水分、总灰分、浸出物、粒径分布进行检测，计算细胞破壁率；采用薄层色谱（TLC）法进行定性鉴别，建立12批样品的气相色谱指纹图谱；采用气相色谱法测定样品中甘油三油酸酯含量。**结果**　破壁粉显微镜下可见细小或不成型淀粉粒；样品水分为4.58%～4.82%，总灰分为1.18%～1.56%，浸出物含量为7.01%～8.78%，粒径分布 D_{90} 为22.745～23.963 μm，细胞破壁率为80.22%～82.81%；TLC图斑点清晰，分离度好，阴性对照无干扰；12批样品的指纹图谱相似度为0.979～1，样品中甘油三油酸酯含量为0.46%～0.58%。**结论**　所建立的质量标准可用于薏苡仁破壁饮片的质量控制。

关键词：薏苡仁破壁饮片；质量控制；指纹图谱；含量测定；薄层鉴别；粒径分布

中图分类号：R917；R927　　**文献标志码：A**　　**文章编号：1006 - 4931（2022）10 - 0074-05**

Quality Standard of Wall - Broken Decoction Pieces of Coicis Semen

ZHANG Ning[1], XU Jian[1,2,3], MIAO Yanyan[1,2,3], LIU Yao[1,2,3], TIAN Hongxing[1], ZHANG Yongping[1,2,3]

(1. College of Pharmacy, Guizhou University of Chinese Medicine, Guiyang, Guizhou, China　550025;　2. Guizhou Engineering Technology Research Center for Processing and Preparation of Traditional Chinese Medicine and Ethnic Medicine, Guiyang, Guizhou, China　550025;　3. National Engineering Technology Research Center for Miao Medicine, Guiyang, Guizhou, China　550025)

Abstract: Objective　To establish the quality standard of wall - broken decoction pieces of Coicis Semen. **Methods**　According to the *Chinese Pharmacopoeia* (2020 Edition, Volume Ⅳ), the properties, microscopic characteristics, moisture, total ash, extract and particle size distribution of 12 batches of samples were detected, and the cell - wall breaking rate was calculated. The qualitative identification was carried out by the thin - layer chromatography (TLC) method, and the gas chromatographic fingerprints of 12 batches of samples were established. The content of glycerol trioleate in the sample was determined by gas chromatography. **Results**　Fine or shapeless starch granules could be seen under the microscope. In the sample, the content of moisture was in the range of 4.58% - 4.82%, the content of total ash was in the range of 1.18% - 1.56%, and the content of extract was in the range of 7.01% - 8.78%, and the distribution of particle size D_{90} was in the range of 22.745 - 23.963 μm. The cell - wall breaking rate was in the range of 80.22% - 82.81%. The TLC spots were clear with good separation, and the negative control had no interference. The similarity of fingerprints of 12 batches of samples was in the range of 0.979 - 1, the content of glycerol trioleate in the sample was 0.46% - 0.58%.

*基金项目：贵州省科技计划项目［黔科合平台人才〔2017〕5655］；贵州省一流学科建设项目［GNYL〔2017〕008］。

第一作者：张宁，女，在读硕士研究生，研究方向为中药及民族药新制剂及新剂型，（电子信箱）315880756@qq.com。

△通信作者：徐剑，男，硕士，教授，研究方向为制剂新工艺及新剂型，（电子信箱）twt8489@126.com。

显示，2批炒酸枣仁饮片样品中黄曲霉毒素 B_1 及黄曲霉毒素总量超标；二是部分炒酸枣仁水分含量较高，接近标准规定限度要求。对此，建议加强各个环节的环境监控，饮片生产企业优化炮制工艺，增加酸枣仁饮片黄曲霉毒素含量规定，以进一步规范酸枣仁饮片质量，提高其使用安全性。

参考文献

[1] 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，2020：382 - 384.

[2]《中国药物大全》编辑委员会．中国药物大全（中药卷）［M］．北京：人民卫生出版社，1991：277.

[3] 吴立明．酸枣仁本草及功用考证［J］．中药材，2005，28（5）：432.

[4] 郭　慧，李　斯，郑玉光．酸枣仁质量控制研究［J］．河北中医药学报，2017，32（1）：35 - 39.

[5] 刘世军，唐志书，崔春利．酸枣仁化学成分的研究进展［J］．西部中医药，2016，29（9）：143 - 146.

[6] HE SR, ZHAO CB, ZHANG JX, et al. Botanical and Traditional Uses and Phytochemical, Pharmacological, Pharmacokinetic, and Toxicological Characteristics of *Ziziphi Spinosae Semen*: A Review［J］. Evidence - Based Complementary and Alternative Medicine, 2020, 2020: 5861821.

[7] 耿　欣，李廷利．酸枣仁主要化学成分及药理作用研究进展［J］．中医药学报，2016，44（5）：84 - 86.

[8] 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，2020.

（收稿日期：2021 - 01 - 06；修回日期：2021 - 10 - 11）

Conclusion The established quality standard can be used for the quality control of wall-broken decoction pieces of Coicis Semen.

Key words: wall - broken decoction pieces of Coicis Semen; quality control; fingerprint; content determination; TLC identification; distribution of particle size

薏苡仁首载于《神农本草经》，又名薏仁米、薏仁、薏米，为禾本科植物薏苡 *Coivlamcryma - jobi L. var. mayuen*（*Roman*）*Stapf* 的成熟种仁[1]，产于福建、河北、辽宁等地。薏苡仁作为一种药食同源的中药，迄今已有两千多年的食用历史[2]。研究表明，薏苡仁有提高免疫力、减肥、抗疲劳、增加骨密度、抗氧化、美白、减轻辐射危害等作用，具有广阔的研发前景[3]。中药破壁饮片是经超微粉碎[4]后粒径 D_{90} < 45 μm（300 目以上）的一种微米级新型中药饮片，可直接口服。与传统饮片相比，破壁饮片具有诸多优点[5]，如改良了传统饮片的不均一性，提高了药效，提升了饮片的利用率、稳定性、质量可控性及便携性。本研究中从性状、显微特征、水分、总灰分、浸出物、薄层色谱（TLC）鉴别、粒径分布、指纹图谱及含量测定等方面建立薏苡仁破壁饮片的质量标准。现报道如下。

1 仪器与试药

1.1 仪器

2308 型激光粒度分析仪（济南微纳颗粒仪器股份有限公司）；Model - 200S - ELSD 蒸发光散射检测器（美国 Softa 公司）；Agilent 1260 型高效液相色谱仪（美国 Agilent 公司）；ATY224 型电子分析天平（万分之一，瑞士 Mettler Toledo 公司）；AUW120D 型电子分析天平（十万分之一，日本 Shimadzu 公司）；HBM - 109 型超微粉碎机（瑞安市瀚博机电有限公司）；KQ - 500E 型超声波清洗器（昆山市超声仪器有限公司）；L1100 型光学生物显微镜（南京山特仪器有限公司）；GZX - 9240MBE 型电热鼓风干燥箱（上海博迅实业有限公司）；XT - A400 型多功能粉碎机（永康市红太阳机电有限公司）；HWHS - 250 型恒温恒湿培养箱（金坛市瑞华仪器有限公司）。

1.2 试药

甘油三油酸酯对照品（批号为 110737 - 201516，含量 ≥ 98%）；薏苡仁油对照提取物（批号为 111750 - 201503，含量 ≥ 98%），均购自中国食品药品检定研究院；硅胶 G 薄层板（青岛海洋化工厂）；其余试剂均为分析纯。薏苡仁药材（来源见表 1）均由贵州中医药大学药学院孙庆文教授鉴定为正品。

2 方法与结果

2.1 薏苡仁破壁饮片制备

取薏苡仁药材适量，粉碎，过六号筛，将细粉进行超微粉碎，得破壁粉，混匀，加 29.5% 乙醇（0.44∶1，*m* / *V*），制粒，过 35 目筛，采用电热鼓风干燥，干燥温度为 60 ℃，干燥时间为 70 min，过 35 目筛，整粒，即得样品（编号为 S1 - S12）[6]。

表 1 薏苡仁药材来源信息

Tab. 1 Source information of Coicis Semen

编号	种属	产地	采收期	批号
1	薏苡仁	云南省曲靖市	2017 - 06 - 10	20170610
2	薏苡仁	福建省莆田市	2017 - 06 - 22	20170622
3	薏苡仁	湖北省黄冈市蕲春县	2017 - 05 - 12	20170512
4	薏苡仁	贵州省遵义市汇川区	2017 - 08 - 15	20170815
5	薏苡仁	贵州省安顺市西秀区	2017 - 08 - 12	20170812
6	薏苡仁	河北省保定市	2017 - 04 - 06	20170406
4	薏苡仁	云南省临沧市云县	2017 - 07 - 06	20170706
5	薏苡仁	贵州省兴义市	2017 - 05 - 06	20170506
9	薏苡仁	贵州省兴义市	2017 - 07 - 25	20170725
10	薏苡仁	贵州省兴义市	2017 - 08 - 10	20170810
11	薏苡仁	贵州省兴义市	2017 - 05 - 12	20170512
12	薏苡仁	广西壮族自治区桂林市	2017 - 08 - 19	20170819

2.2 性状鉴别

破壁粉呈淡类白色，气微，味微甜。

2.3 显微鉴别

取破壁粉适量，用水合氯醛加热透化，稀甘油固定后置显微镜下观察，可见细小或不成型淀粉粒。

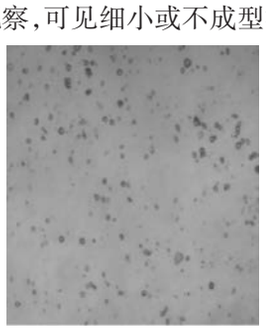


图 1 破壁粉显微结构（× 100）

Fig. 1 Microstructure of wall-broken powder of Coicis Semen (×100)

2.4 水分测定

按 2020 年版《中国药典（四部）》通则 0832 第二法项下条件测定。结果 12 批样品含水量为 4.58% ~ 4.82%。详见表 1。

2.5 总灰分测定

按 2020 年版《中国药典（四部）》通则 2302 总灰分测定法项下条件测定。结果 12 批样品总灰分为 1.18% ~ 1.56%。详见表 1。

2.6 浸出物测定

按 2020 年版《中国药典（四部）》通则 2201 醇溶性

表2 样品水分、总灰分、浸出物含量测定结果(%)

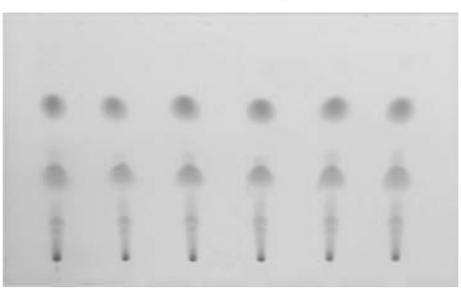
Tab. 2 Results of content determination moisture, total ash and extract of wall-broken decoction pieces of Coicis Semen (%)

样品编号	水分	总灰分	浸出物	样品编号	水分	总灰分	浸出物
S1	4.77	1.47	7.68	S7	4.75	1.36	8.05
S2	4.79	1.41	7.08	S8	4.76	1.49	8.78
S3	4.58	1.50	8.12	S9	4.59	1.34	7.65
S4	4.69	1.46	8.63	S10	4.68	1.42	7.12
S5	4.58	1.32	7.09	S11	4.72	1.41	7.25
S6	4.77	1.56	8.47	S12	4.82	1.18	7.01

浸出物测定法项下条件测定,以无水乙醇作溶剂。结果12批样品浸出物含量为7.01%~8.78%。详见表2。

2.7 TLC鉴别

取样品粉末1 g,加石油醚30 mL,超声(功率300 W,频率50 kHz,下同)处理30 min,滤过,取滤液,即得供试品溶液。取薏苡仁油对照提取物,加石油醚(60~90 ℃)制成质量浓度为2 mg/mL的薏苡仁油对照提取物溶液。按2020年版《中国药典(四部)》通则0502 TLC法,吸取上述溶液各2 μL,分别点于同一硅胶G薄层板上,以石油醚(60~90 ℃)-乙酸乙酯-冰醋酸(8.5∶0.8∶0.1,*V*/*V*/*V*)为展开剂,展开,取出,晾干,碘蒸气熏蒸至斑点显色清晰。结果5批样品在与薏苡仁油对照提取物溶液色谱相应位置上显相同颜色斑点。详见图2。



1. S1供试品溶液 2. S2供试品溶液 3. S3供试品溶液 0. 薏苡仁油对照提取物溶液 4. S4供试品溶液 5. S5供试品溶液

图2 薄层色谱图

1. S1 test solution 2. S2 test solution 3. S3 test solution 0. Reference extract solution of Coicis Semen oil 4. S4 test solution 5. S5 test solution

Fig. 2 TLC chromatograms

2.8 样品粒径测定

取薏苡仁破壁粉,采用激光粒度仪、干法检测仪测定[7-8]粒径分布D_{90}。测定时间:10 s;背景扫描时间:10 s;循环次数:1次;密度:1.06 g/cm³;最低限度:0.1%;最高限度:15%;空气压力:3 bar;进样速度:50%;测定模式:普通模式。粒径测定结果见表3,粒径分布见图3。

2.9 样品细胞破壁率计算

采用细胞破壁率公式[9]计算,$\eta = 1-(1-1/n)^3$,η为破壁率,n为粉末粒径与细胞尺寸的比值。当$n \leqslant 1$时,$\eta = 100\%$;$n > 1$时,视n值大小决定;细胞最小尺寸可按10 μm确定。结果样品细胞破壁率为80.22%~82.81%。

表3 样品粒径测定结果(μm,n = 12)

Tab. 3 Determination results of the particle size of samples (μm, n = 12)

样品编号	D_{90}	样品编号	D_{90}
S1	23.125	S7	23.963
S2	23.422	S8	22.986
S3	23.184	S9	23.074
S4	22.773	S10	23.463
S5	23.042	S11	23.684
S6	23.854	S12	22.745

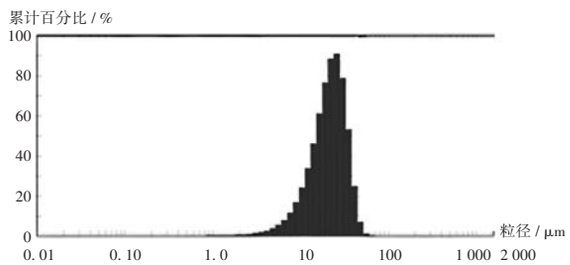


图3 样品粒径分布图

Fig. 3 Distribution of the particle size of the samples

2.10 高效液相色谱指纹图谱鉴别

2.10.1 色谱条件

色谱柱:Odyssil C_{18}柱(250 mm×4.6 mm,5 μm);流动相:乙腈-二氯甲烷(60∶40,*V*/*V*);流速:1 mL/min;柱温:25 ℃;进样量:20 μL;ELSD参数:漂移管温度80 ℃,空气体积流量为2.0 L/min。

2.10.2 供试品溶液制备

取样品0.6 g,精密称定,置50 mL具塞锥形瓶中,加乙腈-二氯甲烷(60∶40,*V*/*V*)50 mL,称定质量,浸泡2 h,超声处理30 min,放冷,再次称定质量,用流动相补足减失的质量,摇匀,滤过,取续滤液,即得。

2.10.3 方法学考察

精密度试验:取药材样品适量,按2.10.2项下方法制备供试品溶液,按2.10.1项下色谱条件进样测定6次,以甘油三油酸酯峰(6号峰)为参照峰,计算各特征峰相对保留时间及相对峰面积。结果的*RSD*均小于3.0%(n = 6),表明方法精密度良好。

稳定性试验:取2.10.2项下供试品溶液适量,分别于室温下放置0,2,4,8,12,24 h时按2.10.1项下色谱条件进样测定,以甘油三油酸酯峰(6号峰)为参照峰,计算各特征峰相对保留时间及相对峰面积。结果的*RSD*均小于3.0%(n = 6),表明供试品溶液在室温放置24 h内基本稳定。

重复性试验:精密称取样品适量,各6份,按2.10.2项下方法制备供试品溶液,再按2.10.1项下色谱条件进

样测定，以甘油三油酸酯峰（6号峰）为参照峰，计算各特征峰相对保留时间及相对峰面积。结果的 *RSD* 均小于3.0%（$n=6$），表明方法重复性良好。

2.10.4 指纹图谱建立

取样品12批，按2.10.2项下方法制备供试品溶液，按2.10.1项下色谱条件进样测定，12批样品指纹图谱见图4。将所得图谱数据导入中药色谱指纹图谱相似度评价系统（2012版），以中位数法分析，自动生成各批次样品指纹图谱的共有模式，见图5。共标定7个特征峰，其中1号峰为三亚油酸甘油酯，2号峰为1,2－亚油酸－3－油酸甘油酯，3号峰为3－棕榈酸二亚油酸，4号峰为1,2－油酸－3－亚油酸甘油酯，5号峰为棕榈酸亚油酸甘油酯，6号峰为甘油三油酸酯（参照峰），7号峰为棕榈酸二油酸甘油酯。以共有模式为R对照图谱，测得各批次与对照指纹图谱之间的相似度，结果表明，12批样品相似度为0.979～1，故各批次薏苡仁破壁饮片质量均较稳定。

2.11 甘油三油酸酯含量测定

2.11.1 溶液制备

取甘油三油酸酯对照品适量，精密称定，加流动相制成质量浓度为0.14 mg/mL的甘油三油酸酯对照品溶液。以流动相作空白对照溶液。

2.11.2 方法学考察

系统适用性试验：取2.11.1项下对照品溶液、2.10.2项下供试品溶液、2.7项下薏苡仁油对照提取物溶液各适量，按2.10.1项下色谱条件进样测定，记录色谱图。详见图6。结果理论板数按甘油三油酸酯峰计应不低于3 000，分离度均大于1.5，基线分离良好。

线性关系考察：取甘油三油酸酯对照品适量，精密称定，加流动相，制得质量浓度为0.45 mg/mL的对照品贮备液，加流动相定容，制成系列对照品溶液。按2.10.1项下色谱条件进样测定，记录峰面积。以甘油三油酸酯质量浓度（X，mg/mL）为横坐标、峰面积（Y）为纵坐标进行线性回归，得回归方程 $Y=14\,250X-1\,154.6$（$R^2=0.999\,3$）。结果表明，甘油三油酸酯质量浓度在0.10～0.35 mg/mL范围内与峰面积线性关系良好。

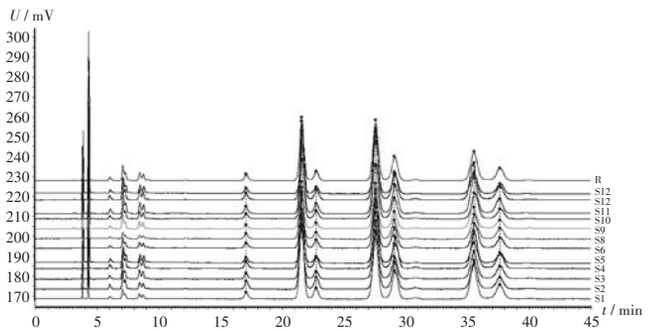


图4 12批薏苡仁破壁饮片叠加指纹图谱

Fig. 4 Fingerprints of 12 batches of wall－broken decoction pieces of Coicis Semen

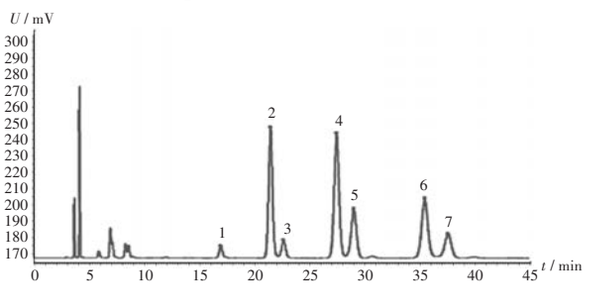


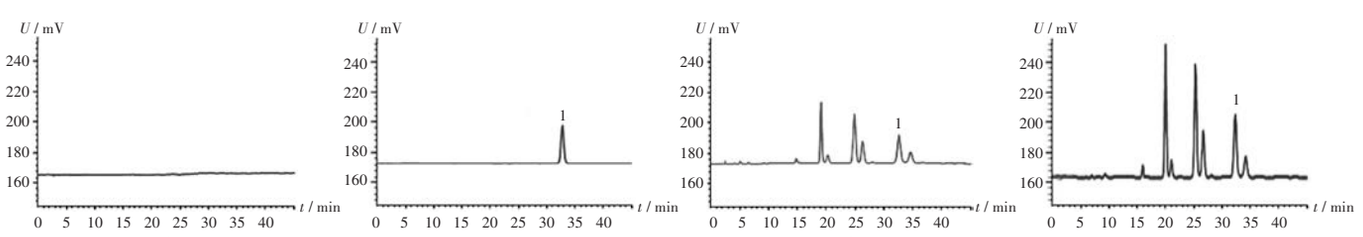
图5 薏苡仁破壁饮片对照指纹图谱

Fig. 5 Reference fingerprint of wall－broken decoction pieces of Coicis Semen

精密度、稳定性、重复性试验：按相关要求进行精密度、稳定性、重复性试验。结果甘油三油酸酯峰面积的 *RSD* 均小于3.0%（$n=6$），表明仪器精密度良好，供试品溶液在室温放置24 h内基本稳定，方法重复性良好。平均回样回收率为100.49%，*RSD* 为2.15%（$n=9$）。

2.11.3 含量测定

取12批样品各适量，分别按2.10.2项下方法制备供试品溶液，再按2.10.1项下色谱条件进样测定，平行测定3次，记录峰面积并计算样品含量。结果见表4。



1. 甘油三油酸酯

A. 空白对照溶液 B. 甘油三油酸酯对照品溶液 C. 供试品溶液 D. 薏苡仁油对照提取物溶液

图6 高效液相色谱图

1. Glycerol trioleate

A. Blank reference solution B. Reference solution of glycerol trioleate C. Test solution D. Reference extract solution of Coicis Semen oil

Fig. 6 HPLC chromatograms

表4 12批样品含量测定结果(%, $n=3$)

Tab. 4 Content determination of glycerol trioleate in 12 batches of samples (%, $n=3$)

样品编号	甘油三油酸酯	样品编号	甘油三油酸酯	样品编号	甘油三油酸酯
S1	0.50	S5	0.46	S9	0.50
S2	0.50	S6	0.50	S10	0.57
S3	0.52	S7	0.50	S11	0.57
S4	0.58	S8	0.50	S12	0.56

3 讨论

本研究中参考2020年版《中国药典(四部)》薏苡仁中控制质量标准的项目[10-14]。12批薏苡仁破壁饮片的水分平均值为4.71%,总灰分含量平均值为1.41%,浸出物含量平均值为7.74%,粒径平均值为23.28 μm,按不高于平均值的20%[5]制订标准;细胞破壁率平均值为81.45%,12批薏苡仁破壁饮片指纹图谱的相似度平均值为0.998,甘油三油酸酯含量平均值为0.52%,按下调20%为含量的最低限度。通过试验数据和参考《中国药典》中的检查项目,制订薏苡仁破壁饮片的质量标准如下:水分不得高于5.65%,总灰分含量不得高于1.69%,粒径不得大于27.93 μm,细胞破壁率不得低于65.16%,指纹图谱鉴别样品和对照药材相似度不得低于0.798,甘油三油酸酯含量不得低于0.42%。

本研究中对薏苡仁破壁饮片制备方法进行考察,比较了远红外干燥箱、电热鼓风干燥箱、真空干燥箱,并对料液比、乙醇体积分数、干燥时间、干燥温度、制粒筛网进行考察。最终确定干燥方法为电热鼓风干燥,干燥温度为60 ℃,干燥时间为70 min,乙醇体积分数为27%,料液比为0.40∶1。

预试验中考察了雾化温度(50,70,80,100 ℃),结果表明80 ℃时效果最佳。当温度高于100 ℃时,破壁饮片成分已被挥发。考察了流速分别为0.8,1,1.2 mL/min时对色谱分离效果的影响,结果表明,流量过小,分离效果较差,过大也易造成拖尾。因此当流速为1 mL/min时,峰形较佳。对Agilent C_{18}柱(250 mm×4.6 mm,5 μm)、Diamonsil C_{18}柱(250 mm×4.6 mm,5 μm)和Odyssil C_{18}柱(250 mm×4.6 mm,5 μm)进行了考察,结果均能很好地分离,其中Odyssil C_{18}柱(250 mm×4.6 mm,5 μm)的分离效果最好。参考文献[15]及2020年版《中国药典》考察比较了乙腈-二氯甲烷(60∶40,V/V)、乙腈-环己烷(60∶40,V/V)、乙腈-异丙醇(60∶40,V/V)3种流动相,结果表明,流动相为乙腈-二氯甲烷(60∶40,V/V)时的色谱峰峰形及分离度最好。在以上条件的基础上选择柱温20 ℃、25 ℃、30 ℃和35 ℃进行考察,结果表明,柱温为25 ℃时,洗脱效果较好,且各色谱峰间分离度和峰形均较好。考察了5 μL、10 μL和15 μL的进样量,结果表明,进样量为20 μL时,各色谱峰的响应值较高,各峰之间分离度较好。

中药破壁饮片具有成分利用率高、服用方便、配伍灵活等优点[16],应用剂量比其传统饮片量小,且与同等剂量的传统饮片相比,药效可增加3~5倍[17]。本研究可为企业生产薏苡仁破壁饮片的质量控制提供一定的借鉴,为制订薏苡仁破壁饮片质量标准提供参考。

参考文献

[1] 沈晓霞,孙 健,王志安. 不同产地薏苡仁食味品质分析[J]. 科技通报,2021,37(6):25-28.
[2] 毕天琛,赵丹彤,周 欣,等. 市售薏苡仁饮片质量分析与评价[J]. 中国药业,2019,28(19):32-35.
[3] 王金丹. 薏苡仁中有效成分提取工艺的研究发展[J]. 农业科技与装备,2021(2):43-45.
[4] 丁圣清,郁 省,王冬东,等. 中药饮片超微粉碎实现剂型改革的初步试验[J]. 中国药业,2016,25(23):38-42.
[5] 刘 敏. 红参、黄芪、三七三味中药的饮片、破壁粉体、破壁粉粒的质量评价研究[D]. 广州:广州中医药大学,2011.
[6] 田洪星,缪艳燕,徐 剑,等. Box-Behnken效应面法优化薏苡仁破壁饮片成型工艺[J]. 辽宁中医杂志,2019,46(2):373-376.
[7] 梁 笑,徐国兵,钱珊珊,等. 三七破壁饮片质量分析[J]. 安徽中医药大学学报,2019,38(3):80-85.
[8] 蔡鸿飞,龙海林,袁 诚,等. 灵芝破壁饮片质量控制研究[J]. 广东化工,2019,46(3):55-56.
[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,2020:376-377.
[10] 李 春,贾文江,李 宏,等. 香菊片质量控制研究[J]. 中国药业,2021,30(19):73-77.
[11] 杨深应,陶明宝,董全玉,等. 白及颗粒质量标准研究[J]. 中国药业,2021,30(19):80-83.
[12] 杨美丽,张少杰,杨金蕊,等. 银翘解毒丸质量评价方法研究[J]. 中国药业,2021,30(5):63-69.
[13] 卫向锋,张 艳,牛春玲,等. 抗痫颗粒质量标准研究[J]. 中国药业,2021,30(1):63-66.
[14] 龙海林,蔡鸿飞,袁 诚,等. 天麻超微粉细胞破壁率的测定[J]. 中国当代医药,2019,26(21):20-23.
[15] 张 婷,罗云云,杜伟锋,等. 不同产地薏苡仁HPLC指纹图谱建立及甘油三油酸酯测定[J]. 中成药,2021,43(4):944-948.
[16] 程东亮. 三七破壁饮片制备工艺及质量研究[D]. 南昌:江西农业大学,2020.
[17] 李飞鹤,裴妙荣,苏静杰,等. 中药破壁饮片与传统饮片对比研究[J]. 世界中医药,2021,16(8):1210-1213.

(收稿日期:2021-08-11;修回日期:2021-11-18)