

干燥方法对铁皮石斛质量的影响研究[△]

徐兰芳^{1*}, 鲁芹飞¹, 张 扬¹, 张 亮¹, 徐香琴¹, 黄 松^{1,2#}(1.广州中医药大学新药研究开发中心, 广州 510006; 2.东莞广州中医药大学中医药数理工程研究院, 广东东莞 523808)

中图分类号 R282.4 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2015)13-1808-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2015.13.25

摘 要 目的:探讨不同干燥方法对铁皮石斛质量的影响,优选铁皮石斛的干燥方法。方法:对经4种干燥方法(自然晒干、烘箱烘干、真空干燥、微波干燥,36 h)及烘箱烘干方法下不同温度(90、120、150、180、210 ℃,24 h)、90 ℃下烘箱烘干不同时间(36、48、60、72 h)处理后铁皮石斛中多糖、游离氨基酸和总氨基酸保留率及7种单糖组成的变化进行考察。结果:4种干燥方法中,多糖保留率分别为97.65%、93.68%、92.97%、85.91%,游离氨基酸保留率分别为85.99%、86.92%、85.33%、42.72%,总氨基酸保留率分别为89.84%、89.17%、90.22%、64.31%;随干燥温度的升高和时间的延长,3类成分的保留率均呈现逐渐下降的趋势;4种干燥方法对2种单糖即核糖、半乳糖醛酸的含量影响较大;随着温度的升高,甘露糖、鼠李糖、葡萄糖醛酸含量呈减少趋势,核糖、半乳糖醛酸、半乳糖含量呈增加趋势;随着加热时间的延长,甘露糖、半乳糖含量呈减少趋势,核糖、鼠李糖、葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸含量呈增加趋势。结论:不同干燥方法对单糖组成变化与多糖含量有一定影响。综合考虑,铁皮石斛的较优干燥方法为90 ℃烘箱烘干24~36 h。

关键词 铁皮石斛;质量;干燥方法;多糖;游离氨基酸;总氨基酸;保留率

Study on the Effects of Drying Methods on the Quality of *Dendrobium officinale*

XU Lan-fang¹, LU Qin-fei¹, ZHANG Yang¹, ZHANG Liang¹, XU Xiang-qin¹, HUANG Song^{1,2}(1.New Drug R&D Center, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006, China; 2.Dongguan Mathematical Engineering Academy of Chinese Medicine, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangdong Dongguan 523808, China)

ABSTRACT OBJECTIVE: To explore the effects of different drying methods on the quality of *Dendrobium officinale* and choose a drying method for *D. officinale*. METHODS: The retention rate of polysaccharide, free amino acids and total amino acids and the change of 7 monosaccharide compositions in *D. officinale* were researched after the processing of 4 drying methods (natural drying, oven drying, vacuum drying and microwave drying for 36 h), oven drying with different temperatures (90, 120, 150, 180, 210 ℃ for 24 h) and 90 ℃ oven drying for different time (36, 48, 60, 72 h). RESULTS: In the 4 drying methods, the retention rates of polysaccharide were respectively 97.65%, 93.68%, 92.97% and 85.91%; the retention rates of free amino acids were respectively 85.99%, 86.92%, 85.33% and 42.72% and the retention rates of total amino acids were respectively 89.84%, 89.17%, 90.22% and 64.31%. By the increasing of drying temperature and extension of time, the retention rates of 3 components showed a gradual downward trend; the 4 drying methods had great effects on the content of 2 monosaccharide (ribose and galacturonic acid). By the increasing of temperature, mannose, isodulcitol and glucuronic acid showed a decreasing trend of content; ribose, galacturonic acid and galactose showed an increasing trend of content. By the extension of heating time, mannose and galactose showed a decreasing trend of content; ribose and isodulcitol, glucuronic acid and galacturonic acid showed an increasing trend of content. CONCLUSIONS: Different drying methods have certain effects on the change of monosaccharide composition and the content of polysaccharide. Overall consideration, the optimum drying method of *D. officinale* is 90 ℃ oven drying for 24-36 h.

KEYWORDS *Dendrobium officinale*; Quality; Drying methods; Polysaccharide; Free amino acids; Total amino acids; Retention rate

铁皮石斛是我国传统名贵中药材,性微寒、味甘,有滋阴益胃、清热生津、益智安神、强精壮骨之功效,近年大量药理实

验研究也表明铁皮石斛有增强免疫力、抗氧化、抗疲劳、降血糖、护肝等作用^[1-6]。铁皮石斛采收后,鲜品内部含水量较高,

本栏目协办

南京伊登生物医学科技有限公司

地址:江苏省南京市玄武区龙蟠中路29号珠江路都市经济园312室
邮编:210018

△基金项目:国家科技支撑计划(No.2011BAI01B00);广东省科技计划项目(No.2012A030100001;2011A030100011);广东省教育科学产研结合示范基地项目(No.2012B090700002)

*硕士研究生。研究方向:中药新药开发。E-mail:lanfangberry@163.com

#通信作者:研究员,博士。研究方向:中药新药开发。E-mail:huangnn421@163.com

且石斛药材表皮包裹的角质层可阻止水分外逸,若不及时加工处理,药材很容易霉烂变质,有效成分随之分解流失,严重影响药材质量、临床中的疗效及药农的经济效益。新鲜药材的干燥杀青过程,对于药材的品质形成意义重大^[7-8]。铁皮石斛目前的干燥方法主要是依据2010年版《中国药典》^[9]记载的方法:边加热边扭成螺旋形或弹簧状,烘干;或截切成段,干燥或低温烘焙。但其中对加热的温度、时间都没有量化的判断指标,所以不同的操作者在操作过程中所采用的温度和时间不一致,由此会引致铁皮石斛鲜品的化学成分在其干燥的过程中受到的影响程度也不一样,另外也在一定程度上造成了铁皮石斛干品质量的良莠不齐。因此,亟需对铁皮石斛的干燥方法进行考察研究并优选出较好的方法,以为建立统一的标准提供参考。

中药材传统干燥方法主要有烘干和自然干燥,现代干燥技术也渐渐用于中药材的干燥中,如微波干燥、真空干燥等。本试验分别采用两种传统干燥技术和两种现代干燥技术进行试验,优选铁皮石斛较优的干燥方法,以保证铁皮石斛的质量,同时也便于铁皮石斛药材的运输与应用。

1 材料

1.1 仪器

紫外分光光度计、高效液相色谱仪、SPD-20A型紫外-可见光检测器(日本 Shimadzu 公司);BP110S型电子天平、CP225D型电子天平(德国 Sartorius 公司);HWS24型电热恒温水浴锅(上海一恒科技有限公司)。

1.2 药材、药品与试剂

铁皮石斛由广东永生源生物科技有限公司提供,并经广州中医药大学陈建南研究员鉴定为兰科石斛属植物铁皮石斛(*Dendrobium candidum*);天冬氨酸(批号:624-200104)、葡萄糖(批号:0833-9501)、甘露糖(批号:140651-200602)、葡萄糖醛酸(批号:140649-201103)、核糖(批号:1508-200001)、鼠李糖(批号:110833-200503)、半乳糖醛酸(批号:111683-200401)、半乳糖(批号:1506-200203)、木糖(批号:0226-9602)、阿拉伯糖(批号:1506-200001)对照品均购自中国食品药品检定研究院,且纯度均 $\geq 98\%$;乙腈为色谱纯,苯酚、硫酸、乙醇、茚三酮、氯化亚锡、无水乙酸钠、1-苯基-甲基-5吡唑啉酮(PMP)、三氟乙酸(TFA)、甲醇、三氯甲烷、乙酸铵等均为分析纯。

2 方法与结果

2.1 加工方法

取同时采收的铁皮石斛鲜品500g,称质量,剪成不超过0.5cm的小段,均匀分份,分别称质量备用为样品。

2.1.1 加工方式考察 随机挑选样品4份,按以下4种方法分别进行加工处理:(1)晒干:置于室外阳光下曝晒36h,然后称质量;(2)烘干:置于鼓风烘箱内恒温60℃烘烤36h,然后称质量;(3)真空干燥:置于真空干燥箱内,60℃、0.06MPa下干燥36h,然后称质量;(4)微波干燥:置于微波炉中,接通电源,设定微波强度中火,间歇加热干燥。

2.1.2 烘干干燥温度考察 随机挑选样品5份,称质量后置于鼓风烘箱内,以5种恒温分别进行加工处理,然后再称质量:(1)恒温90℃烘烤24h;(2)恒温120℃烘烤24h;(3)恒温150℃烘烤24h;(4)恒温180℃烘烤12h;(5)恒温210℃烘烤6h。

2.1.3 烘干干燥时间的考察 随机挑选样品4份称质量后置于鼓风烘箱内,在恒温90℃下分别烘烤不同时间后再称质量:(1)烘烤36h;(2)烘烤48h;(3)烘烤60h;(4)烘烤72h。

各样品按上述方法处理后的质量变化见表1,另各个样品水分测定结果均符合2010年版《中国药典》铁皮石斛项下水分的规定^[9]。

表1 各样品经不同方法处理前后质量变化

Tab 1 Changes of sample weight before and after processing by different methods

干燥方法	干燥前, g	干燥后, g	干燥前与干燥后质量比
自然晒干	25.731 1	6.710 6	3.834 4
60℃烘干	25.119 7	6.289 1	3.994 2
60℃真空干燥	25.128 8	7.112 4	3.533 1
微波干燥	25.195 7	5.734 6	4.393 6
烘干			
90℃, 24 h	25.383 9	6.228 7	4.075 3
120℃, 24 h	25.375 1	6.056 2	4.189 9
150℃, 24 h	25.325 8	5.794 4	4.370 7
180℃, 12 h	25.426 3	5.559 1	4.573 8
210℃, 6 h	25.259 1	5.295 3	4.770 1
烘干			
90℃, 36 h	25.045 6	5.863 2	4.271 7
90℃, 48 h	25.310 6	5.860 2	4.319 1
90℃, 60 h	25.344 6	5.906 7	4.290 8
90℃, 72 h	25.945 2	5.414 6	4.791 7

2.2 多糖的含量测定

参照2010年版《中国药典》铁皮石斛项下多糖的含量测定方法^[9]测定各个样品中多糖的含量。按相关方法进行标准曲线的建立,以质量浓度(x)为横坐标,吸光度(y)为纵坐标回归得线性方程为 $y=0.062 5x+0.042 3$ ($r=0.999 2$),得多糖检测质量浓度线性范围为2.497~14.982 μg/ml。依法进行方法的精密度、重复性、稳定性试验,结果各试验的RSD依次为0.44%、2.24%、2.82%($n=6$),样品溶液在180 min内稳定性良好。另依法进行加样回收率试验,平均回收率为98.81%(RSD=2.64%, $n=6$)。

2.3 氨基酸的含量测定

2.3.1 游离氨基酸 供试品溶液的制备及测定方法采用文献[10]中氨基酸的提取及测定方法。标准曲线建立后线性回归方程为 $y=0.111 7x-0.125 3$ ($r=0.999 1$),游离氨基酸检测质量浓度线性范围为2.022~12.132 μg/ml。

2.3.2 总氨基酸 取铁皮石斛样品0.1g,精密称定,置于具塞试管中,加6 mol/L盐酸10 ml,于110℃烘箱中水解24 h后取出放冷,过滤,滤液转移到25 ml量瓶中,加水定容,摇匀;精密量取10.0 ml,用30%氢氧化钠溶液调pH至中性,溶液转移至25 ml量瓶中,加水定容,摇匀;取2.0 ml置于25 ml量瓶中,再精密加入pH 6.5的CH₃COONa缓冲盐溶液1.0 ml、2%的茚三酮溶液1.0 ml,摇匀,置于沸水浴中加热30 min,取出,放冷15 min,加水定容。在568 nm波长处测定吸光度。线性回归方程同“2.3.1”项下的回归方程。

依法进行方法的精密度、稳定性、重复性试验,结果各试验的RSD均 $< 3\%$,显色完成后45 min内测定结果稳定。回收率试验中,游离氨基酸、总氨基酸平均回收率分别为99.52%(RSD=2.54%, $n=6$)、97.50%(RSD=1.64%, $n=6$)。

2.4 铁皮石斛多糖的单糖组成测定

2.4.1 色谱条件 色谱柱:Kromasil C₁₈(250 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相:流动相A为乙腈,流动相B为0.1 mol/L乙酸铵溶液,梯度洗脱(0~30 min:18% A, 30~50 min:22% A, 50~80 min:24% A);流速:1.0 ml/min;柱温:30℃;检测波长:245

nm;进样体积:15 μl。

2.4.2 对照品、阴性对照品衍生物的制备 (1)单糖对照品溶液。取混合标准单糖溶液(各单糖即甘露糖、核糖、鼠李糖、葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸、葡萄糖、半乳糖质量浓度均为0.4 g/L)500 μl,置于10 ml水解管中混合均匀,加入0.5 mol/L的PMP甲醇溶液和0.3 mol/L氢氧化钠溶液各500 μl,涡旋1 min,70 °C水浴反应100 min;取出后冷却至室温,加入0.3 mol/L盐酸500 μl中和,再加入等体积的氯仿萃取,弃去氯仿层,反复萃取3次后,取上清液经0.45 μm微孔滤膜过滤后供色谱分析。

(2)阴性对照品溶液:取去离子水1.0 ml代替单糖溶液,置于10 ml水解管中混合均匀,其余操作同“(1)”项下的制备方法。

2.4.3 石斛多糖部位样品衍生物的制备 取铁皮石斛鲜品样品0.3 g,加80%乙醇100 ml回流提取1 h,抽滤,滤渣加水200 ml,100 °C回流提取2 h,抽滤,滤液浓缩至约30 ml,加5倍量的无水乙醇,边加边搅拌,4 °C放置过夜;取出,离心(4 000 r/min,离心半径为16 cm)20 min,弃去上清液,沉淀加80%乙醇洗涤2次,每次20 ml,离心,弃去上清液;沉淀加热水溶解,转移至50 ml量瓶中,放冷,加水至刻度,摇匀。精密吸取1.0 ml置于10 ml水解管中,加入2 mol/L的TFA 2.0 ml,充分混匀后密封,110 °C水浴水解2 h;冷却后加入1.0 ml甲醇水浴蒸干,反复加甲醇3次以除净TFA;加水500 μl,涡旋1 min,其余操作同“2.4.2(1)”项下相关方法。

2.4.4 方法学考察 依法进行精密度、重复性、稳定性试验,结果各试验中甘露糖、核糖、鼠李糖、葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸、葡萄糖、半乳糖峰面积的RSD均<3%(n=6),表明样品溶液在48 h内稳定。

2.4.5 测定方法 取各铁皮石斛样品,按“2.4.3”项下方法制备铁皮石斛多糖部位溶液并进行水解和衍生化处理,按照“2.4.1”项下色谱条件进行测定,记录峰面积。

2.5 铁皮石斛多糖保留率测定结果

多糖保留率计算公式为:干燥后多糖含量/干燥前多糖含量×100%。不同方法铁皮石斛干品中多糖的保留率见表2。

表2 不同干燥方法铁皮石斛中多糖和氨基酸的保留率(%)

Tab 2 Retention rates of polysaccharide and amino acids in *D. officinale* by different drying methods(%)

干燥方法	多糖保留率	游离氨基酸保留率	总氨基酸保留率
自然晒干	97.65	85.99	89.84
60 °C烘干	93.68	86.92	89.17
60 °C真空干燥	92.97	85.33	90.22
微波干燥	85.91	42.72	64.31
烘干			
90 °C,24 h	91.47	84.07	86.84
120 °C,24 h	82.55	64.40	83.28
150 °C,24 h	74.50	34.86	69.73
180 °C,12 h	10.45	31.58	64.87
210 °C,6 h	3.72	29.86	56.11
烘干			
90 °C,36 h	87.26	73.43	79.31
90 °C,48 h	79.30	67.77	66.06
90 °C,60 h	78.16	66.70	66.64
90 °C,72 h	49.65	55.76	56.68

比较多糖的保留率,可以发现不同的干燥方式对药材中多糖的保留率影响不同。在4种方法中,采用自然晒干的样品

中的多糖保留率最高,60 °C烘干和60 °C真空干燥对多糖保留率的影响相似,微波干燥后样品中的多糖保留率最低。当烘干温度从90 °C上升到210 °C期间,多糖的保留率呈现随温度升高而逐渐下降的趋势。在烘干时间为36~72 h时,多糖保留率随时间延长也呈现下降的趋势,表明有部分多糖被破坏。

2.6 铁皮石斛氨基酸保留率测定结果

氨基酸保留率计算公式为:干燥后氨基酸含量/干燥前氨基酸含量×100%。不同干燥方法铁皮石斛中氨基酸的保留率见表2。

比较游离氨基酸和总氨基酸的保留率,可以发现自然晒干、60 °C烘干、60 °C真空干燥后氨基酸保留率相近,微波干燥方式的保留率最低,可能是这种干燥方式对氨基酸的结构破坏作用最强;且随温度升高及烘干时间延长,氨基酸保留率均呈现逐渐下降的趋势,可能是同样原因所致。

2.7 铁皮石斛多糖中的单糖组成结果

2.7.1 对照品、样品及阴性对照色谱图 比较铁皮石斛干燥样品(烘干90 °C,36 h)与对照品衍生生物色谱,确定与对照品保留时间一致的7个峰作为石斛多糖部位指纹图谱的特征峰,分别为甘露糖、核糖、鼠李糖、葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸、葡萄糖、半乳糖,见图1。

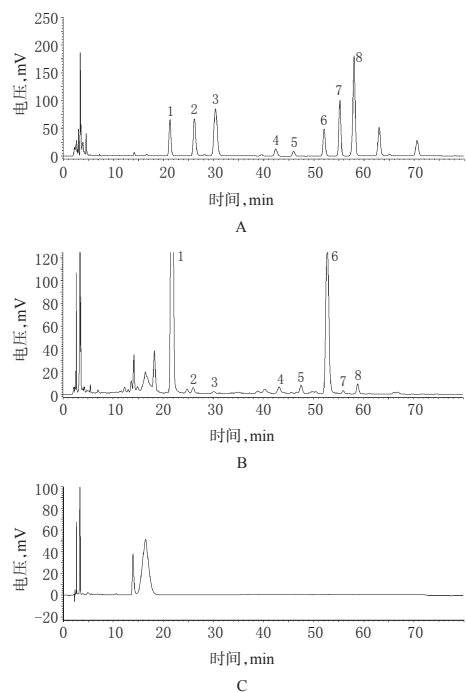


图1 高效液相色谱图

A.对照品;B.样品;C.阴性对照;1.甘露糖;2.核糖;3.鼠李糖;4.葡萄糖醛酸;5.半乳糖醛酸;6.葡萄糖;7.半乳糖;8.木糖和阿拉伯糖

Fig 1 HPLC chromatograms

A. control; B. sample; C. negative control; 1. mannose; 2. ribose; 3. isodulcitol; 4. glucuronic acid; 5. galacturonic acid; 6. glucose; 7. galactose; 8. xylose and arabinose

2.7.2 样品中铁皮石斛多糖中的单糖组成变化 各干燥方法下铁皮石斛样品多糖中的各种单糖的绝对峰面积的结果详见表3。为了比较各个单糖在相应的多糖中所占比例,选择含量较高且稳定的葡萄糖为参照峰,比较各单糖的相对峰面积,结果详见表4。

表3 各干燥方法后铁皮石斛样品各单糖绝对峰面积

Tab 3 Absolute peak area values of monosaccharide in *D. officinale* samples after each drying method

干燥方法	甘露糖	核糖	鼠李糖	葡萄糖醛酸	半乳糖醛酸	葡萄糖	半乳糖
自然晒干	12 463 507	47 653	85 274	20 033	89 733	4 214 623	28 212
60 °C烘干	19 658 326	34 819	71 828	15 318	66 515	6 387 153	47 699
60 °C真空干燥	16 081 341	17 368	54 484	10 425	35 543	6 125 205	55 547
微波干燥	10 230 129	22 190	53 836	6 456	35 193	3 430 709	31 927
烘干							
90 °C, 24 h	1 068 765	33 507	59 706	179 782	50 863	760 335	242
120 °C, 24 h	1 956 168	29 393	71 170	223 943	52 383	1 073 326	2 357
150 °C, 24 h	8 267 465	18 192	171 269	323 652	29 839	3 240 333	27 630
180 °C, 18 h	8 267 465	18 192	171 269	323 652	29 839	3 240 333	27 630
210 °C, 12 h	176 295	5 791	17 234	14 147	7 894	225 736	5 496
烘干							
90 °C, 36 h	1 896 392	52 139	58 387	171 190	65 847	1 362 549	10 317
90 °C, 48 h	23 014 966	6 866	83 209	151 607	34 386	8 688 323	106 619
90 °C, 60 h	1 760 225	28 160	46 985	206 017	50 685	891 827	3 472
90 °C, 72 h	2 093 642	42 771	51 529	211 543	51 069	1 230 316	5 974

表4 各干燥方法后铁皮石斛样品各单糖相对峰面积

Tab 4 Relative peak area values of monosaccharide in *D. officinale* samples after each drying method

干燥方法	甘露糖	核糖	鼠李糖	葡萄糖醛酸	半乳糖醛酸	葡萄糖	半乳糖
自然晒干	2.957 2	0.011 3	0.020 2	0.004 8	0.021 3	1.000 0	0.006 7
60 °C烘干	3.077 8	0.005 5	0.011 2	0.002 4	0.010 4	1.000 0	0.007 5
60 °C真空干燥	2.625 4	0.002 8	0.008 9	0.001 7	0.005 8	1.000 0	0.009 1
微波干燥	2.981 9	0.006 5	0.015 7	0.001 9	0.010 3	1.000 0	0.009 3
烘干							
90 °C, 24 h	1.405 7	0.044 1	0.078 5	0.236 5	0.066 9	1.000 0	0.000 3
120 °C, 24 h	1.822 5	0.027 4	0.066 3	0.208 6	0.048 8	1.000 0	0.002 2
150 °C, 24 h	2.551 4	0.005 6	0.052 9	0.099 9	0.009 2	1.000 0	0.008 5
180 °C, 18 h	1.248 7	0.025 8	0.050 8	0.067 1	0.051 6	1.000 0	0.046 7
210 °C, 12 h	0.781 0	0.025 7	0.049 8	0.062 7	0.070 4	1.000 0	0.024 3
烘干							
90 °C, 36 h	1.391 8	0.038 3	0.042 9	0.125 6	0.048 3	1.000 0	0.007 6
90 °C, 48 h	1.498 0	0.000 8	0.009 6	0.017 4	0.004 0	1.000 0	0.012 3
90 °C, 60 h	1.973 7	0.031 6	0.040 3	0.163 7	0.041 1	1.000 0	0.005 0
90 °C, 72 h	1.701 7	0.034 8	0.041 9	0.171 9	0.041 5	1.000 0	0.004 9

由表4可见,自然晒干、60 °C烘干、60 °C真空干燥、微波干燥4种干燥方式对铁皮石斛多糖中核糖、半乳糖醛酸的相对峰面积影响较大;随着烘干温度的升高,甘露糖的相对峰面积呈现先大后小的趋势,核糖、半乳糖醛酸呈现先小后大的趋势,鼠李糖、葡萄糖醛酸呈现逐渐减小的趋势,半乳糖呈现逐渐增大的趋势;随着加热时间的延长,甘露糖、半乳糖的相对峰面积呈现先大后小的趋势,核糖、鼠李糖、葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸呈现先小后大的趋势。

3 讨论

在样品和对照品的色谱图(图1)中,8号峰其实包含木糖和阿拉伯糖2种单糖的衍生物。由于木糖和阿拉伯糖的PMP衍生物的极性非常接近,故很难完全分开,特别是当进样溶液中2种物质的衍生物的量较高时,更难分开;而样品溶液中2种衍生物的量相对较低,所以有少部分样品溶液中的2种衍生物物质可以分开。为了便于试验进行和结果分析,故本次试验中暂时未分析这2种单糖,但是通过分析样品溶液中的7种单糖,也可以在一定程度上反映出铁皮石斛多糖的单糖组成变化。

在考察不同烘干温度(90~210 °C)时,在90、120、150 °C温度下分别加热24 h,而180 °C温度下只加热18 h、210 °C温

度下只加热12 h,是因为加热温度相对较高时,加热时间过长,药材已经出现轻微炭化变黑,故180、210 °C温度下加热时间较90、120、150 °C更短。

笔者通过查阅文献[11],结合试验探索,确定了铁皮石斛多糖中单糖组成的测定方法及色谱条件。试验表明,甘露糖和葡萄糖是铁皮石斛多糖的主要组成单糖,其他单糖含量均较低。本试验选取了其中含量相对较高的7种单糖进行比较。在对单糖组成进行分析时,笔者认为仅采用各单糖峰面积进行比较即可发现单糖组成变化趋势,因此未制作各单糖标准曲线等进行含量计算。单糖组成的不同直接影响多糖的性质。文献[12]认为铁皮石斛中单糖组成可影响其功效,供试铁皮石斛样品各单糖相对峰面积在一定程度上反映了各单糖在多糖中所占的比例,不同的干燥方式下单糖的相对峰面积变化趋势也反映了各个单糖在多糖中所占比例的变化趋势。故本试验选取多糖的单糖组成变化为指标,以期对铁皮石斛药材的加工提供一定的指导。

本试验对铁皮石斛的干燥工艺进行了初步的论证研究,从氨基酸和多糖保留率以及能量消耗和效率的角度考虑,建议干燥温度采用90 °C、干燥时间控制在24~36 h内的烘箱干燥方式较佳,以此为铁皮石斛的后续加工处理提供依据。

参考文献

- [1] 吕圭源,陈素红,张丽丹,等.铁皮石斛对小鼠慢性酒精性肝损伤模型血清2种转氨酶及胆固醇的影响[J].中国实验方剂学杂志,2010,16(6):192.
- [2] 吴维佳,庞璐,胡日红,等.铁皮石斛对小鼠免疫功能的影响[J].湖南中医杂志,2012,28(2):113.
- [3] 李玲,邓晓兰,赵兴兵,等.铁皮石斛化学成分及药理作用研究进展[J].肿瘤药学,2011,1(2):90.
- [4] 杨虹,王顺春,王峰涛,等.铁皮石斛多糖的研究[J].中国药理学杂志,2004,39(4):254.
- [5] 陈志国,叶松山,范迎,等.金钗石斛多糖提取工艺的优化及对小鼠脾细胞增殖的影响[J].中国实验方剂学杂志,2011,17(15):27.
- [6] 沈凯凯,徐蓓,王磊,等.石斛中联苜类化合物抗血管新生活性研究[J].时珍国医国药,2011,22(4):919.
- [7] 段金殿,宿树兰,严辉,等.药材初加工“杀青”环节与药材品质形成的探讨[J].中药材,2011,34(1):1.
- [8] 任迪峰.中药材干燥过程中质量退化及优化干燥工艺的研究[D].北京:中国农业大学,2002:12-13.
- [9] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[S].2010年版.北京:中国医药科技出版社,2010:265.
- [10] 王培培.铁皮石斛药材总氨基酸提取工艺及氨基酸部位HPLC指纹图谱研究[D].广州:广州中医药大学,2013:48-49.
- [11] 周桂芬,吕圭源.柱前衍生化HPLC分析不同来源不同生长年限铁皮石斛多糖的组成和含量[J].中国药理学杂志,2011,46(8):626.
- [12] Meng LZ, Lv G.P, Hu DJ, et al. Effects of polysaccharides from different species of *Dendrobium* (*Shihu*) on macrophage function[J]. *Molecules*, 2013, 18(5):5 779.

(收稿日期:2014-07-17 修回日期:2014-11-27)

(编辑:刘 萍)