

白果仁 35%乙醇-水洗脱部位多糖及多肽的含量测定

夏应婷^{1,2}, 王文君^{1,2}, 王 蕾³, 刘 安², 程锦堂², 李国栋^{1*}

- (1. 云南中医药大学中药学院, 云南 昆明 650500;
2. 中国中医科学院中药研究所道地药材品质保障与资源持续利用全国重点实验室, 北京 100700;
3. 淄博市市级机关医院, 山东 淄博 255000)

摘要: 目的 对白果仁止咳有效部位 35%乙醇-水洗脱部位中多糖及多肽的含量进行测定, 为白果仁的综合开发和质量控制提供科学依据。方法 采用苯酚-硫酸法、双缩脲法, 建立标准曲线, 并进行精密度、稳定性、重复性、加样回收率的考察。结果 白果仁 35%乙醇-水洗脱部位中多糖和多肽均在浓度范围内有良好的线性关系, 方法学验证 RSD 值均小于 2%, 加样回收率分别为 97.96%、97.94%, 多糖含量为 13.99%, 多肽含量为 31.41%。结论 本研究建立的白果仁 35%乙醇-水洗脱部位多糖和多肽含量测定方法简单可行, 稳定性和重现性好。

关键词: 白果仁 35%乙醇-水洗脱部位; 多糖; 多肽; 含量测定; 紫外分光光度法

中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-2723(2024)03-0026-07

DOI: 10.19288/j.cnki.issn.1000-2723.2024.03.005

Determination of Polysaccharide and Polypeptide Content in 35% Ethanol-Water Elution Fraction of Ginkgo Kernels

XIA Yingting^{1,2}, WANG Wenjun^{1,2}, WANG Lei³, LIU An², CHENG Jintang², LI Guodong¹

- (1. College of Chinese Material Medica, Yunnan University of Chinese Medicine, Kunming 650500, China;
2. State Key Laboratory for Quality Ensurance and Sustainable Use of Dao-di Herbs, Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China;
3. Zibo Municipal Government Agencies Hospital, Zibo 255000, China)

ABSTRACT: **Objective** To determine the content of polysaccharides and polypeptides in the 35% ethanol-water elution part of the effective part of ginkgo kernels, and to provide scientific basis for the comprehensive development and quality control of ginkgo kernels. **Methods** The standard curve was established by the phenol-sulfuric acid method and biuret method, and the precision, stability, repeatability, and recovery rate were investigated. **Results** The polysaccharides and polypeptides in the 35% ethanol-water elution part of ginkgo kernel had a good linear relationship in the concentration range. The RSD values of methodological verification were less than 2%. The recovery rates were 97.96 % and 97.94 %. The polysaccharides content was 13.99%, and the polypeptides content was 31.41%. **Conclusion** The established method for the determination of polypeptides and polysaccharides in the 35% ethanol-water elution part of ginkgo kernels is simple and feasible, with good stability and reproducibility.

KEY WORDS: the 35% ethanol-water elution part of ginkgo kernels; polysaccharide; polypeptide; content determination; ultraviolet spectrophotometry

白果,味甘、苦,性温,有小毒,别名银杏核,为银杏科植物银杏(*Ginkgo biloba* L.)的干燥成熟种子。白果为中国药典收录品种,始载于《绍兴本草》,具有敛肺定喘、止带缩尿等功效,用于痰多喘咳、带下白浊、

基金项目: 国家自然科学基金项目(82374022);中国中医科学院科技创新工程项目(CI2023E002,CI2021A04409);中央公益性科研院所基本科研业务费专项资金(ZZ13-YQ-061,ZXKT22012,ZXKT22039)

作者简介: 夏应婷(1998-),女,在读硕士研究生,E-mail: 18468076008@163.com

* **通信作者:** 李国栋(1984-),男,教授,研究方向:中药资源,E-mail: gammar116@163.com

遗尿尿频等症^[1]。白果在我国具有悠久的食用历史,因其营养价值高,常被加工成各种食品食用^[2]。白果的研究多集中在白果清蛋白^[3-7]、白果油^[8-12]、白果多糖^[13-15]等方面,目前主要用于食品领域,其药用价值并未受到足够关注和重视。

白果的药用价值早在元代《日用本草》中即有记载,其常与其他中药合用治疗痰多、喘咳等症。如“鸭掌散”用于治疗哮喘痰咳,其配方含白果、麻黄、甘草等^[16];“定喘汤”用于治疗喘咳痰多,其配方含白果、半夏、黄芩、麻黄等^[17-18];“哮喘丸”用于治疗久咳气喘、咳痰不爽等症,其配方含白果、麻黄、贝母、五味子等^[19-20]。白果祛痰、止咳、平喘的功效在历代中药志及中国药典也均有记载。现代研究表明,白果和其中的活性成分具有显著的祛痰、止咳活性。姚迪等在哮喘小鼠腹腔内注射白果提取液,结果表明哮喘小鼠血清中白细胞介素-4的水平显著性降低^[21];金捷等报道了银杏露(由白果制成)具有保护和收缩哮喘豚鼠气管的作用,能显著抑制小鼠咳嗽^[22]。为了进一步明确白果止咳的活性部位和其中的化学成分,前期我们对白果的止咳活性部位进行了研究,利用氨水引咳法对不同提取条件的白果粗提物和洗脱部位进行止咳活性评价,发现其35%乙醇-水洗脱部位止咳作用最佳。通过液相分析等方式建立了该部位的指纹图谱,并对其活性成分进行了分离,活性成分分别鉴定为 *N*-[2-(1- β -D-glucopyranosyl)-1*H*-indol-3-yl]acetyl]-L-glutamic acid 和 *N*-[2-(1- β -D-glucopyranosyl)-1*H*-indol-3-yl]acetyl]-L-aspartic acid^[23],以及红果酸^[24],它们在该有效部位的总含量为52%。本研究运用紫外-分光光度法、硫酸-苯酚法^[25]、双缩脲法^[26]进行了白果仁35%乙醇-水洗脱部位多糖及多肽的含量测定,以期为白果仁的综合开发和质量控制提供科学依据。

1 仪器与试剂

1.1 仪器 电子天平 YP30002 (上海佑科仪器仪表公司);分析天平 B931029762 (北京艾斯瑞克商贸公司);T6 型新世纪紫外分光光度计 (北京普析通用仪器有限公司);超声仪 KQ-250DB (昆山市超声仪器有限公司);涡旋混合器;DZKW 电子恒温水浴锅 (北京中兴伟业仪器有限公司)。

1.2 试剂 白果仁 35%乙醇-水洗脱部位干燥品 (批号:20220524,广西);D-无水葡萄糖 (江西佰草源生物科技有限公司,批号:BCY-000577);苯酚 (福晨化学试剂有限公司,批号:20181020);浓硫酸 (北京化学工业集团有限责任公司,批号:20180701);BAS (碧云天生物技术有限公司,编号:ST2254-5g);硫酸铜 (国药集团化学试剂有限公司,批号:20130613);氢氧化钠 (天津大茂化学试剂厂,批号:20220701);碘 (天津光复科技发展有限公司,批号:20180501);无水乙醇 (天津市富宇精细化工有限公司,分析级);屈臣氏饮用水 (广州屈臣氏食品饮料有限公司)。

2 方法与结果

2.1 多糖含量的测定

2.1.1 实验方法

(1) 制备对照品溶液

在 100 mL 容量瓶中加入 17.5 mg 的无水葡萄糖对照品,加蒸馏水定容至刻度,摇匀溶解,制备得浓度为 0.175 mg·mL⁻¹ 的无水葡萄糖对照品溶液。

(2) 制备样品溶液

称取 76.33 mg 的白果仁 35%乙醇-水洗脱部位干燥品,精密称定,置于 100 mL 容量瓶中,加 30%乙醇溶液定容至 100 mL 刻度,摇匀至溶解。

(3) 确定最大吸收波长

在 10 mL 的试管中加入 1 mL 的葡萄糖对照品溶液,加蒸馏水至 2 mL 刻度,加 1 mL 的 5%苯酚溶液,冷水浴中加入 7 mL 的浓硫酸,混匀,在 40 °C 下加热 30 min,取出,冷却至室温。在 10 mL 的试管中加入 1 mL 样品溶液,按照前面方法加苯酚溶液,以浓硫酸显色,以溶剂蒸馏水和 30%乙醇溶液作空白对照,扫描最大吸收波长。

(4) 制备标准曲线

在 10 mL 的试管中分别加入 0.1 mL 至 0.7 mL 的葡萄糖对照品溶液,分别加蒸馏水至 2 mL 刻度,按照 2.1.1(3)中方法加苯酚溶液,以浓硫酸显色,以溶剂蒸馏水作空白对照,测吸光度。

2.1.2 方法学考察

(1) 精密度考察

在 10 mL 的试管中加入对照品溶液 0.2 mL,分别加蒸馏水至 2 mL 刻度,按照 2.1.1(3)中方法加苯

酚溶液,以浓硫酸进行显色,测吸光度,连续进行 6 次测量,计算 RSD 值。

(2)稳定性考察

在 10 mL 的试管中加入样品溶液 0.2 mL, 分别加蒸馏水至 2 mL 刻度,按照 2.1.1(3)中方法加苯酚溶液,以浓硫酸进行显色,在 0、0.5、1.0、1.5、1.7、2.0 h 时,测吸光度,计算 RSD 值。

(3)重复性考察

称取 76.33 mg 的白果仁 35%乙醇-水洗脱部位干燥品 5 份,加 30%乙醇溶液定容至 100 mL,分别取 1 mL 样品溶液加入 10 mL 试管中,按照 2.1.1(3)中方法加苯酚溶液,以浓硫酸进行显色,测吸光度,计算 RSD 值。

(4)加样回收率考察

在 10 mL 试管中分别加入 6 份样品溶液(样品中多糖含量已知),加入对照品溶液,按照 2.1.1(3)中方法加苯酚溶液,以浓硫酸进行显色,测吸光度值,计算加样回收率及 RSD 值。

2.1.3 测定样品中多糖含量

在 10 mL 的试管中加入样品溶液 1 mL, 平行 3 份,分别加蒸馏水至 2 mL 刻度,按照 2.1.1(3)中方法

加苯酚溶液,以浓硫酸进行显色,以 30%乙醇溶液作空白对照,测吸光度。

2.1.4 实验结果

(1)最大吸收波长

以相对应的溶剂为空白对照,在 400~800 nm 内进行全波长扫描,确定最大吸收波长为 487 nm。

(2)标准曲线的线性关系

标准曲线以对照品的吸光度为纵坐标,浓度为横坐标。线性方程为 $y=64.796x+0.038$, $R^2=0.9991$,表明对照品溶液在浓度 0.001 75~0.012 25 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的范围内与吸光度呈良好的线性关系。结果见表 1 和图 1。

表 1 葡萄糖对照品标准曲线数据

标品	浓度/ $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$	吸光度(A)
1	0.001 75	0.152
2	0.003 50	0.270
3	0.005 25	0.369
4	0.007 00	0.501
5	0.008 75	0.595
6	0.010 50	0.717

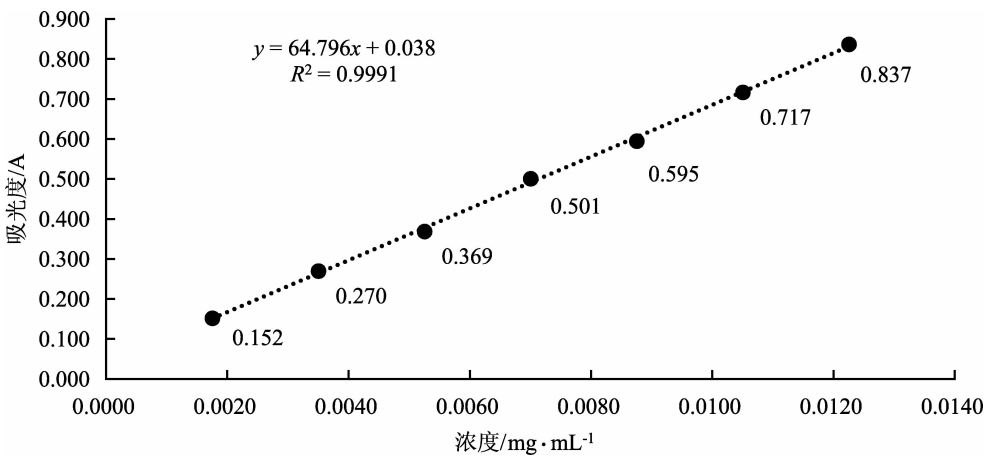


图 1 葡萄糖对照品标准曲线

2.1.5 方法学考察结果

(1)精密度考察

在 10 mL 的试管中加入对照品溶液 0.2 mL, 分别加蒸馏水至 2 mL 刻度,按照 2.1.1(3)中方法加苯酚溶液,以浓硫酸进行显色,在 487 nm 处测吸光度,连续进行 6 次测量,计算得 RSD 值为 0.23%,表明该紫外分光-光度计的精密度良好。结果见表 2。

(2)稳定性考察

在 10 mL 的试管中加入样品溶液 0.2 mL, 分别加蒸馏水至 2 mL 刻度,按照 2.1.1(3)中方法加苯酚溶液,以浓硫酸进行显色,在 0、0.5、1.0、1.5、1.7、2.0 h 时,在 487 nm 处测吸光度,计算 RSD 值。结果显示,在 2 h 内,RSD 值为 0.48%,表明样品溶液在 2 h 内的显色较稳定。结果见表 3。

表 2 多糖含量测定精密度实验结果

测定次序	吸光度(A)
1	0.269
2	0.270
3	0.270
4	0.270
5	0.270
6	0.271
RSD/%	0.23

表 3 多糖含量测定稳定性实验结果

时间/h	吸光度(A)
0	0.171
0.5	0.172
1.0	0.170
1.5	0.170
1.7	0.171
2.0	0.170
RSD/%	0.48

(3)重复性考察

称取 76.33 mg 的白果仁 35%乙醇-水洗脱部位干燥品 5 份,按照 2.1.1(3)中方法加苯酚溶液,以浓硫酸进行显色,在 487 nm 处测吸光度,计算 RSD 值。分别测量 6 份样品的吸光度,得出 RSD 值为 0.49%,表明该方法的重复性较好。结果见表 4。

表 4 多糖含量测定重复性实验结果

测定次序	吸光度(A)	浓度/ $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$	含量/%
1	0.807	0.011 76	13.87
2	0.791	0.011 62	13.70
3	0.797	0.011 71	13.81
4	0.791	0.011 62	13.70
5	0.793	0.011 65	13.74
6	0.792	0.011 64	13.72
RSD/%	0.49		

(4)加样回收率考察

在 10 mL 试管中分别加入 6 份样品溶液(样品中多糖含量已知),加入对照品溶液,按照 2.1.1(3)中方法加苯酚溶液,以浓硫酸进行显色,在 487 nm 处测

吸光度,计算加样回收率及 RSD 值。结果表明,6 份样品的平均加样回收率为 97.96%,RSD 值为 0.64%。结果见表 5。

表 5 多糖含量测定加样回收率实验结果

编号	样品量 /g	原有量 /mg	加入量 /mg	测定量 /mg	回收率 /%	平均回收率/%	RSD /%
1	76.330	0.140	0.175	0.313	98.83	97.96	0.64
2	76.330	0.140	0.175	0.310	97.27		
3	76.330	0.140	0.175	0.311	97.79		
4	76.330	0.140	0.175	0.312	98.31		
5	76.330	0.140	0.175	0.312	98.31		
6	76.330	0.140	0.175	0.310	97.27		

2.1.6 样品中多糖含量

在 10 mL 的试管中加入样品溶液 1 mL,平行 3 份,分别加蒸馏水至 2 mL 刻度,按照 2.1.1(3)中方法加苯酚溶液,浓硫酸显色,以 30%乙醇溶液作空白对照,在 487 nm 处测吸光度。将 3 份平行样品的吸光度代入线性方程 $y = 64.796x + 0.038$ 计算,得出样品的平均含量为 13.99%。结果见表 6。

表 6 样品中多糖含量测定结果

样品	吸光度(A)	浓度/ $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$	含量/%	平均含量/%
1	0.809	0.011 90	14.03	13.99
2	0.807	0.011 87	13.99	
3	0.805	0.011 84	13.96	

2.2 多肽含量的测定

2.2.1 实验方法

(1)制备双缩脲试剂

精密称取 3 g 的氢氧化钠溶于 30 mL 的水中,称取硫酸铜 0.15 g,酒石酸钾钠 0.6 g,溶于 50 mL 水中,搅拌状态下加入氢氧化钠溶液,加水定容至 100 mL,加入 0.1 g 的碘。

(2)制备对照品溶液

精密称取 0.40 g 的 BSA,加蒸馏水 20 mL,超声 15 min 溶解,摇匀,作对照品溶液。

(3)制备样品溶液

精密称取 0.8 g 的白果仁 35%乙醇-水洗脱部位干燥品,加 20 mL 蒸馏水超声 15 min,过滤,滤液定

容至 25 mL。

(4)制备标准曲线

在 10 mL 试管中分别加入 0.1~0.6 mL 对照品溶液,加水至 1 mL 刻度,加入双缩脲试剂 4 mL,涡旋混合器混匀,常温下显色 30 min,以溶剂蒸馏水作空白对照,在 540 nm 处测吸光度。

2.2.2 测定样品中多肽含量

分别在 10 mL 试管中加入样品溶液 1 mL,平行 3 份,加水至 1 mL 刻度,按照 2.2.1(4)中方法加双缩脲试剂进行显色,以溶剂蒸馏水作空白对照,在 540 nm 处测吸光度。

2.2.3 方法学考察

(1)精密度考察

在 10 mL 试管中加入对照品溶液 0.3 mL,加水至 1 mL 刻度,按照 2.2.1(4)中方法加双缩脲试剂进行显色,在 540 nm 处测吸光度,连续进行 6 次测量,计算 RSD 值。

(2)稳定性考察

在 10 mL 试管中加入样品溶液 1 mL,加水至 1 mL 刻度,按照 2.2.1(4)中方法加双缩脲试剂进行显色,在 0、10、20、30、40、50、60 min 时,在 540 nm 处测定吸光度,计算 RSD 值。

(3)重复性考察

称取 0.8 g 的白果仁 35%乙醇-水洗脱部位干燥

品 5 份,按照 2.2.1(3)中的方法制备样品溶液,各取 1 mL,按照 2.2.1(4)中方法加双缩脲试剂进行显色,在 540 nm 处测定吸光度,计算 RSD 值。

(4)加样回收率考察

称取已知含量的白果仁 35%乙醇-水洗脱部位干燥品 6 份(每份 0.8 g),分别加入对照品溶液,同样品的方法定容于 25 mL。各取 6 份样品溶液 1 mL,按照 2.2.1 (4) 中方法加双缩脲试剂进行显色,在 540 nm 处测吸光度,计算加样回收率和 RSD 值。

2.2.4 实验结果

标准曲线的线性关系

标准曲线以对照品的吸光度为纵坐标,浓度为横坐标。线性方程为 $y=0.2197x+0.0034$, $R^2=0.9991$,表明对照品在浓度 0.400 00~2.400 00 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的范围内与吸光度呈良好的线性关系。结果见表 7 和图 2。

表 7 对照品标准曲线数据

标品	浓度/ $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$	吸光度(A)
1	0.400 00	0.086
2	0.800 00	0.188
3	1.200 00	0.264
4	1.600 00	0.354
5	2.000 00	0.445
6	2.400 00	0.529

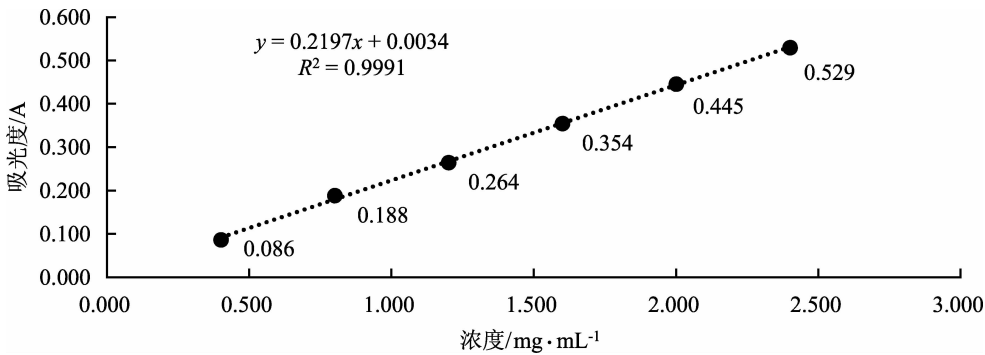


图 2 对照品标准曲线

2.2.5 方法学考察结果

(1)精密度考察

在 10 mL 试管中加入对照品溶液 0.3 mL,加水至 1 mL 刻度,按照 2.2.1(4)中方法加双缩脲试剂进行显色,在 540 nm 处连续进行 6 次测量,计算出 RSD 值为 0.79%,表明该紫外-分光光度计的精密度高。结果见表 8。

(2)稳定性考察

在 10 mL 试管中加入样品溶液 1 mL,加水至 1 mL 刻度,按照 2.2.1(4)中方法加双缩脲试剂进行显色,于 0、10、20、30、40、50、60 min,在 540 nm 处测定吸光度,计算 RSD 值。结果显示,在 60 min 内,RSD 值为 1.30%,表明样品溶液在 60 min 内的显色较稳定。结果见表 9。

表 8 多肽含量测定精密度实验结果	
测定次序	吸光度(A)
1	0.264
2	0.268
3	0.265
4	0.269
5	0.264
6	0.266
RSD/%	0.79

表 9 多肽含量测定稳定性实验结果	
时间/min	吸光度(A)
0	0.446
10	0.440
20	0.442
30	0.440
40	0.437
50	0.433
60	0.429
RSD/%	1.30

(3)重复性考察

称取 0.8 g 的白果仁 35%乙醇-水洗脱部位干燥品 5 份,按照 2.2.1(3)中的方法制备样品溶液,各取 1 mL,按照 2.2.1(4)中方法加双缩脲试剂进行显色,在 540 nm 处测定吸光度,计算出 RSD 值为 0.78%,表明该方法的重复性较好。结果见表 10。

表 10 多肽含量测定重复性实验结果			
测定次序	吸光度(A)	浓度/mg·mL ⁻¹	含量/%
1	0.448	2.023 67	31.62
2	0.445	2.010 01	31.41
3	0.445	2.010 01	31.41
4	0.439	1.982 70	30.98
5	0.440	1.987 26	31.05
6	0.442	1.996 36	31.19
RSD/%	0.78		

(4)加样回收率考察

称取已知含量的白果仁 35%乙醇-水洗脱部位

干燥品 6 份(每份 0.8 g),分别加入对照品溶液,同样品的方法定容于 25 mL。各取 6 份样品溶液 1 mL,按照 2.2.1 (4) 中方法加双缩脲试剂进行显色,在 540 nm 处测定吸光度,计算加样回收率和 RSD 值。结果表明,6 份样品的平均加样回收率为 97.94%,RSD 值为 0.63%。结果见表 11。

表 11 多肽含量测定加样回收率实验结果							
编号	样品量/g	原有量/mg	加入量/mg	测定量/mg	回收率/%	平均回收率/%	RSD/%
1	0.800	0.314	0.320	0.625	97.28	97.94	0.63
2	0.800	0.314	0.320	0.627	97.72		
3	0.800	0.314	0.320	0.630	98.61		
4	0.800	0.314	0.320	0.630	98.61		
5	0.800	0.314	0.320	0.628	98.17		
6	0.800	0.314	0.320	0.625	97.28		

2.2.6 样品中多肽含量

分别在 10 mL 试管中加入样品溶液 1 mL,平行 3 份,加水至 1 mL 刻度,按照 2.2.1(4)中方法加双缩脲试剂进行显色,以溶剂蒸馏水作空白对照,在 540 nm 处测吸光度。将 3 份平行样品的吸光度代入线性方程 $y = 0.2197x + 0.003 4$ 计算,得出样品的平均含量为 31.41%。结果见表 12。

表 12 样品中多肽含量测定结果				
样品	吸光度(A)	浓度/mg·mL ⁻¹	含量/%	平均含量/%
1	0.448	2.023 67	31.62	31.41
2	0.445	2.010 01	31.41	
3	0.442	1.996 36	31.19	

3 讨论

咳嗽是呼吸系统最常见的疾病之一,严重影响人们的生活质量。特别是新冠疫情发生以来,对于止咳药物的需求日益攀升。西药右美沙芬、可待因、吗啡等在临床使用中都有一定的恶心、便秘、嗜睡和成瘾等副作用,而中医药在治疗咳嗽方面具有一定的优势。在前期研究中,我们证实了白果仁 35%乙醇-水洗脱部位具有较好的止咳作用。本研究利用紫外-分光光度法、硫酸-苯酚法、双缩脲法测量出白果仁 35%乙

醇-水洗脱部位多糖的含量为 13.99%,多肽的含量为 31.41%,二者均在浓度范围内具有良好的线性关系,加样回收率分别为 97.96%、97.94%,RSD 值均小于 2%,表明本研究建立的白果仁 35%乙醇-水洗脱部位中多糖和多肽含量测定方法简单可行,稳定性、重现性、准确度均较好。综上所述,白果仁 35%乙醇-水洗脱部位中多糖、多肽的含量测定为白果仁的综合开发、质量控制及评价提供了科学依据。

参考文献:

- [1] 中国药典委员会. 中国药典一部[S]. 北京:中国医药科技出版社,2020.
- [2] 苏金乐. 银杏(八)一银杏产品的加工利用[J]. 河南林业, 1998(6):16.
- [3] 陈西娟. 白果蛋白的提取分离、结构表征及酶解制备多肽的研究[D]. 北京:中国林业科学研究院,2010.
- [4] 单凯祥,唐小兰,茅琴琴,等. 白果蛋白及其酶解物对饼干品质的影响[J]. 食品工业,2017,38(10):63-65.
- [5] 邓乾春,陈春艳,段会轲,等. 白果清蛋白提取物对 γ 射线辐射损伤小鼠的保护作用研究[J]. 辐射研究与辐射工艺学报,2005(6):359-365.
- [6] 杨剑婷. 白果过敏蛋白及其致敏机理的研究[D]. 南京:南京林业大学,2011.
- [7] 黄文. 白果活性蛋白的分离、纯化、结构及其生物活性研究[D]. 武汉:华中农业大学,2004.
- [8] 陈西娟,王成章,陈虹霞,等. 白果油的提取工艺及其化学成分研究[J]. 西北植物学报,2010,30(4):838-843.
- [9] 邓乾春,曾常敏,田斌强,等. 白果油的提取及脂肪酸组成分析[J]. 中国油脂,2007(10):76-79.
- [10] 李迎霞,周珊,钟玲,等. 响应曲面法优化超临界 CO_2 萃取白果油的工艺研究及其成分分析[J]. 中药材,2011,34(2):298-301.
- [11] 郑皓远,赵再贵. 超声细胞破碎提取白果油工艺研究[J]. 佛山科学技术学院学报(自然科学版),2021,39(2):57-62,68.
- [12] 周昊,王成章,叶建中,等. 亚临界萃取白果油的工艺条件研究[J]. 中国油脂,2017,42(3):72-76.
- [13] 陈群. 银杏白果多糖的提取、免疫调节作用和抗肿瘤活性研究[D]. 济南:山东师范大学,2000.
- [14] 陈群,杨桂文,安利国. 银杏白果多糖的提取、纯化和分析[J]. 中国药学杂志,2002(5):13-15.
- [15] 李新华,杨强,王琳. 微波辅助提取银杏白果多糖的工艺研究[J]. 食品科技,2012,37(4):160-163.
- [16] 张时微. 摄生众妙方:卷六[M]. 北京:中医古籍出版社,2004:51.
- [17] 张士卿. 定喘汤与小儿哮喘 [C]/第 23 届全国中医儿科学术研讨会暨儿科名中医讲习班论文汇编,甘肃中医学院,2006:5.
- [18] 吴旻. 扶寿精方:卷之中[M]. 北京:中医古籍出版社,1986:13.
- [19] 中国药物大全编委会. 中国药物大全:中药卷[M]. 北京:人民卫生出版社,1991:264.
- [20] 夏梦雨,张雪,王云,等. 白果的炮制方法、化学成分、药理活性及临床应用的研究进展[J]. 中国药房,2020,31(1):123-128.
- [21] 姚迪,林建海,郑琴,等. 白果对哮喘小鼠血清中白细胞介素 4 作用的研究(英文)[J]. 中国现代医学杂志,2004(12):5-7.
- [22] 金捷,金祖汉,郭月芳,等. 银杏露镇咳、祛痰及平喘的药效学研究[J]. 中成药,2001(5):51-53.
- [23] CHENG J T, GUO C, CUI W J, et al. Isolation of two rare N-glycosides from Ginkgo biloba and their anti-inflammatory activities[J]. Sci Rep, 2020, 10(1):5994.
- [24] 何童森. 山楂中红果酸 GC-MS 分析方法的建立及黄烷醇抗氧化作用研究[D]. 保定:河北农业大学,2011.
- [25] 符必述,刘应,王迎香,等. 津力达颗粒中具有降糖功效的多糖含量测定[J]. 成都医学院学报,2022,17(2):166-169.
- [26] 王全喜,王一飞,杨珂,等. 神奇灵颗粒剂中总蛋白含量测定的方法学研究[J]. 时珍国医国药,2007(4):790-791.

(收稿日期:2024-02-26)