

蒸制处理改进肉苁蓉产地加工的质量

彭 芳¹, 徐 荣¹, 高晓霞^{1,2}, 刘同宁³, 刘 源³, 陈 君^{1*}

(1. 中国医学科学院北京协和医学院, 药用植物研究所, 北京 100193; 2. 山东中医药大学药学院, 山东济南 250014; 3. 永宁县本草苁蓉种植基地, 宁夏 银川 750100)

摘要: **目的** 探讨蒸制处理对肉苁蓉 *Cistanche deserticola* Y. C. Ma 产地加工外观性状和内在品质的影响。**方法** 肉苁蓉均分为晒干组和蒸制组, 紫外分光光度计、HPLC 和酶标仪对两组的粉末色度、有效成分含有量、DPPH 自由基清除能力和 Fe³⁺ 还原能力进行测定。**结果** 蒸制组的外观性状比晒干组更柔软顺直, 粉末颜色更鲜亮。除肉苁蓉苷 A 外, 蒸制组苯乙醇苷类 (松果菊苷, 毛蕊花糖苷, 异毛蕊花糖苷和 2'-乙酰基毛蕊花糖苷)、多糖、可溶性糖以及醇溶性浸出物的含有量均显著高于晒干组 ($P < 0.05$), 而且抗氧化活性也显著高于后者 ($P < 0.01$)。**结论** 蒸制处理可适应肉苁蓉的大规模产地加工。

关键词: 肉苁蓉; 产地加工; 质量; 蒸制

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 1001-1528(2016)05-1093-05

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2016.05.027

Improvement of the quality of post-harvest processing of *Cistanche deserticola* by steaming

PENG Fang¹, XU Rong¹, GAO Xiao-xia^{1,2}, LIU Tong-ning³, LIU Yuan³, CHEN Jun^{1*}

(1. Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100193, China; 2. College of Pharmacy, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250014, China; 3. Yongning County Plantation Base of Cistanches Herba, Yinchuan 750100, China)

ABSTRACT: **AIM** To explore the effects of steaming on appearance characters and internal qualities of post-harvest processing of *Cistanche deserticola* Y. C. Ma. **METHODS** *C. deserticola* was equally divided into sun drying group and steaming group. The colorimetric values, contents of active constituents, DPPH free radical scavenging activities and ferric reducing antioxidant powers of the two groups were determined by ultraviolet spectrophotometer, HPLC and enzyme mark instrument. **RESULTS** The appearance characters of steaming group were softer and straighter than those of steaming group, and the powder color was brighter. Except for cistanoside A, the contents of phenylethanoid glycosides (acteoside, echinacoside, isoacteoside and 2'-acetylacteoside), polysaccharides, soluble saccharides and ethanol-soluble extract in the steaming group were significantly higher than those in the sun drying group ($P < 0.05$), and the antioxidant activity was significantly stronger ($P < 0.01$). **CONCLUSION** Steaming can be adopted in the large-scale post-harvest processing of *Cistanche deserticola* Y. C. Ma. **KEY WORDS:** *Cistanche deserticola* Y. C. Ma; post-harvest processing; quality; steaming

肉苁蓉 *Cistanche deserticola* Y. C. Ma 俗称沙漠人参, 以干燥带鳞叶肉质茎入药, 具有补肾阳、益精血、润燥通肠等功效。经过十多年探索, 国内已初步形成以西北为中心的肉苁蓉种植区域, 在内蒙古、新疆、宁夏和甘肃等省区建立了多个有一定规模的种植基地^[1], 目前产地加工成为各基地面临

收稿日期: 2015-12-10
基金项目: 国家科技支撑计划项目(2011BAI05B03); 国家自然科学基金(U1403224, 81102748); 宁夏回族自治区科技攻关计划项目(YKX-12)
作者简介: 彭 芳 (1986—), 女, 博士生, 研究方向为中药材规范化生产。Tel: (010) 57833361, E-mail: prefer1134@163.com
* 通信作者: 陈 君 (1963—), 女, 博士, 教授, 研究方向为药用植物保护及中药材规范化生产。Tel: (010) 57833352, E-mail: jchen@implad.ac.cn

的首要问题,故亟需开展相关研究。有专利报道,蒸制可显著提高肉苁蓉鲜切片中松果菊苷和毛蕊花糖苷的含有量^[24]。为明确蒸制处理对产地加工肉苁蓉药材质量的影响,本实验以宁夏肉苁蓉种植基地收获的新鲜肉苁蓉为对象,比较晒干与蒸制样品外观性状、成分含有量和抗氧化活性的差异,为该植物产地加工提供科学依据。

1 材料、仪器与试剂

1.1 材料 新鲜肉苁蓉肉质茎于 2013 年春季采自宁夏肉苁蓉基地,经药用植物研究所陈君教授鉴定为肉苁蓉 *Cistanche deserticola* Y. C. Ma。

1.2 仪器 2695-2996 高效液相色谱仪(美国 Waters 公司);AB135-S 电子分析天平(瑞士梅特勒-托利多公司),KQ250DE 数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司);UV-2550 紫外-可见分光光度计(日本岛津公司);U-3010 分光光度计,配有积分球及色度分析软件(日本日立公司);MQX200 酶标仪(美国伯腾公司);TD5 离心机(赫西仪器装备有限公司);HH-S8 数显恒温水浴锅(金坛市晶玻实验仪器厂);IKA MS3 涡旋混匀器(德国艾卡公司);THZ-D 台式恒温振荡器(太仓市实验设备厂);SHB-Ⅲ 循环水式多用真空泵(郑州长城科工贸有限公司);DHG-9143BS-Ⅲ 电热恒温鼓风干燥箱(无锡市苏嘉试验设备厂)。

1.3 试剂 松果菊苷(111670-200503)、毛蕊花糖苷(111530-200706)对照品(中国食品药品检定研究院);肉苁蓉苷 A、异毛蕊花糖苷和 2'-乙酰基毛蕊花糖苷(暨南大学马志国博士课题组提取、鉴定并馈赠,含有量大于 98%)。DPPH(美国阿法埃莎公司);水溶性维生素 E(日本梯希爱公司);总抗氧化能力(T-AOC)测定试剂盒(南京建成生物工程研究所)。甲醇为分析纯(北京化工厂);甲酸为分析纯(国药集团化学试剂有限公司);甲醇为色谱纯(加拿大赛默飞世尔公司);其他试剂均为分析纯;液相用水为超纯水(美国默克密理博公司仪器制备)。

2 方法

2.1 样品加工 选取完整、无明显虫蛀的肉苁蓉,统一用自来水冲去泥沙,将表面多余水分自然吹干。随机取 10 株,均匀纵切成两部分,一部分直接晒干(晒干组),另一部分蒸制 30 min 后晒干(蒸制组),观察两组的形态和颜色。然后,用万能粉碎机粉碎,过 65 目筛,粉末待测。

2.2 测定方法

2.2.1 肉苁蓉粉末色度测定

2.2.1.1 供试品制备 取粉末约 3 g,装入测色皿中,盖上盖玻片,封口膜封口。

2.2.1.2 色度测定 参考熊吟等^[5]方法,以 CIE ($L^*a^*b^*$) 颜色空间来定量描述其颜色值。其中, L^* 轴表示明度,越大越感觉白,越小越感觉黑; a^* 轴表示红绿方向, $+a^*$ 为红方向, $-a^*$ 为绿方向; b^* 轴表示黄蓝方向, $+b^*$ 为黄方向, $-b^*$ 为蓝方向。

2.2.2 苯乙醇苷类测定

2.2.2.1 供试品溶液制备 称取本品粉末 0.5 g,置于锥形瓶中,加入 60% 甲醇 25 mL, 40 ℃ 下超声处理(200 W、40 kHz) 30 min,放冷后补足减失的重量,摇匀,过滤,续滤液过 0.45 μm 微孔滤膜,即得。

2.2.2.2 对照品溶液制备 称取松果菊苷、肉苁蓉苷 A、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和 2'-乙酰基毛蕊花糖苷对照品适量,加 60% 甲醇配成质量浓度分别为 1.02、0.52、0.83、0.54、1.02 mg/mL 的对照品贮备液。分别取 2.00、1.00、2.50、1.00、2.00 mL 置于 10 mL 量瓶中,加 60% 甲醇定容至刻度,摇匀,即得。

2.2.2.3 色谱条件 参考 Ma 等^[6]方法并进行优化。Merck Purospher STAR RP-C₁₈ 色谱柱(250 mm × 4.6 mm, 5 μm);柱温 30 ℃;进样量 10 μL;检测波长 330 nm;体积流量 1 mL/min;流动相 A 为甲醇,B 为 0.1% 甲酸水溶液,梯度洗脱(0~10 min, 72% B; 10~30 min, 72%~62% B; 30~45 min, 62% B)。色谱图见图 1。

2.2.3 可溶性糖和多糖测定

2.2.3.1 供试品溶液制备 参考高俊凤等^[7-8]方法并进行优化。精密称取粉末 0.5 g,加入 80% 乙醇 25 mL, 80 ℃ 超声处理(150 W、40 kHz) 30 min,趁热过滤,重复提取 1 次,滤渣挥干乙醇待用。滤液合并,定容至 50 mL 量瓶中,吸取 1 mL 置于 10 mL 离心管中,沸水浴中挥干乙醇,加入蒸馏水 5 mL,涡旋振荡溶解,4 600 × g 离心 10 min,上清液转移至 100 mL 量瓶中,蒸馏水定容,取 2 mL 作为可溶性糖含有量测定的样品液。滤渣加水 25 mL, 80 ℃ 超声处理(150 W、40 kHz) 30 min,重复提取 1 次。滤液合并,定容至 50 mL 量瓶中,吸取 5 mL 到 50 mL 量瓶中,蒸馏水定容,取 2 mL 溶液作为多糖含有量测定的供试品溶液。

2.2.3.2 对照品溶液制备 精密称取葡萄糖

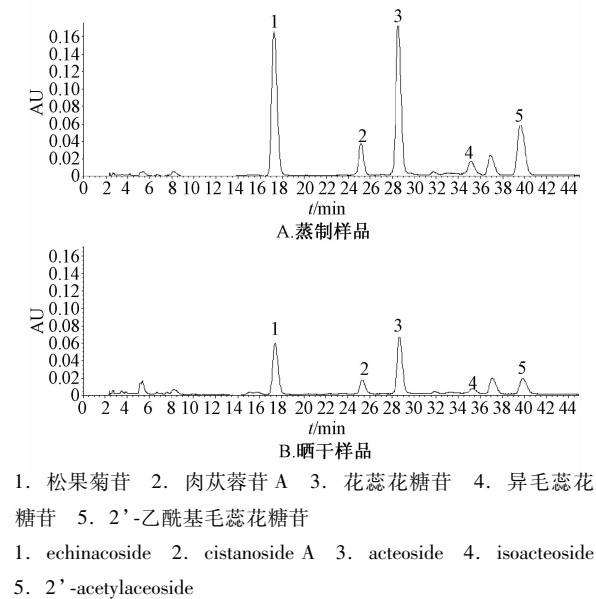


图1 HPLC 色谱图

Fig. 1 HPLC chromatograms

10.44 mg，加蒸馏水溶解并定容至 100 mL 棕色量瓶中。吸取 0.30、0.50、0.70、0.90、1.10、1.30、1.50 mL 分别置于干燥 10 mL 玻璃试管中，加蒸馏水至 2 mL，即得。

2.2.3.3 紫外光谱测定 参考王丽楠等^[9]方法，采用硫酸苯酚法测定。

2.2.4 醇溶性浸出物、灰分和水分的测定 按照《中国药典》2015 版一部各项下方法测定^[10]。

2.2.5 DPPH 自由基清除能力测定 取“2.2.2.1”项下供试品溶液，参考 Coupy 等^[11]方法并进行优化。将 1 mL 2×10^{-4} mol/L DPPH 甲醇溶液与 1 mL 样品待测液混合，摇匀，室温下暗室反应 90 min。酶标仪测定 517 nm 波长处的吸收度，以不同质量浓度的水溶性维生素 E 甲醇溶液绘制标准曲线，线性方程为 $y = 0.64x + 1.94$ ， $R^2 = 0.994$ 。其中， x 表示不同质量浓度的水溶性维生素 E 甲醇溶液， y 表示对应的 DPPH 自由基清除率，结果以水溶性维生素 E (μmol)/样品干重 (g) 表示。

2.2.6 Fe^{3+} 还原能力测定 取“2.2.2.1”项下供试品溶液，以总抗氧化能力 (T-AOC) 测定试剂盒进行实验，以不同质量浓度的水溶性维生素 E 甲醇溶液绘制标准曲线，线性方程为 $y = 0.06x + 0.52$ ， $R^2 = 0.998$ 。其中， x 表示不同质量浓度的水溶性维生素 E 甲醇溶液， y 表示对应的 Fe^{3+} 还原率，结果以水溶性维生素 E (μmol)/样品干重 (g) 表示。

2.3 数据分析 采用 SPSS 13.0 统计软件进行方差分析和相关性分析，结果以均值 $\pm$ 标准差表示，

Excel 2007 制表。

3 结果与分析

3.1 外观性状 外观指标观察结果 (表 1) 显示，蒸制组的肉苁蓉比晒干组更加柔软顺直，其药材外观和粉末颜色都更加鲜亮，而且粉末明度值 L^* 明显大于后者，但红绿值 a^* 小于后者，其中 L^* 值越大，粉末越明亮，与肉眼直接观察结果相符。外观性状是肉苁蓉传统质量评价中的重要指标，色度测定可使其颜色性状指标得到量化，克服颜色识别的主观个体差异和不敏感性等问题。传统认为，肉苁蓉以色黝黑、质柔润者为佳^[12]，可见蒸制处理有助于提高其外观品质。

表 1 外观性状比较 ($\bar{x} \pm s$, $n = 10$)

Tab. 1 Comparison of appearance characters ($\bar{x} \pm s$, $n = 10$)

外观指标	蒸制组	晒干组
整体外观	微柔软,顺直	坚硬,微弯曲
整体颜色	黝黑发亮	暗棕色
粉末颜色	鲜褐色	灰褐色
粉末 L^*	65.61 ± 4.22	63.52 ± 4.64
粉末 a^*	5.02 ± 1.22	6.12 ± 1.79
粉末 b^*	23.02 ± 2.29	23.12 ± 2.42

3.2 化学成分含量 配对 t 检验结果 (图 2) 显示，蒸制组的多糖、可溶性糖以及醇溶性浸出物含有量均显著高于晒干组 ($P < 0.05$)，但灰分和含水量略低于后者。蒸制组的 5 种苯乙醇苷类 (肉苁蓉苷 A、松果菊苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和 2'-乙酰基毛蕊花糖苷) 含有量都高于晒干组，而且除肉苁蓉苷 A 外都有显著性差异 ($P < 0.05$)，具体见表 2，可见四者含有量均提高了 1 倍左右，这与雷丽等^[3]报道一致。

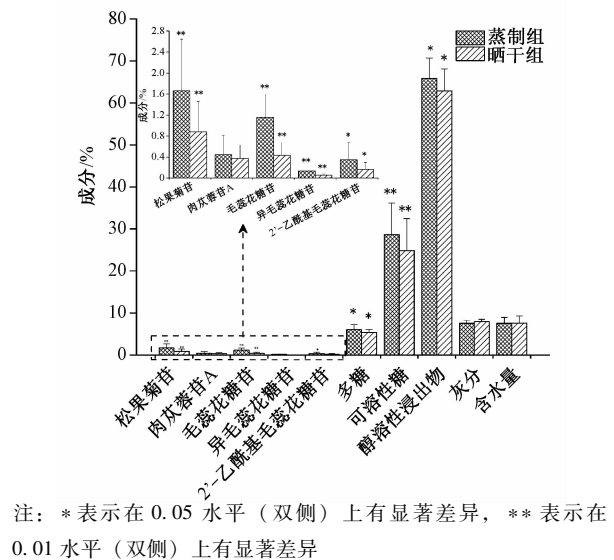


图 2 含量比较 ($n = 10$)

Fig. 2 Comparison of contents ($n = 10$)

表 2 苯乙醇苷类成分含有量比较

Tab. 2 Comparison of the contents of phenylethanoid glycosides

编号	松果菊苷/%		肉苁蓉苷 A/%		毛蕊花糖苷/%		异毛蕊花糖苷/%		2'-乙酰基毛蕊花糖苷/%	
	蒸制	晒干	蒸制	晒干	蒸制	晒干	蒸制	晒干	蒸制	晒干
1	2.22	1.17	0.42	0.43	0.83	0.37	0.13	0.08	0.35	0.19
2	0.81	0.37	0.22	0.16	1.74	0.38	0.15	0.05	0.18	0.09
3	1.74	1.30	0.34	0.59	1.03	0.35	0.14	0.09	0.31	0.14
4	0.77	0.35	0.17	0.41	1.04	0.14	0.12	0.03	0.03	0.02
5	0.28	0.18	0.11	0.07	0.87	0.50	0.12	0.04	0.57	0.40
6	2.12	0.74	0.39	0.19	1.62	0.63	0.19	0.07	0.75	0.24
7	0.58	0.19	0.15	0.07	1.77	0.50	0.14	0.04	0.99	0.35
8	2.85	1.58	0.63	0.42	1.37	0.99	0.16	0.07	0.22	0.17
9	3.07	1.33	0.64	0.43	0.81	0.23	0.14	0.04	0.01	0.01
10	2.15	1.58	1.36	0.91	0.48	0.28	0.07	0.03	0.08	0.10

3.3 抗氧化活性影响 DPPH 和总抗氧化能力 (T-AOC) 法测定结果 (表 3) 显示, 蒸制组的 DPPH 自由基清除和 Fe³⁺ 还原能力均显著高于晒干组 ($P < 0.01$)。基于两种方法的测定结果一致, 可认为蒸制处理可显著提高肉苁蓉水溶性成分的抗氧化活性。

表 3 抗氧化活性比较 ($\bar{x} \pm s, n = 10$)

Tab. 3 Comaprison of antioxidant activities ($\bar{x} \pm s, n = 10$)

指标	蒸制组/ ($\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$)	晒干组/ ($\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$)	配对 t 检验 P 值
DPPH 自由基清除能力	289.32 $\pm$ 54.88	235.85 $\pm$ 57.14	0.005 **
Fe ³⁺ 还原能力	127.74 $\pm$ 30.60	95.75 $\pm$ 25.85	0.002 **

注: ** 表示在 0.01 水平 (双侧) 上有显著差异

3.4 粉末色度与成分含有量相关性 由表 4 可知, 明度值 L* 与松果菊苷含有量呈非常显著的正相关 ($P < 0.01$), 黄蓝值 b* 与多糖、醇溶性浸出物亦然 ($P < 0.01$)。因此, 肉苁蓉药材粉末越明亮, 其松果菊苷含有量越高; 粉末越黄, 其多糖和醇溶性浸出物含有量越高, 可见肉苁蓉药材的颜色主要与其所含的松果菊苷、多糖和醇溶性浸出物含有量有关。

表 4 相关性分析 ($n = 20$)

Tab. 4 Correlation analysis ($n = 20$)

指标	L *	a *	b *
松果菊苷	0.60 **	-0.64 **	-0.32
肉苁蓉苷 A	0.35	-0.40	-0.44
毛蕊花糖苷	0.13	-0.25	-0.01
异毛蕊花糖苷	0.38	-0.53 *	-0.11
2'-乙酰基毛蕊花糖苷	0.29	-0.25	-0.12
多糖	-0.44	0.41	0.59 **
可溶性糖	-0.37	0.26	0.44
醇溶性浸出物	-0.29	0.21	0.61 **
灰分	-0.24	0.33	0.14
含水量	-0.57 **	0.69 **	0.72 **

注: * 表示在 0.05 水平 (双侧) 上显著相关, ** 表示在 0.01 水平 (双侧) 上显著相关

4 结论与讨论

本实验表明, 先经过蒸制处理的肉苁蓉药材外观条形更顺直, 质地更柔软, 颜色更黑亮, 而且显

著增加了所含成分苯乙醇苷、多糖、可溶性糖和醇溶性浸出物的含有量, 同时体外抗氧化活性也明显提高。苯乙醇苷和多糖是肉苁蓉发挥药效的主要活性成分^[13], 其中前者主要有抗氧化^[14]、神经保护^[15-16]和肝保护^[17]作用, 而后者主要有调节免疫^[18]和抗氧化^[19]作用。由于抗氧化活性是肉苁蓉发挥许多药理作用 (免疫调节、神经保护等) 的基础, 故认为蒸制处理可提高肉苁蓉药材的外观性状和内在品质, 但纵切后的样品并不完全等于实际产地加工中的整株样品, 故又对分等级的新鲜整株肉苁蓉进行验证, 证实蒸制样品的外观性状和内在品质均优于晒干样品。而且, 蒸制处理产生的高温蒸气具有杀菌作用, 可降低肉苁蓉干燥过程中的霉变率, 提高产地加工效率, 适宜大规模采收后新鲜肉苁蓉的产地加工处理。

药材粉末色度与活性成分含有量的高低密切相关^[5, 20]。本实验发现, 肉苁蓉粉末越明亮, 其松果菊苷含有量越高; 粉末越黄, 其多糖和醇溶性浸出物含有量越高, 可为快速预测肉苁蓉活性成分含有量提供可借鉴的思路和方法, 也为深入研究该药材外观性状与内在成分含有量的关系提供初步依据。

有文献报道, 松果菊苷和毛蕊花糖苷含有量不仅在肉苁蓉属不同种之间有明显差异, 在同种的不

同个体^[21]和部位^[9, 22-23]之间亦然, 而且在肉苁蓉不同批次指纹图谱中的相似度相对较低^[24]。本实验也发现, 外观性状差异不显著的 10 株肉苁蓉中, 松果菊苷含有量在 0.18% ~ 1.58% 之间, 相差近 8 倍。然而, 肉苁蓉出土采挖时间不一致, 而且单株个体大(鲜品达 1 ~ 2 kg/株), 为大样本量取样带来诸多不便, 为最大限度消除肉苁蓉个体间质量差异所造成的干扰, 故本实验采取整株纵切法来考察加工方式对肉苁蓉药材质量的影响。因此, 在对个体差异大的肉苁蓉药材进行质量评价时, 需要探索更加适宜的取样方法以保证评价结果的客观公正。

参考文献:

[1] Xu R, Chen J, Chen S L, *et al.* *Cistanche deserticola* Ma cultivated as a new crop in China[J]. *Genet Resour Crop Evol*, 2009, 56(1): 137-142.

[2] 姜 勇, 屠鹏飞, 邹萍萍, 等. 一种肉苁蓉药材的加工方法: 中国, 201310167453.9 [P]. 2014-11-12.

[3] 雷 丽, 王新意. 一种提高新鲜中药肉苁蓉中苯乙醇苷类成分含量的加工方法: 中国, 200810059282.7 [P]. 2009-07-22.

[4] 屠鹏飞, 齐学兵, 姜 勇, 等. 提高松果菊苷含量的肉苁蓉药材的加工方法: 中国, 200410048303.7 [P]. 2005-12-21.

[5] 熊 吟, 肖 潇, 闫永红, 等. 基于色度分析原理的金银花有效成分含量与颜色值相关性研究[J]. *中华中医药学刊*, 2013, 31 (3): 667-670.

[6] Ma Z G, Yang Z L, Li P, *et al.* Simultaneous determination of eight phenylethanoid glycosides in different species of the genus *Cistanche* by high performance liquid chromatography[J]. *J Liq Chromatogr R T*, 2008, 31(18): 2838-2850.

[7] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 144-148.

[8] 李 艳, 刘 霞, 孙 萍, 等. 肉苁蓉多糖的超声提取及含量分析[J]. *西北药学杂志*, 2004, 19(3): 107-108.

[9] 王丽楠, 陈 君, 杨美华, 等. 不同初加工温度对肉苁蓉有效成分含量的影响[J]. *中国药房*, 2007, 18 (21): 1620-1623.

[10] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2015 年版四部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 104, 202, 204.

[11] Goupy P, Hugues M, Boivin P, *et al.* Antioxidant composi-

tion and activity of barley (*Hordeum vulgare*) and malt extracts and of isolated phenolic compounds[J]. *J Sci Food Agric*, 1999, 79(12): 1625-1634.

[12] 陈 敏, 崔光红, 肖苏萍, 等. 荒漠肉苁蓉变异类型的探讨[J]. *中国中药杂志*, 2008, 33(19): 2179-2181.

[13] Jiang Y, Tu P F. Analysis of chemical constituents in *Cistanche* species[J]. *J Chromatogr A*, 2009, 1216(11): 1970-1979.

[14] Xiong Q B, Kadota S, Tani T, *et al.* Antioxidative effects of phenylethanoids from *Cistanche deserticola* [J]. *Biol Pharm Bull*, 1996, 19(12): 1580-1585.

[15] 罗 兰, 吴小川, 高惠静, 等. 肉苁蓉总苷对阿尔茨海默病模型大鼠的保护作用研究[J]. *中国药房*, 2013, 24 (23): 2122-2125.

[16] 罗 兰, 阿尔孜古丽·吐尔逊, 王晓雯. 肉苁蓉总苷对 β 淀粉样蛋白 25-35 诱导 PC12 细胞凋亡的保护作用[J]. *中国新药与临床杂志*, 2010, 29(2): 115-118.

[17] Xiong Q B, Hase K, Tezuka Y, *et al.* Hepatoprotective activity of phenylethanoids from *Cistanche deserticola* [J]. *Planta Med*, 1998, 64(2): 120-125.

[18] 王翔岩, 齐 云, 蔡润兰, 等. 肉苁蓉多糖的促淋巴细胞增殖作用[J]. *中国实验动物学报*, 2009, 17 (6): 424-427.

[19] Sui Z F, Gu T M, Liu B, *et al.* Water-soluble carbohydrate compound from the bodies of *Herba Cistanches*: isolation and its scavenging effect on free radical in skin[J]. *Carbohydr Polym*, 2011, 85(1): 75-79.

[20] 吉光见稚代, 瞿显友, 罗维早, 等. 基于色度对中药材品质评价研究 (I). 黄连粉末色度与化学成分含量之间的相关性[J]. *中药材*, 2014, 37(5): 785-789.

[21] 赵晶晶, 李 薇, 张丽娟, 等. 采籽前后荒漠肉苁蓉不同部位中有效成分含量测定[J]. *辽宁中医药大学学报*, 2012, 14(8): 89-91.

[22] 杨太新, 杜艳华, 臧亚超, 等. 管花肉苁蓉不同部位的多糖和甘露醇含量分析[C] //第六届肉苁蓉暨沙生药用植物学术研讨会论文集. 北京: 中国药学会, 中国中药协会; 和田: 和田地委, 行署, 2011: 250-256.

[23] 郭雄飞, 吴亚东, 倪 慧, 等. 管花肉苁蓉不同部位有效成分含量的考察比较[J]. *新疆医科大学学报*, 2012, 35 (1): 48-50.

[24] Jiang Y, Li S P, Wang Y T, *et al.* Differentiation of *Herba Cistanches* by fingerprint with high-performance liquid chromatography-diode array detection-mass spectrometry[J]. *J Chromatogr A*, 2009, 1216(11): 2156-2162.