

姬晓慧, 李鸿辉, 李桂芳, 等. 新疆古尔班通古特沙漠不同地区荒漠肉苁蓉功效物质评价 [J]. 广东农业科学, 2018, 45 (10): 112-117.

新疆古尔班通古特沙漠不同地区 荒漠肉苁蓉功效物质评价

姬晓慧, 李鸿辉, 李桂芳, 汪 莉, 李予霞

(石河子大学生命科学学院, 新疆 石河子 832003)

摘 要: 以新疆古尔班通古特沙漠中的荒漠肉苁蓉为材料, 研究不同区域荒漠肉苁蓉中的总黄酮、多糖、可溶性蛋白质、微量元素 (铜、铁、锰、锌) 及松果菊苷和毛蕊花糖苷的含量及差异, 旨在为评价和选育适合古尔班通古特沙漠生长且药用功效物质含量高的优良品种提供依据。结果显示, 古尔班通古特沙漠不同区域荒漠肉苁蓉中的功效物质含量以芳草湖地区最高、达 18.21%, 其次为塔城地区的 18.18%; 荒漠肉苁蓉中活性成分含量最高的是总黄酮、平均含量达到 6.868%, 其次为松果菊苷、平均含量达 2.718%; 不同部位荒漠肉苁蓉中, 肉质茎 (下部) 含功效物质最高, 上部与中部的物质含量较低。综合评价古尔班通古特沙漠不同区域荒漠肉苁蓉的功效物质含量高低依次为芳草湖 > 塔城 > 奇台 > 吉木萨尔 > 博乐 > 阿勒泰, 表明古尔班通古特沙漠中不同区域产荒漠肉苁蓉中活性成分含量存在一定程度的差异, 芳草湖和塔城地区产荒漠肉苁蓉功效物质含量最高, 肉质茎中的功效物质含量远高于上部及中部茎, 说明下部肉质茎的药效更好、更具有开发利用前景。

关键词: 古尔班通古特沙漠; 肉苁蓉; 功效物质; 松果菊苷; 毛蕊花糖苷

中图分类号: S567.23+9

文献标识码: A

文章编号: 1004-874X (2018) 10-0112-06

Evaluation of efficacy of *Cistanche deserticola* in different regions of the Gurbantünggüt Desert in Xinjiang

Ji Xiao-hui, Li Hong-hui, Li Gui-fang, Wang Li, Li Yu-xia

(College of Life Sciences, Shihezi University, Shihezi 832000, China)

Abstract: Using *Cistanche deserticola* as the material, this paper studied contents and differences of the total flavonoids, polysaccharides, soluble proteins, trace elements (copper, iron, manganese, zinc), echinacoside and verbascoside in different regions of the Gurbantünggüt Desert. The purpose of this study was to provide a basis for the evaluation and selection of fine varieties which are suitable for the growth of Gurbantünggüt Desert with high content of medicinal substances. The results showed that the content of the efficacy of *C. deserticola* was up to 18.21% in the Fangcao Lake area. Followed by 18.18% in Tacheng area; The content of total flavonoids was the highest active ingredient in *C. deserticola* with an average 6.868%, next was echinacoside with 2.718%. The efficacy of *C. deserticola* was the highest in the fleshy stem (lower) and lower in the upper and middle parts. The effective content of *C. deserticola* was in the order of Fangcao Lake > Tacheng > Qitai > Jimsar > Bole > Altay in different regions of the Gurbantünggüt Desert by comprehensive evaluation. These results indicated that there were some differences in the active ingredients of *C. deserticola* in different regions of Gurbantünggüt Desert, the contents of effective substances of *C. deserticola* were the highest in Fangcao Lake and Tacheng area. The content of effective substances in the fleshy stem was much higher than that in upper and middle stem, indicating that the lower fleshy

收稿日期: 2018-08-04

基金项目: 国家自然科学基金 (31460070)

作者简介: 姬晓慧 (1997-), 女, 在读本科生, E-mail: 954419615@qq.com

通讯作者: 李予霞 (1970-), 女, 硕士, 副教授, E-mail: 1052582913@qq.com

stem had better efficacy and the prospect of development and utilization.

Key words: Gurbantünggüt Desert; *Cistanche deserticola*; functional substances; echinacoside; pilocarpin

肉苁蓉为列当科多年寄生草本植物苁蓉的干燥肉质茎,其寄主有著名的护沙植物梭梭、怪柳属和盐爪爪属植物等^[1],主要分布在内蒙古、甘肃、新疆、青海等一带。荒漠肉苁蓉(*Cistanche deserticola* Y. C. Ma)的寄主为藜科植物梭梭,主产于内蒙古西北部和新疆北疆的古尔班通古特沙漠边缘地区,而管花肉苁蓉通常寄生于柽柳属植物红柳的根上,且大都分布于新疆南部的塔克拉玛干沙漠周围地区。国内外广泛研究了肉苁蓉属植物的化学成分、药理作用及其所含的抗衰老活性成分,包括苯乙醇苷(PhGs)、多糖、寡糖、木质素及其类黄酮、生物碱等,结果表明肉苁蓉中的这些活性物质具有补肾阳、益精血、润肠通便、抗疲劳、抗衰老、抗肿瘤和增强机体免疫力^[2-6]、增强记忆力、保护心肌供血等多种功效^[7-9]。

近年来,人们对绿色养生的意识越来越高,如何利用天然药食两用植物调养身体,成为备受关注的课题。在中医“药补不如食补”的理论下,药食两用研究就成为大家关注的方向。肉苁蓉作为古时西域各国上贡朝廷的珍品,更是历代补肾壮阳类处方中使用频度最高的补益药物之一,视为滋补上品^[10]。本研究通过电感耦合

等离子体发射光谱法(ICP-OES)测定荒漠肉苁蓉中的铜、铁、镁、锰、锌元素;通过高效液相色谱法(HPLC)测定荒漠肉苁蓉药效成分的松果菊苷和毛蕊花糖;通过分光光度计法测定荒漠肉苁蓉中的蛋白质、多糖和总黄酮,并结合地理位置、气候条件进行相关性分析,从而为药食两用植物资源荒漠肉苁蓉的深度开发和综合利用提供重要依据,也为荒漠肉苁蓉的选育及新产品开发提供较为系统的试验依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试荒漠肉苁蓉样品采自新疆古尔班通古特沙漠不同地区,包括奇台、石河子、吉木萨尔(人工种植)、塔城、博乐及阿勒泰地区等,样品采集地及生境条件见表1。将所采取的样品洗净,切成片,晾干,粉碎过孔径0.212 mm筛即为待测样品。另将芳草湖部分荒漠肉苁蓉分为花、花序轴(着生花的茎,即茎上部)、鳞茎(肉质茎与花序轴相连的部位,即茎中部)、肉质茎(茎下部)3部分进行晾干粉碎处理。

仪器设备:1200系列高效液相色谱仪(包括DAD紫外检测器),美国安捷伦公司;

表1 采样地和生境特点

采样区	地理位置	平均气温(°C)	平均降水量(mm)	采样数(个)	生境
奇台	89°36'~90°18' E、43°53'~44°50' N	5.5	150	20	沙丘
芳草湖	85°46'~86°28' E、44°13'~44°59' N	6.6	200	25	沙丘
博乐	82°25'~82°58' E、44°35'~45°12' N	5.6	181	15	沙丘
阿勒泰	87°48'~88°12' E、47°14'~48°56' N	4.2	200	15	沙丘
塔城	84°25'~85°02' E、45°45'~46°13' N	7.1	195	20	沙丘
吉木萨尔	88°60'~88°89' E、43°50'~44°03' N	7.0	176	6	沙土

ZORBAX SB-C18 色谱柱,美国;Optima 8300 ICP-OES 等离子体发射仪,珀金埃尔默仪器(上海)有限公司;SECUR A124-1CN 型电子分析天平,德国赛多利斯公司;KQ-100DB 型数控超声波清洗器,昆山市超声仪器有限公司;离心机,基因有限公司;天平,德国赛多利斯集团;DK-826 电热恒温水浴锅,上海精宏实验设备有

限公司;磁力搅拌器,雷琪实验器材有限公司;分光光度计,上海核光技术有限公司;SHA-B 水浴恒温振荡器,金坛市医疗仪器厂;电热恒温鼓风干燥箱,上海精宏实验设备有限公司;RT-04 高速粉碎机,荣聪精密科技有限公司。

试剂:苯酚,天津市盛奥化学试剂有限公司;乙酸,天津市北联精细化学品开发公司;

乙腈,天津市福辰化学试剂厂;甲醇,天津市风船化学试剂科技有限公司;芦丁(芸香叶苷),国药集团化学试剂有限公司;松果菊苷(批号14080710)、毛蕊花糖苷(批号15040713),由北京世纪奥科生物技术有限公司提供,纯度>98%;牛血清蛋白,北京索莱宝科技有限公司;考马斯亮蓝G-250,天津市光复精细化工研究所;其余试剂均为分析纯,自制高纯水。硝酸、高氯酸(优级纯),格里斯(天津)医药化学技术有限公司;Cu、Fe、Mn、Zn单元素标准液。

1.2 试验方法

1.2.1 蛋白质含量测定 (1)制作标准曲线。分别取0.0、0.1、0.2、0.3、0.4、0.6、0.8 mL标准蛋白溶液至试管,补水至1 mL,再向各管加入4 mL考马斯亮蓝G-250,混匀,放置2 min后,以0号管作为参比,在595 nm处测定吸光度^[11-14]。以蛋白质浓度 X ($\mu\text{g/mL}$)为横坐标,吸光度 Y 为纵坐标,绘制标准曲线为 $Y=0.0071X+0.0518$, $R^2=0.9994$ 。

(2)样品提取及测定。称取不同地区的荒漠肉苁蓉待测样品2 g,在恒温75℃水浴锅中按料液比1:55提取165 min,得到提取液备用。取提取液1 mL,加入4 mL考马斯亮蓝G-250,盖塞,混匀,放置2 min,以0号管作为空白调零,在595 nm处测定吸光度。

1.2.2 多糖含量测定 (1)制作标准曲线。精准配制葡萄糖标准贮备液(0.1 mg/mL),准确量取标准溶液0.0、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 mL于刻度试管中,分别加水至2 mL,准确加入5%苯酚1.0 mL及98%浓硫酸5 mL,摇匀,静置5 min,沸水浴15 min,冷却至室温^[15-16]。以超纯水或蒸馏水替代标准液作空白对照,在490 nm处测定吸光值,以吸光度 A 为纵坐标,浓度 C 为横坐标,绘制标准曲线为 $Y=4.1012X+0.0107$, $R^2=0.9989$ 。

(2)样品提取及测定。称取不同地区的荒漠肉苁蓉待测样品2 g,在恒温75℃水浴锅中,按料液比1:55提取165 min,得到提取液备用。取提取液0.3 mL至10 mL容量瓶,然后从容量瓶中吸取1 mL,再加入1 mL水,加入5%苯酚溶液1 mL,摇匀后迅速加入5 mL浓硫酸显色,振荡5 min,在沸水浴上加热15 min,取出后冷却至室温,以空白为参比,在490 nm处测吸光度。多糖含量计算公式为:

$$w_{\text{多糖}}(\%) = \frac{C \times D}{m} \times 100$$

式中, C 为荒漠肉苁蓉样品溶液中葡萄糖的含量(mg/L), D 为荒漠肉苁蓉药材样品溶液的稀释倍数, m 为样品质量。

1.2.3 总黄酮的测定^[17-19] (1)制作标准曲线。配制浓度为0.1 mg/mL芦丁标准溶液,精密量取芦丁标液0、0.5、1、2、3、4、5 mL至20 mL刻度试管,分别加入5%NaNO₂溶液0.3 mL,混匀;加入10%Al(NO₃)₃溶液0.3 mL,混匀;放置5 min,加入4%NaOH溶液3.0 mL,摇匀;再加30%乙醇定容至10 mL显色5 min,以空白为对照,在510 nm处测吸光度,以吸光度 A 为纵坐标,浓度 C 为横坐标,绘制标准曲线为 $Y=0.1067X-0.0073$, $R^2=0.9998$ 。

(2)样品提取及测定。称取不同地区的荒漠肉苁蓉等测样品2 g,按料液比1:50(80%乙醇)在90℃条件下回流3.5 h得到黄酮提取液。黄酮含量测定方法同标准曲线。

1.2.4 毛蕊花糖苷和松果菊苷测定

^[20-21]

(1)Agilent ZORBAX SB-C18:色谱柱(4.6 mm×250 mm,5 μm),流动相甲醇-乙腈-1%醋酸(15:10:80),流速0.6 mL/min;柱温30℃,检测波长334 nm。标准曲线制作:精密称取松果菊苷和毛蕊花糖苷对照品各20 mg加流动相分别制成0.375 mg/mL的松果菊苷和毛蕊花糖苷溶液。准确吸取上述松果菊苷和毛蕊花糖苷对照品溶液4、8、12、14、16、20 μL ,分别注入高效液相色谱仪,以两种对照品的进样量(μg)为横坐标、相应的峰面积为纵坐标,制作标准曲线,求线性回归方程。松果菊苷标准曲线为 $Y=504.33X-1105.5$, $R^2=0.9994$;毛蕊花糖苷标准曲线为 $Y=555.93X-1184.4$, $R^2=0.9993$ 。

(2)样品提取及测定。分别称取各粉末状样品肉苁蓉0.25 g于离心管中,加入5 mL流动相,按料液比1:20在超声提取仪中功率100 W提取90 min,待浸提液冷却后4 000 r/min离心10 min。取适当上清液用微孔滤膜(0.45 μm)滤过,进样(10 μL)测含量。

1.2.5 微量元素的测定^[22] 使用万分之一分析

天平精确称量 0.2 g 样品 (过孔径 0.212 mm 筛), 加入 5 mL 硝酸和 2 mL 高氯酸, 消化至无色透明即可。消煮完成后冷却至室温, 将消煮液无损转入 50 mL 容量瓶中, 使用去离子水稀释至 50 mL 刻度处, 摇匀即获得供试品溶液。用 Optima 8300 ICP-OES 等离子体发射仪直接测定, 每个样品重复测定 3 次。各元素的波长分别为: Cu 327.393 nm, Fe 238.204 nm, Mn 257.610 nm, Zn 206.200 nm。空白对照的制作方法相同。

试验数据采用 Excel 和 SPSS19.0 统计软件进行处理和统计分析, 采用单因素方差分析法进行比较。

2 结果与分析

2.1 不同地区荒漠肉苁蓉总功效物质含量差异比较

采用不同提取与测定方法, 新疆古尔班通古特沙漠不同地区荒漠肉苁蓉的活性成分含量见表 2。由表 2 可知, 古尔班通古特沙漠不同地区采集的荒漠肉苁蓉中总黄酮含量占比权重最高, 其次为松果菊苷和多糖含量。松果菊苷和毛蕊花糖苷属黄酮类化合物中的苯乙醇苷类, 实验得知荒漠肉苁蓉中松果菊苷和毛蕊花糖苷含量占总黄酮的 45% 以上, 其中奇台地区荒漠肉苁蓉的苯乙醇苷类化合物积累最佳、占总黄酮的 65.5%, 其次是阿勒泰地区为 49.9%。据近

年来国内外对茶多酚、蜂胶、银杏黄酮等的药理和营养性的广泛深入的研究和临床试验, 证实黄酮类化合物既是药理因子, 又是重要的营养因子, 是一种新发现的营养素, 对人体具有重要的生理保健功效。而多糖及可溶性蛋白含量在各地区的荒漠肉苁蓉中的含量变化不大, 有利于人体吸收。分子生物学的研究揭示, 微量元素通过与蛋白质和其他有机基团结合, 形成了酶、激素、维生素等生物大分子, 发挥着重要的生理生化功能。荒漠肉苁蓉中微量元素含量最高的是铁元素, 其次是锰元素。国外曾有报道, 人体内铁、铜、锌总量减少均会减弱免疫机制, 降低抗病能力, 助长细菌感染, 而且感染后的死亡率亦较高。据报道古尔班通古特沙漠沙漠阿勒泰地区荒漠肉苁蓉中的微量元素锌含量可与香菇媲美, 其余地区的荒漠肉苁蓉锌含量堪比核桃。

从表 2 还可以看出, 古尔班通古特沙漠不同地区荒漠肉苁蓉总功效物质含量 (含微量元素) 在 9.034%~18.21% 之间, 由高到低依次为莫索湾>塔城>奇台>吉木萨尔>博乐>阿勒泰, 表明莫索湾和塔城产荒漠肉苁蓉的药食功效高于其他地区, 即药材质量较高。吉木萨

表 2 新疆古尔班通古特沙漠不同地区荒漠肉苁蓉中活性成分含量

地区	总黄酮 (%)	多糖 (%)	可溶性蛋白 (%)	松果菊苷 (%)	毛蕊花糖苷 (%)	合计 (%)	Cu (g/kg)	Fe (g/kg)	Mn (g/kg)	Zn (g/kg)
奇台	6.052	2.358	0.4589	2.969	0.996	13.29	0.0127	0.3721	0.0456	0.0215
莫索湾	10.580	1.483	0.5754	4.052	1.005	18.21	0.0166	0.4446	0.0327	0.0152
博乐	3.894	2.431	0.4537	1.563	0.209	9.504	0.0115	0.8472	0.0644	0.0299
阿勒泰	3.721	2.068	0.4166	1.564	0.294	9.034	0.0726	0.7451	0.0705	0.0821
塔城	10.300	1.621	0.5594	3.895	0.873	18.18	0.0263	0.7964	0.0683	0.0421
吉木萨尔	6.664	1.432	0.4035	2.265	0.833	12.03	0.0112	0.3654	0.0431	0.0165

尔采荒漠肉苁蓉是人工种植, 总功效物质含量略低于奇台, 但苯乙醇苷类物质的积累却大大低于奇台产荒漠肉苁蓉, 其原因可能与生境土质及微生物群落相关, 也可能与药材的道地性有关。

2.2 荒漠肉苁蓉不同部位功效物质含量差异比较

莫索湾地区荒漠肉苁蓉植株不同部位的功效物质含量见图 1。从图 1 可以看出, 荒漠肉苁

蓉肉质茎 (下部茎) 中各功效物质含量高于其他部位, 总黄酮含量及松果菊苷含量变化差异比较大, 而总糖含量变化较小。营养成分的转移可能与荒漠肉苁蓉的生殖生长及营养成分的运输有关, 当荒漠肉苁蓉开花后, 急速将中部和上部茎中的营养成分转移到花中供其种子成熟所需, 而此时的中部及上部的肉苁蓉茎木质化程度较高, 营养成分相对下部茎的含量低很多。

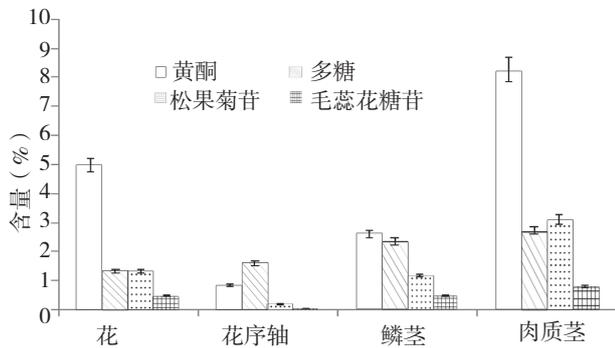


图1 荒漠肉苁蓉不同部位中功效物质含量

2.3 荒漠肉苁蓉各功效物质含量与生境相关性分析

目前国内外研究现状只是测定各化学成分的含量,肉苁蓉的有效成分及其相互作用关系以及是否具有增力作用尚未明确。因此,我们对荒漠肉苁蓉主要有效成分进行化学分析,研究各成分间的相互作用关系以及与生境的相关性,初步阐述荒漠肉苁蓉增力有效成分及其相互作用关系。从表3可以看出,总黄酮含量与松果菊苷含量极显著正相关,相关系数高达

0.962 ($P < 0.01$),与可溶性蛋白含量也呈显著正相关 ($P < 0.05$);可溶性蛋白含量与松果菊苷含量呈显著正相关 ($P < 0.05$),而松果菊苷含量与毛蕊花糖苷含量呈显著正相关 ($P < 0.05$)。表明荒漠肉苁蓉中可溶性蛋白与黄酮类化合物的合成会呈现增力效应。在人工种植肉苁蓉时,适当增加N、P、K肥是否能够提高植株体内活性成分的增加有待进一步探究。相关性分析结果表明,铜元素与锌元素呈正相关 ($r=0.97, P < 0.01$),铁元素与锰元素呈正相关 ($r=0.885, P < 0.05$)。从表3还可以看出,年平均气温与黄酮含量相关性较高 ($r=0.8$);(松+毛)/总黄酮比值与年平均降水量呈负相关 ($r=-0.764$),与经纬度呈正相关 ($r=0.668$),虽然它们之间的相关性不显著,但从一定程度反映它们之间有一定的相关性关系,即缺水和经度南移情况下有利于松果菊苷与毛蕊花糖苷的合成,而温度较高有利于提高荒漠肉苁蓉中总黄酮的含量,最佳温度有待进一步探讨。

表3 荒漠肉苁蓉各功效物质相互关系

相关因子	总黄酮	多糖	可溶性蛋白	松果菊苷	毛蕊花糖苷	平均气温	平均降水量	经度	(松+毛)/黄酮
总黄酮	1	-0.733	0.860*	0.962**	0.785	0.800	0.294	-0.118	-0.168
总多糖	-0.733	1	-0.374	-0.555	-0.544	-0.702	-0.477	-0.093	0.489
可溶性蛋白	0.860*	-0.374	1	0.881*	0.503	0.540	0.398	-0.449	-0.158
松果菊苷	0.962**	-0.555	0.881*	1	0.844*	0.682	0.135	-0.026	0.082
毛蕊花糖苷	0.785	-0.544	0.503	0.844*	1	0.632	-0.273	0.439	0.371
平均气温	0.800	-0.702	0.540	0.682	0.632	1	0.066	-0.204	-0.356
平均降水量	0.294	-0.477	0.398	0.135	-0.273	0.066	1	-0.504	-0.764
经度	-0.118	-0.093	-0.449	-0.026	0.439	-0.204	-0.504	1	0.668
(松+毛)/黄酮	-0.168	0.489	-0.158	0.082	0.371	-0.356	-0.764	0.668	1

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。

3 结论与讨论

荒漠肉苁蓉是新疆非常珍稀的药食两用植物,具有广泛的医疗保健价值^[23]。肉苁蓉的功效研究是肉苁蓉研发所涉及的基础理论研究中的一个重要环节,因此,我们对北疆古尔班通古特沙漠不同区域特有的荒漠肉苁蓉的功效物质进行了较为详细的研究,包括营养成分和次生代谢物质尤其是松果菊苷和毛蕊花糖苷,并在此基础上对各地区荒漠肉苁蓉材料的品质进行初步的分析和评价。本研究结果表明,

古尔班通古特沙漠中莫索湾和塔城地区产的荒漠肉苁蓉药效含量较高,分别为17.75%和17.34%,约为博乐和阿勒泰地区的两倍,这可能与生境有较大的相关性,有待进一步研究探讨。荒漠肉苁蓉肉质茎(下部茎)中功效物质含量分别为总黄酮8.255%、多糖2.729%、松果菊苷3.104%、毛蕊花糖苷0.786%,普遍高于其他部位,这是因为荒漠肉苁蓉在采集时大多花已经露头,此时花序轴、鳞茎及肉质茎各占约1/3,花序轴和鳞茎中含有大量的木质素,当进行繁殖生长时最先将营养输送给它们,以供种

子成熟,因此营养含量偏低。

药用植物活性成分的筛选是个很有活力的领域,最近几年不断有新的化学成分尤其是活性天然成分被发现,但荒漠肉苁蓉中的活性成分研究还比较滞后,我们在测定松果菊苷和毛蕊花糖苷成分的同时,发现荒漠肉苁蓉中还有一个成分含量比较高,需进一步确认该化学成分,其药效功能也有待进一步研究,这些活性成分对推动荒漠肉苁蓉的药效药理研究具有重要意义。

从各营养相关性分析可以初步看出,总黄酮含量与松果菊苷和可溶性蛋白含量显著正相关,松果菊苷含量与毛蕊花糖苷含量呈显著正相关,从而表明荒漠肉苁蓉中可溶性蛋白与黄酮合成会呈现增力效应。在人工种植肉苁蓉时,适当增加N、P、K肥有可能会提高植株体内的活性成分。同时,数据分析表明,年平均气温与黄酮含量相关性较高($r=0.8$);(松+毛)/总黄酮比值与年平均降水量呈负相关($r=-0.764$),与经纬度呈正相关($r=0.668$)。虽然它们之间的相关性不是非常显著,但从一定程度反映它们之间有一定的相关性关系,缺水、较高的温度和经度的南移可能有利于松果菊苷与毛蕊花糖苷的合成。

参考文献:

[1] 星学军,刁治民,许正泽.药用植物肉苁蓉生物学特性及应用价值[J].青海草业,2018,27(2):17-20,29.

[2] 马慧,尹若熙,郭敏,等.肉苁蓉多糖对D-半乳糖致衰老模型小鼠CREB表达的影响[J].中国实验方剂学杂志,2014,20(20):137-141.

[3] 高晓霞,陈君,彭艳丽.肉苁蓉多糖药理作用研究概况[J].食品与药品,2015,17(2):136-139.

[4] 薛海燕,焦婵媛,姚军.肉苁蓉总苷药理作用的研究现状[J].中国临床药理学杂志,2018,34(4):486-488.

[5] 颜贵卉,田金虎,龙本文,等.肉苁蓉中苯乙醇苷类成分的研究进展[J].中南药学,2012,10(9):692-695.

[6] 南泽东,任华忠,赵明波,等.HPLC-MS鉴定塔中栽培荒漠肉苁蓉药材的17个成分[J].中国实验方剂学杂志,2018,24(16):76-81.

[7] 高云佳,姜勇,戴昉,等.肉苁蓉润肠通便的药效物质研究[J].中国现代中药,2015,17(4):307-310,314.

[8] 国家药典委员会.中华人民共和国药典[S].北

京:化学工业出版社,2010:126.

- [9] Gu C, Yang X, Huang L. Cistanches herba: A neuropharmacology review. Front Pharmacol, 2016, 7: 289.
- [10] 杨坤,焦智浩,张根发.肉苁蓉组织培养研究进展及应用前景[J].中草药,2006,37(1):140-143.
- [11] 覃文婷,宿美凤,雒晓梅,等.定性分析不同产地荒漠肉苁蓉苯乙醇苷类及多糖类成分[J].辽宁中医药大学学报,2018,20(7):77-81.
- [12] 张继州.考马斯亮蓝法测定天花粉饮片水煎剂中蛋白质含量[J].亚太传统医药,2015,11(17):20-21.
- [13] 曲春香,沈颂东,王雪峰,等.用考马斯亮蓝法测定植物粗提液中可溶性蛋白质含量方法的研究[J].苏州大学学报(医学版),2006,22(2):82-85.
- [14] 王孝平,邢树礼.考马斯亮蓝法测定蛋白含量的研究[J].天津化工,2009,23(3):40-42.
- [15] 夏永刚,梁军,杨炳友,等.苯酚-硫酸法测定麻黄多糖含量研究[J].中医药信息,2011,28(1):33-35.
- [16] 于瑞涛,朱鹏程,陶燕铎,等.苯酚硫酸法测定迷果芹多糖的含量[J].分析试验室,2008,27(Z2):222-224.
- [17] 田建平,李娟玲,胡远艳,等.冬青属苦丁茶叶总黄酮含量测定与资源评价[J].食品科技,2014(1):278-281.
- [18] 刘惠东,李桂芳,牛亮仲,等.维药多伞阿魏中总黄酮提取工艺研究及含量测定[J].中华中医药杂志,2016,31(1):310-312.
- [19] 王静霞,黄艳菲,赵小燕,等.荞麦和商品苦荞茶中总黄酮的含量测定[J].食品工业科技,2013,34(2):58-60.
- [20] 陈敏,肖苏萍,黄璐琦,等.管花肉苁蓉中松果菊苷和毛蕊花糖苷的含量测定[J].中国中药杂志,2005(11):839-841.
- [21] 许欢欢,胡君萍,吴姗姗,等.肉苁蓉苯乙醇总苷微乳的制备及质量评价[J].中药新药与临床药理,2016(5):712-716.
- [22] 黄倩,尹智慧,盛振华,等.ICP-OES法测定9种产地玫瑰花中15种微量元素[J].浙江中医药大学学报,2015(3):217-220.
- [23] 陈华,董利森.肉苁蓉多糖抗衰老作用的研究进展[J].中国煤炭工业医学杂志,2012,15(2):310-311.

(责任编辑 邹移光)