

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201405061

王海英, 马小军, 莫长明, 等. 罗汉果果肉中糖类物质组成与含量分析[J]. 广西植物, 2015, 35(6):775—781

Wang HY, Ma XJ, Mo CM, *et al.* Determination of sugar components and contents in fruit flesh of *Siraitia grosvenorii*[J]. *Guihaia*, 2015, 35(6):775—781

罗汉果果肉中糖类物质组成与含量分析

王海英^{1,2}, 马小军^{2*}, 莫长明³, 赵欢², 涂冬萍², 白隆华³, 冯世鑫³

(1. 天津中医药大学 中药学院, 天津 300193; 2. 中国医学科学院 中国协和医科大学 药用植物研究所, 北京 100193; 3. 广西药用植物园, 南宁 530023)

摘要: 罗汉果果实中富含糖分, 糖类物质的组成及其含量对果实的内在品质有重要影响, 然而多年来对其品质的研究多集中在罗汉果苷上, 果实中可溶性糖种类与含量迄今尚未见有系统地报道。该研究以干燥的罗汉果果实为材料, 采用 PMP 柱前衍生化—高效液相色谱紫外检测法、高效液相色谱示差折光检测法分别检测果肉中可溶性糖的种类与含量, 并进行方法学考察。结果表明: PMP 柱前衍生化—高效液相色谱紫外检测法只能检出罗汉果果实中存在的 2 种还原性醛糖——葡萄糖、甘露糖; 而高效液相色谱示差折光检测法则可一次性检出葡萄糖、果糖、蔗糖、棉籽糖、多糖 5 种糖分。与柱前衍生化法相比, 高效液相色谱示差折光检测法更适合用来全面分析罗汉果果实中糖分的种类和含量。不同罗汉果品种果实中糖的组分一致, 但含量有显著差别。另外, 样品的干燥方式会影响果实中的总糖及各组分的相对含量。冻干果肉中蔗糖和葡萄糖相对含量最高, 烘干则导致蔗糖和葡萄糖下降, 果糖与多糖相对含量增加。

关键词: 罗汉果; 糖种类与含量; 干燥方式

中图分类号: Q946.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2015)06-0775-07

Determination of sugar components and contents in fruit flesh of *Siraitia grosvenorii*

WANG Hai-Ying^{1,2}, MA Xiao-Jun^{2*}, MO Chang-Ming³,
ZHAO Huan², TU Dong-Ping², BAI Long-Hua³, FENG Shi-Xin³(1. College of Traditional Chinese Pharmacy, Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300193, China;
2. Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100193, China; 3. Guangxi Botanical Garden of Medicinal Plant, Nanning 530023, China)

Abstract: Components and contents of carbohydrates have important effects on fruit internal quality. Fruit of *Siraitia grosvenorii* is rich in sugars. However, researches on fruit quality mainly focus on mogrosides over the years, no systematic study about *S. grosvenorii* fruit carbohydrates and their monomer sugar constituents has been reported so far. In this study, dry fruit was selected as experimental material. PMP-pre column derivatization HPLC-UV detector method and HPLC-refractive index detector method were employed to determine the carbohydrates components and their contents of monomer sugar constituents in dried fruit flesh, and the methodological study was carried out. The results indicated only two kinds of reducing aldoses—glucose and mannose could be detected by PMP-pre column derivatization HPLC-UV detector method, while five kinds of carbohydrate: glucose, fructose, sucrose, raffinose and polysaccharide could be detected simultaneously by HPLC-refractive index detector method. As compared with PMP-

收稿日期: 2014-12-19 修回日期: 2015-03-26

基金项目: 国家自然科学基金(30860379); 国家科技支撑计划项目(2011BA101B03); 中国医学科学院药用植物研究所创新团队发展计划(121306)。

作者简介: 王海英(1972-), 女, 河北唐山人, 副教授, 主要从事药用植物生理与分子生物学研究, (E-mail) haiyingwang-99@163.com。

*通讯作者: 马小军, 博士, 研究员, 研究方向为药用植物生物技术, (E-mail) mayixuan10@163.com。

pre column derivatization HPLC-UV detector method, HPLC-refractive index detector method was much more suitable for the general analysis of components and contents of carbohydrate in fruits of *S. grosvenorii*. Sugar components were the same while concentrations of each monomer sugar constituents were significantly different between different *S. grosvenorii* varieties. On the other hand, drying methods had obvious effects on the total sugars content as well as the relative contents of 5 kinds of sugar components. The relative contents of sucrose and glucose in freeze dried fruit flesh were much higher than those other 3 kinds of sugars. However, high temperature drying treatment resulted in significant decrease in sucrose and glucose concentrations, the relative contents of fructose and polysaccharide became the most.

Key words: *Siraitia grosvenorii*; sugar components and contents; drying methods

罗汉果 (*Siraitia grosvenorii*) 是我国广西著名特产, 为葫芦科罗汉果属多年生宿根藤本植物, 其果实为药食同源的佳品, 是第一批被卫生部、国家中医药管理局列入“既是食品又是药品”的中药名录。

糖类物质的组成及其含量对果实的内在品质有重要影响(龚荣高等, 2003)。罗汉果果实中富含糖分, 总含量占果实干重的 25% (徐位坤等, 1981)。然而, 多年来对罗汉果果实质量的研究多集中在三萜皂苷上, 除徐位坤等(1990)报道过罗汉果中含有葡萄糖、果糖及甘露醇外, 对其果实中可溶性糖种类的研究尚未见有系统报道。本研究采用高效液相色谱法对罗汉果果实中糖的种类及含量进行了分析检测。

1 材料与方 法

1.1 材料

将采摘后成熟的罗汉果果实按两种方式处理。一部分参考钟仕强(1999)的烘烤方法加以烘烤, 即将罗汉果鲜果放在室内自然晾干 1 d, 再放入烘烤箱中(烤箱变温 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$), 先在 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘烤 24 h, 然后将温度调到 $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 继续烘烤 96 h, 最后将温度调回到 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, 烘烤 24 h 后取出, 实验时刮取果肉进行测定。另一部分样品采果后迅速将果实剥开取出果肉, 低温冻干。烘干或冻干的果肉粉碎后过 40 目筛用于分析果实中糖的种类和含量。

1.2 方法

1.2.1 果实中可溶性糖的提取 称取罗汉果干燥果肉冻干粉 0.1 g 左右, 置于研钵中, 加入 1 mL 80% 的乙醇, 研磨成匀浆, 倒入离心管中, 再用 4 mL 80% 的乙醇将研钵洗净, 倒入离心管中。将匀浆液放在 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 水浴中保温 10 min, $8\ 000\times g$ 离心 10 min, 收集上清液于蒸发皿中。残留物再用 5 mL 80% 乙醇重复提取 2 次, 离心后先将 3 次上清液混

在一起放在蒸发皿中, 然后将装有上清液混合液的蒸发皿置于 $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 沸水浴中蒸干, 再加 2 mL 蒸馏水溶解, 经 $8\ 000\times g$ 离心 10 min 后, 上清液再经过 SEP-C18 萃取柱 (Supelclean ENVI C18 SPE) 和 $0.22\ \mu\text{m}$ 微孔滤膜过滤, 接下来利用高效液相色谱 (HPLC) 鉴定滤液可溶性糖的组分及其含量。

1.2.2 高效液相色谱—紫外检测法

1.2.2.1 糖的柱前衍生化 取各种标准单糖、混合标准糖和已制备的样品溶液各 $100\ \mu\text{L}$, 置于不同试管中。依次加入 $50\ \mu\text{L}$ PMP 甲醇溶液 ($0.5\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) 和 $0.3\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液, 混匀后根据糖的衍生化最佳时间和水浴温度(任浩娜等, 2009), 在 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 水浴中反应 30 min。取出冷却至室温, 各加入 $50\ \mu\text{L}$ HCl ($0.3\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) 中和(马定远等, 2002; 杨兴斌等, 2005), 再加入 $100\ \mu\text{L}$ 氯仿萃取, 充分震荡, 离心, 弃去下层有机相, 重复 3 次, 上层水相经 $0.22\ \mu\text{m}$ 滤膜过滤, 混匀后用于 HPLC 分析。

1.2.2.2 HPLC 实验条件 色谱柱为 ZORBAX Eclips-C18; 柱温 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$; 检测波长 245 nm; 进样 $10\ \mu\text{L}$; 流速为 $1.0\ \text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$; 紫外检测器; 流动相为溶剂 A(乙腈)、溶剂 B [$0.05\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 磷酸盐缓冲液 ($\text{KH}_2\text{PO}_4\text{-NaOH}$, pH5.6)]。梯度模式: 时间梯度为 0-15-25-55-63 min, 相应乙腈浓度梯度为 6%-10%-21%-21%-6%。

1.2.3 高效液相色谱—示差折光检测法 液相色谱仪采用 waters 测定系统。色谱柱为 Waters Sugar-Pak- I ($6.5\ \text{mm}\times 300\ \text{mm}$); 柱温 $75\text{ }^{\circ}\text{C}$; 示差折光检测器; 流动相为脱气后的重蒸水; 流速 $0.5\ \text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$; 进样量 $20\ \mu\text{L}$ 。

2 结果与分析

2.1 紫外检测法分析罗汉果果实中的糖种类

通过 HPLC 检测, 各种单糖及寡糖标准品的保

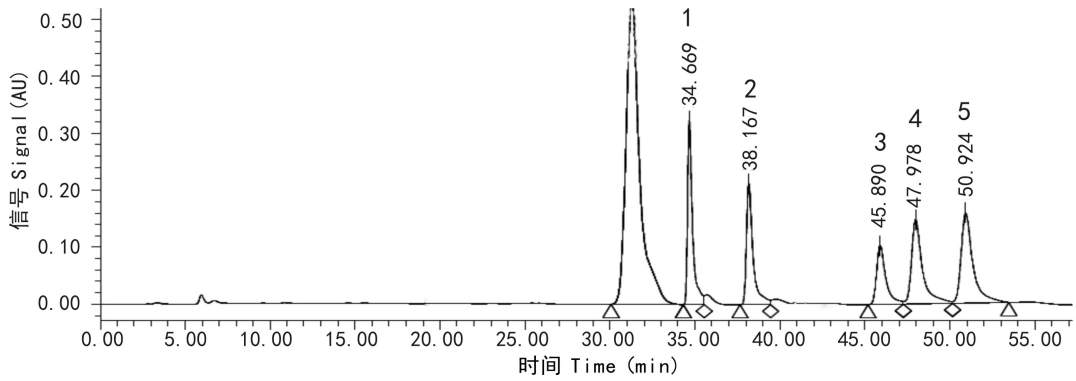


图 1 甘露糖、鼠李糖、葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖、木糖、果糖、蔗糖、棉子糖、水苏糖混合标准品的 PMP 衍生物的色谱分离图 1. 甘露糖; 2. 鼠李糖; 3. 葡萄糖; 4. 半乳糖和阿拉伯糖混合物; 5. 木糖。

Fig. 1 Chromatograms of PMP derivatives of the standards of mannose, rhamnose, glucose, galactose, arabinose, xylose, fructose, sucrose, raffinose and stachyose 1. Mannose; 2. Rhamnose; 3. Glucose; 4. Galactose and arabinose; 5. Xylose.

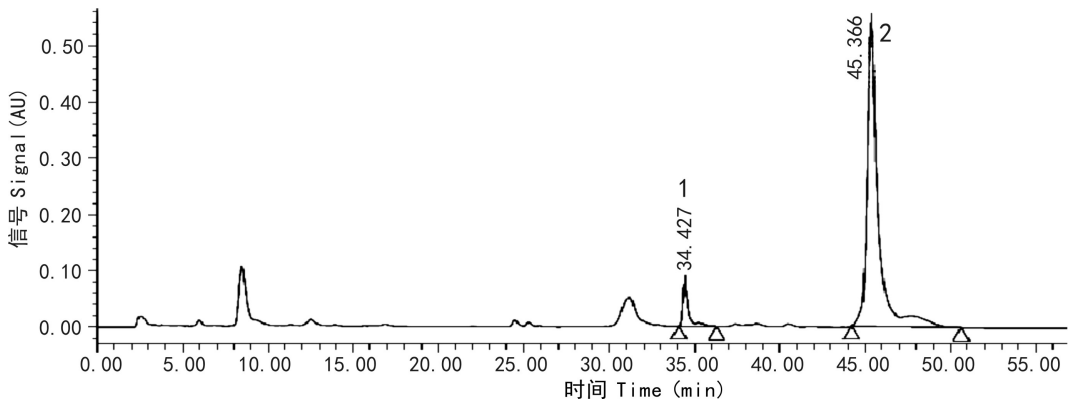


图 2 罗汉果样品 PMP 衍生物的色谱分离图 1. 甘露糖; 2. 葡萄糖。

Fig. 2 Chromatograms of PMP derivatives of sample 1. Mannose; 2. Glucose.

留时间如图 1 所示;还原性较强的醛糖甘露糖、鼠李糖、葡萄糖、半乳糖和阿拉伯糖可用该方法检出;而还原性较弱的酮糖果糖、非还原性糖蔗糖与棉子糖都没有出峰,表明上述 3 种糖不适合用 PMP 衍生化方法检测。另外,罗汉果果肉样品中峰 1 和峰 2 的保留时间为 34.427 和 45.366(图 2),分别与标准品中甘露糖和葡萄糖出峰时间相对应,提示罗汉果果实中含有甘露糖和葡萄糖。

2.2 示差折光检测法分析罗汉果果实中的糖种类

2.2.1 罗汉果果实中糖的种类 由于果糖、蔗糖、棉子糖、水苏糖不能与 PMP 衍生化,紫外检测器无法检测,为此,我们又采用示差折光检测器对葡萄糖、果糖、蔗糖、棉籽糖、多糖的混合标准品进行了 HPLC 分析。结果表明罗汉果果实中含有葡萄糖、果糖、蔗糖、棉籽糖和多糖。但采用此色谱条件时,果实样品中未检测到甘露糖(图 3)。

2.2.2 示差折光检测法方法学考察

2.2.2.1 线性回归方程 以水溶解的葡萄糖、果糖、蔗糖、棉籽糖和多糖作为储备液,浓度分别为 40、40、20、10、50 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。分别吸取以上浓度标准混合液 2.5、1、0.5、0.25 mL 置于 5 个 5 mL 容量瓶中,重蒸水定容,过滤后进行 HPLC 测定。根据各化合物浓度和峰面积的正比关系得到标准曲线(图 4)。

2.2.2.2 精密性、稳定性和重现性 精密性结果见表 1。用当天和隔天测得结果的变异性来评价仪器的精密性。采用葡萄糖、果糖和蔗糖的混合标准溶液(浓度分别为 8、8、4 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)在当日分别连续进样 5 次,所得结果以检测当天变异性。结果发现,同一目标峰值的 RSD 均小于 1.0%。将上述样品在不同 4 日内检测,同一目标峰面积值的 RSD 值均小于 3%,表明该仪器精密性较好。

重现性:取同一样品 5 份,按方法制备供试品,

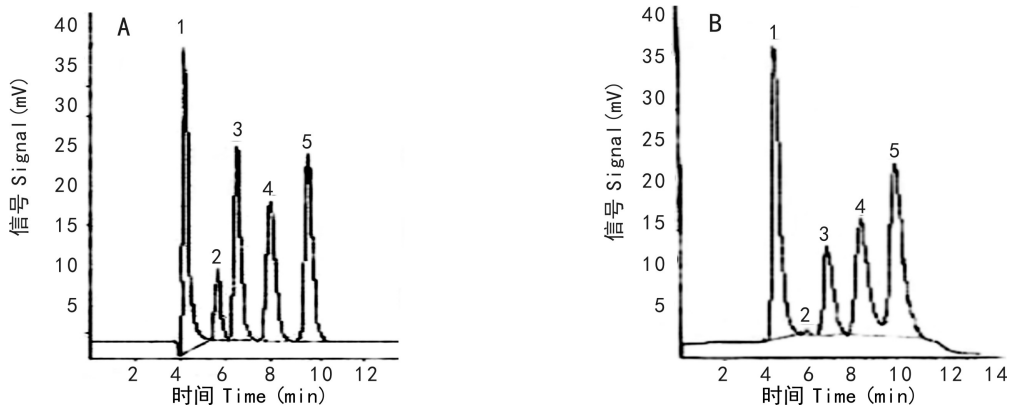


图 3 多糖、棉子糖、蔗糖、葡萄糖、果糖的标准色谱图(A)及样品色谱图(B)

1. 葡聚糖 10 000; 2. 棉子糖; 3. 蔗糖; 4. 葡萄糖; 5. 果糖。

Fig. 3 Chromatograms of standards of polysaccharide, raffinose, sucrose, glucose and fructose (A) and sample (B)

1. Glucan 10 000; 2. Raffinose; 3. Sucrose; 4. Glucose; 5. Fructose.

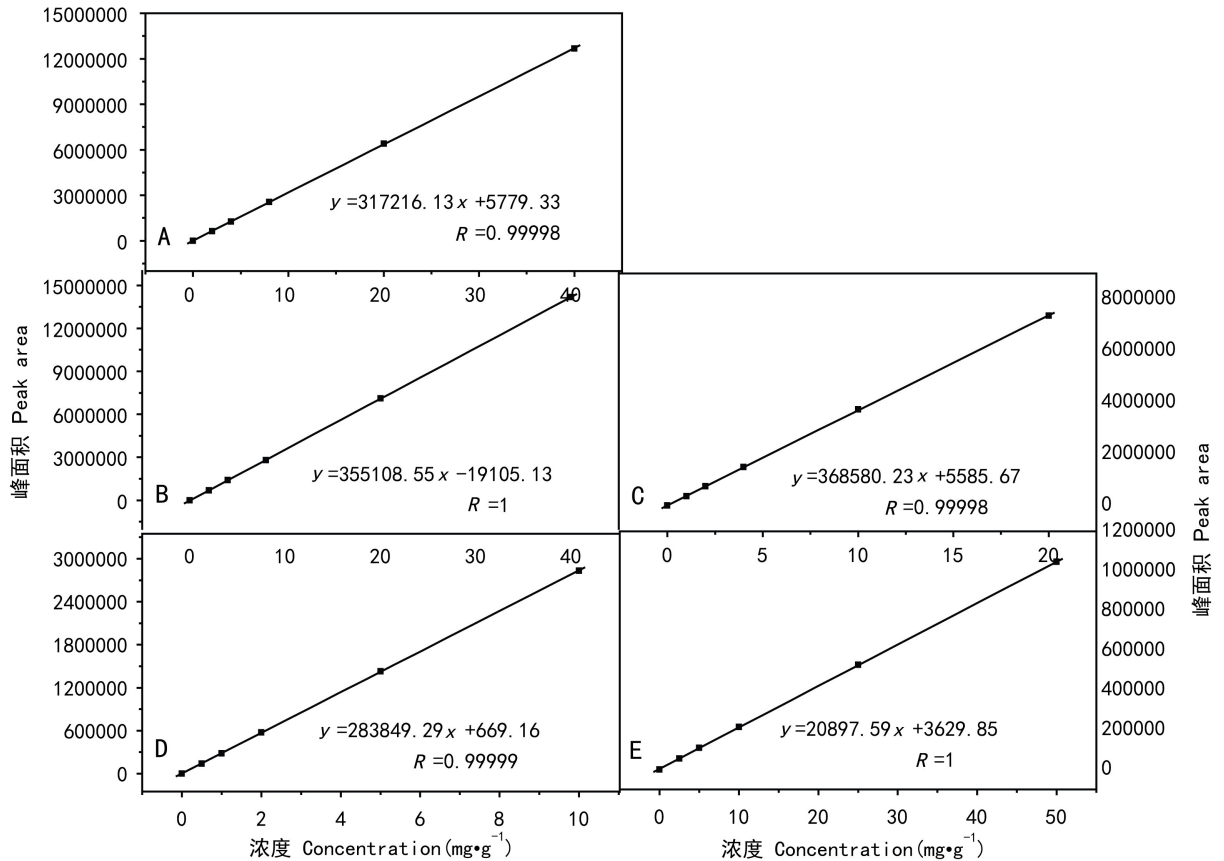


图 4 葡萄糖(A)、果糖(B)、蔗糖(C)、棉子糖(D)和多糖(E)的标准曲线

Fig. 4 Calibration curve of glucose (A), fructose (B), sucrose (C), raffinose (D) and polysaccharide (E)

分别进样, 所得结果显示, 葡萄糖峰面积的 RSD 为 2.5%, 果糖为 2.0%, 蔗糖为 1.8%, 棉籽糖 1.5% 均小于 3.0%, 说明该方法的重现性较好。

稳定性: 对放置 25 °C 室温下的同一供试品在不

同的时间测定所得的结果来考察方法的稳定性, 结果 5 种糖的保留时间和峰面积的 RSD 均小于 3.0%, 说明 2 d 之内测定该样品是可行的, 结果可靠。

2.2.2.3 回收率 方法的精确度用回收率试验来检

表 1 葡萄糖、果糖、蔗糖的精密度实验

Table 1 Analytical results of intra-and inter-day variability for glucose, fructose and sucrose (inter-day: $n=5$; intra-day: $n=7$)

组分 Compound	同日 Intra-day		异日 Inter-day	
	平均值 Mean±SD ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)	标准差 RSD (%)	平均值 Mean±SD ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)	标准差 RSD (%)
葡萄糖 Glucose	7.89±0.08	0.96	7.87±0.16	1.98
果糖 Fructose	9.02±0.06	0.69	7.99±0.19	2.32
蔗糖 Sucrose	3.99±0.04	0.91	3.96±0.10	2.52

验。取罗汉果粉碎样 15 份,加入混合标准溶液(葡萄糖、果糖、蔗糖、棉子糖的含量分别为 168、688、873、24、1 055 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$,加入量为样品中对应各种糖分含量的 80%~120%,设 3 次重复,按 1.2.1 中的方法制备供试品,分别进行检测。所得结果经计算后得回收率,结果见表 2。平行重复 3 次的同一目标峰面积 RSD 值均小于 3.5%,回收率范围在 94.15%~110.63%之间,由于提取程序稍复杂,因此可通过方法学验证,表明该方法较精确,数据可信。

表 3 罗汉果冻干果肉中 5 种糖分的含量

Table 3 Contents of five kinds of sugars in the freeze dried fruit flesh of *Siraitia grosvenori*

品种 Varieties	含量 Content ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}\text{DW}$)				
	葡萄糖 Glucose	果糖 Fructose	蔗糖 Sucrose	棉籽糖 Raffinose	多糖 Polysaccharide
农院 B6 Nongyuan B6	131.1±7.31aA	89.25±2.04aA	367.02±16.88A	7.45±1.02aA	100.92±11.2a
野红 1 号 Yehong 1#	96.12±3.92bA	76.32±2.17bA	297.98±17.11B	12.45±1.65bA	92.14±7.64a

注:不同小写字母代表处理间差异显著($P<0.05$);不同大写字母代表处理间差异极显著($P<0.01$)。下同。

Note: Different small letters indicate significant differences ($P<0.05$), and different capital letters indicate extremely significant differences ($P<0.01$) between different shading treatments. The same below.

表 4 不同干燥方式对农院 B6 果肉中糖分含量的影响

Table 4 Effects of different drying methods on the contents of sugar components in the fruit flesh of Nongyuan B6

干燥方式 Drying methods	含量 Content ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}\text{DW}$)					
	葡萄糖 Glucose	果糖 Fructose	蔗糖 Sucrose	棉籽糖 Raffinose	多糖 Polysaccharide	总糖量 Total sugars
烘干样 Drying flesh	59.88±0.42A	99.78±0.71A	43.47±2.23A	1.53±0.22a	108.49±7.32a	313.2±12.26A
冻干样 Freeze dried fruit flesh	183.45±11.25B	115.97±8.25B	227.56±12.15B	2.15±0.19a	71.25±4.25a	600.38±21.12B

2.2.2.4 样品中的糖含量测定 用示差折光检测法分析了授粉后 90 d 农院 B6、野红 1 号两个罗汉果品种冻干果肉中五种糖分的含量。如表 3 所示,成熟果肉中,蔗糖含量最高,棉籽糖含量最低。不同品种中各种糖分的含量有所不同,农院 B6 含糖量显著高于野红 1 号。

2.2.2.5 烘干与冻干两种处理方式对罗汉果果实中糖分含量的影响 用示差检测方法分别分析农院 B6 授粉后 70 d 冻干果肉和烘干果肉中五种糖分的含

表 2 5 种糖分的回收率实验

Table 2 Recovery rates of five kinds of sugars

组分 Compound	样品量 Actual ^a (mg)	添加量 Added (mg)	测定值 Found ^b (mg)	回收率 Recovery (%)	标准差 RSD (%)
葡萄糖 Glucose	16.8	13.4	28.8	95.47	2.8
	16.8	16.8	36.1	107.40	2.1
	16.8	20.2	48.7	103.65	1.8
果糖 Fructose	68.8	55.0	135.9	109.82	2.6
	68.8	68.8	131.5	95.57	3.1
	68.8	82.6	148.5	98.08	1.5
蔗糖 Sucrose	87.3	69.8	165.2	105.25	0.97
	87.3	87.3	167.4	95.95	2.3
	87.3	104.8	201.1	104.72	1.8
棉籽糖 Raffinose	2.4	1.9	4.2	97.67	2.1
	2.4	2.4	5.31	110.63	1.0
	2.4	2.9	5.5	103.77	1.6
多糖 Polysaccharide	105.5	84.4	178.8	94.15	3.4
	105.5	105.5	228.7	108.39	1.2
	105.5	126.6	231.4	99.70	1.7

注: a. 样品实际糖含量; b. 加入混标后测得糖含量。

Note: a. Actual sugar concentration of sample; b. Determined sugar concentration of sample after adding the mixture standard substance.

量(表 4,表 5)。从表 4 和表 5 可以看出,烘干与冻干处理对果肉中各种糖分的含量有显著差异,冻干样中总糖含量显著高于烘干样,烘干后的总糖含量较采摘时降低了 287.18 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}\text{DW}$,而且各种糖组分相对含量也有很大变化(表 4)。烘干样中果糖与多糖相对含量最高,冻干样中则主要含有蔗糖和葡萄糖,其中果糖相对含量由采摘后的 19.32%提高到了 31.86%,多糖含量则由 34.64%下降为 11.87%(表 5)。

表 5 不同干燥方式对农院 B6 果肉中糖组分相对含量的影响

Table 5 Effects of different drying methods on the relative contents of sugar components in the fruit flesh of Nongyuan B6

干燥方式 Drying method	糖组分相对含量 Relative contents of sugar components (%)				
	葡萄糖 Glucose	果糖 Fructose	蔗糖 Sucrose	棉籽糖 Raffinose	多糖 Polysaccharide
	烘干 Drying flesh	19.12	31.86	13.88	0.49
冻干 Freeze dried fruit flesh	30.56	19.32	37.90	0.36	11.87

3 讨论与结论

3.1 示差折光检测法更适用于罗汉果果肉中的糖分检测

测定糖类所用的检测器有红外检测器、电化学检测器、示差折光检测器、蒸发光散射检测器和紫外检测器等 (Ben-Bassat, 1991; Robards, 1986)。本研究中首先选用了 1-苯基-3-甲基-5-吡啶啉酮 (PMP) 柱前衍生化-紫外检测器检测方式对罗汉果果实中的糖种类进行分析鉴定。PMP 可有效地将还原性较强的醛糖, 如甘露糖、鼠李糖、葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖和木糖衍生化, 其衍生物在 245 nm 处有强烈的紫外吸收 (Honda *et al.*, 1997, 2003), 因此可用该方法对上述糖类进行定量检测。然而对还原性较弱的酮糖 (果糖) 和中性的蔗糖, 棉子糖和水苏糖, PMP 很难与之进行衍生化, 无法分析检测。

徐位坤等 (1990) 报道罗汉果果实中含有果糖。因此, 检测不出果糖的 PMP 柱前衍生化-紫外检测器法显然无法完成对罗汉果果实中糖分的全面分析, 鉴于此, 我们又采用示差折光检测法进行了进一步检测。示差折光检测器 (RID) 是 HPLC 通用型检测器, 在糖类物质分析中应用非常普遍, 样品无需进行柱前衍生化处理, 操作简便。检测结果表明, 罗汉果果实中不但含有果糖, 还有含量很高的蔗糖以及少量棉子糖, 而这 3 种糖分 PMP 柱前衍生化-紫外检测器法都没能检出。由此可以得知, 相对于 PMP 柱前衍生化-紫外检测器法, 示差折光检测法具有操作简便, 分析全面的优点, 果实中含量较高的糖分都可一次性检出, 是适于分析罗汉果果实中的糖分含量的较好方法。

RID 是一个通用性检测器, 其线性关系的最低灵敏度一般为 20 μg , 灵敏度较低 (林雪, 2006)。本

试验中, 紫外检测器可检测到罗汉果果实中含有少量甘露糖, 但示差折光检测器则未能检出。一方面, 由于甘露糖含量很低, 因此在采用示差折光检测法对果实中糖分进行测定时, 甘露糖测定结果的缺失对于总糖含量不会带来大的影响, 可以忽略不计。但另一方面, 当实验目的明确, 不需要测定果实中全部糖分的含量, 只需检测还原性醛糖时, 可首选 PMP 柱前衍生化-紫外检测器法, 以提高测定结果的精确性。

3.2 不同罗汉果品种糖含量不同, 罗汉果果实中各糖组分及总糖含量在烘干过程中会产生巨大变化

不同罗汉果品种的果实中, 各糖组分的含量有较大差异。农院 B6 果肉中蔗糖、葡萄糖、果糖、多糖含量均高于野红 1 号, 但棉籽糖含量低于后者。根据我们以前的研究结果, 农院 B6 中罗汉果甜苷 V 的含量也远高于野红 1 号, 因此, 糖积累与罗汉果甜苷 V 积累之间可能存在一定的相关性, 后续研究正在进行中。

医药与生活中使用的是烘烤后的罗汉果果实。为了比较刚采摘的果实与烘干后果实中糖的组分与含量是否发生了变化, 我们采用冻干果肉与烘干果肉, 分别测定了两种干燥方法后得到的果肉中糖的含量与组分。结果表明烘干过程对罗汉果果实中的总糖、各种单糖、二糖、三糖、多糖及总糖含量均产生了显著影响。刚采摘的果实果肉中, 蔗糖与葡萄糖含量最高, 而烘干后的果肉中, 果糖与多糖相对含量显著提升, 葡萄糖、蔗糖及总糖含量则明显下降。这一结果提示, 在烘干过程中, 罗汉果果实中可能也发生了某些生化反应, 从而导致了总糖含量及各种糖组分比例的改变。这种改变是否会对甜苷物质的积累产生影响还需进一步研究。

通过 HPLC-紫外检测、HPLC-示差检测等检测手段, 确定了罗汉果成熟果实中含有葡萄糖、果糖、蔗糖、棉籽糖、多糖及甘露糖。徐位坤等 (1990) 报道的甘露醇用两种方法均未检测到。示差检测法测定结果表明, 不同品种糖分组成相同, 但含量有一定差异。冻干与烘干果肉中总糖及各种糖组分的相对含量差异巨大, 烘干样中果糖与多糖相对含量最高, 冻干样中则主要含有蔗糖和葡萄糖, 表明烘干过程对罗汉果品质有一定影响。

参考文献:

Ben-Bassat A, Grushka E. 1991. HPLC of mono-and oligosaccha-

- ride [J]. *J Chromatogr*, **14**(6): 1 051
- Gong RG(龚荣高), Zhang GL(张光伦). 2003. Advances in research on sugar metabolism in citrus fruit(柑橘果实糖代谢的研究进展)[J]. *J Sichuan Agric Univ*(四川农业大学学报), **12**(4): 343—346
- Honda S, Togashi K, Taga A. 1997. Unusual separation of 1-phenyl-3-methyl-5-pyrazolone derivatives of aldoses by capillary zone electrophoresis [J]. *J Chromatogr A*, **791**: 307—311
- Hondas, Suzuki S, Taga A. 2003. Analysis of carbohydrates as 1-phenyl-3-methyl-5-pyrazolone derivatives by capillary/microchip electrophoresis and capillary electrochromatography [J]. *J Pharm Biomed Anal*, **30**: 1 689—1 714
- Lin X(林雪). 2006. An improved PMP(1-Phenyl-Methyl-5-pyrazolone) precolumn derivatization method of carbohydrate for HPLC and MALDI-TOF analysis(糖类物质的 PMP(1-苯基-3-甲基-5-吡唑啉酮)衍生化及 HPLC 和 MALDI-TOF 分析)[D]. Xi'an(西安): Northwest University(西北大学)
- Ma DY(马定远), Chen J(陈君), Li P(李萍), et al. 2002. Analysis of monosaccharide compositions in polysaccharides by pre-column derivatization high performance liquid chromatography(柱前衍生化高效液相色谱法分析多糖中的单糖组成)[J]. *Chin J Anal Chem*(分析化学研究简报), **30**(6): 702—705
- Ren HN(任浩娜), Chen XH(陈晓辉), Bi KS(毕开顺), et al. 2009. Analysis of monosaccharide composition in *Radix* *Glehniace* by precolumn derivatization HPLC(柱前衍生 HPLC 法分析沙参多糖中单糖组成)[J]. *J Shenyang Pharm Univ*(沈阳药科大学学报), **26**(3): 206—209
- Robards K, Whitelaw M. 1986. Chromatography of monosaccharides and disaccharides [J]. *J Chromatogr*, **373**: 81—110
- Xu WK(徐位坤), Meng LS(孟丽珊), Li ZY(李仲瑶). 1990. Isolation and identification of D-mannitol from Luohanguo(罗汉果中甘露醇的分离和鉴定) [J]. *Guihaia*(广西植物), **10**(3): 254—255
- Xu WK(徐位坤), Meng LS(孟丽珊). 1980. Sugars analysis of *Siraitia grosvenorii*(罗汉果糖分的分析)[J]. *Guangxi Agric Sci*(广西农业科学), (3): 29
- Xu WK(徐位坤), Meng LS(孟丽珊). 1981. Determination of nutrition of *Siraitia grosvenorii*(罗汉果营养成分的测定)[J]. *Guihaia*(广西植物), **1**(2): 50—51
- Yang XB(杨兴斌), Zhao Y(赵燕), Zhou SY(周四元), et al. 2005. Analysis of monosaccharide composition in *Angelica* polysaccharides by precolumn derivatization high performance liquid chromatography(柱前衍生化高效液相色谱法分析当归多糖的单糖组成)[J]. *Chin J Anal Chem*(分析化学研究简报), **33**(9): 1 287—1 290
- Zhong SQ(钟仕强). 1999. Experiments of new variable temperature curves for processing of *Siraitia grosvenorii*(罗汉果加工的新变温曲线试验)[J]. *Chin J Chin Mat Med*(中国中药杂志), **24**(1): 31

编辑部公告

(一) 2016 年《广西植物》将改为月刊。

(二) 从 2016 年起,《广西植物》版式拟作如下调整:

- 1、基金项目只需写出基金的名称及编号,多个基金用分号隔开,末尾句号“。”结尾。例如:
基金项目:国家自然科学基金(#####);江西省自然科学基金(#####)[Supported by the National Natural Science Foundation of China(#####);the Natural Science Foundation of Jiangxi(#####)]。
- 2、参考文献格式:
 - (1) 中文文献引用时中文与英文不再混排,改为英文在前,中文附在后面的方括号[]内。
 - (2) 英文刊名和书名改为正体排版;
 - (3) 期刊卷号不再加粗;
 - (4) 作者姓全部大写(正文中引用除外);
 - (5) 每条参考文献末尾点号“。”结尾;
 - (6) 作者与年份之间用逗号“,”隔开;
 - (7) 正文中 et al 不再用斜体排版,其后不再加缩写点。例如:

LIANG ZX, ZHANG YL, NIU LX, et al, 2014. Phenotypic diversity of *Lilium brownii* native to Qinba mountainous area[J]. *Guihaia*, 34(6): 727—733. [梁振旭, 张延龙, 牛立新, 等, 2014. 秦巴山区野百合表型多样性[J]. *广西植物*, 34(6): 727—733.]