

不同产地及种植年限巴戟天中 6 种寡糖类成分的定量分析

朱露林¹, 沈 焱^{1#}, 易晓薇¹, 徐金龙², 刘考铎¹, 刘梦琴¹, 张 奇¹, 秦路平^{1*}, 张巧艳^{1*}

1. 浙江中医药大学药学院, 浙江 杭州 310053

2. 中国人民解放军联勤保障部队第九六九医院, 内蒙古 呼和浩特 010051

摘 要: 目的 建立巴戟天 *Morinda officinalis* 6 种寡糖类成分的含量测定方法, 考察 23 批不同产地及种植年限的药材中寡糖类成分含量差异。方法 采用 HPLC 法进行含量分析, 色谱柱为 ZORBAX NH₂ 柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm); 以 0.1% 醋酸水 (A)-乙腈 (B) 为流动相, 梯度洗脱: 0~35 min, 70%~67% A; 体积流量 1.0 mL/min, 柱温 28 ℃; 以蒸发光散射检测器 (ELSD) 检测, 检测条件: 漂移管温度 80 ℃, 雾化管温度 40 ℃, 氮气体积流量 1.60 mL/min。结果 不同产地及种植年限的巴戟天中蔗糖、蔗果三糖、耐斯糖、蔗果五糖含量以广东产地含量最高, 蔗果六糖和蔗果七糖以福建含量最高, 而总含量以 3 年生广东高要含量最高, 为 (394.68±19.14) mg/g, 其次是 6 年生福建南靖为 (342.31±43.88) mg/g, 且寡糖含量具有随种植时间的增加而降低的趋势。结论 不同产地及种植年限的巴戟天药材寡糖含量差异较大, 可为巴戟天巴戟天药材的质量控制提供参考依据。

关键词: 巴戟天; 寡糖; 种植年限; HPLC-ELSD; 蔗糖; 蔗果三糖; 耐斯糖; 蔗果五糖

中图分类号: R286 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2021)14-4348-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2021.14.027

Content analysis of 6 *Morinda officinalis* How oligosaccharides from different habitats and planting years

ZHU Lu-lin¹, SHEN Yi¹, YI Xiao-wei¹, XU Jin-long², LIU Kao-hua¹, LIU Meng-qin¹, ZHANG Qi¹, QING Lu-ping¹, ZHANG Qiao-yan¹

1. College of Pharmaceutical Science, Zhejiang Chinese Medicine University, Hangzhou 310053

2. 969 Hospital of PLA Joint Logistics Support Forces, Hohhot 010051

Abstract: Objective To establish a method for determining the content of six oligosaccharides, and investigate the difference of the content of 23 batches of *Morinda officinalis* How samples from different habitats and planting years. **Methods** The content of oligosaccharides was analyzed by HPLC. HPLC column was ZORBAX NH₂ (250 mm×4.6 mm, 5 μm). The mobile phase was 0.1% acetic acid water (A)-acetonitrile (B), and gradient elution with the flow rate of 1.0 mL/min. The column temperature was 28 ℃. Detector was ELSD and the temperature of drift tube was 80 ℃ and nebulizer was 40 ℃. The flow rate of N₂ was 1.6 SLM. To investigate the differences in the content of *M. officinalis* oligosaccharides from different origins and years of cultivation. **Results** The samples from Guangdong Province had the largest amounts of sucrose, 1-kestose, Nystose and 1F-fructofuranosylnystose. The content of 1,1,1,1-Kestohexose and fructoheptasaccharide was the highest from Fujian Province. Among them, the total oligosaccharide content of 3-year-old Gaoyao was the highest at (394.68±19.14) mg/g. Secondly, the content of 6-year-old Nanjing was (342.31±43.88) mg/g. And the oligosaccharide content had a tendency to decrease with the increase of planting time. **Conclusion** There were large differences in the content of *Morinda officinalis* oligosaccharides from different habitats and years of cultivation. This research may provide reference for the the quality control of *Morinda officinalis* How.

Key words: *Morinda officinalis* How.; oligosaccharide; HPLC-ELSD; sucrose; sucrose triose; sucrose pentaose; sucrose hexaose

收稿日期: 2020-12-03

基金项目: 国家自然科学基金项目 (U1505226)

作者简介: 朱露林 (1997—), 硕士研究生。Tel: 15268199286. E-mail: llzhu@zcmu.edu.cn

*通信作者: 张巧艳, 博士, 教授, 主要从事生药活性及道地性研究。E-mail: zqy1965@163.com

秦路平, 博士, 教授, 主要从事内生真菌的研究。E-mail: lpqin@zcmu.edu.cn

#并列第一作者: 沈焱 (1993—), 硕士研究生。Tel: 18698312988. E-mail: 18065148122@163.com

巴戟天为茜草科 (Rubiaceae) 植物巴戟天 *Morinda officinalis* How. 肉质干燥根, 主产于广东、广西、福建、海南等地, 并收载于历版《中国药典》。巴戟天入肝、肾经, 味甘、辛, 性温; 具有补肝肾、通筋活络、强筋骨、祛风湿的功能, 常用于治疗阳痿遗精、宫冷不孕、月经不调、少腹冷痛、风湿痹痛和筋骨痿软等病症^[1-2]。研究表明巴戟天主要含有多糖、寡糖、环烯醚萜苷和蒽醌等化学成分, 具有温肾壮阳、抗炎、镇痛、抗骨质疏松、抗抑郁、免疫调节和抗氧化等多种生物活性^[3-7]。巴戟天含糖量较高, 包括单糖、寡糖和多糖, 《中国药典》2020 年版以寡糖类成分耐斯糖的含量作为评价巴戟天药材的质量标准^[1]。研究发现寡糖类成分具有抗抑郁、抗焦虑、抗衰老、抗炎、促进精子生成和抗心肌缺血再灌注等作用^[2, 8-11]。目前对寡糖类成分的测定, 缺少以活性寡糖类成分为评价指标研究不同产地和生长年限的巴戟天药材中蔗糖、蔗果三糖、耐斯糖、蔗果五糖、蔗果六糖、蔗果七糖含量变化情况。本

研究以 6 种寡糖为指标成分, 采用 HPLC-ELSD 的方法进行含量测定, 对不同产地及种植年限巴戟天药材进行综合评价, 以期对巴戟天寡糖的质量控制提供参考依据。

1 仪器与试剂

Agilent 1260 高校液相色谱仪 (美国 Agilent 公司); ELSD1290 蒸发光散射检测器 (美国 Agilent 公司)。

蔗糖、蔗果三糖、耐斯糖 (蔗果四糖)、1F-果呋喃糖基耐斯糖 (蔗果五糖)、蔗果六糖、蔗果七糖对照品均购于上海源叶生物科技有限公司, 质量分数均大于 98%; 乙腈为色谱纯 (泰坦科技股份有限公司), 水为超纯水, 其余均为分析纯。

21 批巴戟天样品于 2017 年 4 月至 2019 年 10 月采自福建、广东和广西等种植地, 及 2 批商品药材, 编号 S1~S23, 见表 1, 经浙江中医药大学张巧艳教授鉴定为巴戟天 *Morinda officinalis* How. 的地下部分。

表 1 巴戟天药材来源

Table 1 Sources of *Morinda officinalis*

编号	产地	采集时间	生长年限/年	海拔/m	编号	产地	采集时间	生长年限/年	海拔/m
S1	福建龙岩堂堡乡	2017-04-10	5	362	S13	广东肇庆高良镇	2019-01-19	6	70
S2	福建漳州南靖和溪镇	2017-10-04	6	722	S14	广东肇庆高良镇	2018-05-07	7	74
S3	福建漳州南靖和溪镇	2017-10-04	7	745	S15	广东肇庆莫村镇	2018-05-04	3	147
S4	福建漳州南靖和溪镇	2019-01-12	8	738	S16	广东肇庆莫村镇	2018-05-04	4	143
S5	福建漳州南靖和溪镇	2019-01-20	9	752	S17	广东肇庆莫村镇	2018-05-04	5	139
S6	福建漳州南靖和溪镇	2017-10-04	10	764	S18	广东肇庆莫村镇	2019-01-18	6	142
S7	福建漳州南靖和溪镇	2019-10-12	12	754	S19	广东肇庆莫村镇	2018-05-04	10	134
S8	广西梧州城东镇	2018-05-06	7	143	S20	福建平和 (野生)	2017-08-09	—	—
S9	广东肇庆高要区乐城镇	2018-05-05	3	137	S21	广西桂平市 (野生)	2018-05-15	—	—
S10	广东肇庆高要区乐城镇	2018-05-05	5	132	S22	广西玉林 (商品药材)	20171117	—	—
S11	广东云浮南江口镇	2018-05-07	5	76	S23	安徽亳州 (商品药材)	20180612	—	—
S12	广东云浮南江口镇	2018-05-07	6	89					

2 方法与结果

2.1 对照品溶液制备

精密称取蔗糖、蔗果三糖、耐斯糖、蔗果五糖、蔗果六糖、蔗果七糖对照品适量, 初始流动相配制制成质量浓度分别为 0.850、0.604、0.732、0.366、0.396、0.754 mg/mL 的混合对照品溶液。

2.2 供试品溶液制备

精密称取巴戟天粉末 (过 3 号筛) 约 3 g, 精密称定, 置具塞锥形瓶中, 精密加入 5% 乙醇 50 mL, 称定质量, 回流 30 min, 放置室温后, 5% 乙醇补足质量, 摇匀, 滤过。

2.3 色谱条件

色谱柱为 Shodex Asahipak NH₂ 柱 (250 mm × 4.6 mm, 5 μm), 检测器为 ELSD 蒸发光散射检测器, 流动相为乙腈 (A) -0.1% 乙酸水溶液 (B), 梯度洗脱: 0~35 min, 70%~67% A。体积流量 1.0 mL/min; 进样量 6 μL, 漂移管温度 80 °C, 雾化管温度 40 °C, 平滑时间 5.0 s, 增益值为 1.0, 氮气体积流量 1.6 mL/min, 柱温 28 °C。6 种寡糖对照品和样品色谱图见图 1, 分离度均 > 1.5。

2.4 线性关系考察

精密量取 “2.1” 项下混合对照品溶液, 用有机

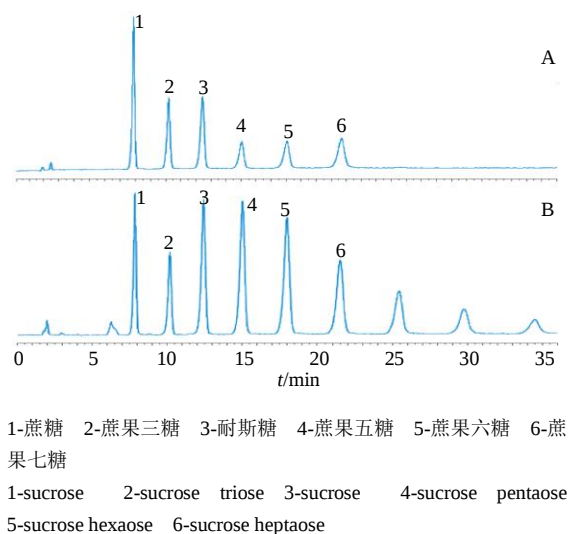


图 1 巴戟天寡糖混合对照品 (A) 和供试品溶液 (B) 的 HPLC 色谱图

Fig. 1 HPLC chromatograms of *Morinda officinalis* oligosaccharides mixed reference substances (A) and sample (B)

微孔滤膜 (0.22 μm) 滤过, 分别进样 1、2、4、8、10、12、16、20、32 μL , 按“2.3”项下色谱条件测定, 以质量为横坐标 (X), 峰面积为纵坐标 (Y), 绘制标准曲线, 得线性回归方程, 结果见表 2。

表 2 巴戟天 6 种寡糖类成分的线性关系

Table 2 Linear relationships of oligosaccharides of *Morinda officinalis*

成分	回归方程	相关系数	线性范围/ μg
蔗糖	$Y=1210.70 X-321.33$	0.999 0	0.850~10.200
蔗果三糖	$Y=1062.40 X-315.50$	0.999 6	0.604~12.080
耐斯糖	$Y=1068.60 X-352.73$	0.999 6	0.732~14.640
蔗果五糖	$Y=994.92 X-271.27$	0.999 5	0.366~11.720
蔗果六糖	$Y=1078.70 X-312.45$	0.999 5	0.396~12.672
蔗果七糖	$Y=716.10 X-260.69$	0.999 5	0.754~15.080

2.5 精密度试验

精密称取样品 (S21), 按照“2.2”项下方法制备, “2.3”项下色谱条件连续进样 6 次, 记录峰面积, 结果蔗糖、蔗果三糖、耐斯糖、蔗果五糖、蔗果六糖、蔗果七糖的峰面积 RSD 值分别为 0.51%、0.06%、1.01%、0.28%、0.95%、0.09%, 表明仪器的精密度良好。

2.6 重复性试验

精密称取样品 (S21) 6 份, 按照“2.2”项下方法制备, “2.3”项下色谱条件测定。结果蔗糖、蔗果三糖、耐斯糖、蔗果五糖、蔗果六糖、蔗果七

糖的质量分数 RSD 值分别为 2.94%、2.93%、1.59%、2.08%、1.16%、1.93%, 表明该方法的重复性良好。

2.7 稳定性试验

精密称取样品 (S21), 按照“2.2”项下方法制备, “2.3”项下色谱条件分别于 0、2、4、8、12、24、48 h 测定。结果蔗糖、蔗果三糖、耐斯糖、蔗果五糖、蔗果六糖、蔗果七糖的峰面积 RSD 值分别为 1.48%、1.04%、0.89%、0.81%、0.70%、0.69%, 表明样品在 48 h 内稳定性良好。

2.8 加样回收率试验

精密称取已测定样品 (S21) 约 0.02 g, 共 6 份, 分别精密加入蔗糖、蔗果三糖、耐斯糖、蔗果五糖、蔗果六糖、蔗果七糖对照品适量, 按照“2.2”项下方法制备, “2.3”项下色谱条件测定, 记录峰面积, 计算回收率。结果表明, 寡糖各成分的加样回收率良好。蔗糖、蔗果三糖、耐斯糖、蔗果五糖、蔗果六糖、蔗果七糖的平均加样回收率分别为 99.22%、101.12%、98.71%、101.56%、100.37%、101.56%, RSD 值分别为 3.08%、0.85%、2.45%、2.56%、3.26%、3.11%。

2.9 样品测定

精密称取 S1~S23 批样品, 按照“2.2”项下方法制备, 取制备的供试品溶液 1 mL, 按“2.3”项下色谱条件测定。进行 3 次平行实验, 记录峰面积, 标曲计算各成分的含量, 结果见表 3。结果表明, 福建栽培地区采收的样品中, 随着种植年限的增加, 寡糖的含量越来越低, 寡糖的质量分数在 $(232.53 \pm 9.48) \sim (342.31 \pm 43.88) \text{ mg/g}$, 蔗果六糖以 6 年生南靖巴戟天含量最高, 蔗果七糖以 5 年生龙岩巴戟天含量最高。广东各栽培产地中寡糖含量在 $(111.92 \pm 6.52) \sim (394.68 \pm 19.14) \text{ mg/g}$, 差异较大, 其中蔗糖、蔗果三糖、耐斯糖、蔗果五糖的含量以 3 年生高要巴戟天含量最高。而野生巴戟天和商品药材中寡糖各成分的含量均很低。

3 讨论

药材中次生代谢产物的形成以及含量变化是一个复杂的动态过程, 与生态环境、生长年限以及物候期有着紧密的关系^[12]。本研究通过采集不同产地及不同种植年限、采收时间的 19 批巴戟天新鲜样品和 2 批野生巴戟天样品及 2 批商品药材进行含量测定研究, 发现巴戟天肉质根中寡糖类成分的含量存在较大差异。

不同地区土壤、光照、降水、气候等环境因素

表 3 巴戟天药材中 6 种寡糖类成分的测定结果 ($\bar{x} \pm s, n = 3$)

Table 3 Determination results of six oligosaccharides in *Morinda officinalis* ($\bar{x} \pm s, n = 3$)

编号	质量分数/($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)						总含量
	蔗糖	蔗果三糖	耐斯糖	蔗果五糖	蔗果六糖	蔗果七糖	
S1	32.99±0.88	20.57±1.31	49.03±2.38	63.30±3.41	59.38±3.36	80.87±4.36	306.13±12.97
S2	35.59±4.92	29.90±5.59	56.27±10.36	71.41±12.46	70.54±4.90	79.57±7.03	342.31±43.88
S3	29.30±8.22	15.03±3.04	42.13±9.35	58.21±12.21	56.82±11.29	79.89±10.33	281.36±53.91
S4	31.03±5.94	17.83±4.18	38.32±4.70	48.85±6.06	47.26±6.64	63.52±2.94	246.80±18.50
S5	32.93±1.26	15.04±0.44	36.61±0.37	49.63±1.00	47.83±1.02	64.10±2.05	246.15±4.51
S6	35.12±8.94	11.77±1.83	36.29±0.52	46.97±1.14	43.61±3.54	64.42±5.15	238.17±18.25
S7	20.71±4.88	10.75±1.09	38.02±1.41	50.85±2.57	48.32±3.49	63.87±4.45	232.53±9.48
S8	35.25±0.77	19.91±0.69	34.79±1.49	42.81±1.16	40.61±1.83	55.25±1.46	228.61±5.77
S9	63.74±2.26	37.01±1.91	67.95±3.57	80.72±4.42	69.82±3.40	75.44±4.15	394.68±19.14
S10	23.38±0.94	10.73±0.51	23.13±1.23	30.23±1.56	31.83±1.33	46.13±2.13	165.43±6.20
S11	34.93±1.21	15.61±0.78	39.76±2.23	51.61±2.93	48.47±2.74	62.04±3.68	252.42±12.27
S12	36.05±0.57	14.47±0.48	29.83±0.93	35.98±2.01	34.02±1.08	46.55±1.04	196.89±4.36
S13	23.96±0.38	23.76±0.67	34.45±1.00	43.90±0.95	43.37±0.56	58.57±1.55	228.01±4.77
S14	39.29±1.36	21.11±0.25	40.57±0.15	52.24±0.48	50.54±0.66	66.62±0.91	270.37±1.85
S15	13.74±1.47	13.35±0.82	27.52±1.42	35.67±1.12	35.27±0.79	47.40±1.71	172.96±4.66
S16	27.96±2.36	18.26±0.99	41.49±0.69	56.88±0.94	56.43±0.83	73.58±0.65	274.60±4.96
S17	27.75±1.43	20.04±0.52	34.94±0.54	45.30±0.27	45.67±0.89	61.18±2.12	234.89±2.67
S18	42.17±2.66	29.77±2.16	11.84±0.84	9.52±0.77	7.89±0.29	10.74±0.31	111.92±6.52
S19	30.53±0.52	14.61±0.43	33.99±1.24	45.31±2.45	44.49±1.44	62.62±3.86	231.56±8.73
S20	17.64±0.26	8.07±0.19	20.59±0.63	28.75±0.59	30.46±0.92	43.97±0.87	149.47±3.40
S21	15.06±0.92	9.81±0.83	20.55±0.67	26.84±0.80	27.03±0.37	38.41±1.11	137.69±3.63
S22	11.78±0.03	8.80±0.29	15.53±0.15	19.91±0.38	22.48±0.52	35.12±1.00	113.62±1.43
S23	12.30±0.25	6.17±0.07	16.84±0.58	23.81±0.92	24.52±0.45	38.01±0.92	121.65±2.43

不同,影响寡糖类成分在肉质根的积累过程,从而导致巴戟天药材的质量差异。巴戟天主产于福建、广东、广西等地,广东种植基地较多,且分布较广,这可能是导致寡糖类成分差异较大的原因;福建主要的种植基地漳州南靖和龙岩,种植规模均相对较小,属于农民散户的小面积栽培。目前,广西已无大面积巴戟天种植基地,多数为生长在深山环境中的野生品,自然环境中降水、光照和营养物质等生长条件不稳定,导致有效成分累积缓慢、含量偏低。除此之外,人工栽培巴戟天会于春季对枝叶进行修剪以减少了水分的蒸腾及有机物的分解,使得植物长势更好,有利于营养物质更多的积累。这可能是 2 批野生巴戟天药材寡糖含量较低的原因。

同一产地不同种植年限的巴戟天寡糖类成分含量之间也存在显著的差异。福建巴戟天样品结果显示,随着种植时间增长,寡糖增加呈先增后降的趋势,广东巴戟天寡糖含量也有此趋势。可能是巴戟天长期光合作用使得单糖合成并累积,并在酶的催化作用下合成寡糖,使其含量逐渐升高;随着生

长年限的增加,植物光合作用的速率下降,如气孔和非气孔限制(叶片衰老),使得单糖合成减少^[13]。而耐斯糖等寡糖是在蔗糖的基础上逐渐增加一个果糖而成^[14],可能是单糖逐渐与寡糖聚合,寡糖的上单糖的数量逐渐增加,最终聚合成多糖,这可能是导致后期巴戟天寡糖含量下降的原因。根据含量测定的结果提示,福建种植的巴戟天建议在 6 年左右采摘,广东种植的巴戟天建议 3 年左右采摘为宜。

新鲜采摘的不同产地及种植年限的巴戟天样品,除广东莫村 6 年生巴戟天外,其余样品耐斯糖的含量均高于 2%,符合药典规定的巴戟天中耐斯糖含量不低于 2%^[1]。6 年生莫村巴戟天耐斯糖含量低于 2%,可能是由于聚合度较低的寡糖如 3~5 糖慢慢水解,使得耐斯糖水解脱去 1 分子果糖成为蔗果三糖,蔗果三糖再脱去 1 分子果糖成为蔗糖,进而导致蔗糖和果糖含量升高,耐斯糖的含量降低^[15]。2 批商品药材中耐斯糖的含量低于 2%,这可能是商品药材在处理和储存过程中也会导致寡糖含量的损失,与文献^[15]结果一致。

巴戟天抗抑郁的主要成分为耐斯糖,且药典规定其耐斯糖含量不得低于 2%^[1]。此次研究通过测定不同产地、不同年限巴戟天中 6 种寡糖含量,阐明了不同产地巴戟天中寡糖含量差异及其最佳采收时间。巴戟天从种植到采收总体周期较长,而选择在最佳采收时间采摘巴戟天可以更加充分地利用该资源,发挥更好的药效,显著提高巴戟天药材的质量,对巴戟天寡糖的质量控制及其临床应用提供保障。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2020: 81.
- [2] Zhang J H, Xin H L, Xu Y M, et al. *Morinda officinalis* How-A comprehensive review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology [J]. *J Ethnopharmacol*, 2018, 213: 230-255.
- [3] Xu L Z, Xu D F, Han Y, et al. BDNF-GSK-3 β -catenin pathway in the mPFC is involved in antidepressant-like effects of *Morinda officinalis* oligosaccharides in rats [J]. *Int J Neuropsychopharmacol*, 2016: 88.
- [4] Qiu Z K, Liu C H, Gao Z W, et al. The inulin-type oligosaccharides extract from *Morinda officinalis*, a traditional Chinese herb, ameliorated behavioral deficits in an animal model of post-traumatic stress disorder [J]. *Metab Brain Dis*, 2016, 31(5): 1143-1149.
- [5] Liang J, Liang J W, Hao H R, et al. Corrigendum: the extracts of *Morinda officinalis* and its hairy roots attenuate dextran sodium sulfate-induced chronic ulcerative colitis in mice by regulating inflammation and lymphocyte apoptosis [J]. *Front Immunol*, 2020, 11: 2092.
- [6] Lee Y K, Bang H J, Oh J B, et al. Bioassay-guided isolated compounds from *Morinda officinalis* inhibit Alzheimer's disease pathologies [J]. *Molecules*, 2017, 22(10): E1638.
- [7] Zhang H, Li J, Xia J, et al. Antioxidant activity and physicochemical properties of an acidic polysaccharide from *Morinda officinalis* [J]. *Int J Biol Macromol*, 2013, 58: 7-12.
- [8] 徐德峰, 宓为峰, 张素贞, 等. 巴戟天寡糖抗抑郁作用机制研究 [J]. 中国临床药理学杂志, 2015, 31(15): 1539-1542.
- [9] 邓朔, 宓为峰, 徐意, 等. 巴戟天寡糖对抑郁症患者血浆 BDNF, GDNF, VEGF 和 IGF-1 水平的影响 [J]. 中国新药杂志, 2017, 26(20): 2454-2458.
- [10] 丁平, 梁英娇, 刘瑾, 等. 巴戟天寡糖对小鼠精子生成作用的研究 [J]. 中国药理学杂志, 2008, 43(19): 1467-1470.
- [11] Yang Z M, Yi Y T, Gao C C, et al. Isolation of inulin-type oligosaccharides from Chinese traditional medicine: *Morinda officinalis* How and their characterization using ESI-MS/MS [J]. *J Sep Sci*, 2010, 33(1): 120-125.
- [12] 苏文华, 张光飞, 李秀华, 等. 植物药材次生代谢产物的积累与环境的关系 [J]. 中草药, 2005, 36(9): 112-118.
- [13] 郝庆秀, 康利平, 朱寿东, 等. 基于 UPLC-Q-TOF-MS^E 技术的巴戟天低聚糖成分的快速鉴别研究 [J]. 中国中药杂志, 2018, 43(6): 1201-1208.
- [14] 高冠龙, 冯起, 张小由, 等. 植物叶片光合作用的气孔与非气孔限制研究综述 [J]. 干旱区研究, 2018, 35(4): 929-937.
- [15] 孙恬, 刘凤松, 杨丽, 等. 巴戟天采后储存温度和时间对寡糖类成分的影响 [J]. 中国现代中药, 2020, 22(1): 80-84.

[责任编辑 时圣明]