



穿心莲两个主产区品质差异的初步解析

王启超¹, 许玲¹, 王飞扬¹, 柴伟国², 徐波³, 许鑫瀚⁴, 张晓丹^{1,5}, 梁宗锁^{1,5}

(1. 浙江理工大学, a. 生命科学与医药学院; b. 浙江省植物次生代谢调控重点实验室, 杭州 310018;

2. 杭州市农业科学院生物技术研究, 杭州 310024; 3. 天津天士力现代中药资源有限责任公司, 天津 300400;

4. 杭州市三叶青农业科技有限公司, 杭州 310029; 5. 宁波易中禾药用植物研究院有限公司, 宁波 315122)

摘要: 为解析穿心莲有效成分积累的规律及气候因子对穿心莲有效成分积累的影响, 明确穿心莲的最佳采收时期, 以广西贵港的穿心莲为材料, 结合当地的气候条件比较分析了不同生育期穿心莲的品质差异, 并对 9 个主要的农艺性状和 4 种有效成分指标进行了相关性分析; 并结合气候因子对广西贵港和广东湛江两地的穿心莲进行了品质比较分析。结果表明: 广西贵港的穿心莲不同生育期主要的农艺性状存在显著差异, 并且开花期的穿心莲内酯含量较高, 在快速生长期的 14-去氧穿心莲内酯含量较高, 在结荚期的新穿心莲内酯和脱水穿心莲内酯的含量较高; 不同年份间的穿心莲有效成分也存在显著差异, 穿心莲在开花期的穿心莲内酯含量最高; 新穿心莲内酯的积累与平均气温和峰值日照时数关系密切, 广西贵港穿心莲更适合做内酯类成分提取, 降水量和温度是影响品质的主要气象因子, 生物量是影响穿心莲产量和品质的重要因素, 是今后穿心莲育种和高产栽培考虑的重点。研究结果可为穿心莲新品种选育和高产栽培技术研究提供理论依据。

关键词: 穿心莲; 品质形成; 农艺性状; 气候因子; 高产栽培

中图分类号: Q946.8

文献标志码: B

文章编号: 1673-3851(2021)05-0416-07

Preliminary analysis on the formation of *Andrographis paniculata* quality between the two main producing areas

WANG Qichao¹, XU Ling¹, WANG feiyang¹, CHAI Weiguo², XU bo³,

XU Xinhan⁴, ZHANG Xiaodan^{1,5}, LIANG Zongsuo^{1,5}

(1a. College of Life Sciences and Medicine; 1b. Key Laboratory of Plant Secondary Metabolism and Regulation of Zhejiang Province, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China;

2. Institute of Biotechnology, Hangzhou Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310024, China;

3. Tianjin Tianshili Modern Traditional Chinese Medicine Resources Co., Ltd., Tianjin 300400, China;

4. Hangzhou Sanyeqing Agricultural Technology Co., Ltd., Hangzhou 310029, China;

5. Ningbo Yizhonghe Medical Plant Research Institute Co., Ltd., Ningbo 315122, China)

Abstract: Preliminary analysis of the accumulation rules of *A. paniculata* and the influence of climate factors on the accumulation of active ingredients of *A. paniculata*; clarify the optimal harvesting period of *A. paniculata*, *A. paniculata* from Guigang, Guangxi was used as the material to compare and analyze the quality differences of *A. paniculata* at different growth stages in combination with the local climatic conditions, and the correlation analysis was carried out for 9 main agronomic traits and 4 indexes of active components. The quality of *A. paniculata* from Guigang, Guangxi and Zhanjiang, Guangdong were

收稿日期: 2020-11-02 网络出版日期: 2021-01-05

基金项目: 浙江省农业重大技术协同推广计划试点项目(2018XTTGYC03); 浙江省基础公益研究计划项目(LGN19H280004)

作者简介: 王启超(1996—), 男, 山东省广饶县, 硕士研究生, 主要从事药用植物次生代谢方面的研究。

通信作者: 梁宗锁, E-mail: liangzs@iswc.ac.cn

compared and analyzed in combination with climatic factors. There were significant differences among the main agronomic characters of *A. paniculata* in guigang guangxi. In addition, the content of andrographolide was higher in flowering stage, higher in 14-deoxyandrographolide in rapid growth stage, and higher in Neoandrographolide and Dehydroandrographolide in pod stage. The effective components of *A. paniculata* in different years were also significantly different. The content of andrographolide and 14-deoxyandrographolide was higher in Gangbei district of Guigang, Guangxi, and the content of new andrographolide was higher in Suixi County of Zhanjiang, Guangdong. Precipitation had a great influence on the two active components (Neoandrographolide and Dehydroandrographolide) of Andrographolide, and the content of andrographolide was the highest in the flowering stage of andrographolide. The accumulation of andrographolide was closely related to average air temperature and peak sunshine hours. Analysis results show that different climatic conditions had little effect on the content of dehydrated andrographolide and extract of Andrographolide. Guangxi Guigang *A. paniculata* is more suitable for lactone extraction. Precipitation and temperature are the main meteorological factors affecting the quality. The result provides theoretical basis for the research of new varieties of *A. paniculata* and high-yield cultivation technology.

Key words: *Andrographis paniculate*; quality formation; agronomic traits; climatic factors; high yield cultivation

0 引 言

穿心莲(*Andrographis paniculata*)为爵床科穿心莲属植物,其干燥地上部分入药,初秋茎叶茂盛时采制并晒干,味苦、性寒;归心、肺、大肠、膀胱经,具有清热解毒、凉血、消肿的功效,可用于感冒发热、咽喉肿痛、蛇虫咬伤等^[1],从 20 世纪 70 年代以来一直作为重要的清热解毒药,目前已成为最具代表性的“大南药”药材之一^[2]。穿心莲在我国的主产区为广西贵港、广东湛江、福建漳州和四川宜宾等^[3-4],同时也是“两广”道地药材的典型代表。穿心莲分布较广泛,不同产地、不同生育期的穿心莲品质之间存有一定的差异^[5-6],但穿心莲品质形成的关键农艺性状和气象因子鲜有研究,不同年份间穿心莲的品质差异性研究也未见报道。

本文主要通过分析广西贵港不同贮藏年限的穿心莲品质差异,以及穿心莲不同生育期的 9 个主要农艺性状和 4 个有效成分指标之间的相关性,探讨储藏时间对穿心莲品质的影响,并结合当地气象条件,初步解析穿心莲品质形成的关键因素,对广东、广西两地穿心莲品质和气象条件的比较分析,进一步明确影响穿心莲品质的关键气象因子,为穿心莲高产栽培技术研究提供参考。

1 材料和方法

1.1 样 品

本文样品采收于广西贵港港北区和广东湛江遂

溪县,并对不同年份的穿心莲干样同时进行质量检测。将鲜样测完生物量之后,与干样分开放入烘箱,参考黄炜忠等^[7]的干燥方法,50 ℃烘干法将样品干燥 5 h,取出打粉后置于干燥处备用。具体采集情况见表 1。

表 1 穿心莲样品采集情况		
样品采收产地	采收时期	样品状态
广西贵港港北区 (北纬 3. 25°109. 75′)	2016 年 7 月	干样
	2017 年 7 月	干样
	2018 年 7 月	干样
	2019 年 7 月	干样
	2019 年 7 月(快速生长期)	鲜样
	2019 年 8—9 月(开花期)	鲜样
广东湛江遂溪县 (北纬 110. 25°21. 38′)	2019 年 10 月(结莢期)	鲜样
	2019 年 7 月	干样

注:干样均是地上部分 20 cm 以上的茎叶混合,鲜样是地上部分。

1.2 仪器与试剂

仪器:屹立 QE-50 高速粉碎机(浙江屹立工贸有限公司),60 目筛网(绍兴市上虞圣超仪器设备有限公司),GXZ-9070MBE 电热鼓风干燥箱(上海博讯实业有限公司医疗设备厂),万特 WT 型电子天平(杭州万特衡器有限公司),Heal Force 超纯水仪(上海康雷分析仪器有限公司),KQ-250B 型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司),Yaxin-1241 叶面积仪(北京雅欣理仪科技有限公司),Waters 2695 高效液相色谱仪(美国 Waters 公司),Waters 2998

二极管阵列检测器(美国 Waters 公司),Empower3 色谱分析软件(美国 Waters 公司)和 Waters SunFire C₁₈ 色谱柱(4.6 mm × 250 mm, 1.5 μm, 美国 Waters 公司)。

试剂:色谱级甲醇(德国默克公司),色谱级乙腈(德国默克公司),色谱级磷酸(上海阿拉丁生化科技股份有限公司),穿心莲内酯对照品(andrographolide,批号 5508-58-7, HPLC ≥ 98%),新穿心莲内酯(neoandrographolide,批号 27215-14-1, HPLC ≥ 98%),14-去氧穿心莲内酯(deoxyandrographolide,批号 79233-5-1, HPLC ≥ 98%)和脱水穿心莲内酯(dehydroandrographolide,批号 134418-28-3, HPLC ≥ 98%),均购自上海源叶生物科技有限公司。

1.3 穿心莲四种活性成分测定

按照参考文献[8]和文献[9]中的 HPLC 测量穿心莲内酯含量的方法,对样品进行测量。

色谱条件:色谱柱为 Sunfire C18 (250 mm × 4.6 mm, 5 μm);流动相为 A(乙腈)~B(0.4%磷酸水),梯度洗脱(0~35 min, 5%~45% A; 35~60 min, 45%~52% A; 60~62 min, 52%~5% A);柱温 30 ℃;流速 1 mL/min;检测波 223 nm;进样量 20 μL。

对照品溶液的制备:分别精密称取穿心莲内酯标准品、新穿心莲内酯标准品、14-去氧穿心莲内酯标准品及脱水穿心莲内酯标准品,加甲醇配制成 1 mg/mL 的混合对照品溶液。

供试品溶液的制备:精密称定穿心莲粉末(过 60 目筛)0.2 g,置于具塞锥形瓶中,加入甲醇 10 mL,密塞,称定重量,浸渍 30 min,然后超声提取 30 min,待溶液温度达到室温,用甲醇补足重量,离心,取上清液,过 0.22 μm 滤膜,续滤液作为供试品溶液。

1.4 穿心莲浸出物测定

按照参考文献[1]中的方法进行,具体如下:取

过 60 目筛的穿心莲粉末 2 g,精密称定,至 100 mL 的锥形瓶中,精密加无水乙醇 50 mL,密塞,称定重量,静置 1 h 后,连续回流冷凝管,加热至沸腾,并保持微沸 1 h。放冷后,取下锥形瓶,密塞,再称定重量,用甲醇补足减失的重量,摇匀,用干燥滤器滤过,精密量取滤液 25 mL,至已干燥至恒重的蒸发皿中,在水浴上蒸干后,于 105 ℃干燥 3 h,置干燥器中冷却 30 min,精密称定重量。

1.5 农艺性状测定

对 2019 年 8 月份广西贵港港北区的穿心莲鲜样,测定其叶长、叶宽、叶面积、株高、一级分枝数、叶片数、鲜重、干重、叶比重,每组 5 株,共测定了 3 组。

1.6 数据分析

利用 Excel 2019 对所测量数据进行整理,利用 SPSS 20.0 软件进行统计分析,利用 Wheat A 小麦芽农业气象大数据系统 V1.2.2 得到的当地气象数据,各组数据测定重复 3 次,性状差异采用单因素方差分析,相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同生育期穿心莲农艺和品质性状比较分析

对 2019 年 7—10 月广西贵港采集的穿心莲鲜样进行了全生育期农艺性状和品质性状分析(表 2)。由表 2 可知,不同生育期农艺性状除叶长、叶宽和叶面积、叶重比无显著性差异外,其余的株高、鲜重、干重、一级分枝数和叶片数都存在显著性差异,其中开花期和结荚期的株高生长明显高于快速生长期,而到了开花期后穿心莲株高变化不明显;开花期的鲜重、干重和叶片数最大,明显高于结荚期;一级分枝数也在开花期达到最大,显著高于快速生长期。

表 2 穿心莲不同生育期农艺性状比较

生长时期	快速生长期	开花期	结荚期
株高/cm	60.81±17.53b	69.75±21.61a	69.50±5.07a
鲜重/g	102.34±49.12a	127.2±56.74a	84.48±5.53b
干重/g	14.91±8.05a	20.25±10.39b	10.80±3.05a
叶重比/%	59.00±6.00a	61.00±20.00a	62.00±7.00a
一级分枝数	18.88±9.8b	32.50±8.59a	29.25±3.59a
叶长/mm	93.50±10.45a	97.00±33.37a	98.50±15.61a
叶宽/mm	26.99±3.59a	25.6±9.10a	28.25±4.70a
叶面积/mm ²	1458.84±325.90c	1370.45±508.38b	1619.80±516.62a
叶片数	197.00±83.12a	212.50±78.36a	166.00±31.11b

注:同列数据后无相同小写字母表示处理间差异显著($p<0.05$)。

对 2019 年不同生育期的广西贵港采集的穿心莲 4 中成分分析(表 3)。由表 3 可看出穿心莲在不同生育期中 4 种内酯含量的差异积累。其中穿心莲内酯含量在开花期要高于快速生长期和开花期,而新穿心莲内酯,14-去氧穿心莲内酯和脱水穿心莲内酯含量在各生育期间存在显著差异,其中结莢期的

新穿心莲内酯和脱水穿心莲内酯的含量显著高于快速生长期和开花期,而快速生长期和开花期之间的新穿心莲内酯和脱水穿心莲内酯的含量变化不显著;快速生长期的 14-去氧穿心莲内酯的含量明显高于开花期和结莢期,而开花期和结莢期间的 14-去氧穿心莲内酯的含量变化不显著。

表 3 穿心莲不同生育期 4 种内酯成分比较

内酯名称	快速生长期	开花期	结莢期
穿心莲内酯/(mg·g ⁻¹)	32.33±5.33a	33.20±1.56a	31.58±10.79a
新穿心莲内酯/(mg·g ⁻¹)	6.55±1.83b	5.80±0.28b	8.90±3.04a
14-去氧穿心莲内酯/(mg·g ⁻¹)	9.78±5.04a	5.15±1.48b	5.64±3.59b
脱水穿心莲内酯/(mg·g ⁻¹)	4.84±1.89b	3.85±1.06b	6.20±2.33a

注：同列数据后无相同小写字母表示处理间差异显著($p<0.05$)。

2.2 不同贮藏年份穿心莲品质比较分析

2016—2019 年广西贵港不同贮藏年份的穿心莲品质分析情况见表 4。穿心莲中 4 种内酯含量在不同年份间变化较大,其中 2016 年产的新穿心莲内酯和脱水穿心莲内酯含量明显高于其他年份,均值分别达到 13.71 mg/g 和 20.42 mg/g,是 2018 年产的新穿心莲内酯和脱水穿心莲内酯含量的 2.2 倍和 7.6 倍;2018 年产的穿心莲内酯含量最高,明显高于 2016 年和 2017 年的穿心莲内酯

含量,均值高达 39.30 mg/g,是 2016 年产的穿心莲内酯含量的 2.9 倍,2019 年产的穿心莲内酯含量略低于 2018 年产的穿心莲,但这两年产的穿心莲内酯含量差异不显著;2019 年产的 14-去氧穿心莲内酯最高(7.30 mg/g),明显高于 2016 年和 2017 年产的穿心莲,达到 2016 年产的穿心莲中 14-去氧穿心莲内酯含量的 2.7 倍,而 2018 和 2019 年产的穿心莲中的 14-去氧穿心莲内酯含量无显著差异。

表 4 不同贮藏年份穿心莲中 4 种内酯含量比较

不同年份	穿心莲内酯/(mg·g ⁻¹)	新穿心莲内酯/(mg·g ⁻¹)	14-去氧穿心莲内酯/(mg·g ⁻¹)	脱水穿心莲内酯/(mg·g ⁻¹)
2016	13.30±3.70c	13.71±0.83a	2.71±0.44c	20.42±1.21a
2017	26.01±3.90b	8.31±0.92b	5.02±0.62b	7.41±0.52b
2018	39.33±1.70a	6.22±0.61b	6.52±0.83a	2.70±0.81c
2019	32.91±2.60a	6.71±1.34b	7.30±0.52a	6.02±0.52b

注：同列数据后无相同小写字母表示处理间差异显著($p<0.05$)。

2.3 穿心莲 9 个农艺性状及 4 种主要有效成分的相关性分析

对广东湛江穿心莲鲜样的 9 个主要农艺性状与 4 种主要有效成分的相关性分析详见表 5。由表 5 可知,穿心莲株高与新穿心内酯含量呈极显著相关。叶长与叶宽、叶面积呈极显著相关。叶宽与叶面积呈极显著相关。鲜重与干重、叶片数呈极显著相关。一级分枝

数与 14-去氧穿心莲内酯呈极显著负相关。脱水穿心莲内酯与穿心莲内酯和 14-去氧穿心莲内酯呈极显著相关,与一级分枝数呈显著负相关。因此,穿心莲的叶片数对鲜重起着重要的作用,鲜重、株高等农艺性状对穿心莲中主要有效成分新穿心内酯含量具有重要的影响,叶片数直接影响穿心莲的产量,脱水穿心莲内酯直接影响穿心莲内酯和 14-去氧穿心莲内酯含量。

表 5 穿心莲 9 个农艺性状与 4 种主要有效成分的相关性分析

XZ	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
B	0.528											
C	0.380	0.714**										
D	0.422	0.853**	0.933**									
E	-0.086	0.182	-0.237	-0.175								
F	0.244	0.287	-0.171	-0.059	0.785**							
G	-0.221	-0.148	-0.128	-0.125	-0.076	-0.085						
H	0.497	0.185	-0.187	-0.095	0.125	0.146	0.400					
I	-0.077	0.201	-0.258	-0.183	0.770**	0.470	-0.287	0.028				
J	-0.033	0.384	0.197	0.338	0.255	0.103	-0.180	-0.161	0.474			

表 5 续

XZ	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
K	0.780**	0.283	0.159	0.143	−0.037	0.248	−0.344	0.257	0.045	−0.019		
L	−0.367	0.019	0.307	0.208	0.051	−0.182	−0.076	−0.698**	0.293	0.503	−0.234	
M	−0.310	−0.076	0.169	0.149	−0.159	−0.381	−0.096	−0.549*	0.137	0.684**	−0.146	0.817**

注:**: $p<0.01$;*: $p<0.05$;XZ:性状;A:株高 B:叶长 C:叶宽 D:叶面积 E:鲜重 F:干重 G:叶重比 H:一级分枝数 I:叶片数 J:穿心莲内酯 K:新穿心莲内酯 L:14-去氧穿心莲内酯 M:脱水穿心莲内酯。

2.4 气候条件对穿心莲有效成分积累的影响

2019 年 7—10 月广西贵港的气候条件见表 6。由表 3 和表 6 综合分析表明,广西贵港港北区穿心莲在快速生长期(6—7 月),降水量、平均温度和相对湿度都是在生育期中最高的,分别达到 242.49 mm、28.7℃和 90.38%,这说明降水量、平均温度、湿度在穿心莲的快速生长有明显的促进作用。14-去氧穿心莲内酯在这个时期显著高于其他两个生育期,表明降水量,平均温度和相对湿度是 14-去氧穿心莲内酯积累的重要因素。开花期(8—9 月)的日照(指峰值日照时数)在穿心莲整个生育期中最高,这时期的穿心莲内酯含量有所升高,但与快速生长期相比增加不明显;其他 3 个内酯含量变化也不显著,表明日照对穿心莲有效成分积累影响相对不大。结荚期(10 月份)的气温、相对湿度有所下降,日照也持续减少,特别是降水量明显减少,此时穿心莲的营养生长基本停止,生殖生长迅速增强;新穿心莲内酯和脱水穿心莲内酯的含量明显高于其他两个生育

期,表明降水量对穿心莲两个有效成分(新穿心莲内酯和脱水穿心莲内酯)的影响非常大。

表 6 广西贵港穿心莲不同生育期的气候条件

不同生育期	降水量/ mm	平均气温/℃	日照/ (W·m ⁻²)	相对湿度/%
快速生长期	242.49	28.70	221.95	90.38
开花期	189.89	28.54	255.52	83.29
结荚期	48.55	24.46	184.06	82.46

2.5 不同产地的穿心莲品质差异分析

为了进一步解析穿心莲品质形成的关键气象因子,对广西贵港和广东湛江 2 个穿心莲主产区的穿心莲品质和气象条件进行了比较分析(表 7)。表 7 显示广西贵港港北区的穿心莲内酯含量和 14-去氧穿心莲内酯含量明显高于广东湛江遂溪县的穿心莲含量,分别达到了 32.97 mg/g 和 8.23 mg/g。而广东湛江遂溪县的新穿心莲内酯的含量(13.95 mg/g)明显高于广西贵港港北区的穿心莲,达到了 2.08 倍。两地脱水穿心莲内酯和浸出物的含量没有显著差异。

表 7 不同产区穿心莲四种内酯含量比较

不同产区	穿心莲内酯/ (mg·g ⁻¹)	新穿心莲内酯/ (mg·g ⁻¹)	14-去氧穿心莲内酯/ (mg·g ⁻¹)	脱水穿心莲内酯/ (mg·g ⁻¹)	浸出物含量/%
广东湛江	22.80±2.61b	13.95±0.02a	2.10±0.35b	5.75±1.25a	9.00±0.10a
广西贵港	32.97±1.19a	6.71±0.35b	8.23±0.92a	4.71±0.38a	8.90±0.09a

注:同列数据后无相同小写字母表示处理间差异显著($p<0.05$)。

表 8 比较分析了 2019 年两个穿心莲主产区快速生长期(7 月)的气候条件,由表 8 可以看出:广西贵港的降水量和相对湿度明显高于广东湛江,从温度和峰值日照时数看,广东湛江比广西贵港略高,更进一步说明了降水量是促进穿心莲快速生长的决定因素。根据表 7 和表 8 综合分析结果表明:广西贵港产的穿心莲内酯和 14-去氧穿心莲内酯含量显著高于广东产的穿心莲,表明这两种内酯含量的积累与降水量和相对湿度密切相关;新穿心莲内酯的含量,广东湛江产的穿心莲明显高于广西贵港产的穿心莲,表明新穿心莲内酯的积累与平均气温和峰值日照时数关系密切;然而不同气候条件对穿心莲的脱水穿心莲内酯和浸出物含量的影响不大。

表 8 穿心莲不同产区的气候条件

产地	降水量/mm	平均气温/℃	日照/ (W·m ⁻²)	相对湿度/%
广东湛江	162.80	30.00	255.51	85.20
广西贵港	242.49	28.70	221.95	90.38

3 讨 论

本文对不同贮藏年限穿心莲有效成分的分析结果表明,2016 年产的脱水穿心莲内酯明显高于其他年份,均值高达 20.4 mg/g。有研究表明随着储藏年限的延长,稻谷的吸水率和膨胀体积均升高,感官评分均呈降低趋势,表明稻谷的贮藏年限与其品质呈反比^[10];而宋莹等^[11]对 2013—2019 年的普洱茶进行成分分析,发现不同年限的普洱茶浸出物、可溶

性糖和咖啡碱含量变化不明显,因此穿心莲贮藏时间与脱水穿心莲内酯含量是否相关还有待进一步的实验验证。对广西贵港的穿心莲农艺性状和成分进行相关性分析表明,穿心莲的叶片数对鲜重起着重要的作用,鲜重、株高等农艺性状对穿心莲中主要有效成分新穿心内酯含量具有重要的影响,与曾吴静等^[9]研究的穿心莲叶片数影响其主要成分的结果基本一致。由此可见,生物量是影响穿心莲产量和品质的重要因素,是今后育种和高产栽培的关注重点。

汤海燕等^[12]测定了不同采收时期穿心莲中穿心莲内酯的含量,结果表明,不同采收时期对穿心莲内酯含量的影响明显,开花前穿心莲内酯含量最高;吴淑平^[13]研究了茶树营养生长与生殖生长的关系及调控方法,茶树的大面积开花会严重影响了茶叶的产量和品质;向福等^[14]发现,开花期中的紫苏叶总黄酮含量最高。本文结果也与上述研究结果基本一致,即穿心莲适宜在开花期采收,此时穿心莲内酯含量最高。因此,开花这一生殖生长对于中药材有效成分的积累影响很大,应该确定最佳收获时期,进行中药材的适时采收。

药材的道地性和当地的气候条件密切相关^[15]。降水量是穿心莲有效成分积累的重要因素,尤其对穿心莲内酯和 14-去氧穿心莲内酯的影响较大与周翔等^[16]降水量的增加有利于烟叶化学成分累积的结果相似;徐倩^[17]研究也发现,降水量与茶叶的水溶性浸出物呈极显著相关;苏锦松等^[18]研究发现,降水量是沙棘叶中槲皮素积累的主导因子。因此,降水量在中药有效成分积累中起着十分重要的作用,在中药材高产栽培技术研究中应特别注意降水量减少时的水分补给。通过对当地气象因素的调查研究,2019 年广西贵港港北区 4—10 月份平均气温 26.93 ℃^[19],而在 2019 年广东湛江遂溪县 4—10 月份平均气温 28.29 ℃^[20-23],本文结果表明,新穿心莲内酯的积累与平均气温和峰值日照时数关系密切,这与王帅^[24]研究的温度变化可以显著影响黄芩中黄芩苷含量累积的结果相一致。因此,气温也是中药材有效成分积累的关键因素之一。

穿心莲内酯、新穿心莲内酯、14-去氧穿心莲内酯和脱水穿心莲内酯的总含量是评价穿心莲品质的重要指标,《中华人民共和国药典》(2020 年,简称《药典》)规定穿心莲内酯总量不得低于 1.5%^[1]。本文研究结果表明,两个穿心莲主产区(广西贵港和广东湛江)所出的穿心莲均符合《药典》标准,其中广西贵港产的穿心莲内酯总量较高,比较适合用于内酯类

成分的提取加工。两个主产区穿心莲的品质差异,结果表明:4 种内酯含量中 2 种为广西贵港产的穿心莲明显高于广东湛江产的穿心莲,1 种为广东湛江产的高,另外 1 种不存在显著差异,其原因可能是穿心莲适应了不同产区的气候条件,形成了特有的道地性。

土壤质地可以影响二萜内酯的含量,从而影响穿心莲的生源合成,纬度偏高的地区,年平均气温高,地表接收的光辐射量较强,年生长期较长,可能会有利于内酯合成,纬度高的地区则相反。穿心莲在贮藏过程中的质量变化主要表现在穿心莲干燥品含水量上升,二萜内酯的成分逐渐降低,其干燥品的颜色由黑到灰暗,其中贮藏环境对内酯类代谢有一定的影响,导致这些影响的主要因素是水分、温度、氧气、真菌等。

4 结 论

本文以广西贵港的穿心莲为材料,结合当地的气候条件比较分析了不同生育期穿心莲的品质差异,并对 9 个主要的农艺性状和 4 种有效成分指标进行了相关性分析,并结合气候因子对广西贵港和广东湛江两地的穿心莲进行了品质比较分析,主要结论如下:

a)广西贵港的穿心莲不同生育期主要的农艺性状的株高、鲜重、干重、一级分枝数和叶片数都存在显著差异;并且开花期的穿心莲内酯含量较高,在快速生长期的 14-去氧穿心莲内酯含量较高,在结荚期的新穿心莲内酯和脱水穿心莲内酯的含量较高;不同年份间的穿心莲有效成分也存在显著差异;广西贵港港北区穿心莲内酯和 14-去氧穿心莲内酯含量较高,广东湛江遂溪县的新穿心莲内酯含量较高。

b)降水量对穿心莲中新穿心莲内酯和脱水穿心莲内酯含量的影响非常大,穿心莲在开花期的穿心莲内酯含量最高,新穿心莲内酯的积累与平均气温和峰值日照时数关系密切。

c)广西贵港穿心莲更适合做内酯类成分提取,降水量和温度是影响品质的主要气象因子;生物量是影响穿心莲产量和品质的重要因素,是今后穿心莲育种和高产栽培考虑的重点。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 北京:中国医药科技出版社, 2020: 281.
- [2] 邵艳华,王建刚,吴向维,等. 穿心莲种质资源调查研究[J]. 中国现代中药, 2013, 15(2): 112-117.

[3] 张晓,唐力英,吴宏伟,等. 穿心莲现代研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(18): 222-234.

[4] 闫婕,卫莹芳,胡慧玲,等. 穿心莲药用植物资源调查[J]. 时珍国医国药, 2013, 24(8): 1997-1999.

[5] 刘晟楠,魏惠珍,殷文静,等. 不同产地不同部位 3 种穿心莲内酯成分研究[J]. 时珍国医国药, 2016, 27(6): 1483-1484.

[6] 曾令杰,梁晖,林蔚兰. 穿心莲各生育期的药材质量和干物质积累动态研究[J]. 中成药, 2007(6): 870-872.

[7] 黄炜忠,丘迅华,叶祖辉,等. 不同干燥方法下的穿心莲质量稳定性研究[J]. 今日药学, 2015, 25(12): 843-845.

[8] 美国药典委员会. 美国药典, 国家处方集[M]. 北京:化学工业出版社, 2013:1187-1188.

[9] 曾吴静,许玲,何秋伶,等. 穿心莲农艺性状及其与二萜内酯成分相关性研究[J]. 中国中药杂志, 2019, 44(15): 3233-3238.

[10] 周显青,祝方清,张玉荣,等. 不同储藏年限稻谷的蒸煮特性及其米饭的食味和质构特性分析[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2020, 41(1): 96-103.

[11] 宋莹,胡兴明,罗晓燕,等. 不同仓储年份普洱生茶内含成分变化规律研究[J]. 蚕桑茶叶通讯, 2020(3): 17-21.

[12] 汤海燕,黄玉明,郭小玲. 不同采收时期穿心莲中穿心莲内酯的含量测定[J]. 内蒙古中医药, 2014, 33(8): 48-49.

[13] 吴淑平. 茶树营养生长与生殖生长的关系及调控方法[J]. 中国园艺文摘, 2011, 27(5): 182-183.

[14] 向福,江安娜,项俊,等. 不同生育期紫苏叶中 β -胡萝卜素和总黄酮的动态积累[J]. 食品工业科技, 2015, 36(14): 143-146.

[15] 何冬梅,王海,陈金龙,等. 中药微生态与中药道地性[J]. 中国中药杂志. 2020, 45(02): 290-302.

[16] 周翔,梁洪波,董建新,等. 山东烟区降水对烟叶主要化学成分的影响[J]. 中国烟草科学, 2008(2): 37-41.

[17] 徐倩. 基于品质成分含量地域差异的滇西南地区古茶园保护与管理研究[D]. 昆明:云南大学, 2018:34-35.

[18] 苏锦松,赵彩云,文检,等. 中国沙棘叶黄酮类成分与生态因子相关性及其生态适宜性研究[J]. 中国中药杂志, 2017, 42(10): 1865-1870.

[19] 徐圣璇,周美丽. 2019 年广西春季气候特征及其对农业的影响[J]. 现代农业科技, 2020(7): 191-192.

[20] 郑璟,庞古乾,杜尧东,等. 2019 年 3—4 月广东省天气气候特点及其影响评述[J]. 广东气象, 2019, 41(3): 2-81.

[21] 李文媛,杜尧东,张柳红. 2019 年 5—6 月广东省天气气候特点及其影响评述[J]. 广东气象, 2019, 41(4): 2-81.

[22] 伍红雨,李文媛,杜尧东. 2019 年 7—8 月广东省天气气候特点及其影响评述[J]. 广东气象, 2019, 41(5): 2-81.

[23] 李文媛,刘尉,杜尧东. 2019 年 9—10 月广东省天气气候特点及其影响评述[J]. 广东气象, 2019, 41(6): 2-87.

[24] 王帅. 黄芩愈伤组织黄芩苷次生代谢对温度变化的响应[D]. 长春:吉林农业大学, 2018:27-28.

(责任编辑:唐志荣)