

川明参栽培后期生长动态与品质相关性探讨

孙佩, 童文*, 叶霄, 张超, 黄海艳

四川省农业科学院经济作物育种栽培研究所, 成都 610300

摘要: 对川明参栽培后期生长动态进行观察, 测定其根中淀粉、可溶性糖、水溶性浸出物、欧前胡素的含量, 并进行生长动态与品质变化的相关性分析。结果表明: 川明参栽培后期, 药材淀粉含量急剧下降, 可溶性糖、水溶性浸出物含量升高, 欧前胡素含量太低且变化不明显。淀粉含量与折干率极显著正相关, 对药材产量形成的贡献最大。3月中旬是青白江川明参适宜采收期, 此时单株产量、单株浸出物量最大, 干燥根淀粉含量达60%以上、折干率45%以上, 叶片长势最为茂盛, 80%植株花序梗高度达55~70 cm。

关键词: 川明参; 生长动态; 淀粉含量; 适宜采收期

中图分类号: R282.2

文献标识码: A

DOI: 10.16333/j.1001-6880.2017.7.013

Correlation Analysis between the Growth Dynamics and Quality of *Chuanmingshen violaceum* during the Late Cultivation Period

SUN Pei, TONG Wen*, YE Xiao, ZHANG Chao, HUANG Hai-yan

Industrial Crop Research Institute, Sichuan Academy of Agriculture Sciences, Chengdu 610300, China

Abstract: The growth dynamics of *Chuanmingshen violaceum* was observed during the late cultivation periods and the content of starch, soluble sugar, water-soluble extract and imperatorin in root was determined, the correlation between growth dynamics and quality was then analyzed. As the results showed, during the late cultivation period, the content of starch decreased rapidly. In contrast, soluble sugar and water-soluble extract increased, and the content of imperatorin was too low to make a comparison. A significant positive correlation was found between starch content and drying rate in root which makes the biggest contribution to the yield. Hence, mid-March is the most suitable harvest time of *C. violaceum* in Qingbaijiang for the highest yield and extract amount per plant, starch content of dry root was higher than 60%, root drying rate was above 45%. The plants was in its leafiest time and 80% of their peduncles can grow up to 55-70 cm at that time.

Key words: *Chuanmingshen violaceum*; growth dynamics; starch content; suitable harvest time

川明参 *Chuanmingshen violaceum* Shsh et Shan 为伞形科川明参属植物, 以根入药, 具有滋阴补肺、健脾的功能, 用于肺热咳嗽、热病伤阴, 为川产地道药材, 已收载于2010年版《四川省中药材标准》^[1] (以下简称川标)。川明参不仅做药用, 在民间还作为滋补品、菜肴等食用, 市场需求量大, 在四川阆中、金堂、巴中、苍溪、中江等地区人工种植已成规模。川明参药材鲜品易褐变、不耐储存, 采后需及时加工干燥。通过清洗、刮去外皮、蒸煮、干燥成色白、粉性足的药材, 具有良好的外观和粉糯的口感。何玉

钊^[2]报道阆中气候条件下的高产优质采收期为4月10日至20日, 该研究对不同采挖时期鲜重产量进行分析, 但未考虑折干率的影响; 品质变化以观察和品尝为判定, 未进行定量分析。笔者在做川明参加工试验中发现, 3月份采收的川明参鲜品和4月下旬采收的川明参鲜品均色泽洁白、根茎饱满, 品相相差无异。但经过加工干燥后, 4月下旬采收的样品表面皱缩泛黄、断面无粉性、折干率降低。由此可见, 川明参栽培后期药材品质急剧变化。在品质测定方面, 李宏等人研究表明川明参祛痰止咳, 滋阴强体药效活性部位为其石油醚提取部位, 该部位中主要含各种香豆素类成分^[3,4], 并建立了RP-HPLC法测定5-异戊烯基-8-甲氧基补骨脂素和欧前胡素含量的方法^[5]。刘涛等人以欧前胡素含量为指标, 对川明参不同加工方式样品进行测定和比较^[6]。刘

收稿日期: 2016-12-30 接受日期: 2017-03-22

基金项目: 四川省科技支撑计划(2014FZ0053); 四川省现代农业技术创新与示范专项(2014CXSF-005)

* 通信作者 E-mail: tongwen222@163.com

思琦等人建立一种适用于根类药材的淀粉含量测定新方法——高氯酸-萸酮比色法^[7]。

本文以成都市青白江人工栽培川明参为研究对象,观察栽培后期(3月至5月)川明参地上部分和根生长动态,测定根鲜重和折干率,结合量化的品质指标评价,明确了川明参最佳采收期的外观形态和品质指标,为淀粉高含量根茎类药用植物的研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

川明参样品采自成都市青白江人和乡南岳村一组。在3~4月的传统采收期间,采挖完整植株做生长动态观察,去除茎叶及泥沙,根干燥后粉碎并过60目筛供品质测定用。自制川明参淀粉:鲜川明参去皮,加3倍水匀浆,过滤,滤布中残渣用6倍水洗,滤液和水洗液合并搅匀静置一夜,弃去水层和沉淀表面黄棕色物,取底部淀粉加水混匀,离心,弃去水层,反复数次洗去可溶性糖,将淀粉沉淀阴干后,烘箱45℃干燥12h做淀粉含量测定对照品。

1.2 生长动态观察

2016年3月至5月采收川明参植株,每周从田间采收40棵完整植株。首先观察叶片生长、开花结果情况;随机取10棵分别测量花茎高度、称定地上部分(茎叶、花茎、果实)鲜重、单根鲜重,计算平均值;再将剩余的30棵植株,随机分3组,去除茎叶及泥沙,称量每组根鲜重后置烘箱中60℃烘干,干燥后再次称重,计算根折干率,取平均值。

1.3 品质测定

川标规定川明参水溶性浸出物含量不得少于10.0%^[1]。文献报道^[3,5]欧前胡素是川明参的药效活性成分之一。本研究选择浸出物和欧前胡素作为川明参药用品质指标,可溶性糖和淀粉作为川明参食用的品质指标(可溶性糖和淀粉含量同时也是植物生长重要的生理指标),每个指标均进行3次重复测定取平均值。

1.3.1 仪器与试剂

Agilent 1200 高效液相色谱仪、Lambda25 紫外可见分光光度计、Sigma 高速离心机、DHG-9053A 电热恒温鼓风干燥箱、HHS-11-4 水浴锅、电炉。对照品均购自中国食品药品鉴定研究院:欧前胡素(批号:110826-201214)、无水葡萄糖(批号:110833-201205)。甲醇为色谱纯(Fisher公司),水为怡宝纯

净水。萸酮(上海展云化工有限公司,25g,分析纯)、硫酸和高氯酸(西川西陇化工有限公司,500mL,分析纯),其余试剂均为分析纯。

1.3.2 可溶性糖含量

可溶性糖含量以无水葡萄糖为对照品,采用萸酮硫酸法测定。萸酮硫酸溶液:0.4g萸酮溶于100mL 88%硫酸溶液。精密称定无水葡萄糖对照品,加水制成每1mL含无水葡萄糖0.1mg的对照品溶液。精密量取对照品溶液0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2mL,置于15mL具塞试管中,加水至2.0mL,精密加入萸酮硫酸溶液6.0mL,摇匀,于沸水浴中加热10min,立即转入冰水浴中冷却10min,以水为空白,在625nm波长处测定吸光度,以吸光度A为纵坐标,浓度为横坐标,绘制标准曲线 $Y = 12.511X - 0.0004$, $r = 1$ 。称取川明参样品粉末50mg,置于15mL试管中,加入7mL 80%乙醇溶液,在80℃水浴中提取30min,取出,离心(6000rpm)5min,收集上清液,再重复提取两次,收集三次上清液合并于蒸发皿。蒸发皿置水浴上使乙醇溶液蒸发至2~3mL,转移至50mL容量瓶,加水定容。精密量取上述溶液0.2mL,置15mL具塞试管中,加水至2.0mL,自“精密加入萸酮硫酸溶液6.0mL”起,依法测定吸光度,从标准曲线上读出样品溶液中含葡萄糖的重量,计算,即得。

1.3.3 淀粉含量

淀粉含量以自制川明参淀粉为对照品,参考文献^[7]高氯酸水解—萸酮硫酸法加以改进。称取川明参淀粉对照品50mg置小烧杯中,加水3mL,搅拌均匀,放入沸水浴中糊化15min。冷却后,加入2mL冷的9.2mol/L高氯酸,不时搅拌,搅拌15min溶解后转移至50mL容量瓶中,用水冲洗烧杯,洗液移入容量瓶定容。取上述溶液10mL于100mL容量瓶,加水制成每1mL含淀粉0.1mg的对照品溶液。分别精密量取对照品溶液0.2、0.4、0.6、0.8、1.0mL,置于15mL具塞试管中,加水至2.0mL,精密加入萸酮硫酸溶液6.0mL,摇匀,于沸水浴中加热10min,立即转入冰水浴中冷却10min,以水为空白,在625nm波长处测定吸光度,以吸光度A为纵坐标,浓度为横坐标,绘制标准曲线 $Y = 0.0063X - 0.0332$, $r = 0.9995$ 。取1.3.2项下“收集三次上清液”后的样品离心沉淀(已除去可溶性糖)加水3mL,搅拌均匀,放入沸水浴中糊化15min。冷却后,加入2mL冷的9.2mol/L高氯酸,搅拌提取淀粉15

min 后加水至 10 mL, 混匀, 离心 (6000 转/min) 10 min, 收集上清液, 再加入 2 mL 4.6 mol/mL 高氯酸重复提取一次, 收集两次高氯酸上清液于 100 mL 容量瓶, 再用水洗沉淀 2 次, 离心, 合并上清液于容量瓶并加水定容。精密量上述溶液 0.2 mL, 置 15 mL 具塞试管中, 加水至 2.0 mL, 自“精密加入蒽酮硫酸溶液 6.0 mL”起, 依法测定吸光度, 从标准曲线上读出供试品溶液中含淀粉的重量, 计算, 即得。

1.3.4 水溶性浸出物含量

照 2015 年版《中国药典》^[8] 四部水溶性浸出物测定法 (通则 2201) 项下热浸法测定。

1.3.5 欧前胡素含量

参考文献^[5] 采用高效液相色谱法测定。色谱柱: EclipseXDB-C₁₈ (4.6 × 150 mm, 5 μm); 流动相: 甲醇—水 (65:35); 流速: 0.8 mL/min; 检测波长:

246 nm; 柱温: 30 °C。精密称定欧前胡素对照品, 加甲醇制成每 1 mL 含欧前胡素 44 μg 的对照品溶液。精密称取川明参药材粉末 2 g, 加甲醇 20 mL 回流提取 2 次, 每次 2 h, 提取液过滤, 合并后蒸干, 残渣加甲醇溶解后, 定容至 10 mL 作为供试品溶液。精密吸取对照品溶液及供试品溶液各 10 μL, 分别注入液相色谱仪测定, 采用外标法计算含量。

1.4 统计分析

利用 Microsoft Excel 和浙大 DPS 数据处理系统进行数据统计分析, 用 LSD 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 生长动态

按照“1.2”项方法, 测定数据取平均值, 对不同采收时间数据用 LSD 法进行多重比较, 结果见表 1。

表 1 川明参生长动态 (2016 年 3 月 ~ 5 月)

Table 1 Growth dynamics of fresh *C. violaceum* during March to May 2016

采收日期 Harvest time	外观形态 Plant morphology	花序梗高度 Peduncles height (cm)	地上部分鲜重 Aerial part fresh weight (g)	单根鲜重 Root fresh weight (g)	根折干率 Root drying rate (%)	单株产量 Yield per plant (g)
2016.3.5	叶茂盛、抽苔现蕾	35.7 ± 16.7e	32.6 ± 19.7cd	30.4 ± 17.9ab	45.3 ± 0.3bc	13.8
2016.3.11	叶茂盛、花茎伸长	55.6 ± 12.8d	69.2 ± 29.1ab	38.0 ± 10.1a	52.5 ± 3.4a	20.0
2016.3.18	叶茂盛、花茎伸长	70.5 ± 16.7c	70.2 ± 24.7a	33.6 ± 13.3ab	46.4 ± 0.6b	15.6
2016.3.25	部分叶枯黄、花茎伸长	85.2 ± 13.7b	52.9 ± 22.2abc	30.5 ± 10.0ab	41.1 ± 1.1c	12.5
2016.4.1	叶枯萎、顶端花序开花	104.5 ± 15.7a	59.2 ± 30.4ab	26.8 ± 13.4b	32.9 ± 3.1d	8.8
2016.4.8	叶枯萎、中部花序开花	104.3 ± 9.8a	54.9 ± 23.9ab	23.9 ± 8.5bc	32.0 ± 3.1d	7.6
2016.4.15	叶脱落、顶端花序结实	107.2 ± 13.4a	54.8 ± 16.7ab	28.5 ± 8.6ab	30.1 ± 3.0de	8.6
2016.4.22	无叶、果实生长	104.9 ± 12.1a	48.4 ± 15.9bc	26.5 ± 7.5b	25.6 ± 1.0f	6.8
2016.4.29	果实生长、花凋谢	113 ± 17.5a	53.3 ± 23.6abc	28.5 ± 10.5ab	26.1 ± 2.2ef	7.5
2016.5.6	果实生长、花茎下部枯萎	109.2 ± 9.9a	52.2 ± 21.8abc	28.2 ± 13.6ab	30.7 ± 4.2d	8.7
2016.5.13	果实饱满、花茎干枯	103 ± 13.8a	14.9 ± 6.4d	14.6 ± 10.4c	25.7 ± 2.5f	3.7

注: 数据后字母不同者表示在 $\alpha=0.05$ 水平上差异显著; 单株产量 = 单根鲜重均值 × 折干率均值。

Note: Values followed by different letter within a column were significantly different ($\alpha=0.05$); Yield per plant = Average root fresh weight × Average root drying rate.

结果表明, 花茎高度从 3 月开始显著伸长, 4 月 1 日开花后花茎生长减缓, 高度保持稳定。地上部分鲜重在 3 月随叶片生长茂盛、花茎伸长而快速增加, 3 月中旬达到最高值并保持稳定, 5 月随着花茎干枯显著降低。单根鲜重在 3 月 11 日达到峰值, 3 月总体大于 30 g, 在 4 月 1 日开花后有降低趋势但未达到显著性差异, 至 5 月 13 日显著降低。由于川明参鲜品易褐变, 农户需在产地加工干燥成药材销售。因此折干率是影响川明参药材产量和农户收入的重要指标。根折干率在 3 月 11 日达到峰值, 3 月

总体高于 40%, 至 4 月 1 日开花后显著降低。采用单根鲜重均值乘以折干率均值计算的单株产量在 3 月 11 日最高达 20 g, 3 月中下旬持续下降, 至 4 月 1 日开花后, 平均单株产量低于 10 g。

2.2 品质测定结果

不同采收期川明参干燥根品质测定见表 2。

结果表明, 可溶性糖含量在 3 月下旬略有增加, 4 月 1 日开花后成倍增加; 淀粉含量在 3 月 11 日达到最高值 74.35%, 3 月份均高于 60%, 至 4 月 1 日开花后大幅降低, 表明川明参在开花结果过程中消

表2 不同采收期川明参药材品质测定结果($n = 3, \bar{x} \pm s$)Table 2 Qualities test results of *Chuanmingshinish Radix*($n = 3, \bar{x} \pm s$)

采收日期 Harvest time	可溶性糖含量 Soluble sugar content (%)	淀粉含量 Starch content (%)	浸出物含量 Water extractives content (%)	欧前胡素含量 Imperatorin content (mg/100g)	单株浸出物产量 Water extractives weight per plant (g)	单株欧前胡素产量 Imperatorin weight per plant (mg)
2016.3.5	6.80 ± 0.27	61.61 ± 0.08	27.05 ± 0.55	1.24 ± 0.01	3.73	0.17
2016.3.11	6.16 ± 0.13	74.35 ± 0.40	18.06 ± 0.70	1.17 ± 0.02	3.61	0.23
2016.3.18	8.84 ± 0.02	65.15 ± 0.42	31.24 ± 0.93	1.40 ± 0.04	4.87	0.22
2016.3.25	13.76 ± 0.03	61.76 ± 0.23	35.99 ± 1.34	2.04 ± 0.09	4.50	0.26
2016.4.1	26.7 ± 0.09	43.70 ± 0.24	45.07 ± 0.90	3.45 ± 0.01	3.97	0.30
2016.4.8	34.3 ± 0.15	40.47 ± 0.39	51.94 ± 0.86	2.38 ± 0.01	3.95	0.18
2016.4.15	27.28 ± 0.38	45.17 ± 0.10	33.55 ± 1.32	1.91 ± 0.05	2.89	0.16
2016.4.22	29.3 ± 0.45	34.43 ± 0.10	48.22 ± 1.05	2.39 ± 0.05	3.28	0.16
2016.4.29	35.88 ± 0.95	26.21 ± 0.43	58.50 ± 0.97	4.18 ± 0.14	4.39	0.31
2016.5.6	27.48 ± 0.42	42.42 ± 0.08	45.07 ± 1.31	2.69 ± 0.08	3.92	0.23
2016.5.13	26.52 ± 0.35	31.47 ± 0.12	48.87 ± 0.99	4.09 ± 0.05	1.81	0.15

注:单株浸出物产量 = 浸出物含量均值 × 单株产量,单株欧前胡素产量 = 欧前胡素含量均值 × 单株产量。

Note: Water extractives weight per plant = Average water extractives content × Yield per plant, Imperatorin weight per plant = Averag Imperatorin content × Yield per plant.

耗了大量的淀粉;浸出物含量在3月下旬增长,4月1日开花后增幅加大。浸出物含量采用水溶性浸出物热浸法,能提取可溶性糖,因而其变化趋势与可溶性糖相似;欧前胡素是次生代谢产物,含量太少,不同采收时间数据波动,未有明显变化趋势。

药用品质指标(浸出物和欧前胡素)含量在3月较低,可能误判3月不是川明参药用的适宜采收期。此时应当采用单株浸出物产量(由浸出物含量均值乘以单株产量计算)和单株欧前胡素产量(由欧前胡素含量均值乘以单株产量计算)来进行判断。单株浸出物产量出现两次高峰,在3月18日出

现最高值后下降,至4月22日回升,4月29日达次高峰后又下降。单株欧前胡素产量在0.15~0.31mg范围波动,数值太小变化趋势不明显,不适合作为制定采收期的考虑指标。因此,同时考虑单株产量(表1)和单株浸出物产量,2016年3月中旬(10~20日)是青白江川明参最适宜的采收期。

2.3 生长动态与品质相关分析

由于生长动态中测定的是川明参新鲜植株数据,品质测定是干燥后样品,需将品质测定数据用折干率换算成鲜品中含量,进行相关分析,结果见表3。

表3 生长动态与品质相关分析结果

Table 3 Results of correlation analysis between growth dynamics and qualities

	花茎高度 Flowering stalk height	地上部分 鲜重 Aerial part fresh weight	根鲜重 Root fresh weigh	鲜品可溶 性糖含量 Soluble sugar content of fresh root	鲜品淀 粉含量 Starch content of fresh root	鲜品浸 出物含量 Water extractives of fresh root	鲜品欧前 胡素含量 Imperatorin content of fresh root	根折干率 Root drying rate
花茎高度 Flowering stalk height	1	-0.05	-0.56	0.89**	-0.87**	0.36	0.55	-0.88**
地上部分鲜重 Aerial part fresh weight	-0.05	1	0.78**	-0.02	0.44	0.07	-0.24	0.44
根鲜重 Root fresh weigh	-0.56	0.78**	1	-0.53	0.77**	-0.27	-0.51	0.77**
鲜品可溶性糖含量 Soluble sugar content of fresh root	0.89**	-0.02	-0.53	1	-0.83**	0.52	0.49	-0.81**
鲜品淀粉含量 Starch content of fresh root	-0.87**	0.44	0.77**	-0.83**	1	-0.35	-0.52	0.99**
鲜品浸出物含量 Water extractives of fresh root	0.36	0.07	-0.27	0.52	-0.35	1	0.53	-0.27
鲜品欧前胡素含量 Imperatorin content of fresh root	0.55	-0.24	-0.51	0.49	-0.52	0.53	1	-0.49
根折干率 Root drying rate	-0.88**	0.44	0.77**	-0.81**	0.99**	-0.27	-0.49	1

注:**表示极显著相关($P < 0.01$)。

Note:** indicated extremely significant correlation ($P < 0.01$).

结果表明:鲜品浸出物含量、鲜品欧前胡素含量与各性状和品质指标均无相关性。花茎高度与鲜品可溶糖含量成极显著正相关,与鲜品淀粉含量和折干率极显著负相关;鲜品可溶糖含量与鲜品淀粉含量极显著负相关;地上部分鲜重与根鲜重极显著正相关;鲜品淀粉含量与根鲜重和折干率极显著正相关。由鲜品淀粉含量与折干率相关系数 0.99 可知淀粉含量对折干率的贡献最大,是形成药材产量、决定川明参适宜采收期的关键指标。

分析可知,可溶性糖与淀粉的含量转化与植株生长动态需求是相符的:3月地上部分特别是叶片的茂盛生长,加强了光合作用,叶片光合作用产物(糖和淀粉)储存在地下根,可溶性糖作为淀粉的合成底物,用于淀粉的积累,此时可溶性糖含量低,淀粉含量高,根鲜重增加,折干率高。4月开花后,营养器官所合成的有机物(淀粉)主要向生殖器官(花)转移^[9]。淀粉在淀粉酶作用下分解成可溶性糖,作为构成新器官原料,供给花茎生长利用,此时淀粉被大量分解含量降低,可溶性糖含量增加。

3 讨论与结论

3.1 可溶性糖和淀粉含量测定方法

可溶性糖含量测定的试验原理:利用糖在硫酸作用下生成糠醛,糠醛再与蒽酮作用形成绿色络合物,颜色的深浅与糖含量有关。操作时将样品试管置于冰水浴中,沿管壁缓慢加入硫酸蒽酮试剂,防止硫酸遇水发热致显色反应提前开始。

淀粉含量测定有国家标准《食品中淀粉的含量测定》,包括酶解法和酸水解法,测试需配制大量试剂,且操作繁琐。本试验以高氯酸水解——蒽酮硫酸法测定淀粉,利用高氯酸水解淀粉为单糖并促进其溶解和提取,同时蒽酮比色法中使用的浓硫酸也会将没有水解完全的低分子糖进一步水解^[7]。以川明参鲜品提取的淀粉为对照品,不需要换算,用于研究不同采收期川明参样品淀粉含量变化简便可行。经方法学考察,该方法精密度、重现性良好,平均加样回收率 105.1%。采用该方法测得干燥根中淀粉含量,经过根折干率换算成鲜品中淀粉含量,再加上鲜品浸出物含量,接近于根折干率值—即折干物质由淀粉、水溶性浸出物、还有部分根皮和内部纤维构成,表明该方法所测得淀粉含量数值合理,可用于根类中药材淀粉的含量研究。

3.2 药用品质含量和加工环节

由于试验样品未经过清洗、去皮、水煮的药材加工环节,水溶性成分保留好,浸出物含量测定值都高于《四川省中药材标准》中川明参浸出物含量不得少于 10.0% 的标准。文献报道^[5]川明参药材中欧前胡素含量为 0.84 ~ 4.26 mg/100 g,本研究中测得的试验样品欧前胡素含量与文献报道值相符,由于含量太低,不同采收期川明参样品欧前胡素变化趋势不明显。

笔者又对川明参鲜品分周皮、韧皮部、木质部,不同部位干燥后测定欧前胡素,发现周皮欧前胡素含量高达 156 mg/100 g,韧皮部欧前胡素含量为 16.7 mg/100 g,木质部欧前胡素含量为 0.61 mg/100 g。文献报道去皮操作造成了多糖和欧前胡素的直接损失,认为川明参药材采用不去皮蒸制为相对较好的方法^[10]。笔者在川明参加工实践中,观察到川明参周皮含有致敏物质,造成加工工人皮肤过敏;川明参未经水煮样品保存时间不到一年会发出油败气味(去皮和水煮能减少根所含挥发油);因而笔者认为去皮和水煮环节是保证川明参药材药食用安全和保质期延长的必备加工环节。

川明参药材产地加工采用去皮、水煮处理导致川明参药材欧前胡素含量低,加之茎叶欧前胡素平均含量是根的 5 倍^[11]却不是传统药用部位,因而笔者认为以欧前胡素含量指标评价川明参药材质量不适宜。

3.3 药用品质含量与淀粉含量相关性探讨

刘春生等人研究认为甘草药材中淀粉含量和甘草酸含量负相关^[12]。本研究若以川明参干燥根淀粉含量与干燥根药用成分含量进行相关分析,也可得出药材淀粉含量与药材浸出物含量极显著负相关(相关系数-0.93**)、药材淀粉含量与药材欧前胡素含量极显著负相关(相关系数-0.85**)的结果。前人研究未考虑到由于淀粉占药材比重大,当淀粉含量急剧下降时,导致药用成分占干品中比例增加,实则药用成分产量并未急剧增加,如本研究表 2 所示,川明参干燥根浸出物含量在 4 月急剧增加,单株浸出物产量却没有大幅增加。因此本文在做相关性分析时,采用折干率换算成鲜品中药用成分含量,可以排除因折干率带入的假相关性。

3.4 适宜采收标准的探讨

确定药材的适宜采收期主要是把有效成分的积累动态与药用部分的成熟长度、产量变化结合起来

考虑,以药材质量的最优化和产量的最大化为原则^[13]。本研究发现,3月下旬到4月青白江样品根鲜重无显著性差异,如仅以鲜品产量进行分析,可能误认为3月至4月均可采收,但经干燥成药材后,3月中旬才是产量的最高峰。提示药用植物采收除测定鲜重产量外,还需考察折干率对药材产量的影响。若以药材浸出物含量判定采收期,会认为4月至5月浸出物含量更高,由3.3项下分析可知,浸出物含量的增加是由淀粉含量下降,导致浸出物占干品中比例增加。应当将单株药材产量与药材浸出物含量相乘,以单株浸出物产量判断适宜采收期更合理。本研究揭示了淀粉高含量药材栽培后期的淀粉含量变化对其产量和其他指标的影响,单一的考察产量或药材有效成分含量会导致片面的结论,鲜品产量、折干率、药材产量、淀粉含量、药材有效成分含量等指标的变化和相互影响需要综合分析。

综上所述,青白江川明参适宜采收期为3月中旬(10~20号),此时单株产量、单株浸出物产量最大,干品淀粉含量60%以上、折干率45%以上。通过生长动态与品质相关分析,揭示了淀粉含量是形成药材产量(根鲜重×折干率)、决定川明参适宜采收期的关键指标。由于每年的气候条件变化,采收期需结合植株生长的外观形态作为参考。本研究结果表明,川明参适宜采收的植株外观形态指标为植株花茎高度在55~70 cm,地上部分叶片最茂盛时。花茎平均高度不超过85 cm,下部叶片发黄枯死为最迟采收期。

参考文献

- 1 Sichuan Food and Drug Administration(四川省食品药品监督管理局). Sichuan Chinese Materia Medica standards (四川省中药材标准). Chengdu:Sichuan Science and Technology Press,2010. 73.
- 2 He YC(何玉钊). The high yield and good quality harvest period of *Chuanmingshen violaceum*. *Sichuan Agri Sci Technol* (四川农业科技),2013,6:37.
- 3 Zhang M(张梅),Su XL(苏筱琳),Yu T(雨田), et al. Study on pharmacological effect of *Chuanmingshen Radix*. *Pharmacol Clin Chin Mater Med* (中药药理与临床),2007,23(2):49-50.
- 4 Zhou Y(周燕),Peng SL(彭树林),Lv FQ(吕发强), et al. Chemical constituents of *Chuanminshen violaceum*. *Nat Prod Res Dev*(天然产物研究与开发),1998,11(6):15-17.
- 5 Li H(李宏),Zhao B(赵波),Liu J(刘静), et al. Determination of coumarin content in *Chuanminshen violaceum* by RP-HPLC. *J Chengdu Med Coll*(成都医学院学报),2010,5:122-125.
- 6 Liu T(刘涛),Tang KC(唐开城),Xie M(谢敏), et al. Preliminary study of primary processing methods of *Chuanminshen violaceum* Sheh Et Shan. *J Chengdu Univ*(成都大学学报),2016,35:331-334.
- 7 Liu SQ(刘思琦),Liu CS(刘春生),Wen G(文刚), et al. Relationship between starch and effective constituents of *Salvia miltiorrhiza* Bunge. from different habitats. *China Med Herald* (中国医药导报),2015,12:125-129.
- 8 Chinese Pharmacopoeia Commission(国家药典委员会). Pharmacopoeia of the People's Republic of China(中华人民共和国药典). Beijing:China Medical Science Press,2015. Vol 4,202.
- 9 Wu WH(武维华). Plant Physiology(植物生理学). Beijing:Science Press,2008. 365-366.
- 10 Lei XL(雷晓莉). Studies on origin processing methods of *ChuanMingshen* and standards for quality research of seed. Chengdu:Chengdu University of TCM(成都中医药大学),MSc.2012.
- 11 Song FF(宋芳芳). The preliminary research of the chemical constituents from the stemleaves and the safety of *Chuanminshen*. Chengdu:Chengdu University of TCM(成都中医药大学),MSc.2012.
- 12 Liu CS(刘春生),Wang XY(王学勇),Liu RQ(刘仁权), et al. Correlation between starch content and glycyrrhizic acid content of licorice. *Chin J Chi Mater Med* (中国中药杂志),2009,34:2831-2832.
- 13 Wei YF(卫莹芳). Identification of Chinese Materia Medica(中药鉴定学). Shanghai:Shanghai Scientific & Technical Publishers,2010. 21-22.