

# 白条党参生理特性与品质评价

葛鑫<sup>1</sup>, 陈垣<sup>1,2\*</sup>, 郭凤霞<sup>1\*\*</sup>, 王红燕<sup>1</sup>, 焦旭升<sup>1</sup>, 张碧全<sup>1</sup>

(1. 甘肃农业大学农学院, 生命科学技术学院, 甘肃省干旱生境作物学重点实验室, 甘肃省中药材规范化生产技术创新重点实验室, 甘肃省药用植物栽培育种工程研究中心, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省特色药用植物资源保护与利用工程实验室, 甘肃省特色药材规范化可追溯栽培工程技术研究中心, 甘肃中天药业有限责任公司, 甘肃 定西 748100)

**摘要:**【目的】探讨采收期对党参产量及质量的影响。【方法】以不同生长年限(2年生、3年生、4年生)与不同采收时间(从9月10日每隔15 d采挖1次, 共采挖5次)采收的党参为材料, 测定其生理特性和品质指标。【结果】随着采收时间的推移, 药材外观性状均有所改善, 产量有所上升。在10月10日采收的党参, 党参多糖、炔萆含量均最高。不同采收时间条件下, 党参药材浸出物均符合中国药典标准。综合各项指标分析显示, 综评指数大小排序为10月10日(0.772 1) > 11月9日(0.770 8) > 10月25日(0.716 8) > 9月25日(0.396 8) > 9月10日(0.040 4); 随着栽培年限的增长, 虽药材外观性状有所改善, 但内在指标(水分、灰分、浸出物)欠佳。栽培3年采收的党参, 药材产量、炔萆含量均最高。【结论】综合产量与有效成分评定, 最佳采收期以年限3年采收时间10月10日左右为宜, 此期党参产量较高, 富含生物活性成分, 质量优异。

**关键词:** 白条党参; 采收期; 生理特性; 药材品质

**中图分类号:** S567.5+3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-5500(2023)05-0067-08

**DOI:** 10.13817/j.cnki.cycp.2023.05.009



党参为桔梗科(Campanulaceae)党参属植物党参(*Codonopsis pilosula*)、素花党参(*C. pilosula* var. *modesta*)或川党参(*C. tangshen*)的干燥根, 性味甘平, 归脾、肺经, 具有健脾益肺、养血生津的作用<sup>[1-2]</sup>。党参主要含多糖、皂苷、甾醇、三萜、生物碱等化合物<sup>[3]</sup>, 现

代药理研究表明党参具有促进造血性能、调节血糖、耐疲劳、延缓衰老、抗缺氧、加强机体免疫力、抗溃疡等多种功效<sup>[4-5]</sup>。党参资源分布较为广泛, 栽培历史悠久, 其中以甘肃、山西等省产党参为道地药材<sup>[6]</sup>, 甘肃省定西市渭源县、陇西县、岷县及宕昌一带为党参主产区, 年产量占全国党参总产量的90%以上, 甘肃党参因皮白肉厚, 俗称“白条党参”, 享誉国内外, 2012年甘肃省渭源县被中国特产之乡委员会推介为“中国党参之乡”

随着人们保健意识的增强, 市场对党参需求量上升, 对党参的药用食补价值有了新的认识<sup>[7]</sup>。探讨党参规范化栽培是提高党参质量的关键所在, 栽培源头质量优劣最终决定了药性的质量差异<sup>[8]</sup>, 而采收期是影响党参产量和质量的一个重要因素。李瑞杰等<sup>[9]</sup>研究提出了素花党参种子质量标准。赵亚兰等<sup>[10]</sup>研究表明, 党参更适宜冬前播种育苗, 春季移栽。朱玉荣等<sup>[11]</sup>调查发现, 党参采收适宜时段为秋季叶黄枯萎或

**收稿日期:** 2021-04-08; **修回日期:** 2021-04-14

**基金项目:** 国家科技部重大专项(2018YFC1706301); 国家教育部精准扶贫项目(XZ20190326); 甘肃省现代农业中药材产业体系首席专家(GARS-ZYC-1); 甘肃省经济作物技术推广站宕昌县中药材试验示范基地技术服务(XZ20190409); 甘肃农业大学学生科研训练计划(SRTP)(0601008、20110108); 党参GAP基地建设项目

**作者简介:** 葛鑫(1995-), 男, 湖北赤壁人, 硕士研究生。

E-mail: www.gexin59151@qq.com

\* 通信作者。E-mail: cygex1963@163.com

\*\* 通信作者。E-mail: guofx@gsau.edu.cn

次年春季萌芽前,党参采收时间过晚也会导致药材药性不佳。上述研究对党参采挖时间起到一定指导作用,但因没有从党参的产量和质量进行双重因素指标综合研究,生产上难以实现规范化操作。党参适宜范围较为广泛,在各产地采收期也不完全一致,采收时间与栽培年限的差异造成党参田块药材产量和质量参差不齐。药材产量是衡量党参产出性能的重要指标,生物活性成分可以反映出党参的内在质量。渭源县是党参的道地产区,因此,对道地产区渭源县党参适宜采挖期的研究具有重要意义,可为党参标准化栽培提供科学依据,促进党参大健康产业的可持续发展。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验区概况

试验地设在甘肃省渭源县新寨镇冯家庄村。该村位于渭源县北部,地理位置为E 104°12′53.06",N 35°17′22.0"。海拔2 546 m,年均气温6.3℃,年均降水量507 mm,土壤pH值7.2。该区高寒阴湿,昼夜温差较大、土壤肥沃疏松、雨量充足,适宜种植党参,素有千年药乡之称,也是著名的“党参之乡”核心地区。

### 1.2 试验设计

试验用党参选用农家白条党参品种,经由甘肃农业大学中草药栽培与鉴定系陈垣教授鉴定为桔梗科植物党参。采集种植条件完全一致的2年生、3年生、4年生党参(10月25日采挖),不同采收时间为2年生党参条件下的5个采收时间,每隔15 d采收一次。分别为9月10日(T1)、9月25日(T2)、10月10日(T3)、10月25日(T4)、11月9日(T5)。

### 1.3 指标测定

每次采挖时,将小区样方(2 m<sup>2</sup>,长2 m,宽1 m,3次重复)党参全部采挖,去除芦头残茎,在通风处失水后揉搓清洗,然后阴干(2次称量无差异),计取根数,测定干药材产量(精度1/100 g),换算为每公顷干药材产量。最后在每个小区样方随机抽取10根,每个采挖期处理共抽取30根测定个体性状指标,单根干重采用电子天平称重(精度1/1000 g),根粗采用游标卡尺测定距根部1 cm根粗(精度1/100 mm),根长采用卷尺测定。

药材干制后利用超高速多功能粉碎机(LYSF-

200-BX,长沙市卓成医疗器械有限公司))将各处理重复组样品分别制成粉末,贴上标签贮藏于低温干燥处,用于药材成分测定。

水分含量按2020版中国药典通则0832测定<sup>[1]</sup>,总灰分含量按通则2302测定<sup>[1]</sup>,醇溶性浸出物含量按通则2201热浸法测定<sup>[1]</sup>。

多糖含量采用苯酚-硫酸法测定<sup>[12]</sup>。(1)葡萄糖标准品溶液的制备:精密称定0.1 g葡萄糖对照品于1 L的容量瓶中,用蒸馏水定容,震荡摇匀,得到100 mg/L的标准溶液。(2)葡萄糖标准曲线的绘制:取上述标准品溶液,依次吸取0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 mL于20 mL具塞试管中,加水补至1 mL,加1 mL 5%苯酚然后快速加入5 mL浓硫酸。以吸光度为纵坐标、质量浓度为横坐标绘制标准曲线图。(3)党参药材样品溶液的制备:精密称取党参药材粉末0.2 g于10 mL的离心管中,加5 mL 70%乙醇超声30 min,离心30 min。重复上述操作一次,合并滤液定容至10 mL。取1 mL于20 mL具塞试管中,按照(2)步骤操作。精密度实验:取(2)中1 mL标准液,其他操作不变,连续测定3次,记录吸光度RSD为0.18%,表明仪器精密度良好。重复性实验:取(3)中样品溶液,其他操作不变。进样3次,测定吸光度RSD为0.28%,表明该方法重复性较好。稳定性实验:取(2)中1 mL标准液,其他操作不变,将同一份反应液间隔0、3、9、15、24 h测定,吸光度RSD为0.92%,表明反应液显色后24 h内稳定。回收率实验:精密称取已知含量样品0.2 g,共3份。加入无水葡萄糖对照品,其他操作不变测定吸光度。结果表明其回收率为99.28%,RSD为0.74%。说明回收率结果良好。党参葡萄糖对照品购自国药集团化学试剂有限公司(批号20200612,纯度≥99%)

党参炔苷含量采用超高效液相色谱法测定<sup>[13]</sup>。(1)色谱条件:SymmetryC18柱(4.6 mm×250 mm,5 μm)、流动相:乙腈-水(27:73)、波长267 nm、柱温:常温(25℃)、流量1 mL/min、进样量10 μL。(2)标准品溶液的制备:精密称定党参炔苷标准品10 mg于10 mL容量瓶中,以70%甲醇定容,震荡摇匀,得到1 000 mg/L的标准品溶液。(3)党参炔苷标准曲线的绘制:取上述标准品溶液,依次稀释至100、50、20、10、5 mg/L。分

别精确吸取 10  $\mu\text{L}$  标准品溶液,用上述色谱条件进样。以党参炔苷峰面积为纵坐标质量浓度为横坐标绘制标准曲线图。(4)党参药材样品溶液的制备:精密称量 0.2 g 的党参药材粉末于 10 mL 离心管中,加 5 mL 70% 甲醇超声 30 min,离心 30 min。重复上述操作一次,合并滤液定容至 10 mL。用 0.22  $\mu\text{m}$  微孔滤膜滤过,得到党参炔苷样品溶液。精密度实验:吸取标准液 10  $\mu\text{L}$ ,按照色谱条件进样 3 次,记录峰面 RSD 为 0.13%,表明仪器精密度良好。重复性实验:吸取党参样品溶液 10  $\mu\text{L}$ ,按照色谱条件进样 3 次,记录色谱数据,党参炔苷含量 RSD 为 0.63%,表明该方法重复性较好。稳定性实验:吸取标准液 10  $\mu\text{L}$ ,分别在 0、3、9、15、24 h 进样测定,结果表明党参炔苷峰面积 RSD 为 0.22%,表明供试液在 24 h 内稳定。回收率实验:精密称取已知含量的党参样品溶液,精密加入标准品溶液,按照色谱条件进样,得到其回收率为 99.38%,RSD 为 0.76%,表明其加样回收率良好。党参炔苷对照品购自中国食品药品检定研究院(批号 111732—201908,纯度 $\geq 98\%$ )。

根据党参炔苷与多糖含量估测炔苷与多糖产量  
党参多糖总产量=党参产量 $\times$ 党参多糖含量;  
党参炔苷总产量=党参产量 $\times$ 党参炔苷含量。

#### 1.4 数据处理

采用 Excel 2003 制图,采用 SPSS 20.0 统计软件对各采收期 3 个重复区各指标进行方差分析,每个重复为 10 根的平均值,然后基于 12 个质量和产量性状的因子分析对各采挖期综合评判<sup>[14]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 党参成药期间气温的变化

白条党参成药栽培期 2019 年 3 月~11 月气温变化动态见图 1,最高与最低日均气温变化趋势基本一致。3 月最高气温在 15  $^{\circ}\text{C}$  以下,最低气温低于 0  $^{\circ}\text{C}$ ,4 月开始气温回暖,7 月气温最高,9 月开始明显下降,10 月骤然下降,至 11 月开始最低气温在 0  $^{\circ}\text{C}$  以下,达 -5.6  $^{\circ}\text{C}$ 。4~10 月日均最低气温均高于 0  $^{\circ}\text{C}$ ,该区党参成药栽培一般 3 月中下旬移栽,4 月开始返青,5 月~10 月为关键生长期,11 月气温较低,党参开始枯黄倒苗。2019 年天气变化趋势与 2018 年基本一致,日均最低温和日均最高温均与 2018 年基本相同,说明 2019

年党参成药期天气具有普适性,渭源县适宜的气温为党参的生长发育创造了优越的气候条件,形成了道地产地的气候优势。

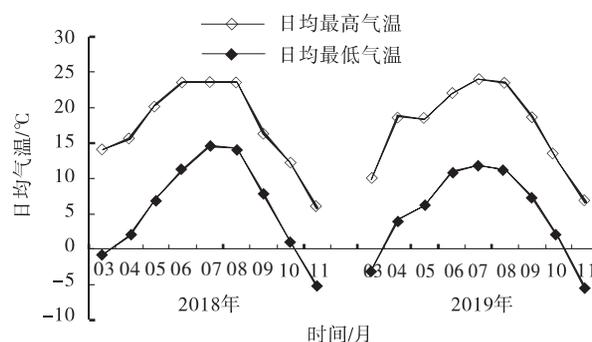


图1 渭源县 2018 年与 2019 年各月平均高温及平均低温  
Fig. 1 The monthly average high temperature and average low temperature in 2018 and 2019 in Weiyuan County

### 2.2 采收时间与栽培年限对党参外观性状的影响

不同采收时间在 9 月上旬至 11 月上旬时段内,随采收期延后党参主根显著伸长( $P < 0.05$ ),根显著加粗( $P < 0.05$ ),进入 10 月后根增粗幅度较大,但 T4 后伸长和加粗程度均不显著( $P > 0.05$ )。不同采收时间的根长在 9~10 月增长幅度较大,T2 较 T1 增长 20.77%、T3 较 T2 增长 10.34%。党参主根长和根直径均在 T5 达到最大,分别为 26.96 和 11.16 cm。各采收期党参主根长与根粗依次为 T5 > T4 > T3 > T2 > T1;党参随着年限的增加,根长与直径均呈增加的趋势且增长幅度较大( $P < 0.05$ )。3 年生较 2 年生党参根长增长 25.21%,根粗增粗 26.64%,4 年生较 3 年生党参根长增长 25.00%,根粗增粗 15.19%;不同采收时间党参除根长根粗变化较大外,其他性状无明显差别。但随着栽培年限的增长,党参芦头明显变粗且芦头上分支增多,主根明显、须根较少、质地变硬。

### 2.3 采收时间与栽培年限对党参干重及产量的影响

在 T1 至 T5 时段内,随采收期延后党参根干重呈上升趋势,T5 采挖单根干重最大,平均达 4.57 g。9 月采挖党参根单根干重增加缓慢( $P > 0.05$ ),进入 10 月后根增重幅度较大。不同时间采挖的党参干药材产量差异显著( $P < 0.05$ )。随采挖时间延后党参药材干产量呈持续上升趋势,T5 干产量达 2 000 kg/hm<sup>2</sup> 以上,干药材产量 T2 较 T1 日提高 19.01% ( $P > 0.05$ )、T3 日较 T2 日提高 24.42% ( $P < 0.05$ )、T4 较 T3 提高 12.39% ( $P > 0.05$ )、T5 较 T4 提高 7.11% ( $P > 0.05$ )。

可知从 T1 至 T3 党参药材根产量增长速率较快,为干物质积累高峰期,而 T3 至 T5 增长速率逐渐变缓,说明气温逐渐下降党参干物质积累变缓;不同栽培年限对党参根干重具有显著性影响( $P < 0.05$ ),随着年限的增长根干重逐年增加,3年生与2年生不显著,但较4年生均差异性显著。4年生较3年生、2年生分别增长 106.42%、134.04%。不同栽培年限采收的党参干

产量差异性显著( $P < 0.05$ )。随着年限的增长党参产量呈先上升后下降的趋势。3年生党参药材干产量较2年生增长 27.20%。而4年生较3年生其产量下降 10.86%。3年生采收的党参干产量最高,虽然4年生商品规格较高,但4年生较3年生党参产量有所下降,是由于超过适当的栽培年限根腐病与虫害增加导致党参出现死亡从而使产量降低。

表 1 不同采收时间与栽培年限党参的产量及根系指标

Table 1 Indexes of *C. pilosula* with different harvesting time and cultivation years

采收期/栽培年限	根长/cm	根直径/mm	单根干重/g	药材干产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )
T1	20.17±0.77 <sup>c</sup>	8.34±0.22 <sup>c</sup>	2.66±0.25 <sup>c</sup>	1 228.18±131.00 <sup>c</sup>
T2	24.36±0.91 <sup>b</sup>	8.59±0.17 <sup>c</sup>	3.02±0.25 <sup>c</sup>	1 464.72±39.31 <sup>c</sup>
T3	26.88±0.80 <sup>a</sup>	10.11±0.46 <sup>b</sup>	3.81±0.55 <sup>b</sup>	1 818.69±169.25 <sup>b</sup>
T4	26.93±0.42 <sup>a</sup>	10.66±0.26 <sup>a</sup>	4.26±0.26 <sup>a</sup>	2 044.10±161.35 <sup>ab</sup>
T5	26.96±0.16 <sup>a</sup>	11.16±0.14 <sup>a</sup>	4.57±0.33 <sup>a</sup>	2 189.49±103.93 <sup>a</sup>
2年生	26.93±0.42 <sup>c</sup>	10.66±0.26 <sup>c</sup>	4.26±0.26 <sup>b</sup>	2 044.10±161.35 <sup>c</sup>
3年生	33.72±1.19 <sup>b</sup>	13.50±0.39 <sup>b</sup>	4.83±0.46 <sup>b</sup>	2 600.00±118.12 <sup>a</sup>
4年生	42.15±0.26 <sup>a</sup>	15.55±0.06 <sup>a</sup>	9.97±1.12 <sup>a</sup>	2 317.70±85.66 <sup>b</sup>

注:表中数据为均值±标准差(x±s),同列不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )

#### 2.4 采收时间与栽培年限对党参水分、总灰分与浸出物的影响

2020 版中国药典规定党参水分含量不得超过 16.0%,不同采收时间与栽培年限党参水分含量都达到中国药典的规定(表 2)。不同采收时间与不同栽培年限采收的党参水分含量均差异性显著( $P < 0.05$ )。不同采收时间水分含量随采收时间的推移呈下降趋势。T1 至 T3 水分含量下降明显,进入 10 月后,水分含量虽有下降但变化幅度不大。T5 水分含量最小,为 5.65%;水分含量随栽培年限的增长呈上升趋势,2 年生与 4 年生水分差异显著( $P < 0.05$ ),但与 3 年生无显著性差异( $P > 0.05$ ),2 年生党参水分含量最小,为 6.10%。

2020 版中国药典规定党参总灰分含量不得超过 5%,不同时间采收总灰分都达到中国药典的规定(表 2)。不同栽培年限除 4 年生党参总灰分(5.65%)不符合药典规定外,其他年限均符合药典规定。不同采收时间党参总灰分差异性显著( $P < 0.05$ ),随着采收时间的推移呈现出下降趋势,在 T5 总灰分含量最低,为 2.84%。不同栽培年限党参总灰分差异性显著( $P < 0.05$ ),随着栽培年限的增加呈现出增长趋势,2 年生党参总灰分含量最低(2.97%)。

表 2 不同采收时间与栽培年限党参指标

Table 2 Internal indexes of *C. pilosula* at different harvesting time and cultivation years

采收期/栽培年限	水分含量/%	总灰分/%	浸出物/%
T1	13.32±0.72 <sup>a</sup>	3.62±0.32 <sup>a</sup>	66.35±7.04 <sup>a</sup>
T2	8.92±0.07 <sup>b</sup>	3.30±0.31 <sup>ab</sup>	68.46±4.01 <sup>a</sup>
T3	6.71±0.77 <sup>c</sup>	3.19±0.35 <sup>ab</sup>	72.73±1.62 <sup>a</sup>
T4	6.10±1.27 <sup>c</sup>	2.97±0.40 <sup>b</sup>	71.58±3.01 <sup>a</sup>
T5	5.65±0.19 <sup>c</sup>	2.84±0.06 <sup>b</sup>	70.61±1.73 <sup>a</sup>
2年生	6.10±1.27 <sup>b</sup>	2.97±0.40 <sup>b</sup>	71.58±3.01 <sup>a</sup>
3年生	7.59±0.39 <sup>ab</sup>	3.75±0.29 <sup>b</sup>	70.63±3.04 <sup>a</sup>
4年生	8.33±0.63 <sup>a</sup>	5.65±1.05 <sup>a</sup>	70.24±2.04 <sup>a</sup>

注:表中数据为均值±标准差(x±s),同列不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )

2020 版中国药典规定党参醇溶性浸出物含量不得少于 55%,不同采收时间与栽培年限党参醇溶性浸出物含量都达到中国药典的规定(表 2)。不同采收时间党参浸出物含量无显著性差异( $P > 0.05$ ),但 T1 至 T3 党参醇溶性浸出物含量有所上升,T3 至 T5 其含量有所下降,但变化幅度不大。在 T3 党参醇溶性浸出物含量最高,为 72.73%。不同栽培年限党参浸出物无显著性差异( $P > 0.05$ ),但随着栽培年限的增加浸出物含量有所下降,但变化幅度不大。2 年生党参浸

出物含量最高,为71.58%。

## 2.5 采收时间与栽培年限对党参多糖的影响

党参多糖的吸光度与质量呈极显著线性关系( $y=5.5371x+0.0345$ ,  $R^2=0.9960$ )。当党参多糖含量在0.02~0.10 mg时线性关系良好。采收时间对党参多糖含量具有显著影响( $P<0.05$ ) (图2)。T1至T5党参多糖含量呈先升高后降低的变化趋势,T3采挖党参多糖含量最高(24.83%),之后随采收时间延后呈下降趋势,T2较T1多糖含量提高42.82% ( $P<0.05$ )、T3较T2提高22.44% ( $P<0.05$ )。T3至T5党参多糖含量逐渐下降,T4至T5含量虽下降但差异性不显著,但均与T3采挖的党参多糖含量达到极显著水平( $P<0.05$ )。采收时间对党参多糖产量具有显著性影响( $P<0.05$ ),T1至T5分别为176.59、296.22、451.14、389.54、362.53 kg,其趋势与多糖含量一致,在T3党参多糖产量最高;栽培年限对党参多糖含量有显著性影响( $P<0.05$ ),其含量呈现出持续上升趋势。4年生较3年生提高了42.60%,3年生较2年生提高了10.48%。4年生的党参多糖含量最高(30.06%)。栽培年限对党参多糖产量有显著影响( $P<0.05$ ),2年生、3年生、4年生产量分别为389.54、547.56、695.45 kg。变化趋势与多糖含量一致,4年生党参多糖产量最高。

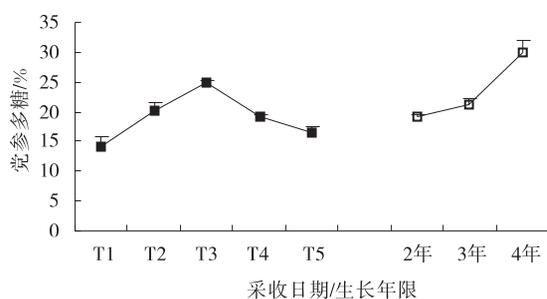


图2 不同采收期的党参多糖含量

Fig. 2 Polysaccharide content of *C. pilosula* at different harvest period

## 2.6 采收时间与栽培年限对党参炔苷的影响

党参炔苷的峰面积与质量浓度呈极显著线性关系( $y=11289x-7354.9$ ,  $R^2=0.9996$ ),炔苷进样浓度为5~1000 mg/L时其线性关系良好。采收时间对党参炔苷含量具有显著影响( $P<0.05$ ) (图4)。T1~T5采收的药材党参炔苷呈先提高后降低的变化趋势,T3采收的党参含量最高,之后随采收时间延后呈下降趋势,T1~T3党参炔苷含量持续上升,T2较

T1提高19.18% ( $P<0.05$ )、T3较T2提高11.49% ( $P>0.05$ ),T3~T5采收的党参炔苷含量开始逐渐下降,T4~T5党参炔苷含量虽有下降但变幅不大( $P>0.05$ ),但较T3采挖的炔苷含量显著提高( $P<0.05$ )。采收时间对党参炔苷产量有显著性影响( $P<0.05$ ),党参炔苷产量变化趋势与炔苷含量变化基本一致。T1~T5党参炔苷总产量分别为0.90、1.27、1.70、1.07和1.01 kg;栽培年限对党参炔苷含量有显著影响( $P<0.05$ ),随着栽培年限的增长其含量先上升后下降,3年生较2年生、4年生分别提高了46.15%、58.33%,党参炔苷含量在3年生最高(0.76 mg/g)。栽培年限对党参炔苷产量有显著影响( $P<0.05$ ),其趋势与炔苷含量变化一致。3年生、3年生、4年生产量分别为1.07、1.97、1.12 kg。

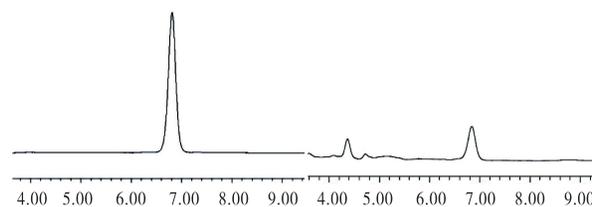


图3 党参炔苷对照品与样品色谱图

Fig. 3 Chromatogram of Lobetyolin standard and sample

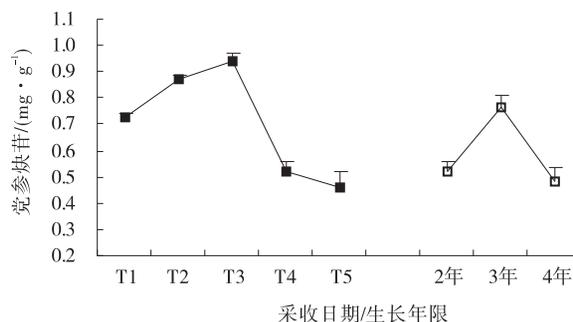


图4 不同采收期对党参炔苷含量

Fig. 4 Lobetyolin content of *C. pilosula* at different harvest period

## 2.7 不同采收期党参产量及质量的综合因子分析

不同采收时间主成分1和2的特征值均大于1,其中贡献率分别为58.83%、26.25%,累计贡献率达85.08%(表3),故提取1、2主成分矩阵值与各特征值的贡献率计算各指标的权重值。对不同采收时间综合因子计算,不同采收时间的综合指数依次为0.0404、0.3968、0.7721、0.7168、0.7708(表4)。不同采收时间下采收的党参综合指数大小依次为T1>T5>T4>T2>T1,采收时间T3党参药材综合因子及有效

成分较优;不同栽培年限党参KMO值 $<0.5$ ,不适宜综合因子分析。不同年限采收的党参综合产量与质量,3年生采收的党参产量与质量较2年生、4年生更佳。综合不同采收时间与不同栽培年限,以栽培3年采收时间10月10日为最佳采收期,此采收期的党参产量高质量好。

表3 党参采收时间各项指标的主成分和权重

Table 5 Principal components and weights of various indexes of *C. pilosula* harvesting times

指标	主成分1	主成分2	权重值
根长	0.964	0.091	0.0989
根粗	0.896	0.336	0.1030
单根干重	0.899	0.281	0.1009
干药材产量	0.928	0.273	0.1034
水分含量	0.948	0.056	0.0958
总灰分含量	0.672	0.348	0.0815
浸出物含量	0.640	0.398	0.0805
多糖含量	0.502	0.807	0.0849
多糖产量	0.900	0.350	0.1040
炔苷含量	0.327	0.903	0.0719
炔苷产量	0.379	0.861	0.0752
特征值	6.48	2.890	
贡献率/%	58.83	26.25	
累计贡献率/%	58.83	85.08	

表4 党参采收时间各项指标的隶属度与综合指数排名

Table 4 Membership degree and comprehensive index ranking of *C. pilosula* harvesting time indexes

指标	T1	T2	T3	T4	T5
根长	0.000 0	0.617 1	0.988 2	0.995 6	1.000 0
根粗	0.000 0	0.088 7	0.627 7	0.822 7	1.000 0
单根干重	0.000 0	0.188 6	0.600 1	0.838 6	1.000 0
干药材产量	0.000 0	0.242 9	0.614 3	0.848 8	1.000 0
水分含量	0.000 0	0.509 7	0.841 1	0.932 5	1.000 0
总灰分含量	0.000 0	0.410 3	0.551 3	0.833 3	1.000 0
浸出物含量	0.000 0	0.330 7	1.000 0	0.819 7	0.667 7
多糖含量	0.000 0	0.572 0	1.000 0	0.459 1	0.222 0
多糖产量	0.000 0	0.272 2	0.457 9	0.708 2	1.000 0
炔苷含量	0.562 5	0.854 2	1.000 0	0.125 0	0.000 0
炔苷产量	0.000 0	0.469 9	1.000 0	0.216 9	0.141 3
综合指数	0.040 4	0.396 8	0.772 1	0.716 8	0.770 8
采收期排名	5	4	1	3	2

### 3 讨论

#### 3.1 适宜采收期采收的党参根部性状与药典标准一致,药材产量高

不同生育期药用植物的干物质和次生代谢物的积累量存在明显差异,合理采收对控制药材的产量品质起着重要作用<sup>[15]</sup>。周茂嫦等<sup>[16]</sup>研究得出威宁县素花党参最佳采收期为11月下旬,其根性状最好。威宁县位于贵州省毕节市,属于亚热带季风,我国素花党参道地产区文县一带属于亚热带北源山地气候,素花党参产区与白条党参产区气候相差悬殊。李晓霞等<sup>[17]</sup>研究表明,山西潞党参最佳采收期为2年生,采收时间为9月下旬至10月中旬。本研究在中国党参之乡渭源县研究表明,采收时间对白条党参药材外观性状具有显著影响,在9月中旬至11月上旬试验采收时间内,产量持续升高,根逐渐加长变粗,但10月中旬后产量和根粗增加程度减弱,药材有效成分却显著下降,10月中旬质量最佳,说明10月之前党参为了满足地上与地下生长发育需求,根部需不断纵向延伸从土壤中吸取养分,采收期延后10月下旬后有利于产量,但不利于品质。由于党参为肉质根药用植物,10月下旬后气温骤降,地上部枯死,地下根横向生长为越冬贮备。产量是衡量种植经济效益的重要指标,10月后产量增长变缓,这与袁菊丽等<sup>[18]</sup>对西党参研究得出结论相似,10月下旬党参地上部营养转化基本结束,为了维持根系生命代谢,消耗了部分干物质,使得党参产量增长变缓,根部干物质将损耗,不利于产量的提高和品质的提高。采收年限对白条党参药材外观性状有显著影响。党参随着年限的增加,根长与直径均呈增加的趋势且增长幅度较大,虽然随着年限的增长根性状有所改善,但由于生长年限过长,虫害病害愈发严重导致党参出现产量下降。

#### 3.2 适宜采收期采收的党参药材药效成分含量高

水分、总灰分、浸出物含量是中国药典中评定药材质量好坏的依据之一。总灰分含量越高说明药材杂质越多,而水分含量越高会导致药材霉变不利于储藏,浸出物含量越高而说明药材中活性成分总量高。随着分析化学和药理学的发展与完善,党参多糖与炔苷药理作用被发现,逐渐成为评定党参品质好坏的指标性成分。不同采收期对白条党参外观性状及内在

品质的影响差异性较大,采收期是影响中药材产量与质量的重要因素,合理采收期的确定要充分考虑产量与有效成分含量等各方面的因素<sup>[15]</sup>,不仅可以最大程度地提高中药材的产量,提高经济效益,还可以在在一定程度上提高药用植物次生代谢物的含量。于旭红等<sup>[19]</sup>通过对玉米品种进行研究发现采收时间的不同会直接影响玉米的甜度和糯性。胡涛等<sup>[20]</sup>研究发现主要活性成分随川党参的生长发育不断积累,但含量并非都保持增长状态。这都说明采收期是影响党参质量的极其重要的因素之一。本试验从不同采收时间进行研究,发现不同采收期对党参药材品质有显著影响。随着采收时间的推移水分和总灰分含量均呈下降趋势。而党参醇溶性浸出物、多糖与炔苷含量随着采挖时间的推移均呈现先上升后下降的趋势,在10月10日采收期的党参醇溶性浸出物、多糖与炔苷含量最高含量而后期含量积累不断降低。原因可能是与不同采挖时间环境生态因素(土壤温度、空气温度与湿度等)会发生不同程度的变化有关<sup>[21]</sup>。综合评价指数也论证了这一结论,10月10日采收的党参内在品质更佳。不同栽培年限党参水分与总灰分随年限的增长一直上升,浸出物随年限的增长呈下降趋势。说明随着年限的增长党参内在品质整体上变差。党参多糖含量随栽培年限的增长,党参炔苷含量随年限的增长先上升后下降。

#### 4 结论

在渭源县中药材党参道地产区进行党参成药栽培,不同采挖期对党参药材产出品质具有显著影响,在露头栽培模式条件下,适宜采收期对党参成药栽培具有显著的增效作用,本研究为了同时兼顾产量与有效成分(或指标性成分)含量,通过主成分分析,综合各项指标,确定实验区党参合理的采收期。结果表明,栽培年限为3年生采收时间10月10日的党参产量与生物活性成分含量较高、综合品质优。此采收期在生产上可以作为党参采收的适宜时期。本研究结果可为党参规范化栽培提供一定的参考。

#### 参考文献:

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 中国医药科技出版社, 2020: 293—294.  
[2] 冯亚静, 王晓霞, 庄鹏宇, 等. 党参的化学成分研究[J].

中国中药杂志, 2017, 42(1): 135—139.

- [3] 冯佩佩, 李忠祥, 原忠, 等. 党参属药用植物化学成分和药理研究进展[J]. 沈阳药科大学学报, 2012, 29(4): 307—311.  
[4] Endo K, Taguchi T, Taguchi F, et al. Antiinflammatory principles of Atractylodesrhizomes[J]. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 1979, 27(12): 2954—2958.  
[5] Jeong H S, Lee S, Yoon S, et al. Morphometric abnormalities of the lateral ventricles in methamphetamine-dependent subjects [J]. Drug and alcohol dependence, 2013, 131(3): 222—229.  
[6] 杨慧珍, 陈垣, 郭凤霞, 等. 甘肃省宕昌县党参野生资源调查研究[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(2): 186—191.  
[7] 侯嘉, 郭鸿儒, 赵磊, 等. 党参食用价值的开发及前景展望[J]. 中兽医医药杂志, 2019, 38(3): 20—23.  
[8] 崔亚君. 论中药商品的特殊性和中药商品学研究[C]. 中国商品学会, 2008: 279—280.  
[9] 李瑞杰. 素花党参种子种苗质量标准研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2012.  
[10] 赵亚兰, 陈垣, 郭凤霞, 等. 冬播和春播育苗对党参苗栽产量和质量的影响[J]. 草业学报, 2015, 24(10): 139—148.  
[11] 朱玉荣, 龙全江. 几种甘肃地产中药材的采收加工[J]. 中医儿科杂志, 2006(3): 43—44+49.  
[12] 成铭, 皮文霞, 陆兔林, 等. 党参地上部分的党参炔苷、多糖含量测定及影响因素分析[J]. 中药材, 2020, 43(5): 1094—1100.  
[13] 冯月, 吴文夫, 魏建华, 等. 正交设计优化党参炔苷提取工艺的研究[J]. 人参研究, 2013(2): 46—48.  
[14] 金彦博, 郭凤霞, 陈垣, 等. 岷县不同茬口对当归苗栽生长及抗病性的影响[J]. 草业学报, 2018, 27(4): 69—78.  
[15] 靳鹏博, 胡佳栋, 毛歌, 等. 栽培密度对党参产量和次生代谢物含量的影响[J]. 草业学报, 2018, 27(3): 164—172.  
[16] 周茂嫦, 阮培均, 严显进, 等. 不同采收期对党参质量的影响[J]. 耕作与栽培, 2017(6): 11—13.  
[17] 李晓霞, 海江波, 赵国锋, 等. 山西省潞党参野生抚育技术研究[J]. 山西中医学院学报, 2012, 13(4): 29—31.  
[18] 袁菊丽. 西党参最佳采收期的研究[J]. 应用化工, 2011, 40(6): 990—992.  
[19] 于旭红, 郭晓青, 孙旭生, 等. 采收期对玉米品种鲁星糯1号品质的影响[J]. 作物研究, 2020, 34(4): 320—322.  
[20] 刘付松, 陈翠莎, 孙佩, 等. 不同品种及采收期党参药材

- 中5种有效成分含量的比较研究[J]. 中国药房, 2020, 31(14):1677-1682.
- [21] 胡涛. 不同生长年限与采收期川党参中主要成分含量的比较研究[J]. 药学研究, 2017, 36(10):571-574.
- [22] 田春丽, 介晓磊, 刘曦, 等. 硒锌与富啡酸配施对紫花苜蓿产量、营养成分及氨基酸组成的影响[J]. 草业学报, 2014, 23(2):66-75.

## Study on physiological characteristics and quality evaluation of *Codonopsis pilosula*

GE Xin<sup>1</sup>, CHEN Yuan<sup>1,2\*</sup>, GUO Feng-xia<sup>1\*\*</sup>, WANG Hong-yan<sup>1</sup>, JIAO Xu-sheng<sup>1</sup>, ZHANG Bi-quan<sup>1</sup>

(1. College of Agronomy, College of Life Science and Technology, Gansu Provincial Key Lab of Aridland Crop Science, Gansu Provincial Key Lab of Good Agricultural Production for Traditional Chinese Medicines, Gansu Provincial Engineering Research Centre for Medical Plant Cultivation and Breeding, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China; 2. Gansu Engineering Lab of Resource Reservation and Utilization for Characteristic Medical Plants, Gansu Cultivated Engineering and Technology Research Center of Standardization and Traceability for Characteristic Chinese Medicine, Gansu Zhongtian Pharmaceutical Co., Ltd, Dingxi 748100, China)

**Abstract:** . 【Objective】 In order to explore the effect of harvest time on the yield and quality of *C. pilosula*. 【Method】 Physiological characteristics and quality indexes of *C. pilosula* harvested in different years (2-year-old, 3-year-old and 4-year-old) and at different harvest time (from September 10, the excavations were made every 15 days for a total of 5 times) were studied. 【Result】 The results showed that with the passage of harvest time, the appearance characters of medicinal materials were improved, and the yield was increased. *C. pilosula* harvested on October 10 had the highest content of polysaccharide and Lobetyolin. Under the conditions of different harvesting time, the extract of *C. pilosula* conformed to the standard of Chinese Pharmacopoeia. The comprehensive analysis of various indicators showed that the order of the comprehensive evaluation index was October 10 (0.772 1) > November 9 (0.770 8) > October 25 (0.716 8) > September 25 (0.396 8) > September 10 (0.040 4). With the growth of cultivation years, although the appearance characters of medicinal materials were improved, the internal indexes (moisture, total ash, extractum) were worse. *C. pilosula* harvested after 3 years of cultivation had the highest yield and content of Lobetyolin. 【Conclusion】 According to the evaluation of yield and active ingredients, the best harvest time is around October 10, which is 3 years old. The yield of *C. pilosula* is high, rich in bioactive ingredients, and the quality is excellent.

**Key words:** *Codonopsis pilosula*; harvest period; physiological characteristics; medicinal quality