

不同采收时期对当归产量和质量的影响

刘晓峰¹, 郭凤霞^{1*}, 陈垣^{1,2*}, 金建琴¹, 李瑞霞¹, 崔林刚¹, 徐波²

(1. 甘肃农业大学生命科学技术学院, 农学院, 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. 天津市现代中药资源研究企业重点实验室, 天津天士力现代中药资源有限公司, 天津 300410)

摘要:【目的】探寻有机肥栽培条件下采挖时期对当归(*Angelica sinensis*)成药性能的影响, 确定岷归的最佳采收期。【方法】以岷县纯有机肥栽培的二年生成药期当归作为研究对象, 在2020年10月18日开始, 每隔6~7 d分期采挖当归, 共采挖3次(18日:FB;24日:FD;31日,FA), 测定药材根的产量、发病程度、外观质量和主要成分。【结果】10月24日采收的药材根外观质量最佳, 且鲜药材商品等级大部分属于二等与三等, 极少部分处于四五等, 均优于其他采收时期;10月24日采收的药材的发病率最低, 为16.7%, 综合因子评价指数排序为FD>FB>FA。【结论】在岷县道地产区合理的采收期采收对当归药材具有显著增效作用, 可有效降低根病率和发病程度, 改善药材性状, 提高经济效益, 在当归标准化栽培中可推荐推广应用。最佳采收期较短, 在霜降前后3 d进行采收最为适宜。

关键词:当归;采收期;产量;性状;质量

中图分类号:S567.23⁺9 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2023)04-0137-07

DOI:10.13817/j.cnki.cyycp.2023.04.018



当归(*Angelica sinensis*)为伞形科当归属多年生草本药用植物, 是我国常用大宗中药材品种之一, 以干燥根入药, 入药历史悠久, 始载于《神农本草经》, 味甘、辛、微苦, 性温, 有补血活血, 调经止痛, 润肠通便的功效^[1]。当归已被国家卫生部新增入在限定使用范围和剂量内既是食品又是中药材的药食同源中药材品种名目^[2]。当归适宜气候冷凉、降水充沛的生态环境, 并适宜排水良好、有机质含量较高的黑褐类土壤^[3]。由于独特的气候及自然资源优势, 甘肃岷县、渭

源和漳县一带生产的当归以品质优异而驰名国内外, 岷县一带被中国特产之乡委员会推介为“中国当归之乡”^[4]。

自古以来, 甘肃就是当归的道地产地, 年产量占全国的90%以上。当归野生资源匮乏, 目前多以栽培品种为主。其栽培地区主要在岷县、宕昌、漳县、渭源等地, 在湖北、陕西、四川等地亦有少量栽培, 其中在当归的道地产区岷县年产量能达到2万t, 所产当归油性大、气香浓、质量好, 称“岷归”^[5-6]。当归对气候条件和土壤质量都有很严格的要求, 适宜生长在海拔2 200 m以上的高寒阴湿地区, 以及中性、微酸性、有机质含量高的黑土或褐土^[4]。当归成药栽培多以两年生为主, 因两年生的当归多不发生抽薹, 其根部较大, 商品质量较高, 有更高的经济价值。三年生当归开花结实, 其根部木质化失去药用价值^[7]。因此目前当归栽培都采用3年栽培模式, 即第1年种子育苗, 第2年种苗成药栽培, 第3年留株生产种子。目前针对当归茬口、栽培方式, 早抽薹的研究较多, 但不同采收期对当归产量和质量影响的研究较少^[8], 在实际生产中药农

收稿日期:2022-01-27; **修回日期:**2022-03-14

基金项目:国家自然科学基金(31560175, 31360317); 企业委托项目-中药材当归及黄芪航天育种(XDZY-(2017-2018)115, 2019620005000036, 2020620005000072, 2021620005000218); 甘肃省现代农业产业体系中药材产业体系首席专家项目(GARS-ZYC-1)

作者简介:刘晓峰(1997-), 男, 甘肃会宁人, 硕士研究生。

E-mail:1738391066@qq.com

*通信作者。E-mail:guofx@gsau.edu.cn

依据经验确定采收时间,多以月份或者季节作为时间尺度进行考量,但却忽视了不同环境的差异及气候变化的影响^[9]。采收期对当归的产量、质量、以及临床疗效等均有直接影响^[10-11]。岷县对当归的生长和分布提供了适宜的环境条件^[12]。龚成文等^[7]研究表明,大部分当归在第2年就会开花结实,根部木质化失去药用价值。两年生当归以成药为主,大多不发生抽薹,其根部越大商品等级越高,经济价值也就越高。岷县当地药农对两年生未抽薹成药当归在10月下旬(10月31日)进行采收,采收是中药材生产中的重要环节,直接影响药材的质量与产量。鉴于此,对当归在霜降前后不同采收时期进行对比研究具有重要意义,可为提高岷县当归产量、质量提供科学依据,促进当地当归的可持续发展。

1 材料和方法

1.1 试验区概况与供试材料

试验地位于甘肃省定西市岷县禾驮乡石家台村, E 104°01', N 34°26', 属温带大陆性季风气候,海拔 2 838.53 m, 年降水量 600 mm, 年平均温度 12.58 °C。该区土壤类型为高寒草甸土, 土质肥沃疏松, 适宜当归生长和繁育, 是当归主要道地产区^[13]。

试验用当归来自岷县禾驮乡石家台村两年生当归药材根, 为岷县地方品种, 由三年生种株采收的种籽育苗生长至成药株采挖而来。

试验有机肥由甘肃天耀生物科技有限公司生产, 有机质含量 >45%, N+P₂O₅+K₂O 含量 ≥5%, pH 值 =5.5~8.5, 含水量 ≤30%, 每袋 40 kg。有机肥施用量以产品推荐施用量为依据, 结合生产实际用量确定。施有机肥参考说明书和肖婉君等^[3]确定为 2 000 kg/hm²。

1.2 当归采挖期试验设计

当归采挖试验采用单因素试验。采挖时期包括 10 月 18 日霜降前 6 d (FB)、10 月 24 日霜降日 (FD)、10 月 31 日霜降后 7 d (FA)。随机区组设计, 3 次重复, 将试验田按坡度走向划分为 3 个区组, 使同一区组处于同一坡度, 随机安排 3 个采挖处理, 以消除坡度对采挖时期的影响, 区组长 6 m, 宽 4 m, 共 9 个小区, 小区面积 6.0 m² (6.0 m × 1.0 m), 为了减少边缘效应, 以拉绳划分区组和小区, 每小区固定行号和株号移栽。肥

料均在种苗移栽前结合整地以底肥一次性施入, 2020 年 4 月 16 日移栽, 采用双苗露头穴栽, 穴距 25 cm, 每穴 2 株。当归栽培期不施用农药预防病虫害, 人工除草 4 次, 其他田间管理与大田一致。

1.3 当归药材发病率及病情指数调查

分别于 2020 年 10 月 18 日、10 月 24 日和 10 月 31 日采收 3 批当归药材, 清理根部的泥土后用尼龙袋装带回实验室进行指标测定。按照陈垣等^[14]的方法及标准分批次、小区逐根统计当归药材根发病情况及病级, 计算发病率和病情指数。

$$\text{发病率(incidence)} = \frac{\text{病根数}}{\text{调查总数}} \times 100\%$$

$$\text{病情指数(disease index)} = \frac{\sum(\text{各级根数} \times \text{各级病级数}) \times 100}{\text{调查总数} \times \text{最高级}}$$

1.4 当归鲜药材商品等级分级标准

药用植物药材根既可作为药品, 又可作为特殊商品。作为商品时规格和等级首先是区分药材销售价格的重要指标, 同时也是衡量中药材品质的重要手段^[15]。药材的外观性状在判断它的等级时具有重要的作用, 尤其大小、重量、长度、粗细是市场划分等级的重要依据^[16]。本研究使用 2016 年中华中医药学会发布的《中药材商品规格等级当归》的规格等级标准 (表 1) 进行分级。

表 1 当归商品规格等级划分

Table 1 Classification of *Angelica sinensis* product specifications

规格	等级	划分依据
全归	一等	单株重 > 66.7 g
	二等	25.0 g < 单株重 ≤ 66.7 g
	三等	14.3 g < 单株重 ≤ 25.0 g
	四等	9.1 g < 单株重 ≤ 14.3 g
	五等	单株重 ≤ 9.1 g

1.5 当归药材性状、产量及活性成分测定

采收药材时每个小区随机抽取 10 株完整药材根测定根部性状。其主根长采用卷尺测定, 根粗采用数显游标卡尺测定距芦头下 1 cm 处的根直径, 测定侧根数为主根一级侧根数, 单根鲜重采用电子秤 (感量 0.1 g) 测定, 自然风干后测定单根干重, 然后计算鲜药材的含水量, 并计算产量。

$$\text{产量(kg/hm}^2\text{)} = \text{单根干重(g)} \times \text{收获株数(株/m}^2\text{)} \times$$

10 000

折干率(%) = 单根干重(g)/单根鲜重(g) × 100%

增产率(%) = (处理区产量 - 对照区产量) / 对照区产量 × 100%

当归采收后参照《中国药典》^[1]去除泥土并揉制晾干,测定当归的主要成分含量。当归药材浸出物参照《中国药典》通则 2201 热浸法^[1]测定,用 70% 的乙醇作为溶剂,不得少于 45.0%。当归阿魏酸含量参照高效液相色谱法通则 0512^[1]测定,色谱条件以乙腈-水系统为流动相;柱温为 35 ℃,检测波长为 316 nm。

1.6 数据统计分析

采用 Excel 2010 绘制图和处理平均数间的 *t* 检验。采用 SPSS 20.0 统计软件进行方差分析、相关分析和主成分(因子)分析,多个处理平均数间的差异性选用 LSD 法进行多重比较,采用字母标记法标记。

对不同施肥栽培当归药材产能的综合评价采用肖婉君等^[3]和金彦博等^[13]的方法,即首先在因子分析基础上提取初始特征根大于 1 的各指标主成分值,计算其权重(W_j),根据相关性质计算正反隶属函数值,最后估算综合指数(comprehensive index, CI)。

$$W_j = \sum(C_{l,j} \times VP_l) / \sum \sum(C_{l,j} \times VP_l)$$

$$R(X_{ij}) = (X_{ij} - X_{jmin}) / (X_{jmax} - X_{jmin})$$

$$RR(X_{ij}) = 1 - (X_{ij} - X_{jmin}) / (X_{jmax} - X_{jmin})$$

$$CI_j = \sum[R(X_{ij}) \times W_j]$$

式中, $C_{l,j}$ 表示第 j 个指标的第 l 主成分值, VP_l 表示第 l 主成分方差的百分率, W_j 表示第 j 个指标的权重值, i 表示不同施肥处理, j 表示测定指标, $R(X_{ij})$ 表示 i 采收期 j 指标的隶属函数值, $RR(X_{ij})$ 表示 i 施肥 j 指标的反隶属函数值, X_{ij} 表示 i 采收期处理 j 指标的平均观测值, X_{jmin} 表示所有采收期处理中 j 指标的最小值, X_{jmax} 表示所有采收期处理中 j 指标的最大值, CI_j 为第 i 处理 j 个指标的累计综合指数。

2 结果与分析

2.1 不同采收时期对当归产量构成因素的影响

3 个不同采收时期,对当归的根粗和侧根数的影响不显著,但是 10 月 31 日采收的根粗最大,较 10 月 18 日和 10 月 24 日的根粗分别增加 0.37 和 0.24 mm,霜降前后不同采收时期对主根长,单根重和根含水量均具有极显著影响,不同采收时期的主根长依次为 FD > FA > FB,其中 10 月 24 日(FD)采收的主根长最长,较 10 月 18 日(FB)极显著增长了 40.1% ($P < 0.01$),FD 和 FA 的主根长不具有显著性,不同采收时期的单根鲜重从高到低依次为 FD > FA > FB;单根干重从高到低依次为 FD > FB > FA,其中 FD 单根重最高,FD 的单根鲜、干重分别较 FB 提高了 11.49% 和 13.74%,FA 的单根鲜、干重分别较 FD 降低了 6.24% 和 8.08%,三个不同采收时期的单根鲜、干重均未达到显著水平。

表 2 不同采收时期对当归产量构成因素的影响

Table 2 Yield components of *Angelica sinensis* in different mining periods

处理	主根长/cm	根粗/mm	侧根数/	单根鲜重/g	单根干重/g	根含水量/%
FB	14.7 ± 2.7 ^{Aa}	23.83 ± 4.35 ^{Aa}	7.3 ± 1.3 ^{Aa}	71.24 ± 13.01 ^{Aa}	22.41 ± 4.09 ^{Aa}	68.36 ± 12.48 ^{Aa}
FD	20.6 ± 3.8 ^{Bb}	23.96 ± 4.37 ^{Aa}	7.6 ± 1.4 ^{Aa}	80.49 ± 14.70 ^{Aa}	25.98 ± 4.74 ^{Aa}	65.85 ± 12.02 ^{Aa}
FA	18.2 ± 3.3 ^{Bb}	24.20 ± 4.42 ^{Aa}	6.2 ± 1.1 ^{Aa}	75.46 ± 13.78 ^{Aa}	23.88 ± 4.36 ^{Aa}	68.33 ± 12.47 ^{Aa}

注:表中数据为平均数 ± 标准误。不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)

2.2 不同采收时期当归产量及产量构成因素的相关分析

相关分析显示(表 3),3 个不同采收时期中,根粗与单根鲜重、单根干重,单根鲜重与单根干重均呈极显著正相关($P < 0.01$),10 月 31 日采收的药材中,根粗与根长极显著相关($P < 0.01$),而在 10 月 18 日和 10 月 24 日中相关程度减弱,呈显著相关($P < 0.05$)。在

FA 中,根长与单根鲜重、单根干重的相关性极显著($P < 0.01$);与侧根数呈弱的负相关。在 FB 和 FD 中,侧根数与单根鲜重、单根干重呈极显著相关($P < 0.01$),而在 FA 中侧根数与单根鲜重有较弱的负相关性(表 3)。

2.3 不同采收时期对鲜药材商品等级的影响

3 个不同采收时期只有 FB 有一等级的当归药材

表3 各采收时期当归产量构成因素的相关分析

Table 3 Correlation analysis of yield components of *Angelica sinensis* in each harvesting period

处理	指标	根粗	根长	侧根数	单根鲜重
霜降前FB	根长	0.361*			
	侧根数	0.443*	0.163		
	单根鲜重	0.727**	0.448*	0.624**	
	单根干重	0.710**	0.501**	0.567**	0.959**
霜降日FD	根长	0.463*			
	侧根数	0.531**	0.195		
	单根鲜重	0.657**	0.510**	0.625**	
	单根干重	0.667**	0.435*	0.653**	0.950**
霜降后FA	根长	0.485**			
	侧根数	-0.118	-0.355		
	单根鲜重	0.743**	0.584**	-0.016	
	单根干重	0.662**	0.564**	0.066	0.958**

注:以各施肥处理3个重复区30株测定株数据相关分析(n=30)。**表示相关极显著(P<0.01);*表示相关显著(P<0.05)。

根,二等当归在不同的采收时期由高到低依次为:FD>FA>FB。FB处理中5个等级均有存在,主要为二等和三等;FD处理中主要为二、三、四等,其中二等占据比例最高;FA中有4个等级存在,其中三等最多(图1)。综上,FD处理的鲜药材商品等级最佳。

2.4 不同采收期对当归药材根腐病发病率及病情指数的影响

病情指数和发病率具有相同的趋势,均为FD<FB<FA(图2),10月31日(FA)采收的药材根发病率最高,为33.33%,相对应的病情指数也最高,为12.50,10月24日(FD)采收的药材根发病率最低,为16.67%,10月24日(FD)采收的药材根病情指数也是最低,为4.17。FD病情指数较FB显著降低58.3%(P<0.05),较FA极显著降低66.6%(P<0.01);FD发病率较FB降低了44.4%(P<0.05),较FA降低了50.0%(P<0.01)。

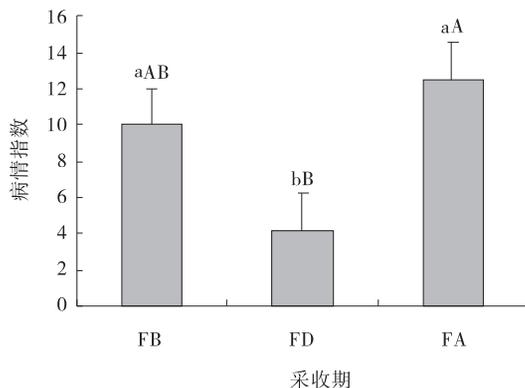


图2 不同采收时期当归药材根腐病发病率及病情指数

Fig. 2 Incidence rate and disease index of root rot of *A. sinensis* in different extraction periods

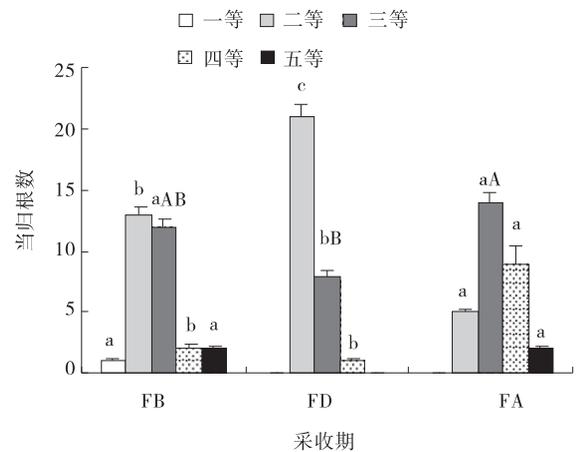
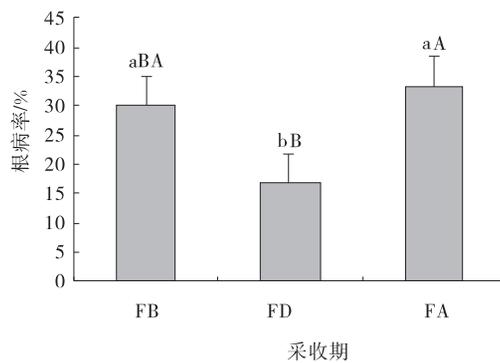


图1 不同采收时期的鲜药材商品等级

Fig. 1 Commodity grade of fresh medicinal materials in different extraction periods

注:不同小写字母表示差异显著(P<0.05),不同大写字母表示差异极显著(P<0.01)。下同

2.5 不同采收时期对当归药材主要成分含量的影响
不同的采收时期当归药材根的浸出物和阿魏酸



含量均未达到显著水平,但是不同时期采收的当归药材根的主要成分含量存在差异,且均在药用标准含量之上(表4)。阿魏酸含量从高到低依次为FD>FB>FA,FD和FB时期采收的当归药材含量分别较FA提高了0.015%和0.01%。FD浸出物的含量最高,较FA提高了0.32%,FB较FA的浸出物含量降低了1.98%(表4)。

表4 不同采收时期当归药材根主要成分

Table 4 Main components of Radix *A. sinensis* in different harvesting periods

采收时间	浸出物/%	阿魏酸/%
FB	67.31±3.87 ^{Aa}	0.118±0.066 ^{Aa}
FD	69.61±4.28 ^{Aa}	0.123±0.026 ^{Aa}
FA	69.29±6.52 ^{Aa}	0.108±0.030 ^{Aa}

2.6 不同采收时期下当归药材根性状与药材产量的综合因子分析

基于根长、根粗、侧根数、含水量等6个药材根性状与药材个体产量的主成分分析发现,前4个主成分的特征根大于1,其贡献率分别为37.57%、25.96%、17.84%、13.00%,累计贡献率分别为37.57%、

63.54%、81.38%、94.38%,所以用第1~4主成分的特征根和贡献率(表5)来计算各指标的权重值(表6)。第1主成分主要反映了当归药材根根粗、单根鲜重、单根干重。第2主成分负荷量的绝对值居前3位的依次为鲜产量、干产量和根长,且均为正值,故第2主成分决定当归药材根的产量。第3主成分反映了侧根数、鲜产量和干产量;第4主成分的负荷量的绝对值 ≥ 0.5 的只有含水量,说明第4主成分决定药材根的含水量。综上,第1、3、4主成分是当归药材根性状的关键因子。

根据各不同采收时期的试验指标隶属度与权重值的大小,根据加乘法则,计算得到不同采收时期当归产量和产量构成因素综合评价指数大小依次为FD>FB>FA(表7)。

表5 当归产量及产量构成因素指标主成分分析

Table 5 Principal component analysis of yield and yield component indexes of *A. sinensis*

主成分	特征根	贡献率/%	累计贡献率/%
1	3.01	37.57	37.57
2	2.08	25.96	63.54
3	1.43	17.84	81.38
4	1.04	13.00	94.38

表6 当归产量及产量构成因素指标的负荷量和权重值

Table 6 *A. sinensis* yield and yield component index load and weight value

性状指标	负荷量				权重值
	1	2	3	4	
根长	0.477	0.615	-0.442	-0.221	0.143
根粗 r	0.946	0.150	-0.029	0.208	0.108
侧根数	0.047	-0.456	0.806	0.225	0.125
单根鲜重	0.945	-0.152	0.126	-0.223	0.118
单根干重	0.861	-0.244	0.260	-0.354	0.140
含水量	0.478	0.141	-0.186	0.843	0.134
鲜产量	-0.134	0.884	0.343	-0.086	0.118
干产量	-0.013	0.765	0.588	0.058	0.116

3 讨论

3.1 适宜的时期采收能有效地保持当归的外观质量及商品等级

药材的质量在一定范围内可通过外观性状表现出来,如贝母以小者为好,紫草以质软为佳,玄参以色黑为优,黄柏以黄者为上,茜草以红者为好,白术以断面朱砂点多的为最好等。当归以主根根粗长、油润、肉质饱满、断面色黄白、气浓香者为佳^[17]。影响色泽、气味、质地等外观质量的因素颇多,比如药用植物种

类、遗传特性、外界环境条件、采收期等^[18]。当归外观质量直接与其商品等级挂钩,是划分等级的重要依据^[16]。本研究表明,霜降后采收的当归,其根长、根粗、芦头长均优于霜降前采收的当归,也就是说在适宜的采收期采收,在一定程度上能有效保持当归的外观质量和商品等级。

3.2 适宜的时期采收能有效降低当归药材的发病率和发病程度

当归的生长周期分为3个阶段,分别为第1年育苗期,第2年成药期,第3年留种期^[4]。它的栽培过程

表7 不同采收期当归产量及产量构成因素指标
因子的综合评价指数

Table 7 Comprehensive evaluation indexes of yield and yield component factors of *A. sinensis* in different harvests

性状指标	采收处理		
	FB	FD	FA
根长	0.143	0.000	0.005
根粗	0.000	0.038	0.108
侧根数	0.097	0.125	0.000
单根鲜重	0.000	0.118	0.054
单根干重	0.000	0.140	0.057
含水量	0.134	0.000	0.132
鲜产量	0.033	0.118	0.000
干产量	0.024	0.116	0.000
综合评价指数	0.431	0.653	0.356
综合排序	2	1	3

是在第1年获得种苗后于来年4月中旬移栽至田间,4—7月地上部分迅速生长发育,8月下旬至9月地上部分开始凋零,营养物质向根部转移,根系开始增粗并呈肉质化的贮藏根,10月底至11月初,气候变冷,肉质根进入休眠,开始在适宜的时期采收^[11]。最佳采收时间是针对药材的质量和产量而言。药材的质量,一方面取决于本身积累的产量及有效成分含量;另一方面由药材发病程度决定,所以,最佳采收期应在产量、有效成分含量相对较高以及发病程度较轻的时期^[19]。当归的根腐病和麻口病是限制当归生产的主要因素,本研究中,10月24日(FD)采收的药材根发病率最低,发病程度最轻,较FB和FA显著降低。

3.3 适宜的时期采收能有效保持当归药材的主要成分含量

有效成分的积累量是确定多年生药用植物的适宜采收时期的重要指标^[20]。有效成分含量直接关系到药材品质和经济效益。当归药材根有效成分含量最高的时期即为最佳采收期,刘振东等^[21]对枸橼药材的质量研究表明,不同采收期的枸橼有效成分含量差异明显,其中6月份采收的含量最高,再结合传统采收的外观性状就确定了最佳采收期。寸竹等^[22]的研究表明,采收期是影响三七皂苷含量的重要因素,最佳采收期为12月。当归是典型的多年生药用植物,它的有效成分含量直接决定药材的质量,虽然3个不同采收时期的成分含量差异没有达到显著水平,但均能够保持在含量标准之上,说明适宜的采收时期能够有效促进当归药材有效成分的积累。

4 结论

在岷县道地产区进行当归成药栽培,不同采收时期对当归药材产出性能和根部性状均具有显著影响,依据当归药材产量及产量构成因子综合评价指数大小,药材外观质量各采收期依次为FD(霜冻前6 d)>FB(霜冻日)>FA(霜冻后7 d),在霜降日采收有利于当归有效成分的转化,还可降低采收后当归根腐病发病率和发病程度,有利于根部性状的改善,保持较高的药材商品等级,有更高的收益。说明当归最佳采收期较短,建议当归采挖尽可能抢在霜降前后3 d内完成。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京:中国医药科技出版社,2020:133—134.
- [2] 白刚,郭凤霞,陈垣,等. 岷县生荒地和熟地育成当归苗抗逆生理特性的差异[J]. 草业学报,2019,28(11):86—95.
- [3] 肖婉君,郭凤霞,陈垣,等. 施用有机肥对当归药材性状、产量及抗病性的影响[J]. 草业学报,2021,30(3):189—199.
- [4] 朱国庆. 甘肃中部当归生态气候分析及适生种植区划[J]. 干旱气象,2001,19(1):36—38.
- [5] 赵锐明,陈垣,郭凤霞,等. 甘肃岷县野生当归资源分布特点及其与栽培当归生长特性的比较研究[J]. 草业学报,2014,23(2):29—37.
- [6] 赵杨景,陈四保,高光耀,等. 道地与非道地当归栽培土壤的理化性质[J]. 中国中药杂志,2002,27(1):19—22.
- [7] 龚成文,冯守疆,赵欣楠,等. 当归提早抽薹的科学问题商榷[J]. 中国现代中药,2016,18(8):1012—1015.
- [8] 王国祥,蔡子平,米永伟,等. 道地中药材当归栽培及抽薹防治研究现状[J]. 甘肃农业科技,2020(4):75—80.
- [9] Duan J A, Yan H, Su S L, *et al.* Establishment and practice for evaluating model of best harvest time of traditional [J]. Chinese medicinal materials, 2010, 41 (11) : 1755—1760.
- [10] 任德权,周荣汉. 中药材生产质量管理规范(GAP)实施指南[M]. 北京:农业出版社,2003.
- [11] 田新村. 中药材采收期研究概述[J]. 中药材,1989(8):25—28.
- [12] 张雅聪,李成义,张馨元. 甘肃道地药材的形成与发展[J]. 西部中医药,2004,17(1):35—36.
- [13] 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.
- [14] 陈垣,朱蕾,郭凤霞,等. 甘肃渭源蒙古黄芪根腐病病原

- 菌的分离与鉴定[J]. 植物病理学报, 2011, 41(4): 428—431.
- [15] 黄永红. 基于“当归补血汤”的美白化妆品的开发及其美白作用机制研究[D]. 广州: 广东药科大学, 2016.
- [16] Wang J, Zhao J B, Song P S. Determination of Ferulic acid and Ligustilide in 30 batches of *Angelica sinensis* [J]. Chinese Journal of Experimental Formulae, 2011 (16): 70—73.
- [17] 刘丽琳. 浅谈影响中药材质量的因素[J]. 中国实用医药, 2014, 9(3): 249.
- [18] Huang L Q, Guo L P, Hua G D, *et al.* Properties and Research strategies of genuine Medicinal Materials [J]. Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine Information, 2007, 14(2): 44—46.
- [19] 韩俊, 沈雪梅, 龙光强, 等. 通关藤的适宜采收期研究[J]. 湖北农业科学, 2021, 60(10): 91—94.
- [20] 田甜. 不同产地和生长年限黄芩质量评价及药理作用研究[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2018.
- [21] 刘振东, 兰金旭, 陈随清. HPLC结合电子眼技术分析不同采收期的枸橼药材质量[J]. 中国中药杂志, 2021, 46(20): 5253—5259.
- [22] 寸竹, 张玲, 张金燕, 等. 采收期和采收年限对三七农艺性状和皂苷的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2022, 28(3): 645—654.

Effects of different harvest periods on yield and quality of *Angelica sinensis*

LIU Xiao-feng¹, GUO Feng-xia^{1*}, CHEN Yuan^{1,2*}, JIN Jian-qin¹, LI Rui-xia¹,
CUI Lin-gang¹, XU Bo²

(1. College of Life Science and Technology, College of Agronomy, 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. Key Laboratory of Tianjin Modern Traditional Chinese Medicine Resource Research Enterprise, Tianjin Tianshili Modern Traditional Chinese Medicine Resource Co., Ltd, Tianjin 300410. China)

Abstract: [Objective] To explore the effect of digging time on the performance of *Angelica sinensis* under the condition of organic fertilizer cultivation, and determine the best harvesting time of *Angelica sinensis*. [Method] The *A. sinensis* with two-year drug production period cultivated with pure organic fertilizer in Minxian county was taken as the research object. From October 18, 2020, *A. sinensis* was excavated in stages every 6—7 days, with a total of 3 times (18th: FB, 24th: FD, 31th: FA) to determine the yield, disease degree, appearance quality and internal main components of medicinal roots. [Result] The appearance quality of the medicinal roots collected on October 24 was the best, and most of the commodity grades of fresh medicinal materials belonged to the second and third grades, and a few were in the fourth and fifth grades, which are better than those in other harvest periods. The lowest incidence rate of medicinal materials collected in October 24th was 16.7%. The order of comprehensive factor evaluation index was FD>FB>FA. [Conclusion] A reasonable harvest time in the production area of Minxian county had a significant synergistic effect on *A. sinensis*. It can effectively reduce the incidence and degree of root disease, improve the properties of medicinal materials, improve economic benefits. It can be recommended to be popularized and applied in the standardized cultivation of *A. sinensis*. The best harvest time appears short, and the most suitable to harvest is within 3 days before and after frost.

Key words: *Angelica sinensis*; harvest time; yield; character; quality