

# 海拔对秋直播当归生长动态及品质的影响

刘润萍<sup>1</sup>, 王兴政<sup>2</sup>, 杨薇靖<sup>2</sup>, 刘学周<sup>3</sup>

(1. 甘肃农业科学院农业经济与信息研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 定西市农业科学研究所, 甘肃 定西 743000; 3. 甘肃省经济作物技术推广站, 甘肃 兰州 730030)

**摘要:** 以当归品种岷归1号指示品种, 采用1 700、2 210、2 580 m三个海拔梯度进行当归秋季直播, 同时以海拔2 210 m的移栽当归为对照, 研究了不同海拔对秋直播当归生长动态及产量、品质的影响。结果表明, 秋直播当归从9月份开始芦头茎粗、单根干重表现为随海拔升高而减小, 且在整个生长期都小于对照移栽当归。1 700、2 210、2 580 m海拔下的秋直播当归抽薹率均为0, 1700 m海拔下秋直播当归产量比对照移栽当归增产4.99%, 2 210、2 580 m海拔下秋直播当归分别比对照移栽当归减产2.69%、29.75%。1 700 m海拔下秋直播当归以二、三、四等品为主, 占总量的86.67%, 2 210、2 580 m海拔下秋直播当归以三、四等品为主, 分别占总量的93.33%、100.00%。秋直播当归醇溶性浸出物、挥发油和阿魏酸含量随海拔的升高而升高, 2 210、2 580 m海拔下秋直播当归的阿魏酸含量分别比对照移栽当归显著提高13.0%、5.8%。当归秋直播技术可在海拔1 700~2 210 m区域推广, 以海拔1 700 m的秋直播当归根长、芦头茎粗、单根干重、产量、商品等级等指标表现最佳。

**关键词:** 当归; 种子直播; 海拔; 生长动态; 品质

**中图分类号:** S567.23 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)07-0050-06

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.07.010

## Effects of Altitudes on Direct Autumn-sowing *Angelica sinensis* Growth Dynamics and Quality

LIU Runping<sup>1</sup>, WANG Xingzheng<sup>2</sup>, YANG Weijing<sup>2</sup>, LIU Xuezhou<sup>3</sup>

(1. Institute of Agricultural Economics and Information, Gansu Academy of Agricultural Sciences Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Dingxi Academy of Agricultural Sciences, Dingxi Gansu 743000, China; 3. Gansu Provincial Cash Crops Technology Extension Station Lanzhou Gansu 730030, China)

**Abstract:** In order to study the impact of different altitudes on the dynamic growth, output and quality of direct-seeding *Angelica sinensis* in Autumn. Three altitude gradients, 1 700 m, 2 210 m and 2 580 m were adopted by using the indicator cultivar Mingui 1 for the direct-seeding of *Angelica sinensis* in autumn, and transplanted *Angelica sinensis* at the altitude of 2 210 m was taken as the control group. The results showed that since September, the stem diameter and dry weight of a single root of the direct-seeding *Angelica sinensis* in autumn decreased with the rise of altitude, and it was smaller than transplanted *Angelica sinensis* throughout the whole growth period. At 1 700 m, 2210 m and 2 580 m, the moss pumping rate of autumn direct sowing angelica was 0, and the yield of direct sowing *Angelica sinensis* at 1 700 m in autumn was 4.99% higher than that of the control, and the yield of direct sowing *Angelica sinensis* at 2 210 m and 2 580 m in autumn was 2.69% and 29.75% lower than that of transplanting *Angelica sinensis*, respectively. Second, third and fourth grade of

收稿日期: 2020-10-26

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFD0201100); 国家自然科学基金资助项目(31201161)。

作者简介: 刘润萍(1963—), 女, 甘肃渭源人, 副研究员, 主要研究方向为农业经济与农业生态研究。Email: 4295296@qq.com。

通信作者: 刘学周(1978—), 男, 甘肃渭源人, 正高级农艺师, 主要研究方向为中药材规范化栽培。Email: lxzhmail@163.com。

products at a low altitude were dominant, accounting for 86.67% of total products. Third and fourth grade of products at a middle and high altitude were dominant, accounting for 93.33% and 100% of total products, respectively. Ethanol-soluble extractives, volatile oil and content of ferulic acid increased with the increased with the rise of altitude. The content of ferulic acid at middle and high altitude increased by 13.0% and 5.8% respectively compared with transplanted *Angelica sinensis*. The direct-seeding technology of *Angelica sinensis* in autumn can be promoted in regions ranging between 1 700 m and 2 210 m altitude. direct-seeding *Angelica sinensis* in autumn at the altitude of 1 700 m has the best performance, including the root length, stem diameter, dry weight of single root, yield and product grade, etc.

**Key words:** *Angelica sinensis*; Direct-seeding; Altitude; Dynamic growth; Quality

当归为伞形科植物当归 [*Angelica sinensis* (Oliv.) Diels] 的干燥根, 具有补血活血, 调经止痛, 润肠通便等功效<sup>[1-2]</sup>, 喜冷凉阴湿环境, 属低温长日照类型, 在甘肃省主要分布在岷县、渭源、漳县等地<sup>[3-7]</sup>。当归是一种需要高海拔育苗, 1 700 m 海拔移栽的药材, 在甘肃省, 近年由于气候逐渐变暖, 当归适宜种植区逐渐向西南部及高海拔区转移, 原来的产区对种植当归的生态适宜性有所下降, 使当归栽培中存在的提早抽薹难以控制, 当归产量、品质不稳等问题进一步加剧<sup>[8-9]</sup>。当归秋直播技术改变传统育苗移栽生产模式, 有不抽薹的特点, 且可以保障当归生长年限不减少, 在保护生态环境和提高种植收益方面效果显著。目前对不同海拔梯度下秋季直播当归的生长动态和品质变化方面的研究较少, 本试验通过对 1 700、2 210、2 580 m 三个海拔高度对秋直播当归生长动态和产量、品质的影响进行了研究, 以期当归秋季直播技术的推广应用提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

指示当归品种为岷归 1 号, 种子和种苗均购自岷县大河农产品追溯有限责任公司。种子为当年产新种子, 千粒重 1.42 g。种苗芦头直径 0.40~0.55 cm, 百苗重 18.3 g。种子和种苗均无虫蛀、病害。

### 1.2 试验地概况

试验于 2018 年 8 月至 2019 年 10 月在岷县寺沟镇进行。当地平均海拔 2 200 m,

年平均气温 5.3 ℃,  $\geq 10$  ℃有效积温 1 700 ℃, 无霜期 120 d, 年平均降水量 510 mm。

### 1.3 试验方法

采用单因素试验设计, 设 1 700、2 210、2 580 m 三个海拔梯度, 在每个海拔高度下各设秋直播当归处理 3 个小区, 并以 2 210 m 海拔梯度的移栽当归为对照, 小区面积 24 m<sup>2</sup> (4 m × 6 m), 3 次重复。采用幅宽 120 cm 的黑色地膜进行覆膜穴播, 每小区铺设 3 条膜带 (100 cm 垄面, 30 cm 垄沟), 按株距 30 cm、行距 30 cm 每膜播种或移栽 3 行。秋直播当归于 2018 年 8 月 16 日挖深 3~5 cm 的穴播种, 每穴播入种子 5~7 粒, 覆过筛潮湿细土约 0.5 cm, 播后覆小麦秸秆, 厚度约 3.0 cm, 到入冬前逐次清除盖草, 冬前每穴覆盖 1.0~2.0 cm 细土越冬, 翌年返青后间苗, 每穴留壮苗 2 株。传统育苗移栽当归于 2019 年 4 月 6 日按播种穴密度移栽, 每穴 2 苗。秋直播当归和传统育苗移栽均在播前结合整地时施入腐熟农家肥 15 t/hm<sup>2</sup>, 配合施磷酸二铵 450 kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾 225 kg/hm<sup>2</sup>、尿素 225 kg/hm<sup>2</sup>, 其余管理同大田。2019 年 10 月 25 日统一测产。

### 1.4 测定指标及方法

直播当归第 2 年返青后 (移栽当归当年返青后) 每 30~35 d (视天气情况调整) 各小区随机挖取 5 株样本, 测定生育期地下部分生物量, 地下部分干重由鲜样在背阴干燥的地方风干得到。收获后各小区随机选样 15 株, 测定根长、芦头茎粗、侧根数, 将测量

后的当归风干后计算产量, 并按照《76种药材商品规格标准划分》进行药材品级划分<sup>[10]</sup>; 按照中国药典要求对样品的灰分、浸出物、挥发油和阿魏酸含量进行测定<sup>[11]</sup>。

### 1.5 数据处理

试验所得数据用 SPSS19.0 软件进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 海拔对秋直播当归越冬及返青期的影响

秋直播当归在 8 月 16 日播种, 移栽当归于翌年 4 月 6 日栽种, 从海拔对秋直播当归越冬率的影响(表 1)可以看出, 秋直播当归越冬率随海拔升高而降低, 但越冬率均达到了 75% 以上。秋直播当归的返青期随海拔升高而延迟, 2 580 m 海拔下秋直播当归返青期分别比 2 210 m、1 700 m 海拔延迟 2、3 d, 但 3 个梯度海拔下的秋直播当归返青期比移栽当归早 5~7 d, 田间观察, 秋直播当归种苗在返青期时的芦头径粗在 0.3~0.5 cm, 总体要小于移栽当归的种苗芦头径粗。

表 1 不同海拔下当归的越冬率和返青期<sup>①</sup>

栽培方式	海拔 /m	越冬率 /%	返青期 / (日/月)
秋直播	1 700	85.6	13/4
秋直播	2 210	78.7	14/4
秋直播	2 580	75.6	16/4
移栽(CK)	2 210		21/4

①越冬率为越冬返青的当归出苗穴数与种植总穴数的比率, 返青期为 50% 当归返青出苗的日期。

### 2.2 海拔对秋直播当归根系生长的影响

从表 2 可知, 各处理从翌年返青出苗后, 当归根长从 6 月份开始即快速增长, 9 月份后增速减慢。当归芦头茎粗、单根干重, 在 6、7 月份是缓慢增长阶段, 7 月份以后进入快速增长阶段, 一直持续到收获期。移栽当归的支根一直在持续增加, 但秋直播当归的支根在 7 月份后增加的较少, 至 10 月份收获时仅是 5.2~6.8 根, 3 个海拔梯

度下秋直播当归支根数均少于对照移栽当归, 且差异显著。在整个生长期, 3 个海拔梯度下秋直播当归的根长相差不大, 但都长于对照移栽当归, 且差异显著, 这可能与移栽当归苗在采挖运输过程中末稍根系受损, 影响其伸长生长有关, 10 月份测定对照移栽当归的根长为 14.1 cm, 分别比 1 700、2 210、2 580 m 海拔下的秋直播当归的根长短 6.4、7.5、6.3 cm。对照移栽当归的芦头茎粗、单根干重在整個生长期都大于秋直播当归, 且差异显著。秋直播当归从 9 月份开始芦头茎粗表现为随海拔升高而减小, 且 1 700 m 海拔下芦头茎粗与 2 210、2 580 m

表 2 不同海拔高度对秋直播当归根系生长

栽培方式	海拔高度 /m	动态的影响 <sup>①</sup>			
		根长 /cm	支根数 / (个/株)	芦头茎粗 /cm	单根干重 / (g/株)
6月25日测定					
秋直播	1 700	5.3a	2.4b	0.42b	3.08b
秋直播	2 210	5.6a	1.3c	0.42b	3.08b
秋直播	2 580	6.1a	0.5c	0.39b	3.06b
移栽(CK)	2 210	1.5b	5.4a	0.66a	5.84a
7月26日测定					
秋直播	1 700	8.4b	4.6b	0.55b	6.07b
秋直播	2 210	8.6b	3.2c	0.56b	5.89bc
秋直播	2 580	9.2a	1.5c	0.51b	5.81c
移栽(CK)	2 210	6.2c	7.6a	0.85a	7.12a
8月25日测定					
秋直播	1 700	14.2b	4.4b	0.97bc	11.13b
秋直播	2 210	15.4a	4.3b	1.00b	9.01c
秋直播	2 580	15.3a	3.8c	0.82c	8.65c
移栽(CK)	2 210	10.1c	8.5a	1.56a	14.96a
9月28日测定					
秋直播	1 700	19.9a	4.5bc	1.27b	16.25b
秋直播	2 210	20.2a	4.9b	1.13c	11.11c
秋直播	2 580	20.1a	4.1c	1.10c	10.98c
移栽(CK)	2 210	13.4b	8.9a	1.96a	18.74a
10月25日测定					
秋直播	1 700	20.5a	5.2c	1.35b	18.47b
秋直播	2 210	21.6a	5.4c	1.17c	14.13c
秋直播	2 580	20.4a	6.8b	1.16c	13.17c
移栽(CK)	2 210	14.1b	10.2a	2.12a	23.43a

①同列中不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), 下同。

海拔下的有显著差异, 2 210、2 580 m 海拔下差异不显著, 10 月份 1 700 m 海拔秋直播当归芦头茎粗为 1.35 cm, 分别比 2 210、2 580 m 海拔下增加 0.18、0.19 cm。

从表 2 可知, 海拔对秋直播当归整个生长期单根干重的影响规律表现为随海拔升高而单根干重减小。9 月份之后, 1 700 m 海拔下秋直播当归的单根干重与 2 210、2 580 m 海拔相比达到了显著差异, 而 2 210、2 580 m 海拔下差异不显著, 10 月份采挖时, 1 700 m 海拔下单根干重为 18.47 g/株, 分别比 2 210、2 580 m 海拔下增加了 4.34、5.30 g/株, 但却比对照移栽当归降低了 4.96 g/株。

### 2.3 海拔对秋直播当归抽薹率、产量和商品等级的影响

从表 3 可知, 3 个海拔梯度下秋直播当归的抽薹率均为 0, 这与前人研究基本一致<sup>[11-13]</sup>, 当归是低温长日照植物<sup>[14]</sup>, 秋直播当归在越冬前的百苗重没有超过 20 g, 苗龄 84 d, 达不到能通过春化作用的要求, 进入不了生殖生长阶段, 因此没有抽薹现象发生, 而对照移栽当归的抽薹率为 21.36%, 研究表明移栽当归的抽薹率随海拔升高而降

低<sup>[15]</sup>, 在 1 700 m 海拔下当归的抽薹率会更高, 但秋直播当归基本不抽薹, 也不因海拔高度而产生变化, 由此可见, 秋直播当归是解决当归成药期抽薹的有效措施。从表 3 还可以看出, 在 1 700、2 210、2 580 m 3 个海拔梯度下, 秋直播当归折合产量随海拔降低而升高, 1 700 m 海拔下秋直播当归折合产量最高, 为 2 279.17 kg/hm<sup>2</sup>, 比对照移栽当归增产 4.99%, 2 210、2 580 m 海拔下秋直播当归折合产量均低于移栽当归, 分别比对照移栽当归减产 2.69%、29.75%, 1 700、2 210 m 海拔下秋直播当归折合产量与对照移栽当归间均没有形成显著差异。当归的商品等级对其价格的影响非常大, 从表 4 可知, 3 个海拔梯度下秋直播当归的商品等级都较低, 1 700 m 海拔下以二、三、四等品为主, 占总量的 86.67%; 2 210、2 580 m 海拔下以三、四等品为主, 分别占总量的 93.33%、100%; 而对照移栽当归的商品等级较高, 以一、二等品为主, 占总量的 75.55%。

### 2.4 海拔对秋直播当归品质的影响

灰分参数是中药材对无机成分检查的一种重要参量, 可以作为控制药材中无机杂质含量的参考指标, 各处理当归总灰分

表 3 海拔对秋直播当归抽薹率和产量的影响

栽培方式	海拔 /m	抽薹率 /%	小区平均产量 / (kg/24 m <sup>2</sup> )	折合产量 / (kg/hm <sup>2</sup> )	较CK增减 /%
秋直播	1 700	0	5.47a	2 279.17	4.99
秋直播	2 210	0	5.07a	2 112.50	-2.69
秋直播	2 580	0	3.66b	1 525.00	-29.75
移栽(CK)	2 210	21.36	5.21a	2 170.83	

表 4 海拔对秋直播当归商品等级的影响

栽培方式	海拔 /m	一等品		二等品		三等品		四等品及以下	
		个数 /个	占比 /%	个数 /个	占比 /%	个数 /个	占比 /%	个数 /个	占比 /%
秋直播	1 700	6	13.33	10	22.22	15	33.4	14	31.11
秋直播	2 210	0	0	3	6.67	16	35.56	26	57.77
秋直播	2 580	0	0	0	0	6	13.33	39	86.67
移栽(CK)	2 210	15	33.33	19	42.22	8	17.78	3	6.67

表5 对秋直播当归品质的影响

栽培方式	海拔 /m	总灰分 /%	酸不溶性灰分 /%	醇溶性浸出物 /%	挥发油 /%	阿魏酸 /%
秋直播	1 700	4.29	0.62	51.53bc	0.7b	0.064d
秋直播	2 210	4.31	0.63	52.41b	0.8ab	0.073b
秋直播	2 580	4.26	0.59	54.43a	1.0a	0.078a
移栽(CK)	2 210	4.34	0.63	52.35b	0.5c	0.069c

①本品按《中国药典》2015年版规定,总灰分不得超过7.0%,酸不溶性灰分含量不得超过2.0%。醇溶性浸出物量不得少于45.0%;挥发油不得少于0.4%;阿魏酸干品不得少于0.050%。

含量为4.26%~4.34%,酸不溶性灰分含量为0.59%~0.63%,均在药典规定的范围内。秋直播各处理当归醇溶性浸出物、挥发油和阿魏酸含量都超过了药典规定标准,且都表现出了随海拔的升高而升高的现象(见表5)。2 580 m海拔下秋直播当归的醇溶性浸出物量最高,且与其他处理差异显著,2 210、1 700 m海拔和对照移栽当归处理间没有显著差异。秋直播当归的挥发油含量显著高于对照移栽当归,2 580 m海拔下秋直播当归的挥发油含量与1 700 m海拔下差异显著,其他秋直播当归处理间差异不显著。阿魏酸含量各处理间差异显著,2 580、2 210 m海拔下阿魏酸含量分别为0.078%、0.073%,分别比对照移栽当归显著提高13.0%、5.8%,1 700 m海拔秋直播当归的阿魏酸含量显著低于对照移栽当归。

### 3 结论与讨论

甘肃省近年来由于气候逐渐变暖,当归适宜种植区出现逐渐向西南部及高海拔区转移的趋势<sup>[8-9]</sup>,1 700 m海拔产区对种植当归的生态适宜性下降,提早抽薹、产量、品质不稳等问题进一步加剧。研究表明,秋直播当归以海拔为1 700 m时的秋直播当归的芦头茎粗、单根干重、产量、商品规格等指标表现最佳,其次是海拔为2 210 m时的秋直播当归,海拔为2 580 m时秋直播当归的各项指标均表现最差。综合来看,当归秋直播技术可作为降低当归抽薹率,提高产量的一种高效栽培方式,在海拔1 700~2 210

m的地方实施。

当归的商品等级与价格和种植效益紧密相关,一等品的出成率对产值的影响最大,研究表明,当归的商品等级要低于移栽当归,这与前人研究一致<sup>[11-13]</sup>。秋直播栽培生产的当归多数根条长、侧根少,上半部分膨大不明显,整体呈纺锤形,即多数当归头较小,但因根条形须滑,支根少,有利于切制当归饮片,而移栽当归多数根条短,侧根多,上半部分膨大明显,有利于切成当归头、支根等,按不同部位销售。

海拔是对植物分布和生长发育产生重要影响的生态因子,不同海拔的光照、水分、温度差异极大,植物在生长过程中会通过调整自身的组织结构和生理物质含量应对外界环境的刺激,进而形成品质上差异<sup>[16]</sup>。本研究发现在海拔1 700~2 580 m区域内,秋直播当归的挥发油和阿魏酸含量表现出随海拔的升高而升高的现象,生长环境对当归品质会产生重要影响,但随海拔的升高秋直播当归的芦头茎粗、单根干重和产量都会下降,如何在当归的商品要求、产量和品质间寻求平衡,还有待进一步的研究。

### 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, 2015: 302-303.
- [2] 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): 71-76.
- [3] 魏立萍, 王富胜. 栽培方式对当归生长发育

# 9个玉米新品种在垄沟种植模式下的比较试验初报

穆灵仙

(平凉市崆峒区农业技术推广中心, 甘肃 平凉 744000)

**摘要:** 对9个玉米新品种在垄沟种植模式下的农艺性状和产量进行了观察分析。结果表明, 各参试品种在崆峒区均能成熟。折合产量以先玉 1483 最高, 较对照品种先玉 335 增产 8.1%; 其次是玉源 7879, 较对照品种先玉 335 增产 7.7%; 正大 1689 排第 3, 较对照品种先玉 335 增产 6.3%; 先玉 1321 排第 4, 较对照品种先玉 335 增产 4.4%; 富友 968 排第 5, 较对照品种先玉 335 增产 2.5%。上述 5 个玉米品种对大斑病和青枯病综合抗性也较强, 可作为崆峒区海拔 1 400 m 以下区域垄沟种植的主推品种。

**关键词:** 玉米; 新品种; 垄沟种植; 对比试验

**中图分类号:** S513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)07-0055-05

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.07.011

崆峒区地处甘肃东部, 东经 106° 25' ~ 107° 21', 北纬 35° 12' ~ 35° 45', 总耕地 5.55 万 hm<sup>2</sup>, 平均海拔 1 538 m, 年均气温

9.6 °C, 总日照时数 2 445 h, 无霜期 185 d, 是属典型的温带大陆性季风气候。玉米是甘肃省种植范围最广、单产最高的谷类作

**收稿日期:** 2020-12-24; **修订日期:** 2021-04-19

**作者简介:** 穆灵仙(1979—), 女, 甘肃平凉人, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广研究工作。联系电话: (0)18093333778。Email: 364376389@qq.com。

- 及产量的影响[J]. 甘肃农业科技, 2020(2): 10-15.
- [4] 厚建霞, 刘莉莉, 樊小龙, 等. 3种保鲜剂对鲜当归的保鲜效果[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(2): 61-64.
- [5] 王富胜, 汪淑霞, 杨荣洲, 等. 植物源有机肥在当归上的应用效果[J]. 甘肃农业科技, 2020(1): 41-44.
- [6] 李晶, 胡建龙. 育苗环境对当归苗抗寒性的影响[J]. 甘肃农业科技, 2020(8): 50-54.
- [7] 王引权, 后顺心, 王艳, 等. 推动岷县当归产业创新发展的优势条件与策略选择[J]. 中国现代中药, 2011(5): 6-9.
- [8] 武延安, 蔺海明, 赵贵宾, 等. 遮光对当归栽培的效应[J]. 中药材, 2008(3): 334-336.
- [9] 刘学周, 康天兰. 当归栽培新技术研究综述[J]. 甘肃农业科技, 2016(11): 62-66.
- [10] 国家医药管理局, 中华人民共和国卫生部. 七十六种药材商品规格标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 1984.
- [11] 谢志军, 龚成文, 米永伟, 等. 播期对直播一年生当归药材形态与物质积累的影响[J]. 中兽医医药杂志, 2019, 38(1): 70-72.
- [12] 漆璐涛, 许彩荷, 纪瑛, 等. 当归种子直播栽培对其产量和质量的影响研究[J]. 中药材, 2018(8): 1804-1808.
- [13] 纪瑛, 蔺海明, 邓济承, 等. 海拔高度和播期对直播当归产量及品质的影响[J]. 中药材, 2015(9): 1792-1797.
- [14] 王文杰, 张正民. 当归的抽苔特性和控制途径[J]. 西北植物研究, 1982(2): 95-104.
- [15] 邱黛玉, 蔺海明, 陈垣, 等. 经纬度和海拔对当归成药期植株长势和早期抽苔的影响[J]. 草地学报, 2010, 18(6): 838-843.
- [16] 王惠珍. 当归产量和品质形成对海拔的响应及生理机制[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2011.

(本文责编: 郑立龙)