

# 甘肃道地药材当归早薹率现状和影响经济效益构成因素分析

李美玲<sup>1</sup>, 黎洁<sup>1</sup>, 曹小路<sup>1</sup>, 王秋玲<sup>2</sup>, 栗孟飞<sup>1,2\*</sup>, 魏建和<sup>2\*\*</sup>

(1. 甘肃农业大学干旱生境作物学国家重点实验室, 甘肃 兰州 730070; 2. 中国医学科学院北京协和医学院药用植物研究所, 北京 100193)

**摘要:**为了探明当归早薹开花的原因,掌握该药材种植过程中影响经济效益的构成因素。对甘肃省当归主产区的30个不同种植区域的种植密度、早薹率和种植模式等进行调查,并对经济效益及其构成因素进行分析。结果表明:当归平均每穴种植株数、种植密度和早薹率分别为1.9株/穴、20.0株/m<sup>2</sup>和51.6%。影响当归经济效益的主要构成因素包括种植密度、早薹率和成药根收入,其中种植密度和抽薹率呈正相关,但未达到显著水平,与成药根收入呈显著正相关,而抽薹率与成药根收入呈显著负相关( $P < 0.01$ )。基于种苗成本和火药籽苗充斥市场等因素,目前,当归种植模式主要有4种:购买种苗(I)、密植拔株法(自留火药籽育苗,II)、优苗防抽薹法(自留正常种子育苗,III)和大面积留正常种子销售(IV),其经济效益分别为25 830、38 259、62 430、6 977元/hm<sup>2</sup>。II模式有较高的早薹率,使得其经济效益显著低于III模式。提高种植密度可实现一定的经济效益,但导致利用火药籽育苗恶性循环。建议利用优苗防抽薹法,结合合理密植以获得最大的经济效益。

**关键词:**当归;早薹率;种植密度;种植模式;经济效益;密植法;优苗法

**中图分类号:**S567 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2022)05-0152-07

**DOI:**10.13817/j.cnki.cycp.2022.05.019



当归为我国常用大宗药材,来自伞形科植物当归 *Angelica sinensis* 的干燥根,现多用于治疗贫血、妇科疾病和卒中等症<sup>[1]</sup>,年需求量超过3万t,年在面积65万亩以上<sup>[2]</sup>。在生产上当归一般第2年收获根用作药材,留存于地中的根第3年继续萌发生长并抽薹开花,用于收获种子<sup>[3]</sup>。但栽培过程中二年生即出现植

株提前抽薹开花(即早薹开花)现象,开花使得植株肉质根木质化,不能入药<sup>[4]</sup>。当归早薹开花导致其严重减产一直是困扰当归优质药材生产的最严重问题<sup>[2-3,5-6]</sup>。

为了解决当归早抽薹的问题,李明世<sup>[5]</sup>在1973年开始在全国范围内(包括甘肃、陕西和云南省)对当归早抽薹进行调查和研究,发现甘肃岷县正常年景早薹率为10%~30%,严重时高达80%,陕西宝鸡一带早薹率约30%,严重时高达90%以上;将早薹归纳为3个原因:种子问题(火药籽和成熟度过饱)、种苗问题(大苗和苗龄过长)、栽培环境条件(较低海拔种植、气温高、阳坡、土壤贫瘠和干旱等);并通过田间试验对种苗大小和苗龄进行了验证。为了有效控制当归早抽薹,很多学者开展了大量和细致的研究,将影响抽薹开花因素分为内因(种子成熟度、种苗大小和苗龄等)和外因(海拔、温度和光照等)<sup>[5,7-10]</sup>。后来,研究者通过航天诱变育种<sup>[17]</sup>、秋季直播控制种苗大小<sup>[8,12]</sup>、反

**收稿日期:**2021-05-26; **修回日期:**2022-06-30

**基金项目:**国家自然科学基金(32160083);财政部和农业农村部:国家现代农业产业技术体系(CARS-21);甘肃省重点人才项目(2020RCXM103);甘肃农业大学“伏羲杰出人才”培育计划(Gaufx-02J04);道地药材生态种植与质量保障项目(202103003)

**作者简介:**李美玲(1996-),女,硕士研究生。E-mail: mlli1996@163.com

\*通信作者。E-mail: lmf@gsau.edu.cn

\*\*通信作者。E-mail: jhwei@implad.ac.cn

季节育苗规避春化作用<sup>[13]</sup>、种苗低温冷冻贮存规避春化作用<sup>[7,14]</sup>、遮阳栽培规避长日照<sup>[10]</sup>、高海拔区域种植栽培<sup>[6,15]</sup>等手段进一步证实了控制内因和外因可有效降低早薹发生,并在生产中得以一定范围的成功应用。

虽然引起当归早抽薹的原因以及控制方法已明确,但早抽薹现状近40年来不仅没有得到有效解决,根据甘肃产区种植企业、合作社和种植户实际情况,早抽薹现象反而更加严重,甚至高达90%以上。为了探明这一原因,我们对甘肃省当归主产区的4个市(州)6个县10个镇(乡)30个种植区域进行了实地调查研究,旨在为及早解决并有效控制当归早抽薹提供强有力的方法和技术参考,助力当归种植户脱贫致富奔小康。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

2020年8月7日(立秋)至8月12日选取我国当归主产区甘肃的当归产药根种植基地,包括甘肃省定西市、陇南市、张掖市和甘南藏族自治州4个市(州),岷县、渭源县、漳县、宕昌县、卓尼县和民乐县6个县,禾驮镇、申都乡、闰井镇、五竹镇、大草滩镇、金钟镇、八力乡、阿子滩镇、喀尔钦镇和南丰镇10个镇(乡)。当归为长日照开花植物,立秋后植株不再发生新的抽薹开花。

### 1.2 试验方法

随机选取研究地点的10个镇(乡)30个当归产药根种植田,具体区划和地理位置见表1。选取生长势较好的地块,以5 m×5 m为单元统计未抽薹植株数。同时,根据株距、行距和每穴定植株数,计算单位面积实际种植种苗株数。当归早薹率计算公式如下:

$$\text{种植密度(株/m}^2\text{)} = \text{NSPH(株)} / [\text{RS(m)} \times \text{PS(m)}]$$

$$\text{未抽薹植株数(株/m}^2\text{)} = \text{株} / (5 \text{ m} \times 5 \text{ m})$$

$$\text{早薹率(\%)} = (\text{PD} - \text{NUP}) / \text{PD} \times 100\%$$

式中:RS(row spacing)为行距,PS(plant spacing)为株距,NSPH(number of seedlings per hole)为每穴株数,PD(plant density)为种植密度,NUP(number of unbolted plants)为未抽薹植株数。

### 1.3 经济效益构成分析及方法

1.3.1 土地和人工成本 目前,当归基本以个体户种植为主,农户自有土地,育苗、种植、拔草、施肥和采挖等均为农户自主完成,因此,在进行经济效益分析时,不考虑土地和人工成本投入。

1.3.2 种苗成本 农户在当归种植过程中,种苗来源途径有两种:(1)市场购买 按照标准种植密度约10万株/hm<sup>2</sup>(株距25 cm×行距40 cm)<sup>[2]</sup>,2020年种苗成本约为13 500元/hm<sup>2</sup>,即0.135元/株。因此,种苗实际成本A(元/hm<sup>2</sup>),为0.135(元/株)×PD(株/m<sup>2</sup>)×10 000;(2)自主育苗 农户自留种子田进行自主育苗,由于不考虑土地和人工成本以及种子费用,自主育苗不计种苗成本。

1.3.3 地膜、化肥和农药成本 2020年地膜、化肥和农药等平均投入成本B约7 500元/hm<sup>2</sup>。

1.3.4 利用火药籽或正常种子自主育苗成本 农户若利用提前或正常抽薹开花植株结实的种子进行自主育苗,育苗可实现40~60 kg<sup>2</sup>/hm<sup>2</sup>的种植量,以及自留种子田占用土地面积较少,加之土地自有和人工自主完成,因此忽略投入成本。

1.3.5 大面积留正常种子成本 在实际生产中,留正常种子的根本木质化,不能入药<sup>[4]</sup>。因此,大面积留正常种子成本C,为成药根两年的销售收入。

1.3.6 大面积留正常种子收入 2019年当归种子产量约450 kg/hm<sup>2</sup>,市场价格300元/kg,销售种子收入D约135 000元/hm<sup>2</sup>。

1.3.7 成药根收入 在标准化种植情况下,成药根干重约30 g/株<sup>[6]</sup>,按照2020年岷县当归成药厂货平均成交价格21元/kg,也即成药根价格0.63元/株,成药根收入E(元/hm<sup>2</sup>),为NUP(株/m<sup>2</sup>)×0.63元/株×10 000。

1.3.8 经济效益 目前当归生产中主要的4种植模式的经济效益分别计算如下:

$$(1) \text{购买种苗种植模式 I (元/hm}^2\text{)} = \text{E} - \text{A} - \text{B}$$

$$(2) \text{自留火药籽育苗(密植拔株法)种植模式 II (元/hm}^2\text{)} = \text{E} - \text{B}$$

(在30个种植区域中,大于平均早薹率者按照自留火药籽育苗计算)

$$(3) \text{自留正常种子育苗(优苗防抽薹法)种植模式 III (元/hm}^2\text{)} = \text{E} - \text{B}$$

(在30个种植区域中,小于平均早薹率者按照自留正常种子育苗计算。)

(4) 大面积留正常种子销售种植模式Ⅳ (元/hm<sup>2</sup>) = D - B - C

式中:A为种苗成本,B为地膜、化肥和农药成本,C为大面积留正常种子成本,D为销售种子收入,E为成药根收入,其中C=2E。

1.3.9 相关显著性分析 采用SPSS 22.0软件进行双变量相关系数(Pearson)双尾显著性( $P < 0.01$ )检验;采用Excel 2007制图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同种植区域当归种植密度和早薹率

不同种植区域行距、株距、每穴种植株数、种植密度、未抽薹植株和早薹率均差异较大,其中,行距0.26~0.45 m,株距0.10~0.35 m,每穴株数1~3株/穴,种植密度13.90~28.95株/m<sup>2</sup>,未抽薹植株2.72~16.16株/m<sup>2</sup>,早薹率10.56%~86.16%;平均每穴种植株数、种植密度和早薹率分别为1.88株/穴、19.95株/m<sup>2</sup>和51.62%(表1)。

表1 甘肃省不同种植区域当归种植密度和早薹率

Table 1 Planting density and early bolting rate of *Angelica sinensis* at different cultivation regions in Gansu Province

不同种植区域	经(E)纬(N)度和海拔/m	RS/m	PS/m	NSPH	PD/ (株·m <sup>-2</sup> )	NUP/ (株·m <sup>-2</sup> )	EBR/%	
定西市岷县	1-禾驮镇	104°14'7",34°26'50"; 2 529	0.40	0.29	2	17.30	7.52	56.54
	2-禾驮镇	104°17'58",34°24'11"; 2 759	0.42	0.34	2	13.90	6.36	54.23
	3-申都乡	104°19'44",34°25'7"; 2 672	0.40	0.34	2	14.87	4.92	66.91
	4-申都乡	104°22'54",34°24'10"; 2 533	0.34	0.28	2	20.50	11.44	44.21
	5-申都乡	104°22'51",34°24'8"; 2 533	0.36	0.35	2	15.92	5.32	66.59
	6-闫井镇	104°30'16",34°23'12"; 2 469	0.36	0.28	2	19.62	6.24	68.20
	7-闫井镇	104°37'40",34°21'7"; 2 791	0.40	0.29	2	17.27	10.12	41.41
	8-闫井镇	104°37'38",34°21'6"; 2 798	0.45	0.29	2	15.69	8.48	45.96
定西市渭源县	9-五竹镇	104°5'28",35°3'11"; 2 397	0.45	0.10	1	22.22	10.64	52.12
	10-五竹镇	104°5'29",35°3'9"; 2 406	0.42	0.10	1	23.81	13.12	44.90
	11-五竹镇	104°5'26",35°3'4"; 2 406	0.35	0.12	1	23.98	12.68	47.12
	12-五竹镇	104°7'11",35°1'21"; 2 303	0.38	0.13	1	21.28	10.60	50.18
	13-五竹镇	104°7'20",35°1'5"; 2 330	0.42	0.11	1	21.51	12.68	41.06
定西市漳县	14-大草滩镇	104°6'36",34°41'22"; 2 741	0.43	0.33	2	14.42	10.12	29.83
	15-大草滩镇	104°6'26",34°41'31"; 2 762	0.41	0.32	2	15.18	6.52	57.05
	16-大草滩镇	104°6'24",34°41'31"; 2 773	0.42	0.29	2	16.41	8.00	51.24
	17-金钟镇	104°10'17",34°48'7"; 2 328	0.34	0.25	2	23.36	13.04	44.17
	18-金钟镇	104°9'17",34°48'18"; 2 350	0.42	0.26	2	18.07	16.16	10.56
	19-金钟镇	104°9'16",34°48'17"; 2 351	0.41	0.25	2	19.51	9.56	51.01
陇南市宕昌县	20-八力乡	104°23'57",34°18'45"; 2 476	0.39	0.26	2	19.65	2.72	86.16
	21-八力乡	104°23'9",34°19'2"; 2 410	0.34	0.30	2	19.49	8.48	56.48
	22-八力乡	104°20'36",34°18'19"; 2 310	0.31	0.28	2	23.47	14.28	39.17
甘南藏族自治州卓尼县	23-阿子滩镇	103°16'33",34°37'50"; 2 616	0.35	0.35	3	24.84	10.76	56.68
	24-阿子滩镇	103°16'34",34°37'46"; 2 617	0.35	0.31	3	27.96	13.28	52.50
	25-喀尔钦镇	103°19'12",34°37'30"; 2 595	0.42	0.25	3	28.95	9.56	66.98
	26-喀尔钦镇	103°19'9",34°37'34"; 2 604	0.42	0.29	3	24.49	5.48	77.62
	27-喀尔钦镇	103°21'23",34°36'41"; 2 565	0.36	0.31	2.5	22.39	11.00	50.86
张掖市民乐县	28-南丰镇	100°52'21",38°17'21"; 2 660	0.26	0.18	1	21.49	10.52	51.04
	29-南丰镇	100°52'27",38°17'19"; 2 663	0.31	0.21	1	15.61	9.00	42.36
	30-南丰镇	100°52'34",38°17'23"; 2 664	0.29	0.23	1	15.33	8.36	45.45
平均值			0.38	0.26	1.88	19.95	9.57	51.62

## 2.2 不同种植区域及种植模式经济效益比较与分析

在30个种植区域中,成药根27 200~161 600株/hm<sup>2</sup>,平均95 653株/hm<sup>2</sup>;成药根收入17 136~101 808元/hm<sup>2</sup>,平均60 262元/hm<sup>2</sup>;根据种植密度产生的相应种苗成本18 765~39 083元/hm<sup>2</sup>,平均26 932元/

hm<sup>2</sup>(表2)。扣除地膜、化肥和农药成本7 500元/hm<sup>2</sup>后,4种植模式I、II、III和IV的经济效益差异较大,分别为25 830、38 259、62 430和6 977元/hm<sup>2</sup>,其中III种植模式分别为I、II和IV的2.4、1.6和8.9倍(图1)。

表2 不同种植区域及种植模式的经济效益

Table 2 Economic benefits of different cultivation regions and cultivation models

种植区域	成药根株数/ (株·hm <sup>-2</sup> )	E/ (元·hm <sup>-2</sup> )	B/ (元·hm <sup>-2</sup> )	A/ (元·hm <sup>-2</sup> )	经济效益/(元·hm <sup>-2</sup> )			
					I	II	III	IV
1	75 200	47 376	7 500	23 355	16 521	39 876	—	32 748
2	63 600	40 068	7 500	18 765	13 803	32 568	—	47 364
3	49 200	30 996	7 500	20 075	3 422	23 496	—	65 508
4	114 400	72 072	7 500	27 675	36 897	—	64 572	-16 644
5	53 200	33 516	7 500	21 492	4 524	26 016	—	60 468
6	62 400	39 312	7 500	26 487	5 325	31 812	—	48 876
7	101 200	63 756	7 500	23 315	32 942	—	56 256	-12
8	84 800	53 424	7 500	21 182	24 743	—	45 924	20 652
9	106 400	67 032	7 500	29 997	29 535	—	59 532	-6 564
10	131 200	82 656	7 500	32 144	43 013	—	75 156	-37 812
11	126 800	79 884	7 500	32 373	40 011	—	72 384	-32 268
12	106 000	66 780	7 500	28 728	30 552	—	59 280	-6 060
13	126 800	79 884	7 500	29 039	43 346	—	72 384	-32 268
14	101 200	63 756	7 500	19 467	36 789	—	56 256	-12
15	65 200	41 076	7 500	20 493	13 083	33 576	—	45 348
16	80 000	50 400	7 500	22 154	20 747	—	42 900	26 700
17	130 400	82 152	7 500	31 536	43 116	—	74 652	-36 804
18	161 600	101 808	7 500	24 395	69 914	—	94 308	-76 116
19	95 600	60 228	7 500	26 339	26 390	—	52 728	7 044
20	27 200	17 136	7 500	26 528	-16 892	9 636	—	93 228
21	84 800	53 424	7 500	26 312	19 613	45 924	—	20 652
22	142 800	89 964	7 500	31 685	50 780	—	82 464	-52 428
23	107 600	67 788	7 500	33 534	26 754	60 288	—	-8 076
24	132 800	83 664	7 500	37 746	38 418	76 164	—	-39 828
25	95 600	60 228	7 500	39 083	13 646	52 728	—	7 044
26	54 800	34 524	7 500	33 062	-6 037	27 024	—	58 452
27	110 000	69 300	7 500	30 227	31 574	—	61 800	-11 100
28	105 200	66 276	7 500	29 012	29 765	—	58 776	-5 052
29	90 000	56 700	7 500	21 074	28 127	—	49 200	14 100
30	83 600	52 668	7 500	20 696	24 473	—	45 168	22 164
平均值	95 653	60 262	7 500	26 932	25 830	38 259	62 430	6 977

## 2.3 经济效益主要构成因素相关性分析

种植密度与早薹率呈正相关( $r=0.155$ ,  $P<0.01$ ),但未达到显著水平(图2-A);种植密度与成药

根收入呈显著正相关( $r=0.466$ ,  $P<0.01$ )(图2-B);而早薹率与成药根效益呈显著负相关( $r=-0.789$ ,  $P<0.01$ )(图2-C)。

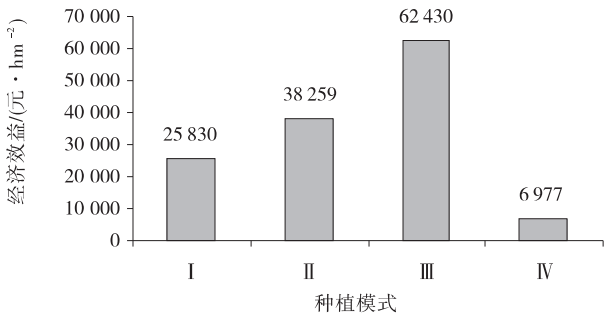


图1 不同种植模式经济效益比较

Fig. 1 Comparison of economic benefits of different cultivation models

### 3 讨论

在1973年,甘肃省岷县梅川镇和宕昌县哈达铺镇的早薹率调查结果为30%~80%<sup>[5]</sup>。本研究结果显示,2020年甘肃省4个市(州)30个不同种植区域的早薹率为11%~86%,平均51.62%。研究表明,近40年来,当归早抽薹现象并没有得到有效控制,且平均早薹率明显高于1973年甘肃省岷县道地产区正常年景的早薹率(10%~30%)<sup>[5]</sup>。

前人研究发现,合理的种植栽培可在一定程度上降低当归早薹率。比如,高海拔(2 934 m)早薹率(11%)显著低于低海拔(1 999 m)早薹率(38%)<sup>[15]</sup>;施

用氮磷化肥早抽薹提高45%~53%,在施用优质腐熟农家肥的基础上合理施用迟效氮磷化肥,可有效降低抽薹率<sup>[16]</sup>;秋季直播栽培过程中,种植密度在45~79.5株/hm<sup>2</sup>,增加密度不利于根鲜重和干重积累<sup>[17]</sup>。本研究通过种植密度与早薹率相关性分析,发现种植密度与早薹率呈正相关,尽管未达到显著水平,但也可以表明种植密度过大可在一定程度上促进植株早抽薹。

种植户种植当归的最终目的是取得最大的经济效益。本研究结果发现,种植密度与成药根收入呈显著正相关,即在合理的种植密度范围内,适当提高种植密度(如增加每穴定植株数)可提高成药根的总产量。然而,提高种植密度需要相应增加购买种苗的成本<sup>[18]</sup>。在正常种植过程中,种植户绝大多数从市场购买种苗,若购买的种苗为正常种子苗,通过育苗法种植,则早薹率较低,成药根数量较多,经济效益较高;若购买的种苗为火药籽苗,通过密植法种植,则早薹率显著增加,成药根数量急剧下降,严重影响经济效益。由于正常种子苗和火药籽苗二者外观无明显差异,加之正常种子苗需要投入两年时间(第2年成药根

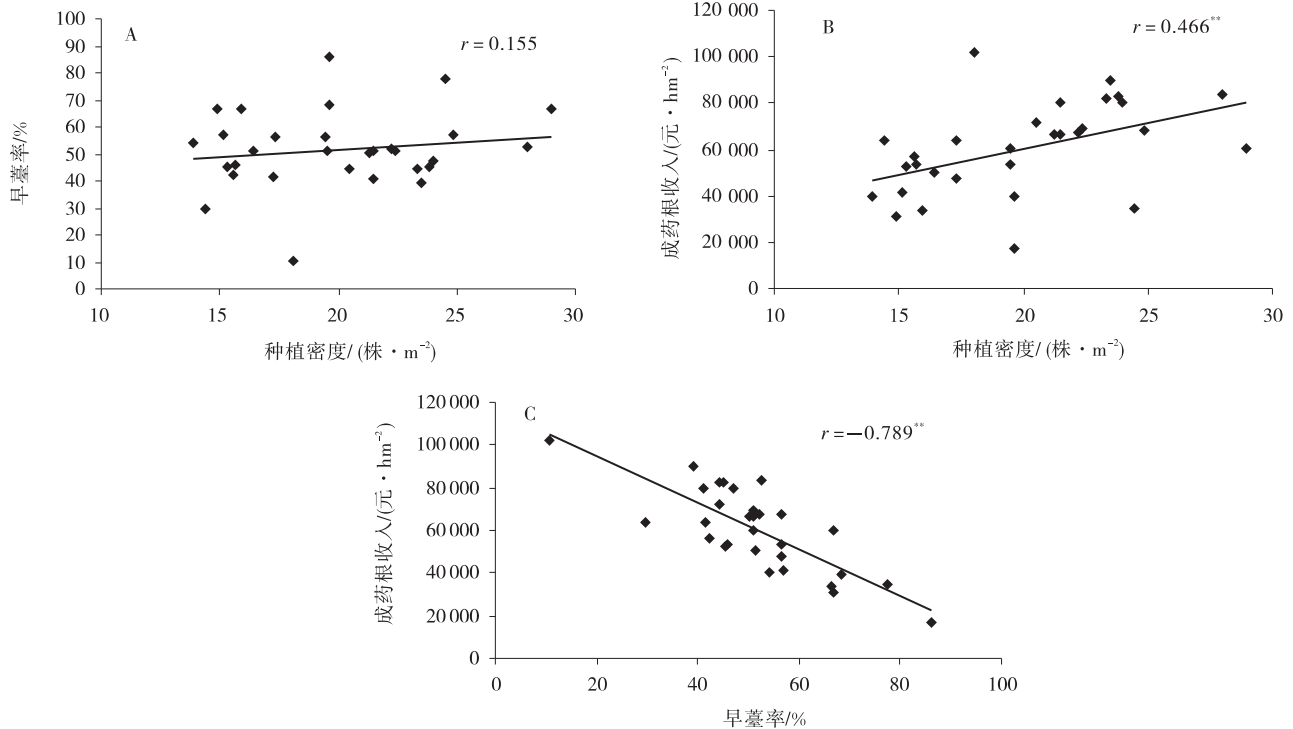


图2 当归经济效益主要构成因素的相关性分析

Fig. 2 Correlation analysis on main components of economic benefits of *A. sinensis*

注:“\*\*”表示在P<0.01水平下达到显著性相关

和第3年抽薹开花),因此,在市场上流通较多火药籽苗<sup>[19-22]</sup>。根据研究,尽管利用火药籽苗种植会导致较高早薹率,但是种植户可通过密植法种植,由原来1株/穴增加到2~3株/穴,通过及时拔掉早薹植株,也可形成一定的成药根产量。

基于种植密度和种苗成本对经济效益的影响,在实际生产中出现4种植模式:购买种苗种植模式Ⅰ、自留火药籽育苗种植模式Ⅱ、自留正常种子育苗种植模式Ⅲ、大面积留正常种子销售种植模式Ⅳ。根据本研究结果,Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ和Ⅳ的经济效益平均值分别为25 830、38 259、62 430、6 977元/hm<sup>2</sup>,表明Ⅱ和Ⅲ获得的经济效益显著高于Ⅰ和Ⅳ。Ⅳ模式经济效益甚微,使得大面积留正常种子田的合作社或者农户越来越少,而利用火药籽育苗逐渐增加。而利用自留火药籽育苗Ⅱ模式可免去种苗成本,同时通过密植法也可实现一定的经济效益(38 259元/hm<sup>2</sup>),使得火药籽育苗恶性循环,这可能是近40年来当归早抽薹一直未得到解决的主要原因之一。由于利用火药籽育苗种植早薹率较高,在同样的种植密度和灌溉施肥等条件下,经济效益显著低于自留正常种子育苗Ⅲ模式(62 430元/hm<sup>2</sup>)。因此,在当归种植栽培过程中,建议专业合作社和种植户利用自留正常种子进行育苗,以获得最大的经济效益。

#### 4 结论

早薹开花是制约当归高质量生产的最主要因素之一。基于当归种质资源退化、优良品种较少、假种子(火药籽)及其劣质种苗充斥市场、正常种子标准化育苗、以及标准化种植栽培等尚未大规模实施;加之正常种子繁育及其育苗成本昂贵,促使火药籽育苗在当归栽培中恶性循环,这些因素是当归早抽薹一直未得到解决的主要原因。因此,急需采取当归种质提纯复壮、优良品种选育、正常种子标准化设施育苗等措施,降低种苗成本,提高种植户经济效益以及当归产量和质量。

#### 参考文献:

[1] Wei W L, Zeng R, Gu C M, et al. *Angelica sinensis* in China—A review of botanical profile, ethnopharmacology,

phytochemistry and chemical analysis [J]. *J Ethnopharmacol*, 2016, 190: 116—141.

- [2] 黄璐琦,晋玲. 当归生产加工适宜技术[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2018: 16—20.
- [3] 栗孟飞,魏建和,康天兰,等. 当归抽薹开花及其调控途径研究进展[J]. *中草药*, 2020, 51(22): 231—236.
- [4] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[S]. 一部. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
- [5] 李明世. 当归及其防止早期抽苔的研究[J]. *中草药通讯*, 1977, 57(12): 34—38.
- [6] 栗孟飞,刘学周,魏建和,等. 基于生物量、活性物质积累和抗氧化能力的当归高海拔种植区域选择[J]. *中草药*, 2020, 51(2): 474—481.
- [7] 王文杰. 对当归早期抽苔特性的分析和控制[J]. *西北大学学报(自然科学版)*, 1977, 7(2): 32—39.
- [8] 王文杰. “立秋直播”当归的栽培技术和原理:控制当归早期抽苔的途径之一[J]. *西北大学学报(自然科学版)*, 1977, 7(2): 40—44.
- [9] 邱黛玉,蔺海明,方子森,等. 种苗大小对当归成药期早期抽薹和生理变化的影响[J]. *草业学报*, 2010, 19(6): 100—105.
- [10] 蔺海明,武延安,曹占凤,等. 网棚全覆盖遮阳栽培对当归抽薹及环境温湿因子的效应[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2010, 16(4): 79—83.
- [11] 刘宇晓,郭凤霞,陈垣,等. 当归种子航于诱变一代(SP<sub>1</sub>)的成药性能[J]. *草原与草坪*, 2022, 42(1): 119—126.
- [12] 漆据涛,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, 41(8): 1804—1808.
- [13] 武延安,刘效瑞,曹占凤,等. 日光温室冬季育苗抑制当归早期抽薹的效应研究[J]. *中国中药杂志*, 2010, 35(3): 283—287.
- [14] 杨江龙,和寿伟,和耀斌,等. 一种云当归种苗低温贮存方法[P]. CN: 106797935A, 2017.
- [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薹的影响[J]. *草地学报*, 2010, 18(6): 838—843.
- [16] 漆据涛,蔺海明,刘学周. 氮磷肥对当归抽薹率的影响试验初报[J]. *中药材*, 2004, 27(2): 82—83.
- [17] 纪瑛,漆据涛,蔺海明,等. 覆盖方式和密度对直播当归生长动态的影响[J]. *中药材*, 2014, 37(1): 9—14.
- [18] 王淑英. 西宁市当归种植情况调研[J]. *黑龙江农业科*

- 学,2018(3): 139-142.
- [19] 郭增祥,武延安,王冯爱,等. 当归“火药籽”及其分辨[J]. 甘肃农业科技,2013(3): 57-58.
- [20] 孟玉,郭增祥. 岷县当归育苗的调查与思考[J]. 农业科技与信息,2008(15): 38-39.
- [21] 刘东,杜弢. 当归植株不同节位种子质量研究[J]. 草原与草坪,2020,40(3): 80-83.
- [22] 贺子腾,蔡有华,李宗仁,等. 青海高海拔地区当归种苗繁育技术研究集成[J]. 中国种业,2020(6): 81-82.

## Analytic research on current situation of early bolting rate and component factors of economic benefits of Gansu Province genuine medicinal herbs *Angelica sinensis*

LI Mei-ling<sup>1</sup>, LI Jie<sup>1</sup>, CAO Xiao-lu<sup>1</sup>, WANG Qiu-ling<sup>2</sup>, LI Meng-fei<sup>1,2\*</sup>, WEI Jian-he<sup>2\*\*</sup>  
 (1. State Key Lab of Aridland Crop Science, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;  
 2. Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100193, China)

**Abstract:** The aim of the study is to find out the basic reason of early bolting and flowering (EBF) that has not been effectively resolved in recent years, and to learn the component factors of economic benefits during the cultivation of *Angelica sinensis*. The planting density (PD), early bolting rate (EBR) and cultivation model (CM) of 30 different planting areas in the main producing areas of *A. sinensis* in Gansu Province were investigated, and the economic benefits and their component factors were analyzed. The results showed that the planting number, PD and EBR reached 1.9 plants/hole, 20.0 plants/m<sup>2</sup> and 51.6%, respectively. The main components of economic benefits of *A. sinensis* included PD [or seedlings cost (SC)], EBR and medicinal root income (MRI). There was a positive correlation of PD with EBR (no significance) and MRI (significance,  $P < 0.01$ ), but a significant negative correlation of EBR with MRI. Based on the cost of seedlings and the fact that seedlings raised from two-year-old seeds were flooding the market, at present, there were four main planting modes of *A. sinensis*: purchase seedlings (I), method of closing planting and uprooting EBF plants (self-raising seedlings of two-year-old seeds, II), method of selecting excellent seedlings to avoid EBF (self-raising seedlings of three-year-old seeds, III), and large scale seed-selling of three-year-old seeds (IV). The economic benefits of the four modes were 25 830, 38 259, 62 430 and 6 977 ¥/hm<sup>2</sup>, respectively. Due to higher EBR for model II, its economic benefits was significantly lower than that of the model III. In conclusion, model II can bring economic benefits to some extent by the method of closing planting which leads to a vicious circle for raising seedlings of two-year-old seeds. This may be one of the main reasons why the EBF has not been solved in recent years. These findings suggest that maximum economic benefits can be obtained by combining the methods of excellent seedlings and reasonable closing planting.

**Key words:** *Angelica sinensis*; early bolting rate; planting density; cultivation model; economic benefits; method of closing planting; method of excellent seedlings