

四川省川芎栽培现状调查与评价

彭芳¹, 陈媛媛², 陶珊¹, 袁灿¹, 吴宇¹, 施田田¹, 沙秀芬³, 廖雪梅², 张超^{1*}

(1. 四川省农业科学院 经济作物育种栽培研究所, 成都 610399;

2. 四川农业大学 水稻研究所, 成都 611130; 3. 四川师范大学 生命科学学院, 成都 610101)

[摘要] **目的:** 通过对四川省内 5 个县 23 个镇 247 户的川芎栽培现状进行系统调查, 深入了解川芎栽培中重大科学问题和关键技术难题, 为川芎规范化栽培提供基础数据。**方法:** 在现有研究基础上, 对主产区芎农进行问卷调查和实地测量, 综合分析川芎栽培现状。**结果:** 小户种植为主的彭州和什邡使用坝芎种比例为 65%, 大户种植为主的眉山、邛崃以及正形成大户种植模式的都江堰使用山芎种比例为 92%。川芎种植密度和产量在个体间差异大。川芎在眉山和邛崃的生长期比在彭州、什邡和都江堰缩短了 30 d 左右。川芎施用底肥和春肥的农户约占一半, NPK 复合肥投入比例高 (>90%)。川芎的病虫草害较少, 新产区的病虫害发病率明显低于老产区, 除草剂施用比例高达 52% 的是农资店自配的除草灵 1 号。栽培成本中人工费用占比最高 (37%)。**结论:** 四川省川芎栽培呈现山芎种和坝芎种并重的格局, 建议明确山芎种和坝芎种的差异, 培育优质芎种; 劳动力缺乏导致川芎呈现晚栽早采趋势, 应促进川芎机械化研发和生产; 加大芎农培训力度, 引导增施有机肥, 推行规范化药剂施用。

[关键词] 川芎; 产业; 栽培; 调查; 肥料; 病害; 虫害; 草害

[中图分类号] R289; R284.1; R22; R2-031 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2020)02-0181-09

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20200114

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20190918.0840.002.html>

[网络出版时间] 2019-09-18 10:56

Investigation and Evaluation of Cultivation Status of *Ligusticum chuanxiong* in Sichuan

PENG Fang¹, CHEN Yuan-yuan², TAO Shan¹, YUAN Can¹, WU Yu¹, SHI Tian-tian¹,
SHA Xiu-fen³, LIAO Xue-mei², ZHANG Chao^{1*}

(1. Industrial Crops Research Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610399, China;

2. Rice Research Institute, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China;

3. College of Life Sciences, Sichuan Normal University, Chengdu 610101, China)

[Abstract] **Objective:** To deeply understand important scientific problems and key technical problems in the cultivation of Chuanxiong, the Chuanxiong cultivation situation of 247 households in 23 towns of 5 counties in Sichuan province were investigated, providing basic data for the standardized cultivation of Chuanxiong. **Method:** On the basis of reported literatures, a questionnaire survey was conducted on the farmers of cultivating Chuanxiong in main producing areas, field measurements were also preformed, and the cultivation status of Chuanxiong was comprehensively analyzed. **Result:** The proportion of plain-breeding mainly existed in Pengzhou and Shifang, where per farmer had a small scale of planting areas, was 65%, while the proportion of mountain-breeding mainly existed in Meishan, Qionglai and Dujiangyan, where per proprietor had a large scale of planting areas, was 92%. The planting density and yield of Chuanxiong varied greatly among individuals. The growth period of Chuanxiong in Meishan and Qionglai is about 30 days shorter than that in Pengzhou, Shifang and Dujiangyan. About half of

[收稿日期] 20190507(010)

[基金项目] 国家中药材产业技术体系(CARS-21); 四川省育种攻关项目(2016NYZ0036-4-1)

[第一作者] 彭芳, 博士, 助理研究员, 从事药用植物育种栽培研究, Tel: 028-68907211, E-mail: prefer1134@163.com

[通信作者] * 张超, 博士, 研究员, 从事药用植物育种栽培研究, Tel: 028-68907211, E-mail: jychoazhang@163.com

farmers applied base fertilizer and top dressing in spring. The proportion of NPK compound fertilizer input was high (>90%). Chuangxiong has a few diseases and insect pests, the incidence of which in new production areas was obviously lower than that in old production areas. The application of herbicide was not standardized. 52% farmers used Chu cao ling No. 1 which was made by agricultural material store owners. The labor cost accounted for the highest proportion (37%) in Chuanxiong cultivation. **Conclusion:** Now in Sichuan clonal propagated patterns of Chuanxiong were both mountain-breeding and plain-breeding. It is suggested to make clear the differences between mountain-breeding nodes and plain-breeding nodes, and breed high qualities of Chuanxiong nodes. The mechanization research and production of Chuanxiong should be promoted, realizing timely planting and harvesting. Farmers should be guided to increase the application of organic fertilizer, and meanwhile standardize the application of agrochemicals.

[**Key words**] *Ligusticum chuanxiong*; industry; cultivate; investigate; fertilizer; diseases; insect pests; weeds

川芎为伞形科植物川芎 *Ligusticum chuanxiong* 的干燥根茎,是常用的活血行气药,现代药理研究表明其具有抗炎、镇痛等功效^[1-3]。商务部 2015 年中药材重点品种流通分析报告显示,川芎出口 6 917.8 吨,创汇 2 551.7 万美元。川芎为古今有名的川产道地药材,四川成都平原地区是我国川芎的主产区,栽培面积常年稳定在 9 万亩以上,产量占全国的 90% 以上。在川芎 1 500 多年栽培历史中,一直是小户分散种植,各地因环境、苓种、种植习惯等不同而造成川芎药材品质的差异较大。近年来,川芎产区开始出现转移、大户规模化种植兴起,加之农村劳动力缺乏,芎农多从节约成本角度考虑,导致川芎栽培管理粗放。芎农常根据种植大宗作物经验和农资店宣传进行种植,一味重视产量,过度依赖化学农药和化肥,初加工和储藏条件简陋等,导致种植区域环境污染、重金属超标等问题日益严重,加剧了川芎产量和有效成分含量的不稳定。口口相传的传统种植经验已不能满足川芎栽培现代化的发展需求,因此,亟需在系统调研川芎栽培管理现状的基础上开展规范化栽培研究。

近年来川芎的栽培研究主要集中于肥料施用、重金属污染的治理等方面,对于川芎主产区栽培现状还未见有相关调查报告。为全面深入了解目前川芎栽培现状,本研究通过在四川省内 5 个县 23 个镇 118 个村开展问卷调查和实地观测,综合考察了川芎育苓方式、栽种采收时间、栽培密度、病虫害防治等各个环节对川芎药材品质的影响以及存在的问题,为今后川芎的科学规范化生产提供参考,也为进一步攻克川芎栽培中重大科学问题和关键技术难题提供基础数据,对川芎产业持续发展和区域农业环境保护具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 前期踏查确定调查点 查阅文献[4]了解到川芎原主产于都江堰金马河上游以西地区,近代以后逐渐扩展至彭州、什邡及其周边,眉山、邛崃等地随后出现连片的大户百亩川芎地。

笔者于 2017 年踏查了都江堰、崇州、新都、彭州、什邡、绵竹、广汉、眉山、邛崃、乐山、内江共 11 个县市。最后筛选出都江堰、彭州、什邡、眉山及邛崃 5 个主产区进行问卷调查和实地观测。据四川省科技厅 2016 年统计结果显示,都江堰、彭州、什邡、眉山、邛崃的川芎栽培面积分别为 250, 4 100, 2 133, 1 008, 800 hm^2 。都江堰代表的是面积急剧萎缩的老产区(崇州、新都等);彭州和什邡代表的是种植面积最大,小户种植为主的老产区(绵竹、广汉等);邛崃和眉山则代表以大户种植为主的新产区(乐山、内江等)。

1.2 问卷调查及实地观测 于 2017 年 12 月至 2018 年 6 月对都江堰、彭州、什邡、眉山及邛崃的 23 个镇 118 个村进行了走访调研,以各镇地图为工具,尽量覆盖川芎种植的所有村,结合手持 GPS 定点,调查密度以每户相隔至少 1 km^2 为标准,累计收集有效调查表 247 份。问卷调查内容主要涉及川芎种植年限、面积、苓种、肥料、病虫害、采收加工储藏、成本收益等。见表 1。

田间观测内容包括地形地貌、土壤类型、川芎长势和栽培密度(株距、行距、厢宽、沟宽、沟深)、采收时间、产量(在采收期随机挖取 25 株进行估测)。

2 结果与分析

2.1 川芎人均种植面积与产量 彭州和什邡均为小户种植,单户平均种植面积分别为 1 867.60 m^2

表 1 2017~2018 年四川省川芎调查地点信息

Table 1 Investigation sites of *Ligusticum chuanxiong* in Sichuan in 2017-2018

调查点	镇	调查数量 /户	经度 E /°	纬度 N /°	海拔 /m
都江堰	石羊、柳街、安龙	16	103.624 362 ~ 103.687 718	30.776 965 ~ 30.868 517	578.2 ~ 636.5
眉山	彭山、复兴、永寿	23	103.755 107 ~ 103.870 232	29.925 246 9 ~ 30.267 914	382.1 ~ 444.7
彭州	敖平、红岩、葛仙山、军乐、升平、濛阳、三界	127	103.913 247 ~ 104.156 093	30.921 761 ~ 31.432 732	482.9 ~ 664.2
邛崃	高埂、固驿、牟礼、回龙、前进	10	103.561 132 ~ 103.715 042	30.306 754 ~ 30.428 191 9	449.1 ~ 472.5
什邡	隐峰、南泉、元石、师古、马井	71	103.997 356 ~ 104.147 443	31.054 787 ~ 31.187 573	510.2 ~ 590.9

和 1 767.55 m², 彭州川芎种植集中于敖平镇、红岩镇、葛仙山镇, 什邡集中于隐峰镇和南泉镇。都江堰的许多农田如今被花卉苗木占据, 川芎种植面积锐减, 在石羊镇、柳街镇和安龙镇还有少数农户种植; 调查的 16 户中有 2 个大户, 种植面积分别为 6.67 hm² 和 4 hm², 其未来可形成单一的大户种植模式。眉山和邛崃虽然都是大户种植为主的新兴产区,

但眉山发展相对较早, 已形成大户带动、小户并存的模式, 而邛崃目前则全是 大户种植 (3.33 ~ 66.67 hm²/户)。以 25 株川芎新鲜根茎估算产量, 什邡的平均产量最大 [1 047.77 kg·(667 m²)⁻¹], 之后依次是眉山 (826.30 kg/667 m²), 彭州 (761.05 kg/667 m²), 邛崃 (691.58 kg/667 m²) 和都江堰 (578.62 kg/667 m²)。见表 2。

表 2 2017~2018 年四川省川芎主产区人均种植面积与产量

Table 2 Per capita planting area and yield of *Ligusticum chuanxiong* in Sichuan main producing areas in 2017-2018

调查点	调查数量 /户	每户种植面积/667 m ²			鲜品产量/kg·(667 m ²) ⁻¹		
		平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值
都江堰	16	10.79	0.30	100.00	578.62	326.49	901.63
眉山	23	165.61	1.00	900.00	826.30	610.85	1 192.84
彭州	127	2.80	0.20	13.00	761.05	465.67	1 154.46
邛崃	10	395.00	50.00	1 000.00	691.58	526.69	874.42
什邡	71	2.65	0.30	15.00	1 047.77	691.43	1 527.04

2.2 川芎生长环境 川芎栽培以平原沙壤土为主, 与水稻轮作为主流栽培方式, 占比均超过 85%。都江堰栽培川芎历史悠久, 土壤以沙壤土为主 (75%), 川芎长势一般。彭州、什邡与都江堰气候相近, 土壤以沙质壤土为主 (94.12%), 当地芎农种植川芎积极性高, 川芎长势较好。眉山和邛崃川芎

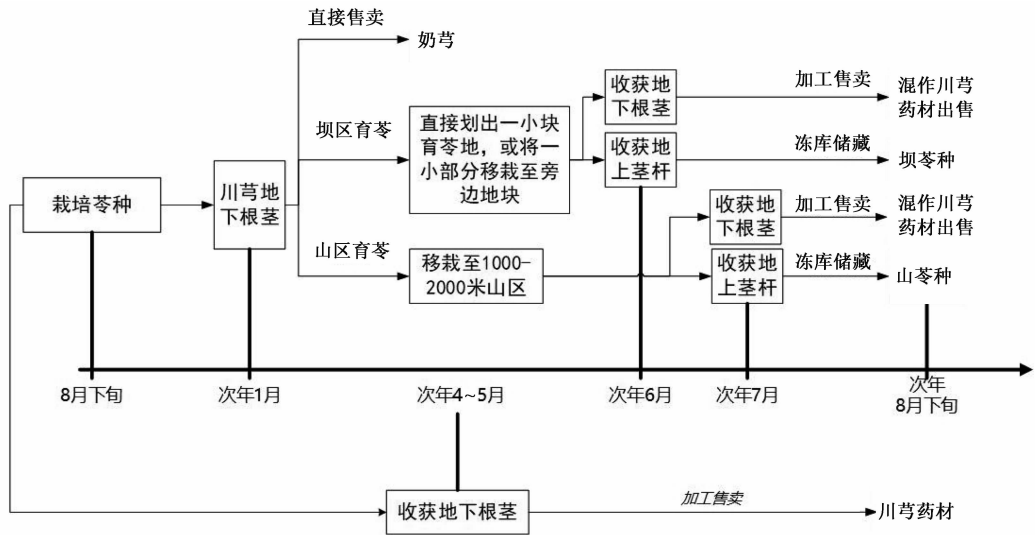
种植面积渐增, 但长势一般, 邛崃部分地区缺窝情况严重, 这与当地土壤较黏 (63%), 大户种植管理相对粗放等有关。川芎 5 个主产区生态环境见表 3。

2.3 川芎苓种 川芎栽培采用无性繁殖材料 (俗称川芎苓子或苓种) 进行繁殖, 其繁种及栽培周期见图 1。

表 3 2017~2018 年四川省川芎主产区生长环境

Table 3 Growing environment of *Ligusticum chuanxiong* in Sichuan main producing areas in 2017-2018

调查点	地形地貌		土壤质地			轮作作物			川芎长势		
	平原	丘陵	沙土	壤土	黏土	水稻	玉米	蔬菜	茂盛	一般	缺窝严重
都江堰	16	0	6	6	4	10	1	5	1	13	2
眉山	22	1	1	9	13	23	0	0	3	17	3
彭州	117	10	22	99	6	104	6	17	73	45	9
邛崃	10	0	0	3	7	9	0	1	0	5	5
什邡	70	1	5	61	5	70	0	1	16	41	14



苓种:即川芎繁殖材料,是川芎茎秆的茎节膨大处

图 1 川芎栽培和繁殖示意

Fig.1 Diagram of clonal propagation and growing of *Ligusticum chuanxiong*

川芎传统栽培方式为山区繁种(山苓种)供坝区栽培,但近年来坝区繁种(坝苓种)直接供坝区栽培的趋势越来越明显。四川省内使用坝苓种的芎农数量占比已达到 54%。而且,山苓种和坝苓种的使用存在明显区域性:使用山苓种的主要为都江堰、眉山、邛崃,都江堰为传统使然,眉山和邛崃有 98% 农户是购买的山苓种,可能与大户种植,经验不足,不宜贸然延长生产链等因素有关。使用坝苓种的主要为彭州、什邡(坝苓种占比 65%),其中川芎栽培核心镇彭州市的敖平镇和什邡市的隐峰镇有近 90% 的苓种为自繁自用的坝苓种,川芎是该区域的重要经济作物,种植技术成熟,芎农纷纷选择更为节约成本的坝苓种。仅有 20% 芎农要用一些杀虫、杀菌或生根剂对苓种进行预处理,其中有 68% 的芎农完全不知道或仅知道购买药剂的大致用途,如杀虫、杀菌等,剩下的 32% 芎农则分别购买了 8 种杀虫或杀菌剂(多菌灵,托布津,敌克松,敌杀死,三唑磷,毒死蜱,甲基 1605,乐果)用于浸泡川芎苓种。其中甲基 1605(甲基对硫磷)和乐果是禁用农药,但在川芎产地仍有 3 户芎农在施用。见表 4。

2.4 川芎栽培时间 川芎种植年限都江堰(21 年) > 彭州(18 年) > 什邡(10 年) > 眉山(5 年)和邛崃(5 年),这与川芎栽培区域的扩展、转移方向吻合。另外,5 个主产区均存在刚开始种植川芎的农户(0 或 1 年),可见芎农群体并非固定不变,但这也给川芎栽培技术的稳定带来了隐患。川芎的传统生长期为 280 ~ 290 d^[5]。目前,仅有都江堰为

表 4 2017 ~ 2018 年四川省川芎主产区育苓方式统计

Table 4 Clonal propagated patterns of *Ligusticum chuanxiong* in Sichuan main producing areas in 2017-2018

调查点	育种地点			苓种来源			苓种预处理	
	山区	坝区	两者兼有	购买	自繁自用	两者兼有	是	否
都江堰	16	0	0	7	9	0	15	1
眉山	22	1	0	22	1	0	7	16
彭州	44	83	0	27	99	1	17	110
邛崃	7	2	1	10	0	0	2	8
什邡	25	46	0	26	45	0	8	63

281 d,什邡和彭州都比传统生长期短了 15 d 左右,主要是由于采收时间提前;眉山和邛崃均则少了 50 d 左右,主要是由于这两地栽培时间较晚,而采收时间又较早。可见,新产区比老产区少了 1 个月左右。另外,彭州地区有 11% 芎农直接挖取抚芎鲜卖,因为在 1 月有收购商直接上门收购。见表 5。

川芎传统栽种时间为立秋(2017/08/07)以后,彭州市最早开始栽培(2017/07/28 开始),随后什邡、都江堰陆续开始,2017/08/07(立秋)—2017/08/23(处暑)是大面积种植时期。眉山(2017/08/10 开始)和邛崃(2017/08/15 开始)开始栽种时间较晚,大面积栽种开始于 8 月下旬,因单户种植面积通常大于 6 hm²,费时费力,因此大部分均于 9 月初完成栽种,整体比老产区推迟了半个月左右。见表 6。

表 5 2017~2018 年四川省川芎主产区栽培时间统计

Table 5 Planting time of *Ligusticum chuanxiong* in Sichuan main producing areas in 2017-2018

调查点	方式	数量/户	种植川芎/年			川芎生长时间/d		
			平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值
都江堰	卖药材	16	21	1	45	281	258	289
眉山	卖药材	23	5	1	10	235	206	262
彭州	卖抚芎	14	18	0	65	161	134	176
彭州	卖药材	113	-	-	-	272	234	299
邛崃	卖药材	10	5	1	15	233	212	253
什邡	卖药材	71	10	0	33	263	225	286

表 6 2017 年四川省川芎主产区栽种时间分段统计

Table 6 Segmented statistics of planting time of *Ligusticum chuanxiong* in Sichuan main producing areas in 2017

栽种时间	都江堰	眉山	彭州	邛崃	什邡	总计
2017/07/22—2017/08/07	7	0	22	0	4	33
2017/08/07—2017/08/23	8	13	85	3	51	160
2017/08/23—2017/09/07	1	4	20	5	11	41
2017/09/07—2017/09/23	0	5	0	2	5	12
2017/09/23—2017/10/08	0	1	0	0	0	1

川芎传统采收时间在小满(2018/05/21)以后开始,但调查发现,如今各产区采收时间均提前。眉山(2018/04/12—2018/05/18)和邛崃(2018/04/15—2018/04/30)最先开始采收,小满前均已结束采收。另外 3 个主产区于 4 月底才进入采收,

2018/05/05(立夏)—2018/05/21(小满)是大面积采收,即小满前 97% 芎农已完成采收。见表 7。

表 7 2018 年四川省川芎主产区采收时间分段统计

Table 7 Segmented statistics of harvesting time of *Ligusticum chuanxiong* in Sichuan main producing areas in 2018

采收时间	都江堰	眉山	彭州	邛崃	什邡	总计
2018/01/10—2018/01/25	0	0	14	0	0	14
2018/04/05—2018/04/20	0	16	0	8	7	31
2018/04/20—2018/05/05	0	7	5	2	9	23
2018/05/05—2018/05/21	14	0	103	0	54	171
2018/05/21—2018/06/06	2	0	5	0	1	8

2.5 川芎栽培密度 川芎栽培的株距和行距跨度较大,分别为 10~30 cm 和 15~40 cm。各产区平均株距较为固定(20 cm),但平均行距差异较大,邛崃(28 cm) > 都江堰(27 cm) > 彭州(25 cm) > 什邡(22 cm) > 眉山(21 cm)。除了都江堰(1 户),彭州市(4 户)和什邡市(2 户)的 7 户芎农外,其他芎农均要开厢理沟。邛崃和都江堰的行距偏大,而厢宽又偏小,沟宽篇大,导致其栽培密度小,分别为 9 372 株/667 m² 和 11 879 株/667 m²;而什邡和眉山的行距偏小,而厢宽又偏大,导致种植密度较大,分别为 13 930 株/667 m² 和 13 910 株/667 m²。产量与栽培密度的排列顺序基本一致,什邡和眉山的产量最大,彭州居中,邛崃和都江堰的产量最小。另外,栽培密度的个体差异较大,各产区的最小栽培密度均在 6 500 株/667 m² 左右,与最大密度可相差 3~5 倍。见表 8。

表 8 2017~2018 年四川省川芎主产区栽培密度

Table 8 Planting density of *Ligusticum chuanxiong* in Sichuan main producing areas in 2017-2018

调查点	株距/cm			行距/cm			厢宽/cm			沟宽/cm			沟深/cm			株数/(株/667 m ²)		
	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值
都江堰	18	12	23	27	15	40	170	0	410	25	0	39	13	0	30	11 879	7 265	28 543
眉山	20	11	30	21	15	30	227	100	340	25	20	30	16	10	20	13 910	6 398	21 286
彭州	19	10	30	25	15	40	213	0	590	25	0	50	14	0	45	12 354	6 036	29 970
邛崃	20	15	25	28	20	35	125	100	160	35	20	50	19	10	30	9 372	6 338	17 402
什邡	19	10	30	22	15	30	168	0	625	27	0	45	14	0	25	13 930	6 993	30 525

2.6 川芎肥料管理 247 户芎农中有 115 户(47%)要施用底肥,其中有 98 户仅施用 1 种肥料,而仅以 NPK 复合肥作为底肥的芎农有 71 户,平均施用量为 13 kg·(667 m²)⁻¹,涉及当地比较常用的

8 个品牌(云顶、云河、美丰、四国化肥、六国化肥、金沃浴、红太阳、撒可富)。其余则施用磷肥、磷酸一铵/二铵、碳酸氢铵、农家肥、油枯、有机肥。施用底肥的芎农比例为彭州(52%) > 什邡(46%) > 都江

堰(38%) > 眉山(35%) > 邛崃(20%)。139 户芎农(56%)要施用春肥,都江堰、彭州、什邡和眉山施用春肥农户数量均超过一半,而邛崃的比例最低,仅有 20%。见表 9。

川芎追肥提倡少量多次,以施肥 5 次为主(95 户),最少 2 次(4 户),最多 8 次(3 户)。川芎施用肥料种类,以复合肥(245 户)为主,磷酸一铵(55 户),磷酸二铵(31 户)次之,较少芎农在用农家肥(14 户),油枯(9 户)和商品有机肥(3 户)。川芎追肥常用的组合是复合肥 + 磷酸一铵(47 户),复合肥 + 磷酸二铵(27 户)。追用 NPK 复合肥量较高,但个体差异大,低于 $25 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 的芎农有 12 户,最低的芎农仅为 $5 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$;

表 9 2017~2018 年四川省川芎主产区底肥和春肥施用统计
Table 9 Base fertilizer and top dressing in spring applied on *Ligusticum chuanxiong* in Sichuan main producing areas in 2017-2018

调查点	施用底肥	不施底肥	追春肥	不追春肥
都江堰	6	10	8	8
眉山	8	15	14	9
彭州	66	61	71	56
邛崃	2	8	2	8
什邡	33	38	44	27
总计	115	132	139	108

超过 $100 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 的芎农有 5 个,最高的可达 $113 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$; 平均追肥量为 $54 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 。见表 10。

表 10 2017~2018 年四川省川芎主产区追肥统计

Table 10 Additional fertilizer applied on *Ligusticum chuanxiong* in Sichuan main producing areas in 2017-2018

追肥种类/种	农户数量/户	占比/%	涉及种类
1	138	56	复合肥
2	93	38	复合肥、尿素、磷酸一铵、磷酸二铵、碳酸氢铵、油枯、农家肥、商品有机肥
3	14	6	复合肥、尿素、磷酸一铵、磷酸二铵、碳酸氢铵、油枯、农家肥、钾肥
4	2	1	复合肥、磷酸一铵、油枯、农家肥

由此可见,在整个川芎生长期,NPK 复合肥投入比例高(>90%),而有机肥投入比例低。油枯作为栽培川芎的传统用肥,如今却很少被芎农施用,可能原因在于近年来农户对川芎快速增产的追求。

2.7 川芎病虫害 总体而言,川芎病虫害相对较少。有 109 户(44%)没有发现病害,有 87 户(35%)称在川芎生长发育期有 1 种病害(根腐病、灰霉病、白粉病、叶枯病),有 47 户(19%)称有 2 种病害,剩余 4 户(2%)称有 4 种病害。川芎生产上的主要病害是根腐病,占有病害的 40%。其中,有 132 户(53%)的芎农没有施用杀菌药剂,因为没发现病害或危害在经济阈值以下。川芎 5 个主产区具体病害和常用药剂,有 137 户(55%)没有发现虫害,有 88 户(36%)称在川芎生长发育期有 1 种虫害(地老虎、红蜘蛛、茎节蛾、蝼蛄、蛴螬、青虫、蚜虫),有 21 户(9%)发现有 2 种病害,剩余 1 户发现有 3 种虫害。川芎生产上的主要病害是茎节蛾,发病率为 22%。其中,有 186 户(75%)的芎农没有施用杀虫药剂,因为没发现虫害或危害在经济阈值以下。5 个主产区具体虫害和常用药剂,眉山和邛崃的病虫害相对较少,另外 3 个产区发病率较高,彭州作为目前川芎栽培的中心,病虫害发生率最高,见图

2。可见,老产区病虫害发生率较高,这与种植年限增加,药剂滥用等都有关系。

2.8 川芎草害 川芎田的草害主要是稗草、看麦娘、马唐、猪殃殃、繁缕、小飞蓬、刺儿菜、香附子、藜、野胡萝卜、马齿苋等。调查显示,有 96% 的芎农在川芎生育期内除草 1~3 次,4% 芎农除草 4~6 次,除草频率在各产区之间没有明显差异性。有 92% 的芎农采用化学除草剂进行杂草防治,5% 则是人工和化学除草剂相结合;剩余 3% 芎农则是人工除草,全部来自彭州地区。另外,除都江堰外,其他 4 个产区均是以化学除草剂除草为主。见表 11。

值得关注的是,在使用除草剂过程中,有高达 37% 的芎农不清楚自己施用的是何种除草剂,有少部分芎农是因为不识字,大部分则完全听从农资店安排,不关注自己用的什么药剂。在已明确品种的化学除草剂中,施用频率最高的是除草灵 1 号(52%),之后为扑草净(6%),除草灵 1 号 + 精喹禾灵(5%),扑草净 + 烯草酮(4%)。除草灵 1 号是由农资店店主自己复配然后简易包装进行销售的除草剂。通过调查发现,有店主将扑草净和敌草隆复配成除草灵 1 号,也有店主在此基础上还加入了少量的灭螺粉或其他药剂。

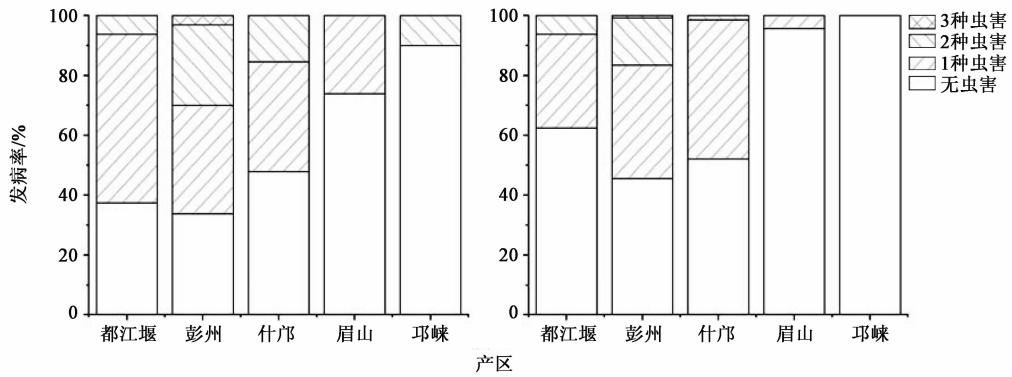


图 2 2017~2018 年四川省川芎主产区病虫害发生率统计

Fig. 2 Incidence of pests and diseases of *Ligusticum chuanxiong* in Sichuan main producing areas in 2017-2018

表 11 2017~2018 年四川省川芎主产区除草规律

Table 11 Weed controls of *Ligusticum chuanxiong* in Sichuan main producing areas in 2017-2018

调查点	人工除草	单施未知除草剂 ^a	单施明确品种的除草剂 ^b	人工 + 除草剂
都江堰	0	6	1	9
彭州	7	37	82	1
什邡	0	40	30	1
眉山	0	8	14	1
邛崃	0	1	8	1

注: a 表示农户因不识字, 完全不关注农资店提供药剂的名称等原因说不出施用的是什么品种的除草剂; b 表示农户知道施用除草剂的通用名或商品名。

2.9 川芎加工储藏 小户聚集的老产区会售卖川芎鲜品, 如彭州和什邡, 彭州有 22% 直接售卖鲜货, 76% 晒干, 剩下的 2% 则炕干。什邡与彭州类似, 有 18% 直接售卖鲜货, 80% 晒干, 2% 则炕干。其他三地则都是售卖川芎干品。都江堰地区有 88% 的芎农采收后进行晒干, 眉山有 48% 晒干, 邛崃全是炕干。川芎当年直接售卖的比例较高 (73%)。眉山全部当年售卖, 而都江堰和邛崃的当年售出比例较低, 分别有 75% 和 70% 的芎农会选择储藏几年, 待价而沽。芎农储藏川芎都选择熏磷化铝。见表 12。

2.10 川芎栽培成本收益分析 目前, 川芎种植可分为 2 大类, 小户和大户种植。彭州、什邡以小户种植为主, 每户利用自有土地, 自繁自用苓种, 所以省去了租地、苓种费用, 由于种植面积小, 所以生产期间一般也不雇佣人工。小户种植 667 m² 成本为 310 元, 产量以两地的鲜品平均产量 862 kg·(667 m²)⁻¹ 折合成干品为 259 kg·(667 m²)⁻¹ 来进行计算, 单价以 14 元/kg 计算, 产值为 3 626 元/667 m², 最终收益为 3 316 元/667 m²。眉山和邛崃以大户种植为主, 都

表 12 2017~2018 年四川省川芎主产区加工储藏方式统计

Table 12 Processing and storage of *Ligusticum chuanxiong* in Sichuan main producing areas in 2017-2018

调查点	加工			储藏		
	直接卖鲜品	晒干	炕干	否	偶尔	经常
都江堰	0	14	2	4	12	0
眉山	0	11	12	23	0	0
彭州	28	97	2	89	32	6
邛崃	0	0	10	3	7	0
什邡	13	57	1	62	9	0

江堰则即将形成大户种植模式, 种植成本为 2 015 元, 产量以三地的鲜品平均产量 720 kg·(667 m²)⁻¹ 折合成干品为 216 kg·(667 m²)⁻¹ 来进行计算, 产值为 3 024 元/667 m², 最终收益为 1 009 元/667 m²。虽然大户种植每 667 m² 的利润仅为小户的 1/3, 但规模化优势带来的利润会高于小户生产。

同时可以看出, 川芎栽培成本中占比最高的前 3 项费用分别是人工 (37%), 租地 (25%), 苓种 (22%)。人工费用不仅占比最高, 而且也是目前大户反映在生产上导致川芎质量参差不齐的重要因素。因为雇佣的农民并非都掌握川芎的苓种栽培、采收等技术, 加之大户管理粗放, 所以大户川芎产量 [216 kg·(667 m²)⁻¹] 一般比精细管理的小户 [259 kg·(667 m²)⁻¹] 低 50 kg·(667 m²)⁻¹ 左右。见表 13。

2.11 存在问题 尽管近两年川芎生产收益好, 但仍然出现了不少让芎农为难的问题, 本调查设置了缺乏新品种、苓种质量差、土质差、病虫害严重, 肥料、农药等农产品效果差, 缺乏种植技术指导, 栽种收获等费工, 川芎成本高、收购价格低, 其他等 9 个问题供选择。结果表明, 问题最多的是苓种质量差

表 13 2017 ~ 2018 年四川省川芎主产区栽培成本分析

Table 13 Cost of planting *Ligusticum chuanxiong* in Sichuan main producing areas in 2017-2018

项目	平均价格	数量 /667 m ²	小计/元 /667 m ²
苓种:购买	8 元/kg	50 kg	400
苓种:冻库冷藏	1.5 元/kg	50 kg	75
肥料	100 元/50 kg	60 kg	120
病虫害药剂	30 元/667 m ²	3 次	90
人工:栽苓种	80 元/人/d	4 人	320
人工:施肥	10 元/人/h	6 次	60
人工:打农药	10 元/人/h	3 次	30
人工:采挖	80 元/人/d	4 人	320
租地	500 元/667 m ²	8 月 ~ 次年 4 月	500
运输及其他	100 元/667 m ²	-	100

注:总计 2 015 元/667 m²。

(21.1%),在大户种植区域由于管理相对粗放,直接表现为缺窝。栽种收获费人工为第二大问题(19.0%),再次是缺乏技术指导(15.8%),虽然川芎栽培历史悠久,但模式变更会带来许多新问题,比如坝苓种该如何栽培以保证药材质量,规模化栽培川芎的关键技术点是什么等。之后依次是病虫害严重(9.3%),成本高,收购价低(8.9%),土质差(4.9%),肥料,农药等产品效果差(2.4%)缺乏新品种(1.6%),以及其他(17%)。

3 讨论

3.1 明确川芎坝苓种与山苓种的差异,培育优质苓种 川芎坝区育苓通过十多年的发展,目前占比已达 53%,因此,亟需对坝苓种与山苓种的差异性及其内在机制进行科学阐述。坝苓种与山苓种的质量差异已有一些文献报道,蒋桂华^[6]于 2010 年购买彭州敖平镇的坝苓种和通济镇的山苓种栽于同一地点进行比较,发现两者在阿魏酸和生物碱含量上没有明显差异。川芎坝苓种的出苗率、苗长势、株高、茎蘖数等均略低于山苓种,而川芎坝苓种的产量 $[82.61 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}]$ 则显著低于山苓种 $[170.09 \sim 227.10 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}]$ 。本调研结果显示,川芎的最低产量为 $97.95 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ [由表 2 中鲜重 $326.49 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 折合而来],因此目前生产上坝苓种与山苓种的产量差异可能并未如蒋桂华等在 2010 年研究时如此大。郭俊霞等^[7]购买彭州市小鱼洞镇的山苓种和敖平镇的坝苓种进行栽培比较,发现山苓种的出苗率和苗长势都显著性

($P < 0.05$)高于坝苓种,两者的生长指标差异性在生长后期表现并不显著,但山苓种的产量和阿魏酸、川芎内酯 A 和藁本内酯的含量等仍是高于坝苓种。马博等^[8]也研究发现高海拔育苓的川芎单株根茎干重更重。何冬梅^[9]研究发现川芎山地育苓有利于增强川芎的抗病性。但目前坝区育苓数量逐年增多,由于各植户的后期管理方式各异,因此无法仅凭生长状况判定苓种优劣。加之山区育苓过量施用杀虫杀菌剂和生长调节剂导致坝区芎农栽种后产量反而显著低于坝苓种的情况时有发生,芎农普遍认为坝苓种和山苓种带来的药材质量差异不大。针对这一现实,有必要设计更为系统试验,取川芎同一品种,分别种植于山区和坝区,然后收取苓种进行试验,通过多年观测可能会揭示其真实差异性,以及山区和坝区育苓表象背后影响川芎质量差异的关键环境因子。

优质苓种是川芎栽培管理的第一步。目前大户种植 90%以上均为购买苓种,苓种来源混杂,质量参差不齐,成为影响川芎规模化生产的重要因素。培育产量更高、抗性更强的优质苓种,这有赖于系统选育、组织培养、物理、化学诱导,分子育种等多种技术的应用。

3.2 建立适宜各产区的川芎规范化栽培技术,加大芎农培训力度 首先,应规范苓种的生产过程,明确苓种储存、筛选和处理最佳条件。苓种从采收到栽种有 2 个月左右的时间,低温冷藏是种植户普遍选择的方式,既可保存苓种又可冻死部分病菌、虫卵等。目前,小户的芎农多选择在自家冰柜中进行苓种保存,但温度等控制不当直接导致苓种死亡的情况也时有发生。80%芎农都直接栽种苓种,主要是缺少相关技术指导和推荐药剂,而目前关于这方面的研究都还处于空白。

其次,应明确适宜各地川芎栽培习惯的栽培密度。陈春霞^[10]研究发现,以川芎单位面积产量和单株产量为依据,低肥 $[\text{纯氮 } 5 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}]$ 条件与中密度 $(33.3 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}, 1 \text{ 万株}/667 \text{ m}^2)$ 相适宜;而中肥 $[\text{纯氮 } 10 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}]$ 和高肥 $[\text{纯氮 } 15 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}]$ 条件适合较高密度 $(33.3 \text{ cm} \times 16.7 \text{ cm}, 12 \text{ 000 株}/667 \text{ m}^2)$ 。本调研结果显示,目前各产区栽培密度均存在个体差异大的问题,各产区的栽培密度均在 6 500 ~ 25 000 株/667 m²左右波动,这也直接导致了各地川芎产量的参差不齐。

再次,肥料和农药施用应进一步规范并加大对芎农培训力度。衷维钢等^[11]于 1987 年报道,

川芎施肥以农家肥和油枯为主,前期集中施肥 3 次,此后直到收获都不用再施肥,并开始进行化肥部分代替农家肥的实验。本研究中川芎的 NPK 复合肥投入比例超过 90%,其中 47 户是施用磷酸一铵+复合肥。说明通过 30 多年的发展,川芎的施肥变为以氮肥化肥为绝对主导,这是芎农购买能力增强的表现。但梁琴等^[12]也研究发现钾肥和有机肥对川芎的产量贡献最大。因此从川芎可持续生产和环境友好角度考虑,应降低氮肥复合肥用量,加大有机肥投入。调查的 247 户中施用春肥的比例已增长为 56%,其变化趋势与前人报道一致^[11,13],即第二年早春追肥,增产效果明显。但不同产区有较大差异,都江堰和邛崃大部分芎农仍不习惯追春肥,需要进一步探讨适宜当地的川芎追肥时期和用量施肥等。

芎农反映当前面临难题时缺乏技术指导排列第三,仅次于苓种质量差和栽种收获费人工。本研究也显示,在使用苓种处理药剂中,有 68% 芎农不知道自己施用的是何药剂;在施用除草剂时也有 37% 芎农不清楚施用的是何种除草剂,而在已明确施用品名的化学除草剂中,施用频率最高的是农资店自配的除草灵 1 号。因此,加强对芎农栽培相关知识的培训,可以有效保证川芎栽培规范化。

3.3 加快川芎栽培管理的机械化进程 得益于与水稻轮作为主的栽培模式,川芎在川产药材种植中率先呈现出大户规模化趋势。本研究发现,人工费用在川芎栽培成本中占比最高,达到了 37%,栽种、施肥、打药、采收等整个栽培过程均需要人工,且劳动强度大。由于农村青壮年劳动力大量转移到第二、三产业,目前从事川芎栽培的芎农年龄在 50 岁以上的超过 90%,劳动力严重缺乏。而且,为保证轮作水稻有足够生长时间,单户种植面积较大的邛崃和眉山对川芎采用取了晚栽早采的方式,导致该区域川芎比正常生长期缩短了 50 d 左右。而刘金亮等^[14]研究证实,早栽种(8 月 1 日~8 月 5 日)和适时晚采收(5 月 20 日~5 月 25 日)有利于川芎的阿魏酸,3 种洋川芎内酯(I, H, A),藁本内酯,欧当归内酯 A 以及产量的提高。研究发现川芎生长从 240 d 到 270 d,根茎鲜重是一个不断增长的过程^[15-16]。因此大户种植后如何在保证川芎品质的基础上提高生产效率,机械化是一个重要选择。

机械化的发展也会促进川芎栽培各个环节的规范化。目前芎农间管理方式各异,没有形成统一的机械化生产种植标准,造成现有农机装备很难下田作业,导致目前川芎种植所有环节都缺乏适宜装备。

另外,本调研结果显示,邛崃和眉山地区黏性土壤占当地川芎栽培土壤的 63%,土壤湿度较大时黏土更难与川芎根茎分离,因此许多现有的根茎类采挖机不能直接应用,需要进行适应性改进。而目前关于川芎机械研发和应用还是空白,因此亟待根据四川川芎栽培特点研制相关机械,实现川芎栽培管理的集约高效。

[参考文献]

- [1] 马宁宁,范姗姗,李欣,等. 川芎的抗炎物质筛选及其作用机制分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(18): 140-146.
- [2] 林乔,陈建南,赖小平,等. 川芎提取物对实验性痛经的镇痛机制[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(10): 161-164.
- [3] 杜旌畅,谢晓芳,熊亮,等. 川芎挥发油的化学成分与药理活性研究进展[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(23): 4328-4333.
- [4] 陈林. 川芎地道药材的形成模式、商品规格及其行业标准的研究[D]. 成都:成都中医药大学, 2012.
- [5] 陈兴福,丁德蓉,刘岁荣,等. 川芎生物学特性研究[J]. 中国中药杂志, 1994, 19(8): 463-466, 510.
- [6] 蒋桂华. 川芎苓种标准化及种质保存技术的研究[D]. 成都:成都中医药大学, 2012.
- [7] 郭俊霞,吴萍,李青苗,等. 川芎山苓种与坝苓种的质量比较研究[J]. 中药材, 2018, 41(8): 1791-1794.
- [8] 马博,罗霞,余梦瑶,等. 不同海拔育苓对川芎出芽及生长参数的影响[J]. 时珍国医国药, 2009, 20(10): 2560-2562.
- [9] 何冬梅. 川芎山地育苓的微生态机制研究[D]. 成都:成都中医药大学, 2016.
- [10] 陈春霞. 配方肥用量与种植密度对川芎生长发育和产量的影响[D]. 雅安:四川农业大学, 2012.
- [11] 衷维纲,叶代峻. 川芎施肥的初步研究[J]. 中药通报, 1987, 12(2): 12-14.
- [12] 梁琴,陈兴福,李瑶,等. 化肥与有机肥配施对川芎产量的影响[J]. 中药材, 2015, 38(10): 2015-2020.
- [13] 张毅,范巧佳,郑顺林,等. 春季追肥对川芎产量、阿魏酸和总生物碱含量的影响[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(16): 1944-1947.
- [14] 刘金亮,范巧佳,郑顺林,等. 栽种期和采收期对川芎产量及品质的影响[J]. 中药材, 2015, 38(8): 1576-1581.
- [15] 赵勇,傅体华,范巧佳. 川芎各器官的生长动态分析[J]. 西南农业学报, 2008, 21(4): 1089-1093.
- [16] 张世鲜. 川芎各器官的生长动态分析[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(17): 7282-7284, 7498.

[责任编辑 顾雪竹]