

鲜花椒制品的原料控制及破壁工艺研究

李佩洪, 吴银明, 盛家武, 陈政 (四川省植物工程研究院, 四川资中 641200)

摘要 研究了鲜花椒制品的原料控制及破壁工艺。结果表明, 花椒制品原料采收在挥发油成分达 2% 以上、产量达完全成熟的 80% 以上时即可进行采收; 鲜花椒破壁技术采用电动钢磨进行研磨式破碎可以较好地保持产品的风味及口感。

关键词 鲜花椒制品; 破壁工艺; 原料控制

中图分类号 TS 264.3 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)02-0201-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.02.058



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on Raw Material Control and Wall Breaking Technology of Fresh Pepper Products

LI Pei-hong, WU Yin-ming, SHENG Jia-wu et al (Sichuan Institute of Plant Engineering, Zizhong, Sichuan 641200)

Abstract The raw material control and breaking process of fresh pepper products were studied. The results showed that the raw material of pepper products can be harvested at more than 2% of volatile oil components and the yield more than 80% of fully mature. Fresh pepper breaking technology by using electric steel grinding crushing can better maintain the flavor and taste of the products.

Key words Fresh pepper products; Wall breaking process; Material control

花椒(*Zanthoxylum bungeanum* Maxim)为芸香科(Rutaceae)花椒属(*Zanthoxylum*)多年生木本植物,在全球范围内约有 250 种,在我国已发现约 45 个种及 13 个变种^[1],广泛分布于全国 30 多个省(市、自治区),主要以中西部省区为多,尤其在四川省西部山区。花椒是一种分布广泛的香料、油料、药材兼用型经济林木。

我国是全球花椒主产国,栽培面积及产量均位居第一。截至 2017 年底,全国花椒种植面积超过 100 万 hm^2 ,其中四川省花椒栽植范围已扩展到 21 个市(州)133 个县(市、区),全省花椒面积 29.33 万 hm^2 ,约占全国总产量的 17.6%^[2]。虽然我国是花椒主产国,但加工处于落后状态,干花椒的加工仅占花椒产量的 5%,而且加工的主要是花椒粉、花椒油等初级加工品,技术含量不高、且保质期短,价值提升不高。通过精深加工,依靠现代食品加工技术来提升产业技术水平,开发出适应市场需求的新产品是花椒产业实现产业化升级,从而提高行业经济效益的关键所在。

1 材料与方 法

1.1 原料、添加剂与设备 鲜花椒的产地为四川省内江市,品种为九叶青,去除短果柄、小叶等杂质。

设备:鼓风机干燥机(上海恒一, BPG-9070A);索氏提取器(上海洪记 SXT-02);电子天平(USA.HZ);干燥器;挥发油提取器;粉碎机(GFSJ-16、FL-250,为江阴市康和机械制造有限公司产品);电动钢磨(型号 BJ 2200,为山东龙兴化工机械集团有限公司产品)。

1.2 方 法

1.2.1 取样。在田间标记 3 个较具代表性的 5~6 年生青鲜花椒植株,从果实膨大基本结束时开始,每周从标记树上选取较具代表性的结果枝 3~4 个并采收其上的全部果实,以密封袋包装带回室内作为检测样本。

1.2.2 产量(千粒重)测定。2016 年 5—9 月,花椒果实进入膨大期后,果实数量已基本确定,故鲜果产量可以用鲜果的千粒重来计算。每个样本准确称取 200 g 左右不含主果梗的鲜花椒果粒作为样品,对称量样品的果粒计数后,按以下公式计算千粒重:千粒重=样品重量/果粒数 $\times 1\ 000$ 。

1.2.3 干物质含量测定。采用通风干燥箱,将获样品置于 37 $^{\circ}\text{C}$ 下烘干 24 h(种子曝露)后,再升温至 52 $^{\circ}\text{C}$ 烘干 24 h,自然冷却至室温后称重,按以下公式计算干物质含量:干物质含量=干果重/鲜果重 $\times 100\%$ 。

1.2.4 呈味物质含量(挥发油含量,%)测定。由于目前国内对花椒麻味、香味物质精确测量的技术方法尚不成熟,但花椒的挥发油含量与其麻味和香味程度呈显著正相关,且测定方法成熟,故以挥发油含量作为花椒鲜果呈味物质含量的评判依据。准确称取烘干样品(整粒)50 g,精确至 0.01 g,按照 GB/T 17527《胡椒精油含量的测定》^[3]规定的水蒸气蒸馏法测定挥发油含量。

1.2.5 破壁技术。细胞破壁技术采用的方法以机械破碎较为常见,通常粉碎的粒度越小其破壁率越高,有效成分释放的速度和份量越快越多。鲜花椒由于尚未完全成熟,其木质化内果皮、种皮纤维相对较软,破壁相对容易;但由于水分含量较高,不易通过粒度较细的粉碎机筛网,因此对不同的粉碎方式及设备进行了研究。

2 结果与分析

2.1 青花椒成熟度分析 青鲜花椒果实发育和成熟过程中,成熟前期,每 7 d 采收 1 次样品,生产上正常采收期结束后,每 14 d 采收 1 次样品,测定不同阶段鲜果的果径、产量(千粒重)、含水量和挥发油含量,同时对鲜果通过感官品尝评价其麻味^[4-5]。鲜花椒成熟度测评结果见表 1。

测试结果(表 1)表明,青鲜花椒果实自 6 月上旬起已具有浓烈的麻味和鲜花椒固有的香味,特征风味物质挥发油含量已在 2% 以上,且鲜果产量达到正常产量的 80% 以上,具备作为鲜花椒制品加工的原料采收条件。

作者简介 李佩洪(1983—),女,四川威远人,副研究员,硕士,从事经济林和果树育种、加工等方面研究。

收稿日期 2019-06-25;修回日期 2019-07-11

表1 鲜花椒成熟度测评结果

Table 1 The maturity evaluation results of fresh pepper

采摘时间 Harvest time	粒径 Particle size mm	千粒重 1 000-grain weight//g	含水量 Water content %	挥发油含量 Volatile oil content mL/kg	麻味(感官品尝) Numb taste (sensory evaluation)
05-05	4.29	61.15	77.58	3.1	+
05-11	5.03	69.43	77.12	4.3	++
05-18	5.10	76.08	74.15	5.7	++
05-26	5.05	77.79	69.24	6.6	++
05-31	5.70	79.52	68.76	9.9	+++
06-08	5.71	81.41	66.43	26.4	+++
06-15	5.75	90.83	66.14	34.7	+++
06-23	5.66	90.91	65.88	41.1	++++
06-30	5.73	98.70	65.19	53.5	++++
07-08	5.74	100.78	62.23	64.5	++++
07-22	5.76	99.23	53.47	61.8	++++
08-02	5.74	101.04	51.74	65.3	++++
08-26	5.75	94.72	48.93	64.1	++++
09-15	5.75	93.34	47.56	60.2	++++

注：“+”表示具有明显的麻味和鲜花椒固有的香味；“++”表示麻味、香味较浓；“+++”表示麻味、香味浓烈，1粒即可导致口腔、嘴唇麻木；“++++”表示麻味、香味极浓

Note:“+” indicated that there was obvious numbness and the inherent aroma of fresh pepper;“++” indicated numbness and aroma;“+++” indicated numbness and strong aroma,and one can cause mouth and lips numbing;“++++” indicated numbness and aroma

2.2 原料技术要求的相关指标确定 为确保鲜花椒制品的食品安全和产品质量,以上述研究为基础并参照相关标准^[6]制定了用于加工鲜花椒的技术要求。

2.2.1 感官要求。①外观,颗粒饱满,油腺凸出;②色泽,绿色、黄绿色、鲜红色或紫红色;③气味,清香、芳香,无异嗅;④滋味,舌感麻味浓烈,芳香味突出,无异味;⑤杂质,无刺、无枝叶(允许有果穗柄及1~2片复叶)、无霉变和其他杂质。

2.2.2 理化指标。水分含量 $\leq 80\%$;总灰分含量 $\leq 3.0\%$;挥发油含量 ≥ 20 mL/kg;不挥发乙醚提取物含量 $\geq 1.6\%$;总砷含量 ≤ 0.07 mg/kg;总汞含量 ≤ 0.01 mg/kg;铅含量 ≤ 0.42 mg/kg;镉含量 ≤ 0.11 mg/kg。

2.2.3 微生物限量。大肠菌群数量 ≤ 300 MPN/kg;霉菌数量 $\leq 10\ 000$ CFU/g;致病菌不得检出。

2.2.4 污染物限量。污染物限量应符合 GB2762—2017 的规定。

2.2.5 农药残留限量。农药残留限量应符合 GB2763—2016 及国家有关规定和公告要求。

2.3 破壁工艺研究

2.3.1 不同粉碎设备粉碎效果试验。鲜花椒含油量含水量较高,清洗后表面尚有游离水分,为保证粗粉碎作业的顺利进行并达到要求粒度,清洗控干水分的鲜花椒原料应在室温下摊晾2~3 h后再用粉碎机粉碎。

粗粉碎要求粒度不低于30目,选取锤片式粉碎机和悬片式粉碎机进行粗粉碎效果对比试验。由表2可知,FL-250连续出料悬片式粉碎机较GFSJ-16连续出料锤片式粉碎机产能达成率高出1倍,在生产应用时可选择前者。但2种机型用于湿物料粉碎均容易堵塞筛网,造成生产效率不高、频繁清理筛网、增加劳动强度等问题。因此,拟将鲜花椒脱去部分水分再进行粉碎效率对比试验。

表2 不同粉碎设备粉碎鲜花椒粉碎效率对比

Table 2 Comparison of crushing efficiency of crushed fresh pepper with different crushing equipments

设备 Equipment	功率 Power kW	转速 Rotating speed r/min	筛网孔径 Pore size of screen//目	生产能力 Productivity kg/h	运行启动后筛 网堵塞时间 Screen clogging time after running//min	筛网清理次数 Cleaning times of screen	实际产能 Actual productivity kg/h	鲜花椒粉碎产能达成率 Crushing capacity achievement rate of fresh pepper//%
GFSJ-16 连续出料锤片式 粉碎机 GFSJ-16 continu- ous discharge hammer mill	7.5	3 800	40	300	5	6	30	10
FL-250 连续出料悬片式 粉碎机 FL-250 continuous discharge suspension mill	7.5	4 180	40	200	6	5	42	21

注:鲜花椒水分含量62.7%,投料100 kg,每种设备试验投料50 kg

Note:The water content is 62.7%,the feeding amount is 100 kg,and the feeding amount of each equipment is 50 kg

2.3.2 不同原料含水量粉碎效果对比试验。上述试验表明,试样含水量与粉碎效率成反比,试样含水量减少50%,其粉

碎效率提高了3倍(表3)。

表 3 鲜花椒不同含水量粉碎效率对比

Table 3 Comparison of crushing efficiency of fresh pepper with different water content

鲜花椒水分含量 Water content in fresh pepper // %	运行启动后筛网堵塞时间 Screen clogging time after running // min	筛网清理次数 Cleaning times of screen	实际产能 Actual productivity kg/h	鲜花椒粉碎产能达成率 Crushing capacity achievement rate of fresh pepper // %
62.7	6	6	42	21.0
51.5	6	5	49	24.5
41.3	8	4	72	36.0
29.1	15	2	125	62.5

注:共投料鲜花椒 200 kg,每种水分含量的试样各投料相当于含水量 62.7%的鲜花椒 50 kg;脱水时采用通风干燥箱 40 ℃恒温干燥

Note:200 kg fresh pepper was totally prepared,and each sample with different water content was equivalent to 50 kg fresh pepper with the water content of 62.7%;when dehydrated,it was dried at a constant temperature of 40 ℃ in a ventilated drying oven

2.3.3 原料烘干过程对鲜花椒挥发油含量的影响试验。取含水量 62.7%的鲜花椒试样 2 kg,分成 2 等份,3 个重复。取其中 1 份置于通风干燥箱于 40 ℃恒温干燥至水分含量为 29%,按照 GB/T 17527—2009 规定的水蒸气蒸馏法测定挥发油含量。分别测定 2 个试样中挥发油的含量,将测定的烘干样挥发油含量换算成未经烘干的鲜花椒含量,与测得的未烘干样的挥发油含量进行对比分析。

从表 4 可以看出,低温长时间烘干使鲜花椒挥发油含量

损失率达到 17.83%。朱羽尧等^[7]研究了晒干和烘干 2 种处理方式下大红袍中挥发油含量的变化,结果发现其挥发油含量分别降低 16.00% 和 38.57%。因此,基于最大限度保持鲜花椒的青鲜味、鲜麻味的研究目标,由于烘干过程导致呈香呈味物质挥发油有一定损失,在粗粉碎效率提升与挥发油损失这一对矛盾中,最大限度地保持呈香呈味物质是矛盾的主要方面,经权衡,决定放弃依靠烘干提高粗粉碎效率的工艺,仍然采取湿物料粉碎,以实现最大限度保持呈香呈味物质的初衷。

表 4 烘干前后鲜花椒挥发油含量的对比

Table 4 Comparison of volatile oil content in fresh pepper before and after drying

处理 Treatment	样本 Sample	水分含量 Water content %	实测挥发油含量 Measured volatile oil content // mL/kg	挥发油含量平均值 Average volatile oil content // mL/kg	折算成鲜花椒挥发油含量 Volatile oil converted into fresh pepper // mL/kg	烘干过程挥发油损失率 Volatile oil's loss rate during drying // %
烘干前 Before drying	样本 1	62.7	63.1	62.8	62.8	0
	样本 2	62.2	63.4			
	样本 3	64.5	61.8			
烘干后 After drying	样本 1	29.1	111.3	111.5	51.6	17.83
	样本 2	28.3	112.7			
	样本 3	30.2	110.6			

2.3.4 湿料粉碎不同粉碎方式下粉碎效率的对比试验。用湿料粉碎时凡有筛网的粉碎机容易造成筛网堵塞而频繁开盖清理,一是粉碎效率太低,二是容易导致粉碎腔物料积存,稍有不慎会使电动机负荷过重而烧坏;无筛网粉碎机一般通过风力吹选达到粒度要求之粉料,只能粉碎水分含量在 20% 以下的物料,而且其粉碎后机腔尚存有未粉碎之残渣。因此,要最大限度地保持鲜花椒青香味、鲜麻味采用湿法破碎就只能选用其他破碎方式。通过资料查阅和走访设备厂家,

选择用研磨方式进行粗粉碎,在比较钢磨参数及加工适应性后选用 BJ2200 钢磨作为鲜花椒湿料研磨粗粉碎加工设备。

从表 5 可以看出,GFSJ-16 锤片式粉碎机和 FL-250 悬片式粉碎机粉碎效率为 10% 和 21%,BJ2200 电动钢磨粉碎效率达到 90%,无筛网的研磨式破碎较之有筛网的撞击、撕裂式破碎效率高 4~8 倍,且设备购置成本、运行成本较之撞击、撕裂式破碎更低。因此,研磨式破碎更适合湿法破碎,故确定粗粉碎工序采用电动钢磨进行研磨式破碎。

表 5 鲜花椒湿料粉碎不同粉碎方式下粉碎效率的对比

Table 5 Comparison of crushing efficiency of wet pepper by different crushing methods

设备 Equipment	运行后筛网堵塞时间 Screen clogging time after running // min	筛网清理次数 Cleaning times of screen	运行结束机腔有无残渣 With or without residue in the machine after running	实际产能 Actual productivity kg/h	产能达成率 Crushing capacity achievement rate // %
GFSJ-16 锤片式粉碎机 GFSJ-16 hammer mill	5	6	少许	30	10
FL-250 悬片式粉碎机 FL-250 suspension crusher	6	5	有	42	21
BJ2200 电动钢磨 BJ2200 electric steel mill	—	—	—	100	83

注:鲜花椒含水量 61.8%,投料量 150 kg,每种方法各投料 50 kg

Note:The water content in fresh pepper is 61.8%,the feeding amount is 150 kg,and the feeding amount of each method is 50 kg

3 结论

累的前提下,越早采收越有利于加工及产品外观品质。花椒

(1) 鲜花椒制品的原料采收时间为风味物质成分充分积

(下转第 231 页)

(2) 春小麦生长季平均气温的突变时间为 1991 年, 突变后平均气温较突变前升高了 1.2 °C。春小麦生长季气温稳定

通过 0、5 和 10 °C 积温的突变时间分别为 1993、1994、1988 年。

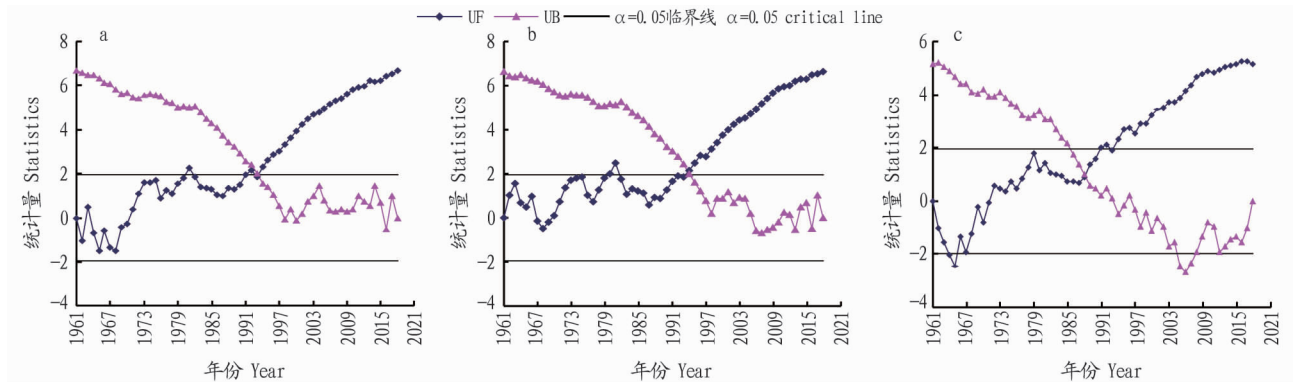


图 4 1961—2018 年共和地区春小麦生长季气温稳定通过 0 °C (a)、5 °C (b) 和 10 °C (c) 积温的 M-K 检验

Fig.4 M-K test of temperature stability through 0 (a), 5 °C (b) and 10 °C (c) accumulated temperature during spring wheat growing season in Gonghe region from 1961 to 2018

参考文献

- [1] IPCC. Climate change 2013: The physical science base [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2013: 1-300.
- [2] 李树岩, 方文松, 马志红. 河南省夏玉米生长季农业气候资源变化分析 [J]. 河南农业科学, 2012, 41(7): 21-26.
- [3] 王位泰, 张天峰, 蒲金涌, 等. 黄土高原中部冬小麦生长对气候变暖和春季晚霜冻变化的响应 [J]. 中国农业气象, 2011, 32(1): 6-11.
- [4] 叶彩华, 栾庆祖, 胡宝昆, 等. 北京农业气候资源变化特征及其对不同种植模式玉米各生育期的影响 [J]. 自然资源学报, 2010, 25(8): 1350-1364.
- [5] 李英年, 王启基. 气候变化对青海农业生产格局的影响 [J]. 西北农业学报, 1999, 8(2): 102-107.
- [6] 伏洋, 张国胜, 颜亮东. 气候变化对青海省种植业的影响及适应对策 [J]. 中国农业气象, 2004, 35(3): 11-14.
- [7] 刘彩虹, 祁贵明, 戴升. 气候变化对青海海东农业区的影响评估与适应对策 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39(11): 6608-6610, 6613.
- [8] 刘义花, 周强, 鲁延荣, 等. 湟水河流域近 50 年来农业气候资源变化 [J]. 中国农学通报, 2016, 32(12): 163-170.
- [9] 孙杨, 张雪芹, 郑度. 气候变暖对西北干旱区农业气候资源的影响 [J]. 自然资源学报, 2010, 25(7): 1153-1162.
- [10] 龚强, 汪宏宇, 张运福, 等. 气候变化背景下辽宁省气候资源变化特征分析 [J]. 资源科学, 2010, 32(4): 671-678.
- [11] 董旭光, 李胜利, 石振彬, 等. 近 50 年山东省农业气候资源变化特征 [J]. 应用生态学报, 2015, 26(1): 269-277.
- [12] 陈超, 庞艳梅, 潘学标, 等. 气候变化背景下四川省气候资源变化趋势分析 [J]. 资源科学, 2011, 33(7): 1310-1316.
- [13] 郭良才, 岳虎, 王强, 等. 河西走廊干旱区农业气候资源变化特征 [J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(3): 14-22.
- [14] 刘运华, 毛万珍, 李乐, 等. 近 53 年共和地区作物生长季气候变化特征分析 [J]. 农业灾害研究, 2016, 6(5): 31-33.
- [15] 赵恒和, 郭连云, 赵年武, 等. 共和盆地界限温度初终日及积温对气候变化的响应 [J]. 水土保持研究, 2012, 19(4): 207-211.
- [16] 屈柳燕, 王靖, 刘泽华, 等. 青海省共和县小麦和油菜物候对气候变化的响应 [J]. 青海草业, 2017, 26(3): 31-36.
- [17] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术 [M]. 北京: 气象出版社, 2007: 37-59.
- [18] 冯定原. 农业气象预报和情报方法 [M]. 北京: 气象出版社, 1988: 101-120.
- [19] 高绍风, 陈万隆, 朱超群, 等. 应用气候学 [M]. 北京: 气象出版社, 2004: 40-46.
- [20] 冯秀藻, 陶炳炎. 农业气象学原理 [M]. 北京: 气象出版社, 1991: 72-127.
- [21] 符淙斌, 王强. 气候突变的定义和检测方法 [J]. 大气科学, 1992, 16(4): 482-493.
- [22] 吴洪宝, 吴蕾. 气候变率诊断和预测方法 [M]. 北京: 气象出版社, 2005: 208-244.
- [23] 张涵丹, 卫伟, 薛蕙. 基于 R/S 分析和 Mann-Kendall 检验的定西市气温降水变化特征 [J]. 水土保持研究, 2015, 22(6): 183-189.
- [24] 康淑媛, 张勃, 柳景峰, 等. 基于 Mann-Kendall 法的张掖市降水量时空分布规律分析 [J]. 资源科学, 2009, 31(3): 501-508.
- [25] 张晓云, 孔祥萍, 朱元福. 1961—2017 年贵南地区气温稳定通过 10 °C 界限温度变化特征 [J]. 中国农学通报, 2018, 34(28): 101-105.
- [26] 四川省林业科技, 2018, 39(2): 50-55.
- [27] 农业部食品质量监督检验测试中心(湛江). 花椒精油含量的测定: GB/T 17527—2009 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [28] 张凤芳. 花椒麻度分级与鲜花椒油生产工艺优化 [D]. 成都: 西华大学, 2015: 22-26.
- [29] 付陈梅. 花椒麻味物质的检测方法研究 [D]. 重庆: 西南农业大学, 2004: 40.
- [30] 重庆骄业生物科技有限公司. 花椒: GB/T 30391—2013 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [31] 朱羽尧, 张国琳, 钱骅, 等. 采收后加工对大红袍花椒中芳香成分和麻味物质含量及组成的影响 [J]. 中国调味品, 2018, 43(10): 74-80.
- [32] 赵志峰. 汉源花椒风味物质研究及花椒油生产工艺优化 [D]. 成都: 四川大学, 2005: 2.
- [33] 江燕竹. 花椒麻味物质的分离纯化以及抗氧化性能研究 [D]. 成都: 西华大学, 2016: 43-45.
- [34] 张希, 靳岳, 赵志峰, 等. 花椒油在贮藏过程中麻味强度及麻味物质的变化研究 [J]. 中国调味品, 2018, 43(3): 23-27.

(上接第 203 页)

的化学成分主要有挥发油、生物碱、酰胺、木质素、香豆素和脂肪酸等, 其风味物质主要为挥发油^[8]。经测定, 挥发油成分在 2% 以上, 产量达完全成熟的 80% 以上时即可进行采收。

(2) 鲜花椒破壁技术方法直接影响产品的风味及口感。花椒风味物质主要为挥发油, 加工过程中容易挥发; 麻味物质主要由酰胺类物质组成, 酰胺类物质有很强的抗氧化活性^[9], 在加工和储存过程中会逐渐减少^[10]。经研究, 选择湿法破壁, 采用电动钢磨进行研磨式破碎, 可以提高研磨效率, 减少挥发油和麻味物质的损失。

参考文献

- [1] 黄成就. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 1997: 8.
- [2] 王丽华, 赵卫红, 彭晓曦, 等. 四川花椒产业发展现状及对策分析研究