

清洗和趁鲜切制对当归有效成分含量的影响

魏晓萌¹, 李向东¹, 曹占凤¹, 郭增祥², 甘敏¹, 张宝云¹, 马桃桃¹

(1. 甘肃省经济作物技术推广站, 甘肃 兰州 730030;

2. 岷县当归研究院, 甘肃 岷县 748400)

摘要: 通过优化当归趁鲜切制工艺, 明确清洗时间对当归有效成分含量的影响, 为产地鲜当归干燥和全归片趁鲜切制提供参考。根据《中华人民共和国药典》(2020版)检测要求, 检测不同清洗时间、不同干燥时间、不同干燥温度对鲜当归有效成分含量的影响, 探究当归产地趁鲜切制对全归片质量的影响。结果表明, 鲜当归清洗时间为3 min时能最大程度减少当归中有效成分流失。40℃热风干燥8 h后当归外观形态最好, 阿魏酸、浸出物、挥发油含量较《中华人民共和国药典》(2020)规定分别高68.00%、21.49%、40.00%; 与传统熏制棚熏干处理相比, 阿魏酸含量高20.00%、浸出物含量高2.76%, 挥发油含量高19.15%。综上所述鲜当归最佳干燥工艺为清洗时间3 min, 40℃热风干燥8 h; 全归片趁鲜切制最适工艺为清洗时间3 min, 切片厚度3~5 mm, 40℃热风干燥6 h。

关键词: 当归; 趁鲜切制; 清洗时间; 干燥工艺

中图分类号: R282.4; S567 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-2172(2025)10-0938-06

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2025.10.010

Effects of Washing and Fresh-cutting on the Active Ingredient Content of *Angelica sinensis*

WEI Xiaomeng¹, LI Xiangdong¹, CAO Zhanfeng¹, GUO Zengxiang², GAN Min¹, ZHANG Baoyun¹, MA Taotao¹

(1. Gansu Provincial Cash Crop Technology Extension Station, Lanzhou Gansu 730030, China; 2. Minxian Angelica Research Institute, Minxian Gansu 748400, China)

Abstract: This paper optimizes the fresh-cutting process of *Angelica sinensis* and clarifies the effect of washing time on the content of active ingredients in *A. sinensis* so as to provide a reference for drying fresh *A. sinensis* and the production of whole slices at the place of origin. According to the testing requirements of the People's Republic of China Pharmacopoeia (2020 edition), the effects of different washing times, drying durations, and drying temperatures on the active ingredients of fresh *A. sinensis* were evaluated, and the influence of the fresh-cutting process on the quality of whole slices at the place of origin was analyzed. Results showed that the loss of active ingredients in *A. sinensis* could be minimized when the cleaning time was 3 min. After 8 hours of drying at 40℃ with hot air, the appearance of *A. sinensis* was the best, ferulic acid, extractable matter, and volatile oil contents were 68.00%, 21.49%, and 40.00% higher, respectively, than those specified in the Pharmacopoeia (2020). Compared with the traditional drying treatment in the smoking shed, ferulic acid content increased by 20.00%, extractable matter by 2.76%, and volatile oil by 19.15%. In conclusion, the optimal drying process for fresh *A. sinensis* is washing for 3 minutes followed by hot-air drying at 40℃ for 8 hours, the optimal fresh-cutting process for whole slices involves washing for 3 minutes, slicing to 3 to 5 mm thickness, and hot-air drying at 40℃ for 6 hours.

Key words: *Angelica sinensis*; Fresh-cutting; Washing time; Drying process

当归[*Angelica sinensis*(Oliv.)Diels]为伞形科当活血止痛的功效, 有“妇科圣药”的美誉^[1-3]。甘肃
归属多年生草本植物, 其干燥根具有补血调经、省自古以来就是当归的道地产区, 《本草经集注》中

收稿日期: 2025-02-17; 修订日期: 2025-06-25

基金项目: 甘肃省农业农村厅科技支撑项目(KJZC-2025-6); 甘肃省农业农村厅科技支撑项目(KJZC-2023-11)。

作者简介: 魏晓萌(1995—), 女, 甘肃景泰人, 农艺师, 硕士, 主要从事中药材栽培及加工工作。Email: 2295440402@qq.com。

通信作者: 曹占凤(1980—), 女, 甘肃靖远人, 正高级农艺师, 主要从事中药材栽培技术推广工作。Email: 147514199@qq.com。

记载“今陇西叨阳(今甘肃省渭源县)黑水(今甘肃省武山县)当归,多肉少枝气香,名马尾当归,稍难得”^[4-5]。《新修本草》中记载“今出当州、宕州、翼州、松州。宕州(今甘肃省宕昌县、舟曲县和岷县的部分地区)最良。细茎者名蚕头当归。大叶者名马尾当归”^[6]。《本草求真》中记载“秦产汶州所出(今甘肃省岷县、宕昌县、舟曲县一带),头圆尾多,色紫气香肥润,名马尾当归,其性力柔善补”^[7-8]。现今,岷县、漳县、宕昌县、渭源县等地当归人工栽培面积较大,总产量约占全国的85%^[9]。2023年,甘肃省当归人工种植面积5.4万hm²,产量17.15万t,产值33.61亿元^[9]。

当归切片传统加工工艺较为复杂,包括采挖、田间除杂、晾晒、揉搓、净制、闷润、切片、干燥等工序,反复冲洗和干燥过程容易造成有效成分流失^[11]。而趁鲜切制不仅能最大程度保留当归的有效成分,提高当归切片质量,还能提高当归的附加价值。大宗中药材产地趁鲜切制因其生产效率高、成本低,便于仓储、有效成分损失少等优势,已成为产业发展热点^[12-13]。目前,全国共有24个省份发布了561个中药材品种的趁鲜切制相关政策文件,积极推进中药材产地趁鲜切制技术,助力中药材产业提档升级^[14]。然而,由于药材品质、加工设备、加工工艺、管理体系等差异,产地当归切片质量参差不齐,一定程度上影响了当归切片的价格和产业发展,而规范产地趁鲜切制工艺可有效缓解上述问题^[15]。现阶段,当归产地初加工的研究主要集中在干燥工艺和加工炮制一体化,对产地趁鲜加工的研究较少。在加工过程中,药材清洗方式分为趁鲜清洗和干制后清洗,趁鲜清洗能提高中药材净度,减少有效成分流失,降低农药残留和重金属含量;干制后清洗会导致中药材表皮无光泽,磨损脱落,影响外观形态^[16-17]。因此,开展清洗时间和趁鲜切制对当归有效成分含量影响的研究,为当归产地趁鲜切制生产工艺的完善提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

鲜当归采挖于岷县当归标准化生产基地,品种为岷归1号(种苗购买于当地中药材农民合作社)。采集的鲜当归经地头晾晒,抖净泥土,挑除

50%以上麻口病发病的植株后备用。

1.2 试验设计

1.2.1 清洗时间对当归有效成分的影响 用高压水枪对当归干品(干当归)和鲜品(鲜当归)分别清洗3、5、7min,40℃热风干燥后测定有效成分。

1.2.2 传统干燥对当归有效成分的影响 将鲜当归分别置于楼道阴干、晾晒场晾晒、阳光房晾晒、地暖室(地暖温度25℃左右)烘干、熏制棚熏干,干燥至含水量15%左右时测定有效成分含量。

1.2.3 热风干燥时间和温度对当归有效成分及外观形态的影响 鲜当归洗去表面泥沙,削去侧根、芦头,晾干表面水分后,分别于40、45、50℃热风干燥,每个温度条件分别干燥8、9h。具体步骤如下,当归朝向一致摆放成高30cm左右的当归堆,堆间设通风道15cm。在当归堆上覆盖有透气孔的塑料膜覆盖发汗6h,阳光房晾晒24h,晾干表皮水分后,按照试验设计温度继续干燥8、9h,重复上述步骤1次后测定有效成分。按照中药鉴定学方法,从大小、表面特点、颜色、断面、质地、气味等方面评价当归外观形态^[18]。

1.2.4 切片厚度和干燥时间对全归片有效成分的影响 将当归趁鲜切制为厚度2~3、3~5、5~7mm的全归片,分别于40℃热风干燥2、4、6h,测定有效成分。

1.3 测定指标与方法

阿魏酸、挥发油、浸出物、水分的检测均由岷县当归研究院中药材检验检测中心按照《中华人民共和国药典》(2020版)(以下简称药典)规定检测^[1],每个检测样品均由15kg鲜当归制成,检测样品等分为3份,随机取1份检测,1份复检,1份备查。

1.4 数据处理

使用Excel 2019软件进行数据整理,采用SPSS 25.0软件进行单因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 清洗时间对当归有效成分含量的影响

由表1可以看出,采用清水清洗对当归干品浸出物的影响较大,阿魏酸、浸出物含量随着清洗时间的延长而增加,挥发油含量无明显变化规律。鲜当归最佳冲洗时间为3min,过长的冲洗时间明显降低了其有效成分含量,与冲洗3min相

表 1 清洗时间对当归有效成分含量的影响^①

清洗时间 /min	阿魏酸/(g/kg)		挥发油/(mL/g)		浸出物/(g/kg)	
	干当归	鲜当归	干当归	鲜当归	干当归	鲜当归
3	1.09 b	1.12 a	0.41 a	0.56 a	504.0 c	506.6 a
5	1.21 a	0.67 c	0.43 a	0.44 b	523.6 b	496.3 b
7	1.23 a	0.85 b	0.42 a	0.47 b	610.0 a	491.6 c

①同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$),下同。

比, 冲洗时间 7 min 鲜当归中阿魏酸含量降低了 24.11%, 浸出物含量降低了 2.96%, 挥发油降低了 16.07%。清洗 3 min 时鲜当归外皮完整, 未破坏当归皮层部分, 清洗 5、7 min 时当归外皮有破损。随着清洗时间的延长, 干当归表皮逐渐湿润, 但未出现破损的情况。

2.2 传统干燥对当归有效成分含量的影响

由表 2 可知, 不同加工方式对挥发油含量的影响较大, 地暖室烘干、熏制棚熏干能较好地保留鲜当归中的挥发油, 其中熏制棚熏干处理挥发油含量最高, 为 0.47 mL/g, 显著高于其他处理; 晾晒场晾晒处理挥发油含量最低, 为 0.29 mL/g。阿魏酸含量以地暖室烘干组最高, 为 0.75 g/kg, 显著高于其他处理, 较阳光房晾晒处理高 31.58%; 熏制棚熏干较高, 为 0.70 g/kg。浸出物含量以熏制棚熏干处理最高, 为 532.0 g/kg, 显著高于其他处理, 较晾晒场晾晒处理高 14.26%。水分含量各处理间差异不显著, 其中熏制棚熏干处理最低, 为 136.7 g/kg。总体来说, 各传统加工方式处理后鲜当归阿魏酸含量、浸出物含量均符合药典规定, 鲜当归产地初加工的传统工艺以地暖室烘干和熏制棚熏干表现较优。

表 2 传统干燥工艺对鲜当归有效成分含量的影响

干燥工艺	阿魏酸 /(g/kg)	挥发油 /(mL/g)	浸出物 /(g/kg)	水分 /(g/kg)
楼道阴干	0.69 b	0.30 d	467.0 c	146.7 a
晾晒场晾晒	0.67 b	0.29 d	465.6 c	146.7 a
阳光房晾晒	0.57 c	0.33 c	482.6 b	140.0 a
地暖室烘干	0.75 a	0.45 b	470.0 c	143.3 a
熏制棚熏干	0.70 b	0.47 a	532.0 a	136.7 a

2.3 热风干燥温度和时间对鲜当归有效成分含量及外观形态的影响

2.3.1 有效成分含量 由表 3 可以看出, 干燥温度和干燥时间对鲜当归挥发油的影响较大, 干燥

温度高于 40 ℃时挥发油含量大幅度降低。其中干燥温度 40 ℃、干燥 8、9 h 处理挥发油含量符合药典规定的范围, 分别为 0.56、0.47 mL/g, 显著高于其他处理。不同处理鲜当归阿魏酸、浸出物含量均符合药典规定的范围。阿魏酸含量随温度升高增加, 随干燥时间延长降低, 其中, 干燥温度为 50 ℃、干燥 8 h 处理阿魏酸含量最高, 为 0.98 g/kg, 与干燥 9 h 处理差异不显著, 显著高于其他处理。挥发油含量以干燥温度 40 ℃、干燥 8 h 处理最高, 为 0.56 mL/g, 显著高于其他处理。浸出物含量以干燥温度 40 ℃、干燥 8 h 处理最高, 为 546.7 g/kg, 显著高于其他处理。干燥温度 40 ℃、干燥 8、9 h 处理和干燥温度 45 ℃、干燥 9 h 处理水分含量符合药典规定的范围, 分别为 136.7、146.7、146.6 g/kg。因此, 干燥温度 40 ℃, 干燥 8 h 为鲜当归的最适热风干燥工艺, 干燥后各项有效成分均符合药典规定。40 ℃热风干燥 8 h 阿魏酸、浸出物、挥发油含量较《药典》规定高 68.00%、21.49%、40.00%。与传统熏制棚熏干处理相比, 40 ℃热风干燥 8 h 阿魏酸含量高 20.00%、浸出物含量高 2.76%, 挥发油含量高 19.15%。

表 3 鲜当归热风干燥工艺筛选

干燥温度 /℃	干燥时间 /h	阿魏酸 /(g/kg)	挥发油 /(mL/g)	浸出物 /(g/kg)	水分 /(g/kg)
40	8	0.84 d	0.56 a	546.7 a	136.7 b
40	9	0.75 e	0.47 b	459.0 e	146.7 ab
45	8	0.93 bc	0.34 d	520.0 b	173.3 a
45	9	0.88 dc	0.35 d	515.0 c	146.6 ab
50	8	0.98 a	0.38 c	477.6 d	170.0 ab
50	9	0.97 ab	0.39 c	474.0 d	160.0 ab

2.3.2 外观形态 通过观察干燥后当归外观形态可知, 干燥温度40 ℃、干燥8 h处理当归表皮色泽鲜亮、纵皱纹致密, 断面棕色点状分泌腔分泌明显且多, 外观形态最佳。与40 ℃处理相比, 45 ℃处理和50 ℃处理当归表皮纵皱纹紧实度下降, 断

面颜色变浅, 面颜色变浅, 棕色点状分泌腔减少, 香气减弱(表4)。

2.4 切片厚度和干燥时间对全归片有效成分含量的影响

从表 5 可知, 不同切片厚度和干燥时间处理的全归片中阿魏酸含量、浸出物含量均符合药典规定。阿魏酸含量以挥发油含量以全归片厚度 3~5 mm、干燥 6 h 处理最高, 为 1.48 g/kg。浸出物含量以全归片厚度 3~5 mm、干燥 6 h 最高, 为 631.3 g/kg。挥发油含量以全归片厚度 2~3 mm、干燥 4 h 处理最高, 为 0.63 mL/g, 显著高于干燥 6 h 处理; 厚度 3~5 mm, 干燥 6 h 处理较高, 为 0.53 mL/g; 全归片厚度 2~3 mm、干燥 6 h 处理, 厚度 3~5、干燥 2、4 h 处理和厚度 5~7 mm、干燥 2 h 处理挥发油含量低于药典标准。全归片厚度 3~5 mm、干燥 6 h 处理水分含量最低, 为 116.6 g/kg, 符合药典规定。综合来看, 全归片厚度 3~5 mm、干燥 6 h 是最适合全归片加工的工艺。

3 讨论与结论

中药材产地加工历史悠久, 先秦时期的《桐君采药录》中最早出现了中药材产地加工的记载, 南北朝时期的《本草经集注》初步形成了中药材产地

加工的理论, 唐朝的《千金方》系统化梳理了中药材产地加工理论^[19]。《雷公炮制论》是我国最早的中药炮制专著, 记载了 61 种适合趁鲜加工的中药材, 可见趁鲜切制是中药材产地加工的主流^[20]。近几年, 国家和地方药品监督管理局相继出台了中药材产地加工(趁鲜切制)指导意见, 除《中华人民共和国药典》(2020版) 收录的 69 个品种外, 地方现行版中药炮制规范中也收录了 151 个趁鲜切制品种^[21]。随着趁鲜切制工艺的普及, 中药材产地趁鲜切制工艺被广泛应用于人参、三七、甘草、大黄、黄芪等大宗中药材加工^[22-25]。清洗是保证中药材净度和内在质量的重要手段。徐天才等^[26]研究发现, 清洗显著影响当归鲜切片质量, 但清洗时间对当归有效成分含量的影响趋势尚不明确。本研究发现, 鲜当归最佳水洗时间为 3 min, 清洗时间过长鲜当归中的阿魏酸、挥发油、浸出物含量均明显降低。清洗 3 min 时鲜当归外皮完整, 未破坏当归皮层部分, 清洗 5、7 min 时当归外皮有破损。鲜当归表皮破损, 在水压的作用下可能导致鲜当归中细胞膜破裂, 有效成分随着冲洗流失。干当归冲洗时表皮不易破损, 随冲洗时间延长, 水分在干当归中渗透更深, 可能导致细胞间的裂隙变

表 4 热风干燥工艺对当归外观形态的影响

干燥温度 /℃	干燥时间 /h	大小	颜色	表面	质地	断面	气味
40	8	全长13~25 cm, 根头直径1.3~2.9 cm, 支根4~8条。	黄褐色至棕褐色	纵皱纹致密	质韧脆, 易折断。	断面淡黄棕色, 棕色点状分泌腔明显且多。	香气浓郁
40	9	全长14~27 cm, 根头直径2.1~3.0 cm, 支根5~8条。	黄褐色	纵皱纹致密	质韧脆, 易折断。	断面淡黄棕色, 棕色点状分泌腔明显且较多。	香气浓郁
45	8	全长11~23 cm, 根头直径1.2~2.9 cm, 支根4~9条。	黄褐色	纵皱纹致密	质硬脆, 易折断。	断面黄白色, 棕色点状分泌腔不明显。	香气较浓郁
45	9	全长13~25 cm, 根头直径1.3~2.6 cm, 支根3~8条。	灰棕色	纵皱纹较致密	质硬脆, 易折断。	断面黄白色, 棕色点状分泌腔不明显。	香气较浓郁
50	8	全长15~28 cm, 根头直径1.5~3.1 cm, 支根4~11条。	黄褐色	纵皱纹较疏松	质脆, 易折断。	断面黄白色, 棕色点状分泌腔不明显。	香气较浓郁
50	9	全长12~25 cm, 根头直径1.2~3.0 cm, 支根3~12条。	黄褐色至灰棕色	纵皱纹疏松	质脆, 易折断。	断面黄白色, 棕色点状分泌腔不明显。	香气较浓郁

表 5 切片厚度和干燥时间对全归片有效成分的影响

切片厚度 /mm	阿魏酸/(g/kg)			挥发油/(mL/g)			浸出物/(g/kg)			水分/(g/kg)		
	2 h	4 h	6 h	2 h	4 h	6 h	2 h	4 h	6 h	2 h	4 h	6 h
2~3	0.68 a	0.98 a	0.77 c	0.53 a	0.63 a	0.13 b	518.7 c	536.3 c	568.0 b	243.0 a	150.0 c	183.3 a
3~5	0.67 a	0.66 c	1.48 a	0.13 b	0.13 b	0.53 a	550.0 b	562.6 b	631.3 a	210.0 a	243.3 a	116.6 b
5~7	0.57 b	0.93 b	0.80 b	0.13 b	0.53 a	0.53 a	570.6 a	582.6 a	597.0 b	250.0 a	183.3 b	220.0 a

大, 细胞中有效成分更容易溶出。李越峰等^[27]通过高效液相色谱法对比当归趁鲜切片和传统当归饮片阿魏酸的含量, 结果表明当归趁鲜切片中阿魏酸的含量较高。这进一步佐证了控制清洗时间和趁鲜切制对当归质量的提升具有重要意义。

中药材热敏性高, 干燥过程中水分、有效成分、热量三者相互影响, 内部化学成分变化, 易出现性味消失、有效成分流失等现象, 造成药用价值降低或丧失^[28-29]。于迪等^[30]通过制定饮片评分标准、测定有效成分含量筛选出防风趁鲜切制的最佳切制含水率区间, 明确了不同干燥方式对防风饮片质量的影响。鲁梦琪等^[31]通过检测不同干燥方式处理后北苍术 5 个有效成分含量和含水量变化来完善北苍术趁鲜切制饮片加工工艺。本研究结果表明, 干燥方式会影响当归有效成分含量, 地暖室烘干、熏制棚熏干能较好保留当归中有效成分。40℃热风干燥 8 h 后当归外观形态最好, 当归表皮色泽鲜亮、纵皱纹致密, 断面棕色点状分泌腔分泌明显且多。40℃热风干燥 8 h 阿魏酸、浸出物、挥发油含量较药典规定高 68.00%、21.49%、40.00%; 与传统熏制棚熏干处理相比, 阿魏酸含量高 20.00%、浸出物含量高 2.76%, 挥发油含量高 19.15%。此外, 干燥温度对当归中挥发油含量影响较大, 干燥温度高于 40℃时挥发油含量大幅下降, 这与唐文文等^[32]的研究一致。熏干处理能显著提高当归中阿魏酸的含量, 初丕江^[33]的研究也佐证了这一发现。

本草著作《本草蒙筌》一书中梳理了当归不同部位的功效, 即“头止血、身养血、尾活血、归和血”^[34]。现代研究发现, 当归不同部位药用成分含量有差异, 这可能是造成当归不同部位功效不同的原因。研究表明, 当归中挥发油含量归尾>归身>归头^[35], 浸出物含量归尾>全归>归身>归头^[36], 阿魏酸含量归尾>全归>归身>归头^[37-38]。为避免当归不同部位有效成分含量差异对检测结果的影响, 本研究选用全归片作为研究对象探索当归产地趁鲜切制工艺, 结果显示, 厚度 3~5 mm, 40℃热风干燥 6 h 是最适合趁鲜切制全归片的工艺。

本研究阐明了当归趁鲜切制的可行性, 为当归产地趁鲜切制工艺的完善提供了理论依据, 对

指导生产有一定的参考价值。在小规模初加工或生产高端精品时可采用地暖室烘干、熏制棚熏干的方式生产, 大批量、大规模生产时可以采用热风干燥的方式。

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.
- [2] 李丽, 王富胜, 杨荣洲, 等. 品种及种苗规格对当归成药期质量和经济效益的影响[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(3): 239-245.
- [3] 郑立龙, 杨仁婧. 不同提取方法对当归饮片阿魏酸含量测定的影响[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(12): 1153-1156.
- [4] 陶弘景. 本草经集注[M]. 尚志钧, 尚元胜, 辑校. 北京: 人民卫生出版社, 1994.
- [5] 王今觉, 章国镇, 先静. 古本草中当归产地的考证[J]. 中国医药学报, 1999, 6(5): 37-39.
- [6] 苏敬. 新修本草[M]. 尚志钧, 辑校. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1981.
- [7] 黄官绣. 本草求真[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1979.
- [8] 张瑛, 王亚丽, 潘新波. 当归历史资源分布本草考证[J]. 中药材, 2016, 39(8): 1908-1910.
- [9] 甘肃农村年鉴编委会. 甘肃农村年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2014.
- [10] 甘肃农村年鉴编委会. 甘肃农村年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2024.
- [11] 张静, 杨平荣, 王燕萍, 等. 当归产地加工与饮片炮制一体化工艺研究[J]. 兰州大学学报(医学版), 2019, 45(3): 13-20.
- [12] 杨俊杰, 张振凌. 中药材产地加工与中药饮片炮制一体化的探讨[J]. 时珍国医国药, 2005, 16(9): 817-818.
- [13] 颜梅, 邓哲, 龚恒佩, 等. 中药材产地趁鲜切制推行建议的梳理和探讨[J]. 中医药管理杂志, 2024, 32(14): 70-73.
- [14] 陶冶, 徐新房, 魏锋, 等. 中药材产地加工趁鲜切制高质量规范化发展的思考[J]. 中国现代中药, 2024, 26(9): 1443-1451.
- [15] 王海燕. 甘肃省大宗地产中药材产地加工(趁鲜切制)质量风险控制研究[J]. 中国质量监管, 2023, 415(6): 100-101.
- [16] 刘勇, 陈骏飞, 徐娜, 等. 趁鲜切制加工对三七药材干燥速率和质量的影响[J]. 中国中药杂志, 2019, 44(7): 1381-1391.

- [17] 徐天才, 杨光荣, 陈 翠, 等. 当归趁鲜切片的加工[J]. 农村新技术, 2024(10): 63.
- [18] 荔淑楠, 王引权, 马丽丽, 等. 不同干燥方式对当归性状、显微形态、活性成分含量和抗氧化酶活性的影响[J]. 天然产物研究与开发, 2020, 32(8): 1396–1404; 1342.
- [19] 杨俊杰, 李 林, 季 德, 等. 中药材产地加工与炮制一体化的历史沿革与现代研究探讨[J]. 中草药, 2016, 47(15): 2751–2757.
- [20] 洪智慧, 杜伟锋, 李小宁, 等. 中药材产地趁鲜加工的可行性及相关建议[J]. 中华中医药杂志, 2021, 36(1): 80–85.
- [21] 陈方圆, 李 钦, 王继龙, 等. 中药材趁鲜切制研究现状[J]. 中成药, 2022, 44(12): 3953–3958.
- [22] 张 昊, 刘 伟, 朱亮亮, 等. 人参产地趁鲜切制技术对人参有效成分含量的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2023, 45(6): 763–772.
- [23] 姚 旭, 徐梦丹, 张雪晶, 等. 甘草饮片趁鲜切制与传统切制方法对其质量的影响[J]. 中药材, 2024, 47(2): 342–347.
- [24] 辛二旦, 司昕蕾, 边甜甜, 等. 大黄产地趁鲜切制工艺优选及与传统加工的比较研究[J]. 时珍国医国药, 2020, 31(6): 1368–1370.
- [25] 吴红伟, 李东辉, 宋沁洁, 等. 黄芪趁鲜切制饮片与传统饮片化学成分及体外抗氧化活性比较研究[J]. 中草药, 2022, 53(22): 7039–7047.
- [26] 徐天才, 杨光荣, 陈 翠, 等. 正交试验优化当归趁鲜切片的加工工艺[J]. 云南中医药大学学报, 2024, 47(4): 47–53; 74.
- [27] 李越峰, 吴平安, 刘峰林, 等. 当归趁鲜切片对当归中阿魏酸含量的影响[J]. 中国中医药信息杂志, 2014, 21(9): 90–93.
- [28] 朱文学. 中药材干燥原理与技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [29] 李 波, 强正泽, 李成义. 当归干燥加工的历史沿革[J]. 中国中药杂志, 2019, 44(6): 1278–1283.
- [30] 于 迪, 杨欣欣, 王 莹, 等. 防风趁鲜切制的含水率及不同干燥方式对饮片质量的影响[J]. 中草药, 2022, 53(9): 2678–2686.
- [31] 鲁梦琪, 张雪晶, 徐梦丹, 等. 不同干燥方式对北苍术趁鲜切制品中主要有效成分含量的影响[J]. 药物分析杂志, 2024, 44(5): 874–881.
- [32] 唐文文, 李国琴, 晋小军. 不同干燥方法对当归挥发油成分的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(3): 9–12.
- [33] 初丕江. 不同产地初加工方法对当归中阿魏酸含量的影响[J]. 亚太传统医药, 2017, 13(12): 40–41.
- [34] 陈嘉谟. 本草蒙筌[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1987.
- [35] 芮和恺, 何清英, 徐子诚, 等. 当归头、身、尾有效成分分析[J]. 中成药研究, 1983(2): 31–32.
- [36] 唐文文, 李国琴, 晋小军. 当归不同药用部位有效成分研究[J]. 中国中医药信息杂志, 2012, 19(12): 58–60.
- [37] 巢 蕾, 曹雨诞, 严 辉, 等. 不同产地当归身与当归尾阿魏酸含量比较研究[J]. 中国医药导报, 2020, 17(27): 120–122.
- [38] 秦书芝, 袁如文, 张 瑶, 等. 当归不同部位中阿魏酸含量的测定[J]. 中医药导报, 2014, 20(3): 74–75.