· 中药研究 ·

阿胶珠连续化生产炮制工艺优选

胡雨[1,2,3],麻雨乐[1,2,3],高波[1,2,3],郭志俊[1,2,3]
(1. 华润三九现代中药制药有限公司,广东 惠州 516000;2. 华润三九医药股份有限公司,广东 深圳 518000;
3. 安徽省中药配方颗粒重点实验室,安徽 淮北 235000)

摘要 目的:采用正交试验法,优选连续化炮制阿胶珠最佳工艺,并与传统炮制工艺进行比较研究。方法:以介质用量、介质温度、炒制频率 3 个因素为考察因素,以甘氨酸、丙氨酸、脯氨酸、L - 羟脯氨酸等 4 种氨基酸及性状为评价指标,利用正交试验法确定连续化生产炮制阿胶珠的最佳工艺。结果:连续化炮制阿胶珠的最佳工艺为:蛤粉用量 160 kg,蛤粉温度 210 ~ 215 ℃,炒制频率 16 Hz。结论:与传统炮制方法比,连续化生产炮制工艺改善了阿胶珠的外观性状与氨基酸含量,为中药连续化炮制提供了一定的技术支持。

关键词 阿胶珠;连续化;正交试验;外观性状;氨基酸
中图分类号:R283.1 **文献标识码**:A **文章编号**:1002 - 2392(2025)10 - 0035 - 06
DOI:10.19664/j.cnki.1002 - 2392.250206

阿胶为马科动物驴 *Equus asinnus* L. 的干燥皮或鲜皮经煎熬、浓缩制成的固体胶[1]。阿胶为传统的补血药,收载于《中国药典》,具有补血滋阴、润燥、止血的功效,用于血虚萎黄、眩晕心悸、肌痿无力、心烦不眠、虚风内动、肺燥咳嗽、劳嗽咯血、吐血尿血、便血崩漏、妊娠胎漏[2]。阿胶始载于《神农本草经》,列为上品,用药历史悠久。《中国药典》(2020 版)共收载阿胶、阿胶珠 2 种炮制规格。阿胶生品不易烊化,并且没有清热化痰的作用,所以中医临床上一般多以阿胶珠入药。《中国药典》(2020 版)中阿胶珠的炮制方法为蛤粉烫制。目前,生产企业阿胶珠的炮制通常以传统炒药锅炒制为主,常因投料时蛤粉温过高或过低的原因导致炒焦和溏心现象[3],并且阿胶珠中的主要成分为氨基酸及多肽类[4-7],对炒制温度的要求特别苛刻,温度过高会影响酶的活性,进而影响临床入药效果[8-11]。本研究从炒药联动线炮制设备着手,建立阿胶珠的连续化炮制工艺,从而解决人为主观因素的干扰[12-13]。结合文献研究[12-14]的基础和连续化生产设备的功能原理,现通过正交试验法优选阿胶珠连续化炮制工艺,以阿胶珠外观性状及 4 种氨基酸为评价指标来优化阿胶珠工艺,最终建立连续化阿胶珠炮制工艺规范。该连续化工艺的优选既排除了人为因素的干扰,又可保证阿胶珠质量的均一稳定,还可以降低劳动强度及减少环境污染等,可以为中药饮片的规范化、连续化、现代化炮制提供一定的参考依据。

1 仪器与材料

1.1 仪器

Thermofisher 型高效液相色谱仪(UltiMate 3000);Agilent Eclipse C_{18} 色谱柱;KQ - 500E 型超声清洗仪(昆山市超声仪器有限公司);AT 系列溶剂过滤器(0.22 μm);XP26 型百万分之一电子天平(梅特勒 - 托利多有限公司);DFY - 300 摇摆式高速万能粉碎机(温岭市林大机械有限公司);STJ600 电磁连续炒药机(北京华林瑞控科技有限公司)。

1.2 试剂与药品

L - 羟脯氨酸(批号:111578 - 201602,纯度:99.9%);甘氨酸(批号:140689 - 202006,纯度 100%);丙氨酸(批号:140680 - 202005,纯度:99.9%);L - 脯氨酸(批号:140677 - 202109,纯度:100%)均购自中国食品药品检定研究院;甲醇(色谱纯)、水为娃哈哈纯净水(杭州娃哈哈饮料科技有限公司)。

阿胶(批号:2110020),购自山东东阿股份有限公司,经鉴定为马科动物驴 *Equus asinm* L. 的干燥皮或鲜皮经煎煮、浓缩制成的固体胶。

收稿日期:2024 - 06 - 25 **修回日期**:2025 - 03 - 03
基金项目:国家重点研发计划项目(2023YFC3504200)
作者简介:胡雨(1986 -),男,硕士,主管中药师,研究方向:中药炮制及质量标准化研究。

2　方法与结果

2.1　氨基酸含量测定

2.1.1　色谱条件

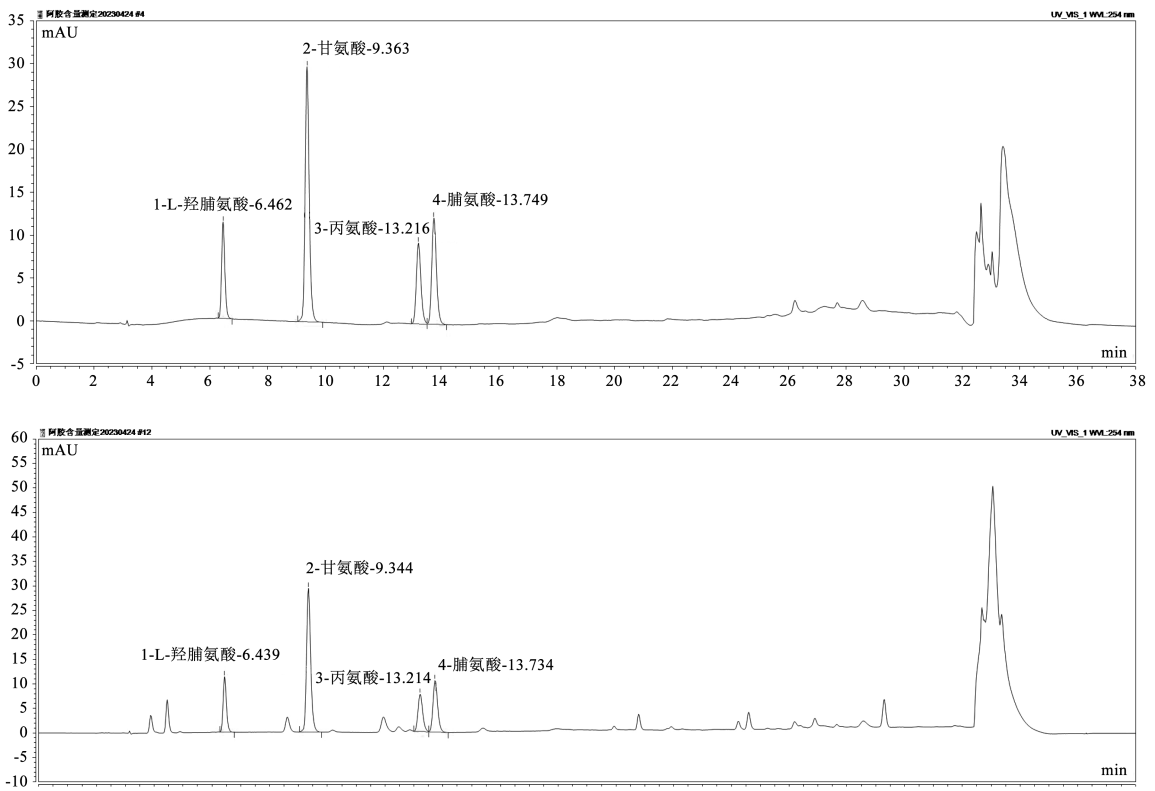
Agilent Eclipse C_{18} 色谱柱(250 mm × 4.6 mm, 5 μm),色谱条件参照《中国药典》2020 年版(一部)阿胶项下氨基酸含量测定[2],见图 1。

2.1.2　对照品溶液的制备

参照《中国药典》2020 年版(一部)阿胶项下氨基酸含量测定中对照品制备方法制备[2]。

2.1.3　供试品溶液的制备

参照《中国药典》2020 年版(一部)阿胶项下氨基酸含量测定中供试品溶液制备方法制备[2]。



注:1. L – 羟脯氨酸;2. 甘氨酸;3. 丙氨酸;4. L – 脯氨酸。

图 1　混合对照品与阿胶珠样品 HPLC 图

2.1.4　对照品与供试品的衍生化处理

参照《中国药典》2020 年版(一部)阿胶项下氨基酸含量测定中对照品与供试品的衍生化处理方法进行处理[2]。

2.1.5　线性关系考察

取 L – 羟脯氨酸对照品、甘氨酸对照品、丙氨酸对照品、L – 脯氨酸对照品适量,精密称定,加 0.1 mol/L 盐酸溶液制成每 1 mL 分别含 L – 羟脯氨酸 80 μg、甘氨酸 0.16 mg、丙氨酸 70 μg、L – 脯氨酸 0.12 mg 的混合溶液,即得。按照 2.1.4 将混合对照品衍生化,精密吸取衍生化的 L – 羟脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、L – 脯氨酸混合对照品溶液,按 2.1.1 项下色谱条件测定,分别进样 0.75、1.00、1.25、1.50、1.75、2.00、2.50 μL,以峰面积为纵坐标(Y),质量为横坐标(X),进行回归分析。结果见表 1。

表 1　线性关系考察

对照品	回归方程	r	线性范围/μg
L – 羟脯氨酸	$Y = 23.857X - 0.001\ 1$	0.999 9	0.062 25 ~ 0.207 5
甘氨酸	$Y = 28.680X + 0.111\ 1$	1.000 0	0.118 11 ~ 0.393 7
丙氨酸	$Y = 25.265X + 0.038\ 0$	0.999 9	0.055 80 ~ 0.186 0
L – 脯氨酸	$Y = 21.134X + 0.029\ 2$	0.999 9	0.100 56 ~ 0.335 2

2.1.6　精密度试验

精密吸取衍生化的 L – 羟脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、L – 脯氨酸的混合对照品溶液,按 2.1.1 项下色谱条件连续进样 6 次,测定其峰面积,计算 *RSD* 分别为 0.52%、0.49%、0.48%、0.52%,表明仪器精密度良好。

2.1.7　重复性试验

精密称取阿胶珠粉末 6 份,每份约 0.25 g,按 2.1.3 项下方法制备供试品溶液,按 2.1.1 项下色谱条件测定,计算 L – 羟脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、L – 脯

氨酸含量的 *RSD* 分别为 1.72%、1.41%、2.60%、1.66%，表明该方法重复性良好。

2.1.8 稳定性试验

取同一供试品溶液，分别于 0、6、12、18、21、24 h 按 2.1.1 项下色谱条件进样，计算 L－羟脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、L－脯氨酸峰面积的 *RSD* 分别为 0.48%、0.38%、0.39%、0.31%，表明供试品溶液在 24 h 内稳定性良好。

2.1.9 加样回收率试验

精密称定阿胶珠饮片粉末 6 份，每份 0.125 g，分别精密加入 L－羟脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、L－脯氨酸对照品适量，依照阿胶珠样品溶液制备的方法及色谱条件进行操作，计算甘氨酸、丙氨酸、L－脯氨酸、L－羟脯氨酸的回收率平均值分别为 98.84%、97.85%、97.66%、99.84%，*RSD* 分别为 1.69%、1.95%、1.69%、1.19%，表明回收率良好。

2.2 阿胶珠连续化炮制正交试验

2.2.1 阿胶珠外观性状评分标准

本研究以《中国药典》2020 版规定的阿胶珠项下外观性状“类球形，表面棕黄色或灰白色，附有白色粉末。体轻，质酥，易碎。断面中空或多孔状，淡黄色至棕色”[2]为 10 分标准，对正交试验得到的阿胶珠外观性状进行评价，评分标准见表 2（评测小组成员由 5 名老药工和 5 名执业中药师组成；评测方式参考文献[15-16]，以自评式“盲法”评价与集中会评相结合），计算均值。

表 2 阿胶珠性状指标评分标准

编号	外观	质地	断面	评分标准/分
1	球形或类球形，表面圆润平整，淡棕色至棕黄色，少有白色粉末	质酥，易碎	断面中空或多孔状，孔隙较大，淡黄色至棕黄色	9～10
2	球形或类球形，表面平整，灰白色或棕褐色，附有白色粉末	质较酥，较易碎	断面中空或多孔状，孔隙稍小，棕黄色至棕色	7～8
3	类球形，表面平整或有裂纹，灰白色或棕褐色，附有白色粉末	质较硬，难碎	断面多孔状，孔隙小，棕色至棕褐色	5～6
4	类球形，表面有裂纹，灰白色或棕褐色，附有白色粉末	质较硬，较难碎	断面多孔状，孔隙较小，有少许溏心棕色至棕褐色	3～4

2.2.2 阿胶珠正交试验设计与结果

在文献总结[12-14]及电磁连续炒药机工作原理的基础上可知影响阿胶珠质量的主要因素有介质（蛤粉）用量、介质温度及炒药频率等，故选择介质（蛤粉）用量（A）、介质温度（B）及炒药频率（C）为考察因素，称取阿胶丁 9 份，每份 100 g，以阿胶珠外观性状及 L－羟脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、L－脯氨酸等 4 种氨基酸的含量为综合评价指标[17]，采用 $L_9(3^4)$ 正交试验优选连续化炒制阿胶珠的炮制工艺。《中国药典》（2020 版）阿胶珠性状项下描述为：阿胶珠呈类球形。表面棕黄色或灰白色，附有白色粉末。体轻，质酥，易碎。断面中空或多孔状，淡黄色至棕色。气微，味微甜。性状是传统意义上中药饮片的质量标准，是影响中药饮片质量的重要因素，故将其列为指标之一[18]；本试验以 4 种氨基酸含量及性状为综合评价指标，用加权评分法计算综合评分，因为饮片的性状及内在成分同等重要，所以阿胶珠的性状权重系数为 0.5，4 种氨基酸指标权重系数分别为 0.125。按照“2.2.1”项下评分方式和标准对正交试验的样品进行评分，参考文献[19-20]方法给予不同的加权系数，对阿胶珠性状进行综合评分（性状综合评分 = 外观性状/9.6 ×4 + 质地/9.7 ×2 + 断面特征/9.6 ×4）。

9 组阿胶珠性状评分结果见表 3，氨基酸评分结果见表 4，正交试验结果见表 5，方差分析见表 6。

表 3 阿胶珠性状评分结果（分）

编号	样品	外观	质地	断面	性状综合评分	性状加权评分
1	A1B1C1	5.4	5.6	3.7	4.95	25.36
2	A1B2C2	9.3	9.5	9.4	9.75	50.00
3	A1B3C3	9.4	7.5	9.4	9.38	48.10
4	A2B1C2	3.7	3.8	3.4	3.74	19.19
5	A2B2C3	9.5	9.7	7.7	9.17	47.01
6	A2B3C1	9.4	7.5	9.4	9.38	48.10
7	A3B1C3	3.7	5.6	3.6	4.20	21.52
8	A3B2C1	9.6	7.8	9.6	9.61	49.27
9	A3B3C2	9.6	7.9	9.4	9.55	48.95

表 4 阿胶珠氨基酸含量评分结果

编号	样品	L－羟脯氨酸含量/%	甘氨酸含量/%	丙氨酸含量/%	L－脯氨酸含量/%	氨基酸加权评分/分
1	A1B1C1	10.08	21.47	9.09	12.15	48.14
2	A1B2C2	9.96	21.02	9.00	11.89	47.38
3	A1B3C3	9.96	21.26	8.96	11.95	47.50
4	A2B1C2	10.19	21.76	9.12	12.25	48.57
5	A2B2C3	9.44	19.91	8.44	11.32	44.83
6	A2B3C1	9.82	20.79	8.60	11.67	46.32
7	A3B1C3	10.28	21.48	8.67	12.11	47.77
8	A3B2C1	9.88	21.61	7.77	12.08	46.10
9	A3B3C2	10.40	22.84	8.41	12.86	48.14

由直观分析可知，各因素对阿胶珠炮制工艺的影响顺序为 B > A > C。方差分析表明因素 B 对炮制工

艺具有显著性影响，A 及 C 因素对炮制工艺则无显著性影响。故从直观分析、方差分析及实际生产情况可知阿胶珠的连续化炮制工艺最佳条件应为 $A_1B_3C_1$，即蛤粉用量 160 kg，蛤粉温度 210 ~ 215 ℃，炒制频率 16 Hz。

表 5　阿胶珠连续化工艺正交试验分析

编号	A(蛤粉用量)/kg	B(介质温度)/℃	C(炒制频率)/Hz	D(空白)	性状加权评分/分	氨基酸加权评分/分	综合评分/分
1	160	190 ~ 195	16	1	25.36	48.14	73.50
2	160	200 ~ 205	18	2	50.00	47.38	97.38
3	160	210 ~ 215	20	3	48.10	47.50	95.60
4	180	190 ~ 195	18	3	19.19	48.57	67.76
5	180	200 ~ 205	20	1	47.01	44.83	91.84
6	180	210 ~ 215	16	2	48.10	46.32	94.42
7	200	190 ~ 195	20	2	21.52	47.77	69.29
8	200	200 ~ 205	16	3	49.27	46.10	95.37
9	200	210 ~ 215	18	1	48.95	49.03	97.98

表 6　阿胶珠综合评分方差分析

因素	SS	MS	F	显著性
A	27.145	13.572	7.729	$P>0.05$
B	1 276.895	638.448	363.581	$P<0.05$
C	9.332	4.666	2.654	$P>0.05$
D(误差)	3.51	1.755		

注：$F_{0.05}(2,2)=19$。

2.3　验证试验

为验证上述电磁连续炒药机炮制阿胶珠最佳炮制工艺的科学性、稳定性和可重复性，进行了 3 批次验证试验。取阿胶丁，按优选的连续化炮制工艺制备阿胶珠样品 3 份，测定阿胶珠性状及 4 种氨基酸含量，验证试验结果的可靠性，结果见表 7，图 2。对炮制得到的 3 批阿胶珠的性状、4 种氨基酸含量进行分析，结果表明，采用优选的连续化炒制工艺炮制的阿胶珠性状、4 种氨基酸含量均较稳定，表明该连续化生产工艺较稳定、可控、样品性状良好。

表 7　阿胶珠炮制工艺验证

编号	性状综合评分/分	水分/%	L－羟脯氨酸/%	甘氨酸/%	丙氨酸/%	L－脯氨酸/%
1	9.25	3.6	9.92	21.21	8.86	12.15
2	9.08	3.5	9.88	21.17	8.93	11.98
3	9.16	3.6	9.73	21.24	8.75	12.02
$\bar{X}$	9.16	3.6	9.84	21.21	8.85	12.05
RSD/%	0.93	1.62	1.02	0.16	1.03	0.74



图 2　阿胶珠连续化炮制工艺验证图

2.4　炮制工艺比较

选取同一批次阿胶丁均分成 6 等份，3 份采用电磁连续炒药机炒制，3 份采用传统炒药锅炒制[3]。对两种工艺炮制的阿胶珠进行性状观察，电磁连续炒药机炒制的阿胶珠无溏心或是焦珠情况出现，且阿胶珠类球形，表面棕黄色或灰白色，少有白色粉末，断面中空或多孔状，淡黄色至棕色；传统炒制法阿胶珠表面附有较多白色粉末。见图 3。两种工艺炮制的阿胶珠性状综合评分及 4 种氨基酸含量见表 8，结果表明电磁连续炒药机的炒制工艺方法明显优于传统炒药锅炒制方法。



图 3　不同工艺阿胶珠图

表 8 炮制工艺比较

编号	工艺	性状综合评分/分	L－羟脯氨酸/%	甘氨酸/%	丙氨酸/%	L－脯氨酸/%
1	连续工艺	9.11	10.03	21.12	8.88	12.11
2	连续工艺	9.14	9.92	21.05	9.02	12.04
3	连续工艺	9.22	9.83	21.23	8.74	11.92
$\bar{X}$		9.16	9.93	21.13	8.88	12.02
RSD/%		0.62	1.00	0.43	1.58	0.80
4	传统工艺	7.88	9.82	21.04	8.94	12.03
5	传统工艺	7.45	9.28	20.37	8.23	11.58
6	传统工艺	8.14	9.71	20.24	8.41	11.24
$\bar{X}$		7.82	9.60	20.55	8.52	11.62
RSD/%		4.45	2.97	2.09	4.33	3.41

2.5 不同厂家阿胶丁制备阿胶珠工艺比较

2.5.1 不同厂家阿胶丁饮片质量评价

结果表明，见表 9。不同厂家阿胶丁尺寸大小不同，其中山东东阿阿胶股份有限公司阿胶丁的尺寸最小，为0.6 cm；河北东汝阿胶制药股份有限公司阿胶丁的尺寸为 0.7 cm；山东济水阿胶有限公司及山东福牌阿胶股份有限公司阿胶丁的尺寸较大，均为0.8 cm。由于不同厂家阿胶丁的大小不同，可能导致不同厂家的阿胶丁制备阿胶珠的工艺也不同。

表 9 阿胶丁质量评价

编号	厂家	阿胶丁大小/cm	L－羟脯氨酸/%	甘氨酸/%	丙氨酸/%	L－脯氨酸/%
S1	山东东阿阿胶股份有限公司	0.6	10.16	22.15	8.11	12.63
S2	河北东汝阿胶制药股份有限公司	0.7	10.34	23.19	7.85	13.45
S3	山东济水阿胶有限公司	0.8	9.96	22.48	7.37	12.96
S4	山东福牌阿胶股份有限公司	0.8	9.86	22.01	7.12	12.77

2.5.2 不同厂家胶丁制备的阿胶珠质量分析

结果表明，见表 10。不同厂家阿胶丁制备成阿胶珠工艺参数不同，一般情况下阿胶丁越大，炮制所需介质温度越高或炒制频率越低，但具体工艺参数还与阿胶丁本身的属性有关，如阿胶丁水分等。另外，阿胶珠的大小与阿胶丁大小呈正相关，阿胶丁越大，制备成的阿胶珠直径越大，反之亦然。此外，不同厂家阿胶丁制备成阿胶珠，氨基酸变化规律基本一致，含量基本不变。

表 10 阿胶珠质量评价

编号	工艺参数	性状综合评分/分	L－羟脯氨酸/%	甘氨酸/%	丙氨酸/%	L－脯氨酸/%
S1－1	160 kg/215 ℃/16 Hz	9.23	9.51	20.85	7.55	11.82
S2－1	160 kg/225 ℃/15 Hz	9.15	9.99	22.11	7.42	12.82
S3－1	180 kg/225 ℃/9 Hz	9.18	10.24	22.54	7.39	13.17
S4－1	180 kg/220 ℃/9 Hz	9.11	9.84	21.92	7.16	12.84

3 讨论

阿胶块的软化是阿胶珠炮制的关键因素，以70～80 ℃烘制约 6～8 min 为宜。烘制太软，易将胶块压扁，导致所切胶丁呈扁形；烘制太硬，则容易切碎。在切丁过程中切面一定要保证平整光滑，这样炮制后的阿胶珠表面才圆润，呈类球形[19]。此外，在传统炒药锅炮制阿胶珠时发现按照《中国药典》2020 年版要求的辅料用量炮制会因辅料太少而不能包裹阿胶珠，从而导致阿胶珠大量粘炒药机锅壁和炒焦现象，因此需要加大蛤粉的用量，一般为阿胶丁量的 10～20 倍才能保证不粘锅，由于蛤粉可以重复使用，采取阿胶分批投料炮制的方式进行炒制，可以保证总辅料用量符合《中国药典》2020 年版要求[1]。

研究结果显示，用电磁连续炒药机优选工艺炒制的阿胶珠外观性状与传统炒药机炒制的饮片相比色泽更加均一，表面挂粉更少，同时电磁连续炒药机炒制的阿胶珠基本无焦珠和溏心珠，外观性状良好。进而，在很大程度上提高了阿胶珠的成品率。在内在质量方

面,电磁连续炒药机炒制的阿胶珠 4 种氨基酸含量比较稳定,且重现性较好,使得电磁连续炒药机炒制阿胶珠在内在质量方面与传统炒制方法相比有了明显的提升。总之,电磁连续炒药机炒制的阿胶珠在外观性状及内在质量方面都优于使用传统炒药锅炮制的阿胶珠。

此外,通过不同厂家阿胶丁制备阿胶珠的工艺比较研究,可以得出阿胶丁的大小、质地直接影响阿胶珠的连续化炮制工艺参数,一般情况下,粒度大的阿胶丁,其连续化炮制温度就要适当提高,炮制频率也要适当调低,这样才能保证炮制的阿胶珠内无溏心,才能炮制出高质量的阿胶珠。所以在炮制阿胶珠时,明确阿胶丁原料的属性,具体样品具体分析,这样才能快速高效地摸索出最适合的阿胶丁连续化炮制工艺。

总之,电磁连续炒药机炒制阿胶珠的研究,是饮片自动化炮制、连续化炮制的重要体现,可为其他需要固体辅料炒制的品种提供一定的技术参考。此外,项目组还采用电磁连续炒药机炮制了砂烫鸡内金、砂烫骨碎补、滑石粉烫水蛭、砂烫醋淬鳖甲及砂烫醋淬龟甲等固体辅料炮制的品种,效果良好,而且用连续炒制工艺替代传统单机炒制工艺可以有效提高炮制品质量均一性和减少劳动力,进而提高效率。因此,连续化、自动化、智能化、数控化生产炮制是未来炮制的发展方向。

参考文献:

[1] 程钰洁,文珊,邓怡芳,等. 正交试验设计结合熵权 TOPSIS 优选阿胶珠炮制工艺[J]. 中国现代中药,2023,25(2):361 - 368.

[2] 国家药典委员会. 中国药典(一部)[M]. 北京:中国医药科技出版社,2020:197 - 198.

[3] 崔金玉. 阿胶炮制工艺及质量控制研究[D]. 沈阳:辽宁中医药大学,2008.

[4] 常冰玉,陈茂深,郝向慧,等. 9 种市售阿胶蛋白质特性比较分析[J]. 食品与机械,2016,32(8):206 - 210.

[5] 杜怡波,樊慧蓉,阎昭. 阿胶的化学成分及药理作用研究进展[J]. 天津医科大学学报,2018,24(3):267 - 270.

[6] 曲媛鑫,付英杰. 阿胶化学成分、质量控制及药理作用研究进[J]. 特产研究,2023,45(3):136 - 143.

[7] 杨帅,鲁婷婷,周祖英,等. 阿胶化学成分和药理作用及质量控制研究进展[J]. 中国新药杂志,2023,32(8):806 - 816.

[8] 汪岩,王月珍,马千里,等. 机械化炒制鸡内金前后氨基酸含量测定[J]. 时珍国医国药,2017,28(10):2420 - 2422.

[9] 李卫先,李达,李辉,等. 鸡内金不同工艺炮制品的氨基酸含量与酶活性测定[J]. 湖南中医杂志,2008,24(4):100 - 101.

[10] 董彩光. 炮制对鸡内金微量元素及氨基酸化学成分影响的研究[J]. 云南中医杂志,1994,15(6):33 - 35.

[11] 李传俊,楚胜. 鸡内金不同辅料炮制品的酶活性和氨基酸的含量测定[J]. 中国现代医生,2009,47(15):74 - 75.

[12] 汪岩,翟延君,吕国军,等. 鸡内金机械化炮制工艺优选[J]. 中国实验方剂学杂志,2013,19(4):65 - 67.

[13] 汪岩,翟延君,王月珍,等. 星点效应面法优化机械化炮制鸡内金工艺研究[J]. 中国现代中药,2017,19(4):560 - 563.

[14] 金伶佳,贾天柱. 砂烫鸡内金的最佳炮制工艺研究[J]. 辽宁中医杂志,2011,38(2):330 - 332.

[15] 于澎,王莹,于迪,等. 黄精熟化炮制工艺及不同炮制方法比较研究[J]. 时珍国医国药,2022,33(3):614 - 616.

[16] 李蒙恩,陈天朝,马彦江,等. 半夏炮制品相对毒性标示模型的探究[J]. 中草药,2022,53(6):1751 - 1760.

[17] 张婕,金传山,吴德玲,等. 正交试验法优选黄精加压酒蒸工艺研究[J]. 安徽中医药大学学报,2014,33(1):72 - 74.

[18] 李群,王瑾,张会敏. 正交试验法优选桑白皮蜜炙工艺[J]. 中草药,2013,44(3):286 - 290.

[19] 蒋晓煌,蒋孟良,贺卫和,等. 不同炮制方法对阿胶珠品质影响的研究[J]. 中国现代中药,2013,15(1):53 - 55.

[20] 梁志毅,徐杰,程学仁,等. 熟地黄酒炖法炮制工艺研究[J]. 亚太传统医药,2020,16(4):54 - 58.

Optimization of Continuous Processing Technology for Colla Corii Asini Tostata

HU Yu[1,2,3], MA Yule[1,2,3], GAO Bo[1,2,3], GUO Zhijun[1,2,3]

(1. *China Resources Sanjiu Modern Chinese Medicine Pharmaceutical Co., Ltd., Huizhou* 516000, *China*;
2. *China Resources Sanjiu Pharmaceutical Co., Ltd., Shenzhen* 518000, *China*;
3. *Anhui Provincial Key Laboratory of Traditional Chinese Medicine Formula Granule, Huaibei* 235000, *China*)

Abstract Objective: To optimize the continuous processing technology for Colla Corii Asini Tostata using an orthogonal test method and compare it with traditional processing techniques. Methods: Three factors—medium dosage, medium temperature, and frying frequency—were investigated, with four amino acids (glycine, alanine, proline, L - hydroxyproline) and appearance characteristics as evaluation indicators. The orthogonal test method was employed to determine the optimal continuous processing technology for Colla Corii Asini Tostata. Results: The optimal continuous processing conditions for Colla Corii Asini Tostata were as follows: clam powder dosage of 160 kg, clam powder temperature of 210 ~ 215 ℃, and frying frequency of 16 Hz. Conclusion: Compared with traditional processing methods, the continuous processing technology improves the appearance characteristics and amino acid content of Colla Corii Asini Tostata, providing technical support for the continuous processing of traditional Chinese medicine.

Key words Colla Corii Asini Tostata; Continuous processing; Orthogonal test; Appearance characteristics; Amino acids