

DOI:10.13288/j.11-2166/r.2023.02.011

不同储存条件对苦杏仁临方捣碎有效成分的影响

程遥¹, 冯欣², 毕玥琳², 高旭华², 王佳琪², 张晨宁², 孙毅坤², 王景红[✉]

1. 中国中医科学院望京医院药学部, 北京市朝阳区望京中环南路6号, 100102; 2. 北京中医药大学中药学院

[摘要] 目的 比较不同储存条件下苦杏仁挥发性成分的差异, 验证临方捣碎的合理性。方法 将苦杏仁分为13组: 用时捣碎(0 w)组、捣碎4℃储存1 w组、不捣碎4℃储存1 w组、捣碎25℃储存1 w组、不捣碎25℃储存1 w组、捣碎4℃储存2 w组、不捣碎4℃储存2 w组、捣碎25℃储存2 w组、不捣碎25℃储存2 w组、捣碎4℃储存4 w组、不捣碎4℃储存4 w组、捣碎25℃储存4 w组、不捣碎25℃储存4 w组。采用顶空进样-气质联用技术(HS-GC-MS)分析各组苦杏仁挥发性成分, 经MSDIAL 4.48软件数据处理后, 利用微生物网站(<http://www.bioinformatics.com.cn/>)对其进行相关性分析, 并结合主成分分析(PCA)、偏最小二乘法-判别分析(PLS-DA)、正交偏最小二乘-判别分析(OPLS-DA)方法进行模式识别, 结合变量重要性投影(VIP)筛选差异化合物。结果 用时捣碎(0 w)与储存1 w呈正相关[相关系数(r)>0.5, $P<0.05$]; 0 w与储存2 w、4 w相均呈负相关($r<0$, $P<0.05$); 在相同储存时间下进一步分析储存温度和储存状态对苦杏仁样品影响较小($r>0.5$)。最终质谱解析后在苦杏仁中共鉴定出33个挥发性成分。PCA结果显示, 苦杏仁0 w与储存1 w样品无明显差异, 而0 w与2 w、4 w样品具有明显差异。依据OPLS-DA模型的VIP>1且单维检验 $P<0.05$, 差异倍数>2, 共鉴定20个差异物质, 其中样品储存1 w后, 仅苯甲醛的含量降低, 并没有明显的成分差异, 而储存2 w后, 有17种化合物含量降低, 储存4 w后, 存在20种差异化合物。结论 苦杏仁储存超过2 w挥发性成分会显著减少, 表明临方捣碎具有一定的合理性。

[关键词] 苦杏仁; 临方捣碎; 炮制方法; 药物存储; 差异化合物

苦杏仁是蔷薇科植物山杏(*Prunus armeniaca* L. var. *ansu* Maxim.)、西伯利亚杏(*Prunus sibirica* L.)、东北杏[*Prunus mandshurica*(Maxim.)Koehne]或杏(*Prunus armeniaca* L.)的干燥成熟种子^[1]。《中华人民共和国药典(2020年版)》记载其炮制方法为“用时捣碎”^[2]。由于苦杏仁在储存过程中容易出现走油变质等情况, 导致苦杏仁苷和苦杏仁油含量降低, 影响其临床疗效^[3], 选择合适的炮制方法对指导临床用药具有重要意义。

目前临床上捣碎用药的方式主要有两种: 一种是用时捣碎, 另一种是预先捣碎^[4]。用时捣碎便于鉴别中药, 有利于保存药性、调剂、制剂及煎出有效成分, 提高煎药质量, 发挥药物疗效, 但其操作麻烦, 降低了配方效率^[5]。预先捣碎是随着中药现代化进展而提出的概念, 即将需要用时捣碎的中药

饮片提前捣碎以备使用, 但是其质量控制属于初步探索阶段^[6]。而临方捣碎是综合用时捣碎和预先捣碎的一种用药储存新方法, 《北京市中药饮片调剂规程》将临方捣碎中药饮片统一规定为: “若用量较大, 又必需提前进行捣碎时, 其储存不超过两周为宜”^[7]。目前对于临方捣碎的研究较少, 本研究利用顶空进样-气质联用技术(HS-GC-MS)对不同储存条件下苦杏仁挥发性成分进行分析鉴定, 比较不同储存条件下苦杏仁挥发性成分的差异性, 并验证临方捣碎的合理性, 指导临床合理用药。

1 材料与方法

1.1 药品与仪器

苦杏仁(批号: 20072304, 北京四方中药饮片有限公司)。697AHS-7890BGC-5977AMS型HS-GC-MS仪(美国Agilent公司); BSA124S型电子分析天平[赛多利斯科学仪器(北京)有限公司]; 带聚

基金项目: 中国中医科学院望京医院院级课题(WJYY2020-33)

✉ 通讯作者: wangjinghong2002@126.com

四氟乙烯硅胶复合垫垫片的玻璃顶空瓶（规格：20 ml，湖州立荣新材料科技有限公司）；BCD-320WPQCL 型冰箱（合肥晶弘电器有限公司）；BPS-100CA 型恒温恒湿箱（上海一恒科学仪器有限公司）。

1.2 样品

将苦杏仁分为 13 组详见表 1。按照相应的分组条件下储存后将苦杏仁用研钵研碎，过 4 号筛，精密称取苦杏仁粉约 0.5 g，迅速装入 20 ml 玻璃顶空瓶，加盖密封，待测。另以玻璃顶空空瓶加盖密封为空白对照组，每组平行处理 3 份样品。

表 1 苦杏仁样品分组

储存状态	储存时间/w	储存温度/℃	组别名称
用时捣碎	0	—	0 w-D
捣碎储存	1	4	1 w-D-4
捣碎储存	1	25	1 w-D-25
捣碎储存	2	4	2 w-D-4
捣碎储存	2	25	2 w-D-25
捣碎储存	4	4	4 w-D-4
捣碎储存	4	25	4 w-D-25
不捣碎储存	1	4	1 w-W-4
不捣碎储存	1	25	1 w-W-25
不捣碎储存	2	4	2 w-W-4
不捣碎储存	2	25	2 w-W-25
不捣碎储存	4	4	4 w-W-4
不捣碎储存	4	25	4 w-W-25

注：w，周；D，捣碎；W，未捣碎。

1.3 苦杏仁样品成分检测方法

利用 HS-GC-MS 仪对各样品进行顶空进样处理，每组 3 次，寻找差异化合物。气相条件：HP-5MS 毛细管色谱柱（30 m×250 μm×0.25 μm），载气为高纯氦气（纯度>99.999%），流速 1.0 ml/min；分流比 20:1；柱流量控制模式：恒流；升温程序：柱温初始为 40℃，以 5℃/min 升温至 150℃，再以 80℃/min 升至 230℃，230℃保持 6 min。质谱条件：离子源为电子轰击离子源（EI），电离电压为 70 eV，选择全离子扫描模式，离子源温度为 230℃，四极杆温度为 150℃，接口温度/传输线温度为 250℃；溶剂延迟 3 min。HS 条件：孵育温度为 100℃，定量环/阀温度为 120℃，传输线温度为 130℃，GC 循环时间为 45 min，孵育时间为 30 min，进样量为 1000 μl。用时捣碎是买来样品立即进行 GC-MS 分析，储存 1 w、4 w 的是分别储存 1 w、4 w 后立即分析。

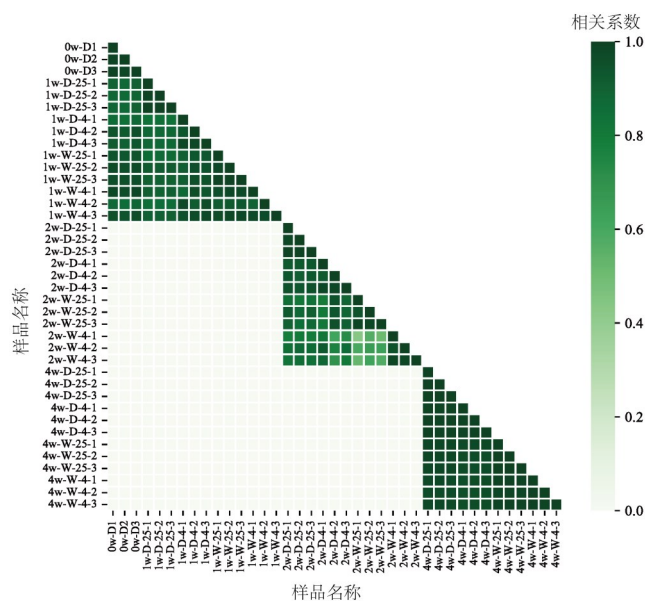
1.4 成分分析方法

使用 SIMCA-P 11.0 软件（瑞典 Umetrics 公司）进行主成分分析（PCA）、偏最小二乘法-判别分析（PLS-DA）、正交偏最小二乘-判别分析（OPLS-DA）等多元统计分析。将苦杏仁成分 GC/MS 原始数据（包括保留时间、峰面积）经 MSDIAL 4.48 软件处理后，利用微生信网站（<http://www.bioinformatics.com.cn/>）对其进行相关性分析。检验水准 $P<0.05$ 。

2 结果

2.1 各组苦杏仁成分相关性分析结果

图 1 示，苦杏仁成分 0 w 与 1 w 呈正相关 [相关系数 (r) > 0.5, $P<0.05$]；0 w 与 2 w、4 w 均呈负相关 ($r<0$, $P<0.05$)。在相同储存时间下进一步分析储存温度和储存状态对苦杏仁成分的影响，发现相关系数相似，均为 $r>0.5$ 。尤其注意的是储存 4 w 的苦杏仁样品，储存状态以及储存温度对苦杏仁成分影响很小，捣碎与不捣碎相比，以及 4℃与 25℃组相比，苦杏仁成分均 $r>0.9$ 。



注：w，周；D，捣碎；W，未捣碎。

图 1 各组苦杏仁成分相关性分析结果

2.2 苦杏仁挥发性成分分析结果

通过相关性的数据分析，发现随着储存时间的延长，苦杏仁挥发性成分相关系数越来越小，相关性越来越低。以储存时间为方向，深入对苦杏仁样品进行 GC-MS 成分分析，总离子流图见图 2。采用 Agilent MassHunter Qualitative Analysis B. 07.00 解析软件，使用化学工作站积分器进行积分，选择美国国家科学技术研究院（NIST）17.L 标准谱图库

比对, 扣除空白峰后以峰面积归一化法测定各组分的相对百分含量。结果发现, 在不同储存条件下处于相同保留时间色谱峰的峰面积有一定差异, 最终质谱解析后在苦杏仁中共鉴定出 33 个挥发性成分, 其中苦杏仁存储 0 w、1 w、2 w、4 w 时鉴定出的挥发性物质以及相对含量见表 2。

2.3 各组苦杏仁差异化合物多维统计分析

2.3.1 PCA 结果 将 HS-GC-MS 检测后所得数据导入 SIMCA 14.1 软件, 对多元数据进行无监督的 PCA, 分析可得模型对分类变量 X 的可解释性 (R2X) 和模型的可预测性参数 (Q2) 分别为 0.997 和 0.993, 二者数值较高, 说明此模型较为可靠, 对

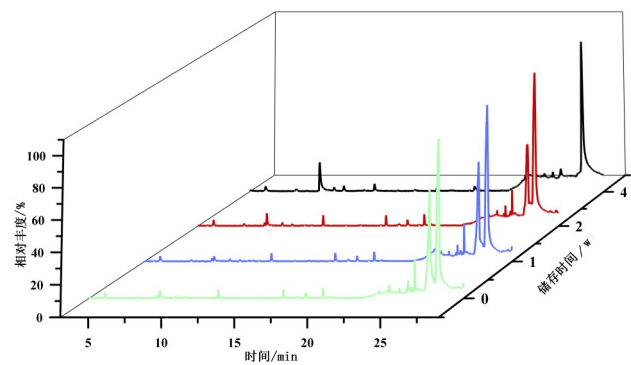
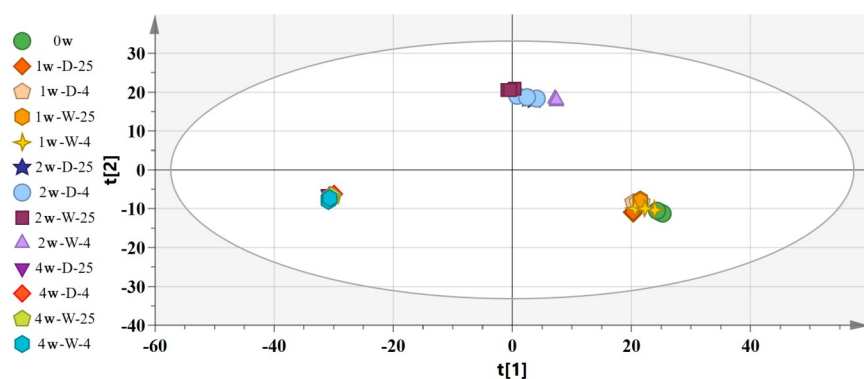


图 2 不同储存时间苦杏仁样品总离子流图

数据的解释与预测能力强。图 3 示, 苦杏仁 0 w、储存 1 w、储存 2 w、储存 4 w 样品, 分别聚集在某

表 2 不同存储时间下苦杏仁挥发性成分及相对含量

ID	保留时间/min	中文名称	分子式	相对含量			
				0 w	1 w	2 w	4 w
1	3.74	1-戊醇	C ₅ H ₁₂ O	0.0067	0.0066	0.0029	—
2	4.20	正己醛	C ₆ H ₁₂ O	0.0300	0.0309	0.0244	0.0218
3	6.38	庚醛	C ₇ H ₁₄ O	0.0109	0.0111	0.0109	0.0130
4	7.85	(Z)-2-庚烯醛	C ₇ H ₁₂ O	0.0197	0.0196	0.0012	—
5	7.99	苯甲醛	C ₇ H ₆ O	0.0452	0.0257	0.0018	0.0025
6	9.11	3-辛醇	C ₈ H ₁₆ O	0.0157	0.0166	0.0025	0.0055
7	9.83	柠檬烯	C ₁₀ H ₁₆	0.0102	0.0074	0.0021	0.0039
8	10.79	1-辛炔-3-醇	C ₈ H ₁₄ O	0.0033	0.0066	0.0021	0.0032
9	10.73	2-乙基环戊烷甲醛	C ₈ H ₁₄ O	0.0061	0.0032	—	—
10	12.04	壬醛	C ₉ H ₁₈ O	0.0477	0.0472	0.0032	—
11	13.67	反式-2-壬烯醛	C ₉ H ₁₆ O	0.0060	0.0017	0.0012	—
12	14.73	芳樟醇	C ₁₀ H ₁₈ O	0.0049	0.0049	0.0027	0.0034
13	16.16	γ-癸酸内酯	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	0.0069	0.0070	0.0015	0.0034
14	16.16	2-癸烯-1-醇	C ₁₀ H ₂₀ O	0.0071	—	—	—
15	16.54	松油醇	C ₁₀ H ₁₈ O	0.0503	0.0450	0.0017	0.0035
16	17.45	(E, E)-2, 4-十二碳二烯醛	C ₁₂ H ₂₀ O	0.0124	—	—	—
17	18.07	樟脑	C ₁₀ H ₁₆ O	0.0315	—	—	—
18	18.90	10-十一烯醛	C ₁₁ H ₂₀ O	0.0079	0.0081	0.0024	0.0054
19	18.97	2-十三(碳)烯醛	C ₁₃ H ₂₄ O	0.0031	0.0032	0.0072	0.0036
20	19.28	2-十一烯醛	C ₁₁ H ₂₀ O	0.0555	0.0485	0.0027	0.0040
21	19.78	顺-10-十四烯-1-醇醋酸酯	C ₁₆ H ₃₀ O ₂	0.0081	0.0074	0.0030	—
22	20.33	癸醛	C ₁₀ H ₂₀ O	—	—	—	0.0056
23	22.28	Z-8-甲基-9-十四烯酸	C ₁₅ H ₂₈ O ₂	0.0124	0.0110	0.0076	0.0088
24	22.24	13-十四烯醛	C ₁₄ H ₂₆ O	0.0124	0.0080	0.0111	0.0096
25	22.42	氧杂环十三烷-2-酮	C ₁₃ H ₂₄ O ₂	—	—	—	0.0140
26	22.98	油酸	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	0.0264	0.0250	0.0177	0.0315
27	23.17	反式-13-十八碳烯酸	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	0.0374	0.0384	0.0256	0.0401
28	23.21	十八烷酸	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	0.0431	0.0447	0.0299	0.0422
29	23.70	(Z)-十八烷-13-烯酸	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	0.0446	0.0572	0.0541	0.0574
30	25.37	反油酸	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	0.0495	0.0583	0.0613	0.0627
31	23.83	棕榈油酸	C ₁₆ H ₃₀ O ₂	0.0616	0.0556	0.0532	0.0580
32	25.63	棕榈酸	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	0.2226	0.1970	0.0599	0.0533
33	26.68	丙烯酸-2, 3-环氧丙酯十八烯酸	C ₂₁ H ₃₈ O ₃	0.5776	0.4891	0.1944	0.0614



注：椭圆区域代表95%的置信区间； $t[1]$ 是针对预测主成分的回归系数权重大小； $t[2]$ 是针对正交主成分的回归系数权重大小；w，周；D，捣碎；W，未捣碎。

图3 各组苦杏仁样品主成分分析（PCA）图

一区域，其中0 w与储存1 w样品距离较近，无明显差异，而0 w与2 w、4 w样品具有明显差异。

2.3.2 PLS-DA 结果 为继续研究储存时间对样品的影响，寻找不同苦杏仁样品差异性成分，在PCA基础上进行有监督的PLS-DA，模型可解释性参数 R^2X 、 R^2Y 分别为0.965和0.967，模型的可预测性参数 Q^2 为0.936，表明此模型稳定可靠，同时PLS-DA可以进一步将用时捣碎组与储存1 w苦杏仁样品进行区分，图4示。

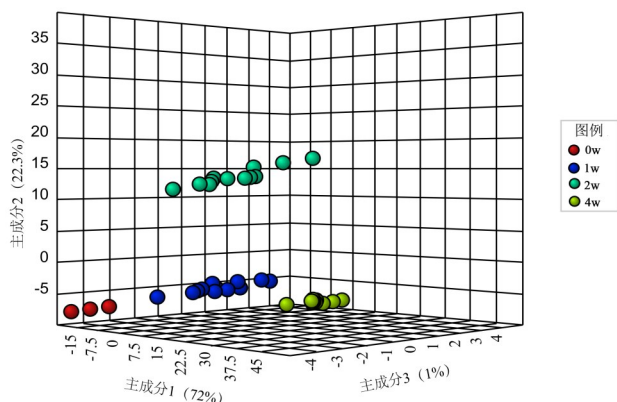
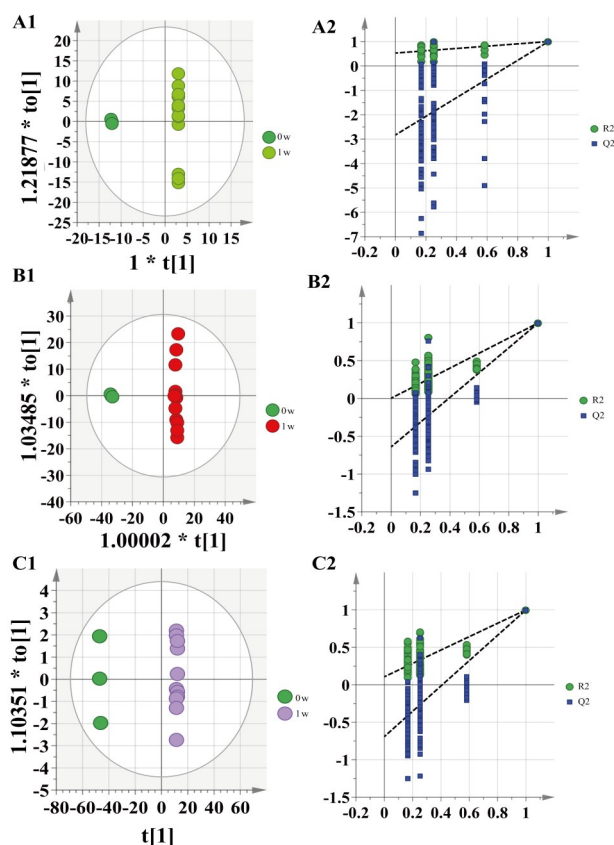


图4 不同储存时间苦杏仁样品PLS-DA三维得分图

2.3.3 OPLS-DA 结果 为了更好地观察不同储存时间样品间的组内差异，在PLS-DA的基础上，利用OPLS-DA模型，储存时间1 w、2 w、4 w样品分别与0 w样品进行两两比较，获得相应模型，OPLS-DA得分见图5。OPLS-DA模型优化显示：0 w与1 w组的 RX^2 、 RY^2 、 QY^2 值分别为0.976、1、0.995；0 w与2 w组的 RX^2 、 RY^2 、 QY^2 值分别为0.942、0.999、0.998；0 w与4 w组的 RX^2 、 RY^2 、 QY^2 值分别为0.971、1、1，表明所建立的模型对组间样品具有良好的区分度，相同组内样品高度聚合为一类。OPLS-DA排列验证（进行200次排列实

验）实验表明，3组模型的原始 R^2 和 Q^2 均大于Y置换后的相应的值，图5示3组模型未过度拟合，可用于后续差异化合物的鉴定。



注：A1、B1、C1为得分图；A2、B2、C2为排列置换检验结果； $t[1]$ 是针对预测主成分的回归系数权重大小； $t[2]$ 是针对正交主成分的回归系数权重大小； R^2 ，表示模型的可解释性； Q^2 ，表示模型的预测能力。

图5 不同储存时间苦杏仁样品中差异化合物比较的OPLS-DA结果

2.4 差异化合物分析结果

经以上研究分析，苦杏仁挥发性成分与储存时

间密切相关, 试验后续对储存时间进行差异化合物的分析。依据 OPLS-DA 模型的变量重要性投影值 (VIP) >1 且单维检验 $P < 0.05$, 差异倍数 >2, 共鉴定 20 个差异物质 (见表 3)。其中样品储存 1 w 后, 仅苯甲醛的含量降低, 并没有明显的成分差异, 而储存 2 w 后, 有 17 种化合物含量降低, 储存 4 w 后, 存在 20 种差异化合物, 其中庚醛、2-十三烯醛含量升高, 其余化合物含量降低。

3 讨论

种子类药材“捣碎入煎”很早就有, 《本草纲目》记载: “汤中煎剂用完物, 皆劈破、碾碎入药”。中药捣碎可增加药材与外界的接触面积, 增加药材有效成分溶出而确保药效^[7]。但随着工作量的逐步增大, 很多中药房 (店) 对需捣碎的品种采取了大批量用机械提前粉碎备用的方法, 虽然机械破碎具有省时省力的优点, 但是对于富含挥发性成分的不常用或冷备品种则很不适宜^[8]。苦杏仁是一类主要含有挥发性成分的药材, 本研究观察了不同储存时间、储存状态、储存温度 3 种影响因素对其挥发性成分的影响。结果发现, 储存时间是对苦杏仁成分影响最大的因素之一, 且 0 w 与 2 w 的苦杏仁样品成分呈负相关。从相关性分析结果来看, 相关性系数越大, 则说明对苦杏仁样品影响越小, 本

研究中捣碎与不捣碎相比, 以及 4 ℃与 25 ℃相比, 苦杏仁成分相关系数均大于 0.9, 提示储存温度与储存状态对苦杏仁成分影响较小。本研究进一步对苦杏仁样品成分进行 PCA、PLS-DA、OPLS-DA 多维统计分析, PCA 结果显示苦杏仁样品是按储存时间聚类的, 说明储存时间是导致苦杏仁样品挥发性成分产生变化的重要原因之一; PLS-DA 结果进一步表明 0 w 与 1 w 苦杏仁成分具有差异性。利用顶空进样-气质联用技术对苦杏仁样品进行成分分析以验证具体哪些成分具有差异, 发现 33 种化合物。以储存时间为侧重点并结合 OPLS-DA 变量重要性投影 (VIP) 共筛选出 20 种差异化合物, 其中苦杏仁在储存 1 w 后只发现苯甲醛降低, 储存 2 w 后发现 17 种差异化合物降低, 储存 4 w 后发现 20 种差异化合物, 包括苯甲醛、庚醛等 9 种醛类化合物, γ -癸酸内酯、棕榈酸等 6 种脂肪酸, 1-戊醇、松油醇等 4 种脂肪醇, 以及 1 种 D-柠檬烯单萜。同时发现随着储存时间的增加, 苯甲醛、棕榈酸、棕榈油酸等有效成分的含量相对于 0 w 是降低的。苯甲醛是苦杏仁苷的分解产物, 其含量的高低可反映样品中氢氰酸的含量, 氢氰酸对呼吸中枢有一定的抑制作用, 使呼吸运动趋于安静而达到镇咳平喘的作用, 苯甲醛可作为苦杏仁的质控指标^[9], 且苯甲

表 3 苦杏仁样品储存 1 w、2 w 及 4 w 时同用时捣碎相比差异化合物的变化情况及分类

序号	化合物分类	1 w	2 w	4 w
1	醛酮类	苯甲醛 ↓	苯甲醛 ↓	苯甲醛 ↓
2	醛酮类	庚醛	——	庚醛 ↑
3	醛酮类	(Z)-2-庚烯醛	(Z)-2-庚烯醛 ↓	(Z)-2-庚烯醛 ↓
4	醛酮类	2-乙基环戊烷甲醛	2-乙基环戊烷甲醛 ↓	2-乙基环戊烷甲醛 ↓
5	醛酮类	壬醛	壬醛 ↓	——
6	醛酮类	樟脑	樟脑 ↓	樟脑 ↓
7	醛酮类	10-十一烯醛	10-十一烯醛 ↓	10-十一烯醛 ↓
8	醛酮类	2-十一烯醛	2-十一烯醛 ↓	2-十一烯醛 ↓
9	单萜类	柠檬烯	柠檬烯 ↓	柠檬烯 ↓
10	脂肪醇类	1-戊醇	1-戊醇 ↓	——
11	脂肪醇类	松油醇	松油醇 ↓	松油醇 ↓
12	脂肪醇类	2-癸烯-1-醇	——	——
13	脂肪醇类	3-辛醇	3-辛醇 ↓	3-辛醇 ↓
14	脂肪酸类	丙烯酸-2, 3-环氧丙酯十八烯酸	丙烯酸-2, 3-环氧丙酯十八烯酸 ↓	丙烯酸-2, 3-环氧丙酯十八烯酸 ↓
15	脂肪酸类	γ -癸酸内酯	γ -癸酸内酯 ↓	γ -癸酸内酯 ↓
16	脂肪酸类	Z-8-甲基-9-十四烯酸	Z-8-甲基-9-十四烯酸 ↓	Z-8-甲基-9-十四烯酸 ↓
17	脂肪酸类	棕榈酸	棕榈酸 ↓	棕榈酸 ↓
18	醛酮类	2-十三烯醛	2-十三烯醛	2-十三烯醛 ↑
19	脂肪酸类	顺式-13-十八碳烯酸	顺式-13-十八碳烯酸	顺式-13-十八碳烯酸 ↓
20	脂肪酸类	棕榈油酸	棕榈油酸	棕榈油酸 ↓

注: ——代表没有该物质; ↓代表含量下降; ↑代表含量增加。

醛作为苦杏仁挥发油的主要成分可通过抑制胃蛋白酶的活性而影响消化功能^[10]。另外苦杏仁中的棕榈酸、油酸等脂肪油能提高黏膜对肠内容物的润滑作用,故有润肠通便的功能^[11]。本研究结果表明,随着储存时间的延长,药效物质越来越少,推断随着差异化合物的增多,药效成分减少,导致苦杏仁不能发挥有效的临床作用,说明临方捣碎规定药物储存最好不要超过2周是有益的,体现了临方捣碎的重要性和捣碎后长期储存的不合理性。

结合课题组前期采用超高效液相色谱-四极杆-静电轨道场离子阱质谱仪(UPLC-Q-Exactive-Orbitrap-MS)技术对不同储存状态(捣碎和未捣碎)、储存时间(0 w、2 w、4 w)和储存温度(25℃和4℃)下的苦杏仁非挥发性成分比较研究,发现“质量标志物”苦杏仁苷随着捣碎储存时间的延长含量明显降低,证明用时捣碎有利于苦杏仁药材发挥该有的药效作用^[12]。运用气相质谱与液相质谱技术联合分析苦杏仁中的成分差异变化,发现中药饮片长时间预先捣碎,不利于临床用药,而临方捣碎更有意义。

综上所述,临方捣碎储存期不宜超过2周可起到防止药效成分丢失、保证临床用药高效便利、指导临床用药规范的作用。但本研究并未对苦杏仁的储存湿度、捣碎粒度及其外包装的影响进行探究,未来可针对以上三个条件进行更深入的探索,以对苦杏仁的临床用药提供更有力的质量监管依据。

参考文献

- [1]鞠建峰,张德珂.苦杏仁的炮制历史沿革考据[J].药学研究,2022,41(7):462-466.
- [2]国家药典委员会.中华人民共和国药典(2020版)[M].北京:中国医药科技出版社,2020:201.
- [3]陈霞,李计萍.苦杏仁及其制剂的质量控制体系探讨[J].中国实验方剂学杂志,2021,27(19):200-205.
- [4]郑琼锋.谈中药捣碎方法运用[J].时珍国医国药,1999,10(11):845.
- [5]汤明启.中药饮片用时捣碎浅析[J].实用中医药杂志,2014,30(5):468-469.
- [6]刘朵,余泽先,桑楣,等.中药饮片预先捣碎相关问题的分析[J].时珍国医国药,2020,31(8):1887-1888.
- [7]北京市卫生局委员会.北京市中药饮片调剂规程(2011年修订)[S].北京:北京市卫生局,2011:65.
- [8]肖耀军,黄伟,管涛.应重视种子果实类药材的临方捣碎工作[J].辽宁药物与临床,2000,3(4):173-174.
- [9]冯美玲,毛菊华,刘敏,等.GC测定健儿清解液中6个挥发性成分的含量[J].中国现代应用药学,2020,37(13):1597-1601.
- [10]杨国辉,魏丽娟,王德功,等.中药苦杏仁的药理研究进展[J].中兽医学杂志,2017,197(4):75-76.
- [11]王宪昌,王建中,王丰俊,等.苦杏仁挥发油的应用现状和提取技术改进思路[C]//国家林业局植树造林司.北方省区《灌木暨山杏选育、栽培及开发利用》研讨会论文集.赤峰:国家林业局植树造林司,2004:224-228.
- [12]程遥,毕玥琳,冯欣,等.基于UPLC-MS/MS技术和代谢组学方法的苦杏仁“临方捣碎”的潜在质量标志物筛选[J].药学报,2022,57(10):3195-3202.

Influence of Different Storage Conditions on the Effective Components of Kuxingren (*Semen Armeniacae Amarum*) Pounded to Pieces When Used

CHENG Yao¹, FENG Xin², BI Yuelin², GAO Xuhua², WANG Jiaqi², ZHANG Chenning², SUN Yikun², WANG Jinghong¹

1. Department of Pharmacy, Wangjing Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing, 100102; 2. School of Chinese Materia Medica, Beijing University of Chinese Medicine

ABSTRACT Objective To compare the difference of volatile components of Kuxingren (*Semen Armeniacae Amarum*) in different storage conditions, and to verify the rationality of pounding to pieces when used. **Methods** There were 13 groups of Kuxingren samples under different storage conditions, temperature and time, which were pounding into pieces when used (0 w) group, storing at 4℃ for 1 w after pounding into pieces group, storing at 4℃ for 1 w without pounding group, storing at 25℃ for 1 w after pounding into pieces group, storing at 25℃ for 1 w without pounding group, storing at 4℃ for 2 w after pounding into pieces group, storing at 4℃ for 2 w without pounding group, storing at 25℃ for 2 w after pounding into pieces group, storing at 25℃ for 2 w without pounding group, storing at 4℃ for 4 w after pounding into pieces group, storing at 4℃ for 4 w without pounding group, storing at 25℃ for 4 w after pounding into pieces group, and storing at 25℃ for 4 w without pounding group. Headspace sampling-gas chromatography-mass spectrometry (HS-GC-MS) was used to analyze the volatile components of each Kuxingren group. After data processing by MSDIAL 4.48 software, Weishengxin website (<http://www.bioinformatics.com.cn/>)

Keywords Kuxingren (*Semen Armeniacae Amarum*); pound to pieces when used; processing methods; medicinals storage; differential compound

[编辑：王利芬]

广告

2005 年—2013 年光盘合订本每套 (1 张光盘) 300 元



欢迎关注《中医杂志》公众号

