

石斛鲜汁加工方法对总生物碱溶出量影响研究

陈敏, 陈婧超, 黄文璐, 刘淑芸, 薛青荣, 冯英鹏, 惠爱玲*, 张文成
(农产品生物化工教育部工程研究中心, 合肥工业大学, 安徽 合肥 230009)

摘要:以铁皮石斛鲜条压榨汁为试验对象, 研究不同加工方法对鲜汁中总生物碱溶出量的影响。结果表明: 冷冻预处理及超声波辅助浸提对石斛汁中总生物碱溶出量影响较大。石斛鲜条宜切段冷冻处理后加入 30 倍 40 °C 酸水 (pH 4.0) 压榨制汁, 且辅以 400 W 超声波处理 10 min, 此时石斛汁中总生物碱溶出量达到 10.24 μg/g, 较常规榨汁 (5.26 μg/g) 提高 94.68 %。石斛汁经巴氏杀菌处理 (80 °C, 30 min) 后, 其总生物碱溶出量降低 8.00 %, 但保存期可延长至 6 周~7 周; 冷藏 7 周的石斛汁中总生物碱溶出量仍高于常规榨汁 52.47 %。该研究促进了石斛资源合理利用, 并为石斛汁保健饮品开发提供技术支持。

关键词:铁皮石斛; 冷冻预处理; 超声波; 总生物碱; 溶出量; 巴氏杀菌

Effect of Processing Method of Fresh *Dendrobium officinale* Juice on Total Alkaloid Dissolution

CHEN Min, CHEN Jing-chao, HUANG Wen-lu, LIU Shu-yun, XUE Qing-rong,
FENG Ying-peng, HUI Ai-ling*, ZHANG Wen-cheng

(Engineering Research Center of Bio-process, Ministry of Education, Hefei University of Technology, Hefei 230009, Anhui, China)

Abstract: Using fresh *Dendrobium officinale* pressed juice as the object, the effect of different processing methods on the total alkaloid dissolution was studied. The results showed that freezing pretreatment and ultrasonic-assisted extraction had great influence on the total alkaloid dissolution. The cut fresh *Dendrobium officinale* was frozen and squeezed in the presence of 30 times acid water (pH 4.0, 40 °C), then the above juice was treated with 400 W ultrasonication for 10 min. Therefore, the final juice had 10.24 g/g total alkaloid dissolution, which was 94.68 % higher than that of the conventional juice (5.26 μg/g). After the pasteurization (80 °C, 30 min) was exerted on the above ultrasonic-assisted juice, the total alkaloid dissolution decreased 8.00 %, but its cold storage period could be prolonged to 6 weeks–7 weeks. Also, the total alkaloid dissolution was still 52.47 % higher than that of conventional juice even if refrigerated for 7 weeks. These studies promoted the rational utilization of *Dendrobium officinale* resources and provided technical support for the development of *Dendrobium officinale* health juice.

Key words: *Dendrobium officinale*; freezing pretreatment; ultrasonication; total alkaloid; dissolution; pasteurization

引文格式:

陈敏, 陈婧超, 黄文璐, 等. 石斛鲜汁加工方法对总生物碱溶出量影响研究[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(12): 103–109
CHEN Min, CHEN Jingchao, HUANG Wenlu, et al. Effect of Processing Method of Fresh *Dendrobium officinale* Juice on Total Alkaloid Dissolution[J]. Food Research and Development, 2019, 40(12): 103–109

基金项目: 国家级大学生创新创业训练计划项目(201710359053); 中央高校基本科研业务费专项基金(JZ2017YYPY0248)

作者简介: 陈敏(1995—), 女(汉), 在读本科生, 食品科学专业。

* 通信作者: 惠爱玲(1980—), 女, 副研究员, 硕士生导师, 研究方向: 天然产物研究与开发。

铁皮石斛具有益胃生津、滋阴清热等功效,中国药典 2010 版、2015 版均有收载。药效成分分析显示其主要含有多糖、总生物碱等^[1],其中石斛多糖具有增强免疫力、抗炎、抗氧化、抗肿瘤等药理作用^[2-3];总生物碱具有胃肠道保护、神经保护等作用^[4-6]。鉴于此,由铁皮石斛开发的保健品达 50 种以上,剂型包括颗粒剂、软胶囊、含片等^[7]。历代医家认为:鲜石斛清热生津之功效较干石斛为好。著名方剂如“鲜汤”、“叶氏养胃汤”等,均以鲜石斛入方;近代郝近大教授研究发现鲜石斛中还原糖及生物碱含量远高于干品(总生物碱含量鲜品 1.226%,干品 0.65%)^[10]。近年来,随着人工培植石斛技术的成熟,石斛鲜品的供应和销售规模逐步扩大;再加上人们养生保健意识的提高,石斛鲜用的传统也在复苏中得以继承和发扬^[11]。石斛鲜用,以鲜条加水榨汁居多。鲜榨石斛汁(或石斛鲜汁)可较好地保留鲜石斛中的热敏性成分,同时具有生鲜风味,故石斛鲜汁备受消费者追捧。然而,总生物碱一般不溶于水,其在石斛鲜汁中难以溶出,这并不利于其保健功效充分发挥。对石斛中总生物碱提取常采用 70%~95% EtOH 或氯仿加热进行^[12-15];多糖也多采用热水浸提法,必要时还辅以超声波、微波等^[16-18]。前期研究表明:采用超高压技术处理霍山米斛鲜汁,一方面实现了有效杀菌,同时石斛多糖溶出量较高压前提高 15.49%,而对生物碱溶出提高甚微(3.49%)^[19]。

本研究以安徽霍山铁皮石斛为试验原料,模拟日常生活中石斛鲜汁的制备过程,研究了鲜条预处理(切段、冻藏)、榨汁过程各因素(加水量、水温、pH 值)、超声波辅助处理及后续杀菌、贮藏等对石斛汁中总生物碱溶出量的影响,这为石斛的高效利用及其深加工提供技术支持。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

铁皮石斛(*Dendrobium officinale*)鲜条:三年生,安徽霍山县长冲中药材开发有限公司,茎长 15cm~20cm,直径 0.5cm~0.8cm。

柠檬酸、柠檬酸钠、溴甲酚绿、吐温-80:国药集团化学试剂有限公司;琼脂营养培养基、沙氏葡萄糖琼脂培养基:青岛海博生物技术有限公司;石斛碱标准品(液相色谱检测含量大于 98%):上海源叶生物科技有限公司;纯净水:杭州娃哈哈集团。

1.2 仪器与设备

JYL-C051 榨汁机(功率 250 W,转速 15 500 r/min~22 000 r/min):山东九阳股份有限公司;HH-4 数显恒

温水浴锅:常州普天仪器有限公司;XM-80A 微型涡旋混合仪:上海沪西分析仪器厂有限公司;TDZ5-WS 低速离心机:湖南湘仪实验室仪器开发有限公司;JY98-3DN 超声波细胞粉碎机:宁波新芝生物科技股份有限公司;V-5000 可见分光光度计:上海元析仪器有限公司;SHP-250 生化培养箱:上海精密设备有限公司;UVT-1 超净工作台:苏州安泰空气技术有限公司。

1.3 方 法

1.3.1 石斛鲜汁制备

石斛鲜条→挑选(粗细、长短等均一)→去除叶鞘→清洗→切段、冻藏(可选)→榨汁(加水)→超声波强化→过滤、脱气、真空封装(耐高温 PE 袋)→巴氏杀菌→冷藏

1.3.2 石斛中总生物碱检测

1.3.2.1 石斛中总生物碱提取及高效液相色谱(high performance liquid chromatography, HPLC)检测

将 6 g 石斛鲜条切段并匀浆,按料液比 1:15(g/mL)加入 95% EtOH 或 75% 酸性乙醇(pH 3)^[12]、氨水氯仿^[15]于圆底瓶内,水浴 80℃~85℃回流提取 2 次,每次 3 h,合并滤液,减压浓缩,测总生物碱含量;粗生物碱溶于乙腈,0.22 μm 滤膜过滤,对不同提取溶剂中总生物碱组成进行 HPLC 分析。

HPLC 条件:Agilent Eclipse Plus C₁₈ 色谱柱(4.6 mm×250 mm,5 μm),流动相:乙腈:0.1%三乙胺=50:50(体积比),流速:1.0 mL/min;紫外检测波长:215 nm;柱温:25℃;进样量:20 μL。

1.3.2.2 石斛汁中总生物碱溶出量检测

生物碱标准曲线制作过程:精密量取石斛碱标准储备液(1 mg/mL)0、100、200、300、400、500、600、700 μL 分别置于 25 mL 具塞试管中,用氯仿准确稀释至 6 mL,加入 pH 4.5 缓冲液 3 mL 和溴甲酚绿溶液 1 mL,200 μL 吐温-80 水溶液,涡旋 3 min,静置 30 min,取氯仿层 5 mL,加入现配 0.01 mol/L 氢氧化钠-无水乙醇溶液 1 mL,摇匀后测吸光度。以石斛碱质量(X)为横坐标,吸光度(Y)为纵坐标,绘制标准曲线, $Y = 0.0848X - 0.0232$, $R^2 = 0.9934$ 。由于铁皮石斛总生物碱含量仅为霍山米斛 1/5~1/10,铁皮石斛汁中生物碱溶出量太低导致其吸光度太小而不易检出,结合文献[20]在该方法中加入体积比 1:60 吐温-80 水溶液,石斛总生物碱测定能快速分层,且吸光度增加,从而使检测灵敏度提高。

取 1.3.1 方法制备的石斛汁(如有滤渣,过滤得清汁)10 mL,加入 200 μL 氨水充分振摇后静置 10 min,加入 7 mL 氯仿涡旋 1 min,于 37℃水浴浸提 40 min;

取氯仿提取液 6 mL,后续操作同标准曲线。于 620 nm 检测吸光度,对照标准曲线及石斛鲜条的加水比例得到石斛汁中总生物碱溶出量(以石斛碱计)^[21],这里稀释度 6/7。溶出量指 1 g 石斛鲜条中溶出总生物碱微克数,单位以 $\mu\text{g/g}$ 表示。

1.3.3 石斛汁中总生物碱溶出量单因素试验

1.3.3.1 鲜条预处理的影响

鲜条一般冷藏或冻藏保存,研究(整)鲜条直接榨汁以及切段至 1 cm 后冷藏或冻藏榨汁。5 g~10 g 整鲜条(或切段)加入 30 倍纯净水(g/mL)(pH 7.0~7.2),水温 20 $^{\circ}\text{C}$ 左右,榨汁时间 1 min(30 s+30 s,下同),过滤除去滤渣,测定石斛汁中总生物碱溶出量。

1.3.3.2 榨汁过程各因素影响

加水比例:取冷冻后的石斛段约 5 g,加入 30、40、50、60 倍纯净水榨汁,水温 20 $^{\circ}\text{C}$ 左右,榨汁时间 1 min,过滤后测定。

水温:冷冻后的石斛段约 5 g,加入 30 倍纯净水榨汁,水温分别为 20、30、40、50、60 $^{\circ}\text{C}$,榨汁时间 1 min,过滤后测定。

pH 值:冷冻后的石斛段约 5 g,加入 30 倍温度为 40 $^{\circ}\text{C}$ 酸水(纯净水加入柠檬酸-柠檬酸钠调节)榨汁,水 pH 值分别为 3.5、4.0、4.5、5.0、5.5,榨汁时间 1 min,过滤后测定。

1.3.3.3 超声波作用的影响

超声功率:取石斛汁(按 1.3.3.2 较优条件制备)置于 200、300、400、500 W 超声波处理 5 min,过滤,测定。

超声时间:取石斛汁(按 1.3.3.2 较优条件制备)置于功率 400 W 的超声波中分别作用 0、5、10、15、20 min,过滤,测定。

1.3.3.4 杀菌及贮藏过程影响

取较优条件下(由 1.3.3.3 确定)制备的石斛汁,依次离心过滤(5 000 r/min、10 min)、脱气(0.08 MPa~0.1 MPa, 3 min~5 min)、均质(15 MPa~20 MPa, 5 min)处理后,抽真空包装,80 $^{\circ}\text{C}$ 巴氏杀菌 30 min,抽样进行微生物及总生物碱溶出测定。杀菌后的石斛汁置于冰箱冷藏(4 $^{\circ}\text{C}$ ~6 $^{\circ}\text{C}$),每周监测微生物及生物碱溶出变化。

1.4 数据统计

试验结果以平均值 \pm 标准差表示,每组 3 个平行试验,显著性分析采用 SPSS 19.0 分析软件进行。

2 结果与分析

2.1 铁皮石斛中总生物碱含量测定

采用 95 % EtOH、75 % 酸性乙醇及氨水氯仿对铁皮石斛提取后,其总生物碱含量测定分别为:69.3、58.6、19.6 $\mu\text{g/g}$,以 95 % EtOH 提取的总生物碱含量最高,其为碱性氯仿提取效果的 3.13 倍,而金钗石斛药材中总生物碱含量测定通常以氯仿萃取法进行^[22],推测铁皮石斛中总生物碱种类应与金钗石斛中以石斛碱为主的组成相差较大。于是对 3 种提取方式下铁皮石斛总生物碱组成进行 HPLC 检测,结果如图 1 所示。

由图 1 可知,尽管碱性氯仿与 95 % 乙醇提取的总

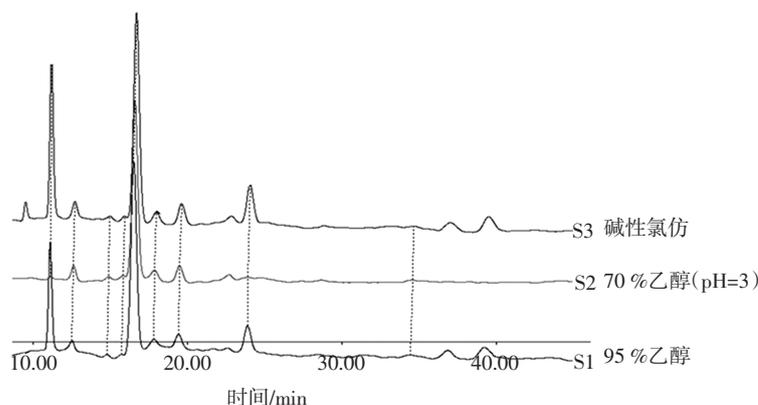


图 1 不同溶剂提取铁皮石斛总生物碱的 HPLC 叠加图

Fig.1 The HPLC spectra of crude alkaloids extracted from *Dendrobium officinale*

生物碱含量相差 3 倍之多,但两者提取出的生物碱种类基本类似,但这些主要种类中并未发现石斛碱(石斛碱标品出峰时间为 8.6 min)。因此,铁皮石斛中总生物碱组成类别区别于金钗石斛,该种类药材中总生物碱含量以 95 % 乙醇提取下 69.3 $\mu\text{g/g}$ 作为基准可能更

合理。

2.2 鲜条预处理对石斛汁生物碱溶出量影响

鲜条经过切段(1 cm)或冷冻预处理后所制得石斛汁中总生物碱溶出结果列于图 2。

由图 2 可知,石斛(整)鲜条加 30 倍水高速破碎榨

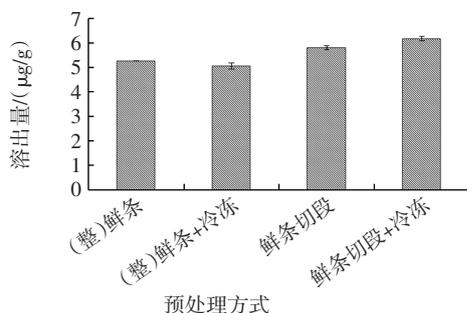


图2 预处理对石斛汁生物碱溶出量影响

Fig.2 Effect of pretreatment methods on total alkaloids dissolution in *Dendrobium officinale* juice

汁,其汁液中总生物碱溶出量为 $5.26 \mu\text{g/g}$,与药材中

总生物碱含量 ($69.3 \mu\text{g/g}$) 相比得到它的溶出率为 7.59% ; 金钗石斛饮片熬煮 7 h 的生物碱累积溶出率也仅 15% ^[23], 推测这与铁皮石斛部分生物碱有一定水溶性有关。而鲜条经过切段及冷冻处理后,其石斛汁中生物碱溶出量较常规榨汁(即整鲜条加水榨汁)提高了 17.30% [$(6.17 \pm 0.11) \mu\text{g/g} \rightarrow (5.26 \pm 0.12) \mu\text{g/g}$, $P < 0.05$], 这也说明冷冻预处理有助于植物细胞破壁,最终促使了有效成分在压榨汁中的溶出^[24], 后续的榨汁试验均选用切段 1 cm 且冷冻后的鲜条进行。

2.3 榨汁过程各因素对石斛汁总生物碱溶出量影响

榨汁过程各因素水平对石斛总生物碱溶出量影响见表 1。

表 1 榨汁过程各因素水平对石斛总生物碱溶出量影响

Table 1 Effect of various factors in squeezing process on total alkaloids dissolution

加水比例/(g/mL)	溶出量/($\mu\text{g/g}$)	水温/ $^{\circ}\text{C}$	溶出量/($\mu\text{g/g}$)	pH 值	溶出量/($\mu\text{g/g}$)
1:30	6.15 ± 0.08	20	6.15 ± 0.09	3.0	6.30 ± 0.10
1:40	6.16 ± 0.14	30	6.24 ± 0.06	3.5	6.25 ± 0.07
1:50	6.05 ± 0.15	40	6.42 ± 0.12	4.0	6.77 ± 0.10
1:60	5.90 ± 0.13	50	6.21 ± 0.11	4.5	6.58 ± 0.07
		60	5.59 ± 0.12	5.0	6.07 ± 0.09
				纯净水(7.0~7.2)	6.40 ± 0.11

一般来说,药材中活性成分溶出增加将促使其保健功效提升^[25]。深入研究石斛在榨汁过程中各因素(加水比例、水温、pH 值等)对总生物碱溶出影响,这对石斛的高效利用及石斛汁产品开发具有重要参考价值。石斛鲜条加水榨汁预试验表明:当加水比例达 $1:30(\text{g/mL})$ 以上时,其石斛汁液黏稠度宜于压榨过程进行。由表 1 可知,随着加水量由 30 倍增至 50 倍(g/mL)时,石斛汁中生物碱溶出量并未增加,这可能因为生物碱在水中的溶解度很有限。考虑到石斛汁中生物碱浓度($\mu\text{g/mL}$)高便于后续检测,以下研究将加水比例限定在 $1:30(\text{g/mL})$ 。接下去,研究了榨汁水温对生物碱溶出的影响。当水温由 20°C 增加至 40°C ,其生物碱溶出量略有增加 [$(6.15 \pm 0.09) \mu\text{g/g} \rightarrow (6.42 \pm 0.12) \mu\text{g/g}$, $P > 0.05$]; 而当水温达 60°C 时,其溶出量相比 40°C 时则降低 12.9% 。另外,考虑到生物碱具弱碱性,其在酸性条件下成盐可能会增加其在水中溶解度;更为重要的是,酸性条件下微生物不易繁殖,对后续石斛汁杀菌更为有利。故此,采用柠檬酸-柠檬酸钠调整了纯净水 pH 值。当榨汁水温 40°C 、pH 值在 4.0 左右时,其生物碱溶出量较中性条件(pH 7.0~7.2)时增加 5.80% (pH 4.0~4.5 \rightarrow pH 7.0, $P > 0.05$)。尽管增加量并不显著,但考虑到酸性环境对后续杀菌的便利性,

石斛榨汁宜选择 40°C 、pH 4.0 的酸水进行,这与总生物碱提取所用酸性乙醇选择 pH 值为 3 略有出入^[12]。

综上所述,石斛鲜条切段冷冻处理后加入 30 倍 pH 4、温度 40°C 的水进行榨汁,其生物碱溶出量可达到 $6.77 (\mu\text{g/g})$,与日常生活中的常规榨汁法(图 2,整鲜条)则可提高 28.71% 。

2.4 超声处理对石斛汁总生物碱溶出量影响

超声波处理有助于植物组织中活性成分溶出,如石斛中多糖、南瓜中叶黄素及苹果渣中多酚物质等^[15,26-27]。对 2.3 中制备的石斛汁辅以超声波作用后,其生物碱溶出有明显提高,结果见图 3。

当超声功率由 200 W 增加至 400 W ,生物碱溶出量逐步增加,在 $400 \text{ W}/5 \text{ min}$ 时溶出量较对照组相比提高 37.00% ($P < 0.01$);若功率继续增加至 500 W 或 600 W ,生物碱溶出量则呈现下降趋势,由 400 W 时 $9.22 \mu\text{g/g}$ 下降至 8.28 、 $7.17 \mu\text{g/g}$,故在较适功率 400 W 下,又研究了超声时间对生物碱溶出量影响。当超声时间由 5 min 延长至 10 min 时,其生物碱溶出量提高 11.55% [$(9.18 \pm 0.11) \mu\text{g/g} \rightarrow (10.24 \pm 0.17) \mu\text{g/g}$, $P < 0.05$],此时的溶出量与对照组相比增加 52.15% 。若继续延长超声时间至 15 min 或 20 min ,生物碱溶出量则呈现逐步降低趋势,这与超声时间增加会造成石斛多

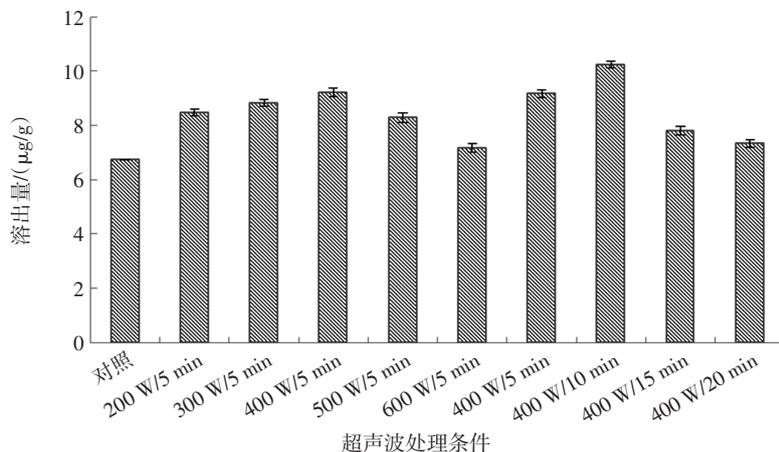


图3 超声波处理对石斛汁生物碱溶出量影响

Fig.3 Effect of ultrasonication on total alkaloids dissolution in *Dendrobium officinale* juice

糖得率降低的现象类似^[15]。超声处理后石斛汁有升温现象(40℃→70℃~80℃),研究发现水温升高(表1,40℃→60℃)也造成了生物碱溶出量降低,推测超声时间延长所致溶出量降低应该与高温降解有关。

2.5 杀菌及贮藏对石斛汁生物碱溶出量影响

本研究确立了富含生物碱的石斛汁制备方案,即鲜条切段冷冻预处理后加30倍pH4.40℃水进行榨

汁,且辅以400W超声波处理10min,这些措施使石斛汁中生物碱溶出量[(10.24±0.17)μg/g]较常规榨汁提高94.68%,此时石斛中总生物碱溶出率则达到14.81%。然而,商品化的石斛汁产品必须要经过杀菌处理后方可流通,因此,我们对石斛汁进行巴氏杀菌,并对杀菌石斛汁贮存时微生物变化及生物碱溶出量进行考察,结果列于表2、图4。

表2 石斛汁杀菌及贮藏过程中微生物变化

Table 2 Microbial changes of *Dendrobium officinale* juice during sterilization and storage period

贮藏期/周	菌落总数/(CFU/mL)			霉菌/(CFU/mL)			酵母菌/(CFU/mL)			大肠菌群/(CFU/mL)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
未杀菌	109	105	120	14	15	14	18	16	16	2	3	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	15	5	5	0	0	5	0	0	5	0	0	0
6	20	15	15	5	0	5	5	5	5	0	0	0
7	50	90	75	20	15	10	10	15	15	0	0	0
8	100	200	150	20	15	20	20	15	20	0	0	1

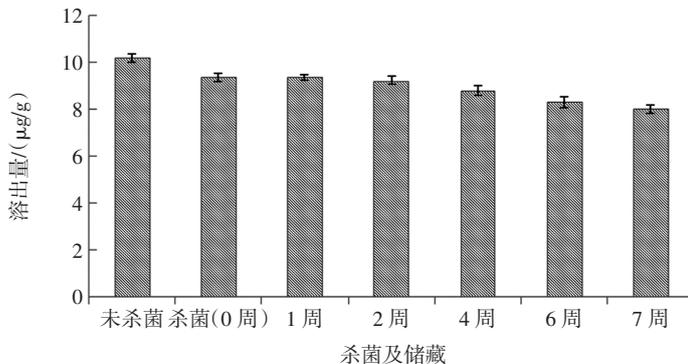


图4 杀菌处理及贮藏过程对石斛汁中生物碱溶出量的影响

Fig.4 Effect of sterilization and storage on total alkaloids dissolution in *Dendrobium officinale* juice

由表2可知,未杀菌时铁皮石斛汁中微生物数量并不多^[9],这与榨汁时采用的酸性条件抑制了微生物生长有关。相比之下,巴氏杀菌可有效杀灭石斛汁中的微生物,其菌落总数、霉菌和酵母菌、大肠菌群均符合GB 7101-2015《食品安全国家标准 饮料》微生物限量要求;同时,石斛汁经巴氏杀菌处理后,其生物碱溶出量(杀菌0周)较未杀菌者仅降低8.00%[(10.19±0.15)μg/g→(9.37±0.18)μg/g, $P > 0.05$],结果见图4。已杀菌的石斛汁于4℃冷藏避光贮存,至第4周时,其菌落总数、霉菌和酵母菌数量开始有一定程度繁殖;第7周时,部分批次样品的菌落总数、霉菌、酵母菌已接近临界值(100、20、20 CFU/mL),此时大肠菌群仍未检出。上述研究表明:石斛汁经80℃巴氏杀菌处理30 min,其微生物繁殖可得到较好抑制,其可在4℃避光下贮存6周~7周。与此同时,随着贮藏期延长,石斛汁中生物碱溶出量呈缓慢下降趋势,第4周时的溶出量相比0周时降低6.01%[(9.37±0.18)μg/g→(8.81±0.20)μg/g];即使被贮存7周,石斛汁中生物碱溶出量仍高于常规石斛汁52.47%[(8.02±0.19)μg/g→(5.26±0.12)μg/g, $P < 0.01$]。

3 结论与讨论

1)石斛汁中生物碱溶出量受鲜条预处理方式及超声波辅助作用影响较大,鲜条切段且冷冻预处理后榨汁,其生物碱溶出较常规榨汁提高17.30%[(5.26±0.12)μg/g→(6.17±0.11)μg/g];石斛汁辅以400 W超声波处理10 min,其生物碱溶出又提高52.15%[(6.73±0.11)μg/g→(10.24±0.17)μg/g]。榨汁时调节水温及pH值对生物碱溶出量提升效果不明显,但对后续杀菌有利。

2)巴氏杀菌(80℃,30 min)可有效抑制石斛汁微生物繁殖,但也使生物碱溶出降低8.00%;石斛汁在4℃避光下贮存可达6周~7周,贮藏过程中生物碱溶出有逐渐降低趋势,但贮存7周的石斛汁中生物碱溶出量仍远高于常规石斛汁52.47%[(8.02±0.19)μg/g→(5.26±0.12)μg/g, $P < 0.01$]。这说明该加工方法使石斛汁中生物碱稳定保存,从而有望提升其保健功效。

3)日常生活中自制石斛汁的方法,其石斛资源利用度不高;适当的加工处理可有效提高活性成分の利用价值,因此,石斛汁深加工势在必行。

参考文献:

[1] 陈晓梅,王春兰,杨峻山,等.铁皮石斛化学成分及其分析的研究进展[J].中国药学杂志,2013,48(19):1634-1640

- [2] 宁英海,顾敬文,刘志萍,等.铁皮石斛活性成分及药理作用研究进展[J].亚太传统医药,2016,12(13):71-73
- [3] TIAN C C, ZHA X Q, LUO J P. A polysaccharide from *Dendrobium huoshanense* prevents hepatic inflammatory response caused by carbon tetrachloride[J]. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 2015, 29(1): 132-138
- [4] 魏小勇. 石斛属植物生物碱研究进展[J]. 中国药事, 2005, 19(7): 445-447
- [5] WANG Q, GONG Q, WU Q, et al. Neuroprotective effects of *Dendrobium alkaloids* on rat cortical neurons injured by oxygen-glucose deprivation and reperfusion[J]. Phytomedicine, 2010, 17(2): 108-115
- [6] LI Y, LI F, GONG Q, et al. Inhibitory effects of *Dendrobium alkaloids* on memory impairment induced by lipopolysaccharide in rats[J]. Planta Medica, 2011, 77(2): 117-121
- [7] HU Y, ZHANG C, ZHAO X, et al. (±)-Homocrepidine A, a Pair of Anti-inflammatory Enantiomeric Octahydroindolizine Alkaloid Dimers from *Dendrobium crepidatum*[J]. Journal of Natural Products, 2015, 23(4): 319-322
- [8] NIE J, TIAN Y, ZHANG Y, et al. *Dendrobium alkaloids* prevent Aβ₂₅₋₃₅-induced neuronal and synaptic loss via promoting neurotrophic factors expression in mice[J]. Peer J, 2016, 4(5594): doi: 10.7717/peerj.2739
- [9] 郭文韬,张永萍,徐剑,等.基于CFDA数据库分析铁皮石斛产品开发研究[J].吉林中医药,2016,36(5):517-520
- [10] 郝近大. 鲜药的研究与应用[M].北京:人民卫生出版社,2003:74-76
- [11] 高秀娟,王春生. 鲜品铁皮石斛的应用介绍[J].北京中医药,2013,32(7):543-544
- [12] 魏小勇,马伟凤,高欣欣,等.不同极性石斛生物碱的提取分离工艺研究[J].现代中药研究与实践,2010,24(3):58-59
- [13] 张利,范明才,冯喜文,等.铁皮石斛中石斛多糖与石斛碱的纤维素酶法提取研究[J].化学研究与应用,2011,23(3):356-359
- [14] 原琳,李娇,荣永海,等.联合提取铁皮石斛中生物碱及多糖的研究[J].天然产物研究与开发,2015,27(1):179-184
- [15] 曹云丽,潘自红,赵晓军.金钗石斛中生物碱提取的动力学分析[J].平顶山学院学报,2017,32(5):44-49
- [16] 张水滔,李娜,徐娟,等.响应面优化铁皮石斛须根多糖提取工艺研究[J].食品研究与开发,2017,38(23):72-76
- [17] 陈盛余,赵丹丹,谢瑜,等.铁皮石斛多糖的微波辅助提取工艺研究[J].食品研究与开发,2017,38(6):49-52
- [18] 邓维泽,古霞,闫天龙,等.微波辅助提取金钗石斛多糖及体外抗氧化研究[J].食品研究与开发,2016,37(9):55-59
- [19] 朱凯莉,商玉萍,张俊东,等.超高压对石斛汁有效成分溶出及消化吸收的影响[J].食品工业,2018,39(8):82-86
- [20] 金青,林毅,蔡永萍,等.一种测定石斛生物碱含量的方法:CN103076294A[P].2013-01-01
- [21] 诸燕,张爱莲,何伯伟,等.铁皮石斛总生物碱含量变异规律[J].中国中药杂志,2010,35(18):2388-2391
- [22] 李墅,王春兰,郭顺星.高效液相色谱法测定金钗石斛中石斛碱含量[J].中国药学杂志,2009,44(4):252-254

新疆巴仁杏采收与贮运技术研究

周姣¹, 吴颖峰¹, 余伟¹, 张燕¹, 张宝², 黄兴承², 肖红梅^{1,*}

(1. 南京农业大学 食品科技学院, 江苏 南京 210095; 2. 新疆克孜勒苏柯尔克孜农业技术推广中心, 新疆 阿图什 845350)

摘要: 巴仁杏是新疆鲜食加工皆宜的地方特色果品, 但采收期集中、果实易腐且采后加工技术匮乏, 严重制约了巴仁杏产业化发展。为了扩大巴仁杏销售范围、满足电商平台需要, 以“苏卡亚格里克”巴仁杏为试验材料, 初步研究采收成熟度、运输包装方式和贮藏方法对巴仁杏贮藏时间的影响。结果显示, 从不同的采收成熟度来看, 与七成熟果实相比, 十成熟果实外观好, 甜度最高, 但硬度最低, 不耐贮藏; 八、九成熟果实外观色彩鲜亮, 甜度和硬度较高, 适合远距离运输。从运输包装方式来看, 冷链运输中结合 1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene, 1-MCP)处理的果实贮藏期较长; 从不同贮藏方式来看, 冷藏对果实贮藏效果比常温和气调贮藏好。综合所有研究结果推测, 八成熟采收、1-MCP处理结合冷链运输、8℃以下的低温将有利于巴仁杏远距离销售和贮藏时间延长。

关键词: 巴仁杏; 采收成熟度; 1-甲基环丙烯(1-MCP); 冷链运输; 冷藏

Study on Harvest and Storage Technology of Xinjiang Baren Apricot Fruit

ZHOU Jiao¹, WU Ying-feng¹, YU Wei¹, ZHANG Yan¹, ZHANG Bao²,
HUANG Xing-cheng², XIAO Hong-mei^{1,*}

(1. College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, Jiangsu, China;
2. Xinjiang Kizil Sukirk Agricultural Technology Extension Center, Atushi 845350, Xinjiang, China)

Abstract: Baren apricot is a famous local characteristic fruit in the south of Xinjiang province which is suitable both for fresh-eating and processing. However, the development of Baren apricot is seriously restricted because of short harvest period, perishable, and lacking of postharvest technology. In order to expand the distribution scope and meet the needs of the e-commerce platform, *Sukayakrik* Baren apricot fruit was used as the material to investigate the influence of harvest maturity, transport packaging and storage method on its shelf life. The results showed that compared with seven maturity apricot fruit, the fully mature fruit had better appearance, best sweetness, lowest hardness while more difficult to store; eight or nine maturity fruit got a good appearance,

基金项目: 农业技术试验示范(农产品加工)项目(16162130106232008)

作者简介: 周姣(1996—), 女(汉), 硕士, 研究方向: 农产品贮藏与加工。

* 通信作者: 肖红梅(1970—), 女(汉), 副教授, 博士, 研究方向: 农产品贮藏与加工。

[23] 石冬俊, 杨文宇, 唐盛, 等. 金钗石斛煎煮熬膏过程中多糖和总生物碱含量的变化[J]. 时珍国医国药, 2016(2): 355-358

[24] NADULSKI R, SKWARCZ J, SUJAK A, et al. Effect of pre-treatment on pressing efficiency and properties of rhubarb (*Rheum rhabonticum* L.) juice[J]. Journal of Food Engineering, 2015, 166: 370-376

[25] LIU X F, ZHU J, GE S Y, et al. Orally administered *Dendrobium officinale* and its polysaccharides enhance immune functions in BALB/c mice[J]. Natural Product Communications, 2011, 6(6): 867-870

[26] SONG J, YANG Q, HUANG W, et al. Optimization of trans lutein from pumpkin (*Cucurbita moschata*) peel by ultrasound-assisted extraction[J]. Food & Bioproducts Processing, 2018, 107: 104-112

[27] NAFFATI A, VLADIĆ J, PAVLIĆ B, et al. Biorefining of filter tea factory by-products: Classical and ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from wild apple fruit dust[J]. Journal of Food Process Engineering, 2017, 40(6): doi: 10.1111/jfpe.12572

收稿日期: 2018-07-11