

加工过程中冷打浆沙棘浓缩油汁理化特性的变化

宋自娟¹, 徐怀德^{1*}, 高锦明², 张明兰³, 肖蕊¹, 李文娟¹

(1. 西北农林科技大学食品科学与工程学院, 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学理学院, 杨凌 712100;
3. 西藏自治区农牧科学院, 拉萨 850032)

摘要: 为了研究沙棘浓缩油汁加工及其品质的变化, 该文以沙棘果为原料, 研究了冷打浆法生产沙棘油汁及浓缩油汁加工和贮藏过程中的理化变化。结果表明: 冷打浆工艺制得到的沙棘油汁品质优良, 其可溶性固形物质量分数高达 18.0%, 总酸度达 4.24%, 含维生素 C 729.69 mg/100 mL, 总黄酮 445.17 mg/100 mL, 总多酚 924.67 mg/100 mL, 多糖 25.22 mg/100 mL。在 45℃, 真空度为 0.095~0.1 MPa 的条件下对沙棘油汁减压浓缩, 随着浓缩倍数的增加, 加热时间延长, 沙棘油汁营养和保健成分减少, 总酸度增加, pH 值减小, 褐变指数增大, 5-HMF 含量增加; 与 3 倍和 4 倍沙棘浓缩油汁相比, 2 倍沙棘浓缩油汁营养和保健成分保存率最高, 褐变指数较小、5-HMF 含量较低。不同浓缩倍数的沙棘油汁在自然室温 (10~25℃) 和冷藏条件 (5~8℃) 下放置 60 d, 维生素 C、总黄酮、总多酚和多糖含量呈下降趋势, pH 值和总酸度变化不明显, 褐变指数增加, 5-HMF 含量增加; 相同浓缩倍数的沙棘油汁在冷藏条件下放置比在自然室温条件下放置时营养和保健成分的保存率高, 冷藏条件下 2 倍沙棘浓缩油汁的营养和保健成分的保存率最高, 其维生素 C、总黄酮、总多酚、多糖的保存率比室温条件下 2 倍沙棘浓缩油汁分别高 11.46%、20.44%、18.37%、9.83%, 且冷藏条件下放置的沙棘浓缩油汁褐变指数小, 5-HMF 含量低, 冷藏条件有利于沙棘浓缩油汁的保存; 2 倍沙棘浓缩油汁在室温条件下贮藏不稳定, 在冷藏条件下其贮藏稳定性优于 3 倍和 4 倍沙棘浓缩油汁。

关键词: 贮藏; 加工; 物理特性; 化学特性; 冷打浆; 沙棘浓缩油汁

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2014.03.035

中图分类号: TS255.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2014)-03-0264-07

宋自娟, 徐怀德, 高锦明, 等. 加工过程中冷打浆沙棘浓缩油汁理化特性的变化[J]. 农业工程学报, 2014, 30(3): 264—270.

Song Zijuan, Xu Huaide, Gao Jinming, et al. Physicochemical properties changes of sea buckthorn cloudy juice during cold crushing, concentrating and storage[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2014, 30(3): 264—270. (in Chinese with English abstract)

0 引言

沙棘 (*Hippophae rhamnoides* L.) 分布于欧洲、亚洲寒温带地区, 在中国分布区面积最大、种类最多。沙棘是药食同源的植物, 其果实极具营养保健价值, 含有多种维生素、糖类、有机酸、蛋白质、氨基酸、微量元素, 尤其富含维生素 C, 被称作“维 C 之王”、“人类的第三水果”^[1], 具有保肝^[2]、增强免疫力^[3]、抗氧化^[4]和抗衰老^[5]等作用, 在食品、饮料、保健品、药品、药物单体产品、化妆品等方面已开发了较多的产品。

虽然沙棘产品在中国开发利用较早, 对沙棘果

汁的研究仍以加工沙棘清汁和沙棘复合果汁饮料为主, 如枸杞沙棘复合固体饮料^[6]、沙棘番茄酸奶^[7]、沙棘红枣胡萝卜复合饮料^[8]、沙棘果汁豆乳^[9]等。沙棘清汁和沙棘复合果汁饮料经过反复过滤澄清, 营养价值降低, 风味减弱; 而浓缩油汁能较多地保留了沙棘果汁中的营养和保健成分, 酸度高, 保存时间长, 便于运输^[1], 是市场畅销产品。

沙棘榨汁的方法主要有常温酶解榨汁、热榨汁和冷榨汁。本研究采用冷打浆法制汁, 即在冷冻条件下脱果, 果枝分离彻底, 汁液损失少; 用 0~5℃ 的水迅速清洗纯果并破碎打浆取汁, 果汁营养成分保存率高。果汁浓缩方法主要有蒸发浓缩、冷冻浓缩和反渗透浓缩。冷冻浓缩能耗大、生产成本低, 反渗透浓缩浓缩倍数低, 主要用于果汁的预浓缩^[10]; 减压蒸发浓缩易于操作, 生产成本较低, 广泛应用于苹果、越橘、杨梅、蓝莓及梨等的浓缩^[11-15]。采用减压蒸发浓缩沙棘清汁已有专利^[16], 关于沙棘原浆贮藏期间的品质变化^[17]也已见报道, 但是关于其冷打浆、浓缩加工和不同浓缩倍数的沙棘油汁在贮

收稿日期: 2013-07-05 修订日期: 2013-12-28

基金项目: “十二五”农村领域国家科技计划课题 (2012BAD36B00)

作者简介: 宋自娟 (1987—), 女, 河南濮阳人, 主要从事果蔬贮藏与加工方面的研究。杨凌 西北农林科技大学食品科学与工程学院, 712100。Email: songzijuan20071001@163.com

*通信作者: 徐怀德 (1964—), 男, 陕西榆林人, 教授, 研究方向为饮料加工、果品蔬菜贮藏与加工、天然产物提取。杨凌 西北农林科技大学食品科学与工程学院, 712100。Email: xuhuaide@yahoo.com.cn

藏过程中理化特性变化的研究尚未见报道,为此,本文对此进行了系统的研究,以期为沙棘浓缩浊汁的加工和贮藏提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

1.1.1 材料

沙棘购于甘肃高原圣果沙棘开发有限公司,由当地农民在2012年11月份带枝采摘,果实已完全成熟,可溶性固形物质量分数为18%。采摘后的果实立即放入-18℃的冷库冻藏。

1.1.2 试剂

标准抗坏血酸、2,6-二氯酚酞钠、没食子酸、芦丁、硫酸钠、氢氧化钠、酚酞、盐酸、硼酸、硫酸、95%乙醇、无水乙醇、碳酸钠、钨酸钠、钼酸钠、磷酸、硫酸锂、醋酸钾、硝酸铝、葡萄糖,等,均为分析纯。

1.1.3 仪器

R-3型旋转蒸发仪(瑞士步琪有限公司);沙棘榨汁系列设备(新乡市圣达轻工机械有限公司);BSJ-10P型超高温瞬时灭菌机(新乡市圣达轻工机械有限公司);SH22石墨消解仪(济南海能仪器有限公司);PTX-FA1004电子天平(温州华志科学仪器有限公司);HH-S4型水浴锅(天津泰斯特);KDC-40型低速离心机(安徽科大创新股份有限公司中佳分公司);PB-10型pH计(赛多利斯科学仪器有限公司);WAY-2S手持糖度仪(上海精密科学仪器有限公司);BCD-256KZL型冷藏冷冻箱(青岛海尔股份有限公司);UV-mini1240紫外-可见分光光度计(日本岛津公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 沙棘浓缩浊汁的冷打浆工艺及操作要点

采摘沙棘→入库冻藏→果枝分离→分选除杂→清洗解冻→破碎打浆→卧螺离心分离→碟片离心分离→超高温瞬时灭菌→减压蒸发浓缩→灌装密封

带枝采摘沙棘果实,果实金黄色或黄色,剔除腐烂、病虫果,入-18℃冷库冻藏,冷冻条件下用脱果机分离果枝,分选除杂,清洗解冻,破碎打浆;再经卧螺离心机(转速3 000 r/min, 30 s)和碟片离心机(转速为7 000 r/min, 30 s)分别除去皮、渣、籽和沙棘油;果汁经超高温瞬时灭菌(120℃, 4 s)后,在真空度0.095~0.1 MPa、45℃条件下进行减压浓缩,将浓缩好的沙棘浊汁密封保存。

1.2.2 试验方案

1)测定沙棘浊汁冷打浆过程中理化特性的变化

分别测定打浆后、卧螺离心后、碟片离心后和超高温瞬时灭菌后沙棘浊汁中的维生素C、总黄酮、总

多酚、多糖含量及可溶性固形物、总酸度、pH值、褐变指数,以研究沙棘浊汁加工过程中理化特性的变化。

2)测定沙棘浊汁减压浓缩工艺和贮藏对理化特性的影响

在前期预试验的基础上,选取温度45℃,真空度为0.095~0.1 MPa的条件下,对沙棘浊汁进行2倍、3倍和4倍浓缩,测定维生素C、总黄酮、总多酚、多糖含量,以及总酸度、pH值、褐变程度和5-羟甲基糠醛(5-HMF)含量,并将其在室温(10~25℃)和冷藏条件(5~8℃)下放置60 d,每隔10 d测定上述理化指标,研究沙棘浓缩浊汁贮藏过程中理化特性的变化。

1.2.3 主要理化指标的测定方法

沙棘浊汁和沙棘浓缩浊汁稀释复原后的理化特性按照下列方法进行测定。

1)维生素C:采用2,6-二氯酚酞钠滴定法^[18]。

2)总黄酮:采用硝酸铝-醋酸钾比色法,参照GB/T 20574-2006和刘畅等^[4]的方法。

3)总多酚:采用Folin-Ciocalteu比色法^[19-20]。

4)多糖:苯酚-浓硫酸法^[21]。

5)总酸度:采用GB/T 12456-2008的方法(以苹果酸计)。

6)5-羟甲基糠醛(5-HMF):参考杨福臣^[22]和王娟^[23]的方法,加以改进。以5-HMF标准溶液加一定量的对甲基苯胺和巴比妥酸溶液比色,在550 nm处测定吸光值做标准曲线。称取浓缩浊汁5.0 g左右,用约50 mL蒸馏水溶解移入100 mL容量瓶中,加入2 mL 15%亚铁氰化钾溶液,2 mL 30%硫酸锌溶液,用蒸馏水稀释到刻度,摇匀,静置,过滤。吸取滤液各2 mL于两支试管中,加5 mL对甲基苯胺,一支试管中加1 mL 0.3%巴比妥酸溶液作参比液,另一支试管中加入1 mL蒸馏水作待测液,振摇,比色。

7)褐变指数:取15 mL 95%乙醇,加入15 mL沙棘浊汁,振荡混匀后,再2 000 r/min离心20 min,过滤,取滤液,以95%的乙醇为空白,在420 nm处测其吸光度,以A₄₂₀作为褐变指数^[24-25]。

8)pH值:数显pH计测定。

9)可溶性固形物:手持糖度仪测定。

1.2.4 数据分析

用SPSS18.0软件进行方差分析,对影响显著的指标进行邓肯新复极差法多重比较,显著性水平设为 $P<0.05$,数据均以平均值±标准差($\bar{x}\pm s$)表示。

2 结果与分析

2.1 沙棘浊汁冷打浆过程中理化特性的变化

冷打浆法制取沙棘浊汁的过程中各指标的测

定值如表 1 所示。卧螺离心后,沙棘样品中维生素 C、总黄酮、总多酚、多糖和可溶性固形物质量分数及总酸度、pH 值和褐变指数有所改变,原因是卧螺离心去掉了皮、渣、籽等杂质。碟片离心除去了沙棘油,沙棘样品中维生素 C、总黄酮含量增加,其他指标无显著变化。高温下发生美拉德反应造成超高温瞬时灭菌后沙棘浊汁的褐变指数显著增大,其他理化指标无显著变化。同时,

由表 1 可知,冷打浆工艺制取得到的沙棘浊汁品质优良,其可溶性固形物质量分数高达 18.0%,总酸度达 4.24%,含维生素 C 729.69 mg/100 mL,总黄酮 445.17 mg/100 mL,总多酚 924.67 mg/100 mL,这是由于卧螺离心和碟片离心除去了沙棘汁中的杂质和沙棘油,冷打浆制汁工艺速度快、温度低,营养和保健成分损失少且得到了有效的富集。

表 1 冷打浆制取沙棘浊汁的过程中理化特性的变化

Table 1 Physicochemical properties changes during processing sea buckthorn cloudy juice by cold crushing

加工工艺 Processing technic	质量浓度 Mass concentration/(mg·100mL ⁻¹)				可溶性固形物 质量分数 Total soluble solid/%	总酸度 Total acidity/%	pH 值 pH value	褐变指数 Browning index
	维生素 C Vitamin C	总黄酮 Total flavonoids	总多酚 Total polyphenols	多糖 Polysaccharide				
打浆 Beating	621.48±1.93c	437.87±0.55c	903.53±4.94c	28.64±0.05a	17.50±0.01a	4.18±0.02b	2.85±0.00a	1.64±0.01a
卧螺离心 Decanter centrifuge	713.09±9.31b	411.30±0.15b	957.49±4.87a	27.28±0.02ab	18.00±0.00a	4.60±0.05a	2.86±0.00a	1.19±0.00c
碟片离心 Disc milk separator	739.30±5.43a	456.39±0.22a	948.11±24.68ab	25.84±0.01bc	17.80±0.00a	4.55±0.01ab	2.83±0.01a	1.18±0.01c
超高温瞬时灭菌 UHT	729.69±6.00ab	455.17±0.06a	924.67±8.29bc	25.22±1.80c	18.00±0.00a	4.24±0.03b	2.85±0.00a	1.54±0.00b

注:同一列同一指标的不同字母表示加工工艺对其影响差异显著 ($P<0.05$)。

Note: Different letters in the same column indicate that the samples are significantly different in respect of that attribute ($P<0.05$).

2.2 减压浓缩工艺对沙棘浊汁理化特性的影响

2.2.1 不同浓缩倍数沙棘浊汁的理化特性变化

在 45℃对沙棘浊汁进行 2 倍、3 倍和 4 倍浓缩,并将沙棘浓缩浊汁复原后各指标的测定结果如表 2 所示。2 倍、3 倍和 4 倍沙棘浓缩浊汁中维生素 C 的保存率分别为 83.30%、70.73%和 65.50%,总黄

酮的保存率分别为 69.05%、67.26%和 61.41%,总多酚的保存率分别为 96.48%、79.88%和 75.30%,多糖的保存率分别为 80.69%、74.74%和 65.10%。可见,随着浓缩倍数的增加,加热时间延长,沙棘浊汁的营养和保健成分减少,总酸度增加,pH 值减小,褐变指数和 5-HMF 含量变大。

表 2 不同浓缩倍数沙棘浊汁的理化特性变化

Table 2 Physicochemical properties changes of different multiples sea buckthorn concentrated cloudy juice

浓缩倍数 Concentration multiple	质量浓度 Mass concentration/(mg·100mL ⁻¹)				总酸度 Total acidity/%	pH 值 pH value	褐变指数 Browning index	5-羟甲基糠醛 5-HMF/(mg·kg ⁻¹)
	维生素 C Vitamin C	总黄酮 Total flavonoids	总多酚 Total polyphenols	多糖 Polysaccharides				
2 倍 2-fold	607.86±23.87	314.29±12.66	892.17±34.37	20.35±0.31	4.45±0.10	2.68±0.01	1.67±0.02	3.18±0.02
3 倍 3-fold	516.09±21.58	306.13±10.07	738.60±41.85	18.85±0.40	4.19±0.04	2.58±0.01	2.06±0.00	3.44±0.03
4 倍 4-fold	477.92±11.54	279.52±8.07	696.31±24.72	16.42±0.50	3.61±0.04	2.54±0.01	2.10±0.01	3.79±0.06

2.2.2 不同浓缩倍数的沙棘浊汁在贮藏过程中理化特性的变化

在 45℃进行 2 倍、3 倍和 4 倍浓缩的沙棘浊汁,分别在自然室温(10~25℃)条件下和冰箱冷藏室(5~8℃)进行贮藏,贮藏期为 60 d。在贮藏过程中,室温条件下放置的 2 倍沙棘浓缩浊汁在贮藏 20 d 以后出现了轻微的分层,其他沙棘浓缩浊汁均无分层现象出现。由于室温条件下放置的 2 倍沙棘浓缩浊汁分层现象并不太明显,因此,本试验仍对其进行了为期 60 d 的观察和测定,直到试验结束分层仍没有明显增加。

1) 沙棘浓缩浊汁在贮藏过程中营养和保健成分的变化

2 倍、3 倍和 4 倍沙棘浓缩浊汁在贮藏过程中

营养和保健成分的变化如图 1 所示。在贮藏期内不同的贮藏条件下,维生素 C 含量在显著地减少,维生素 C 降解主要为还原型抗坏血酸发生脱氢反应生成脱氢型抗坏血酸,脱氢型抗坏血酸进一步降解为抗坏血酸酮式环状结构^[26-28];由于其他营养物质的降解(如维生素 C 的降解)可能会引起总黄酮含量的改变^[27],总黄酮含量减少;总多酚的减少速度是比较平缓的,它的减少可能与溶解氧、残余多酚氧化酶酶活及某些酚类物质发生氧化等因素有关;由于多糖被沙棘浊汁中的酸水解生成了低聚糖和单糖,多糖含量减少。2 倍、3 倍和 4 倍沙棘浓缩浊汁贮藏 60 d 后营养和保健成分的保存率如表 3 所示。由图 1 及表 3 可知,与自然室温条件下放置的沙棘浓缩浊汁相比,冷藏条件下放置的 2 倍沙棘浓缩浊

汁中维生素 C、总黄酮、总多酚、多糖的保存率分别高 11.48%、20.44%、18.37%、9.83%，冷藏条件下放置的 3 倍沙棘浓缩浊汁中维生素 C、总黄酮、总多酚、多糖的保存率分别高 1.39%、12.96%、1.34%、7.10%，

冷藏条件下放置的 4 倍沙棘浓缩浊汁中维生素 C、总黄酮、总多酚、多糖的保存率分别高 6.22%、11.19%、3.92%、8.42%，因此，冷藏条件更有利于沙棘浓缩浊汁营养和保健成分的保留。

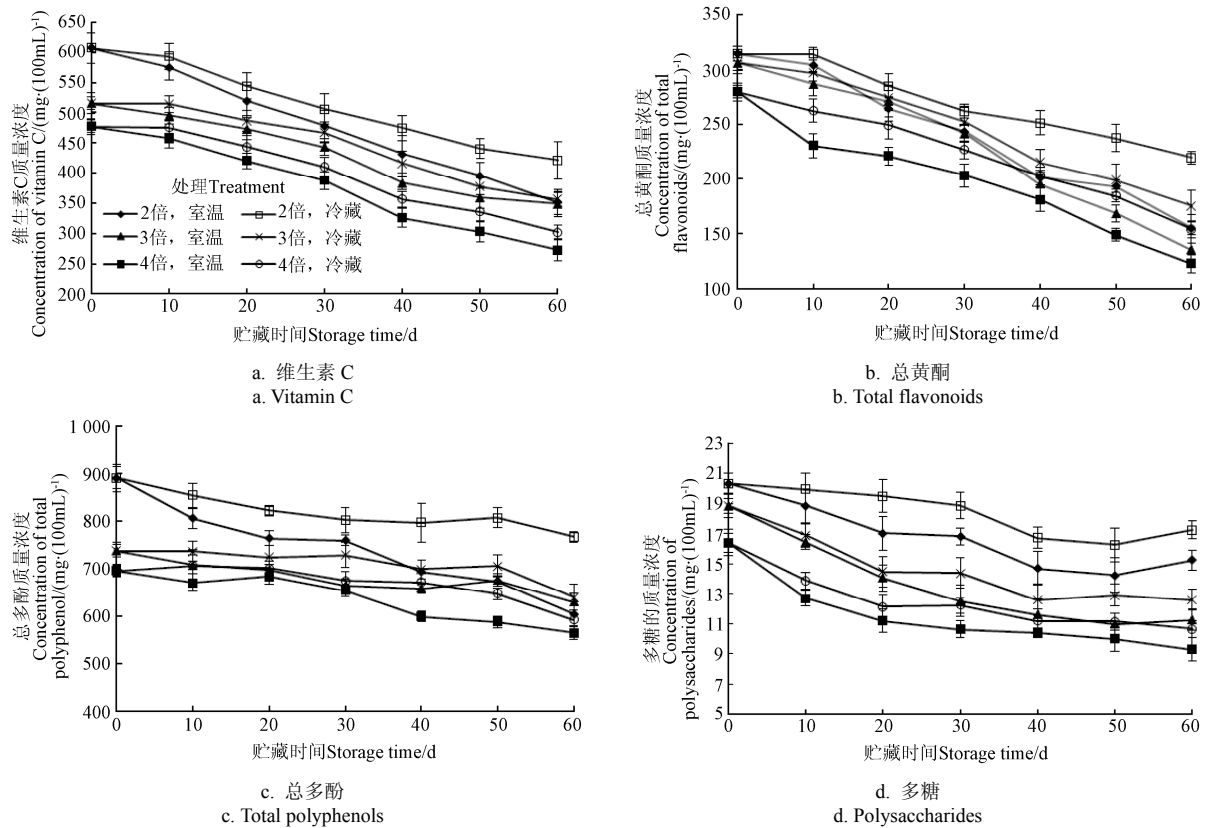


图 1 沙棘浓缩浊汁在贮藏过程中营养和保健成分的变化

Fig.1 Nutrient and hygienical components changes of sea buckthorn concentrated cloudy juice during storage

表 3 沙棘浓缩浊汁贮藏 60 d 后营养和保健成分的保存率
Table 3 Surplus rate of nutrient and hygienical component in sea buckthorn concentrated cloudy juice after storage 60 days

处理 Treatment	保存率 Surplus rate/%			
	维生素 C Vitamin C	总黄酮 Total flavonoids	总多酚 Total polyphenols	多糖 Polysaccharides
2 倍, 室温 2-fold, room temperature	57.79	49.43	67.78	74.89
2 倍, 冷藏 2-fold, cold storage	69.27	69.87	86.15	84.72
3 倍, 室温 3-fold, room temperature	67.59	44.29	85.31	59.70
3 倍, 冷藏 3-fold, cold storage	68.98	57.25	86.65	66.80
4 倍, 室温 4-fold, room temperature	56.95	44.09	81.05	56.47
4 倍, 冷藏 4-fold, cold storage	63.17	55.28	84.98	64.89

2) 沙棘浓缩浊汁在贮藏过程中总酸度、pH 值、5-HMF 和褐变指数的变化

沙棘浓缩浊汁在贮藏过程中总酸度、pH 值、5-HMF 和褐变指数的变化如图 2 所示。在贮藏过程

中，由于氨基酸上的氨基参与美拉德反应导致沙棘浓缩浊汁中氨基基团含量减少，总酸度略有上升^[23]。沙棘浓缩浊汁含有较多的有机酸对其 pH 值有一定的缓冲作用，pH 值变化不明显，变化范围均在±0.2 之间。5-HMF 是美拉德反应初始阶段的产物，并可参与美拉德反应最后阶段的缩合反应形成类黑精色素，使沙棘浓缩浊汁色泽发生褐变，沙棘浓缩浊汁 pH 值较低美拉德反应进行缓慢，沙棘浓缩浊汁贮藏过程中 5-HMF 含量略有增多。褐变反应是由维生素 C 以及还原糖的降解产物与氨基酸之间的美拉德反应引起的，褐变指数呈上升趋势，在 20~40 d 贮藏期内，沙棘浓缩浊汁的褐变指数增加迅速，但 40 d 以后，褐变指数增加缓慢，结合图 1 可知，在 20~40 d 贮藏期内维生素 C 和多糖的降解速度较快，因此褐变反应较快，褐变指数增加较快。温度越高、反应物浓度越高褐变反应越易进行，因此，在自然室温（10~25℃）条件下放置的沙棘浓缩浊汁比在冷藏条件下放置的沙棘浓缩浊汁 5-HMF 含量多、褐变指数大，且浓缩倍数越大 5-HMF 含量越多、褐变指数越大。

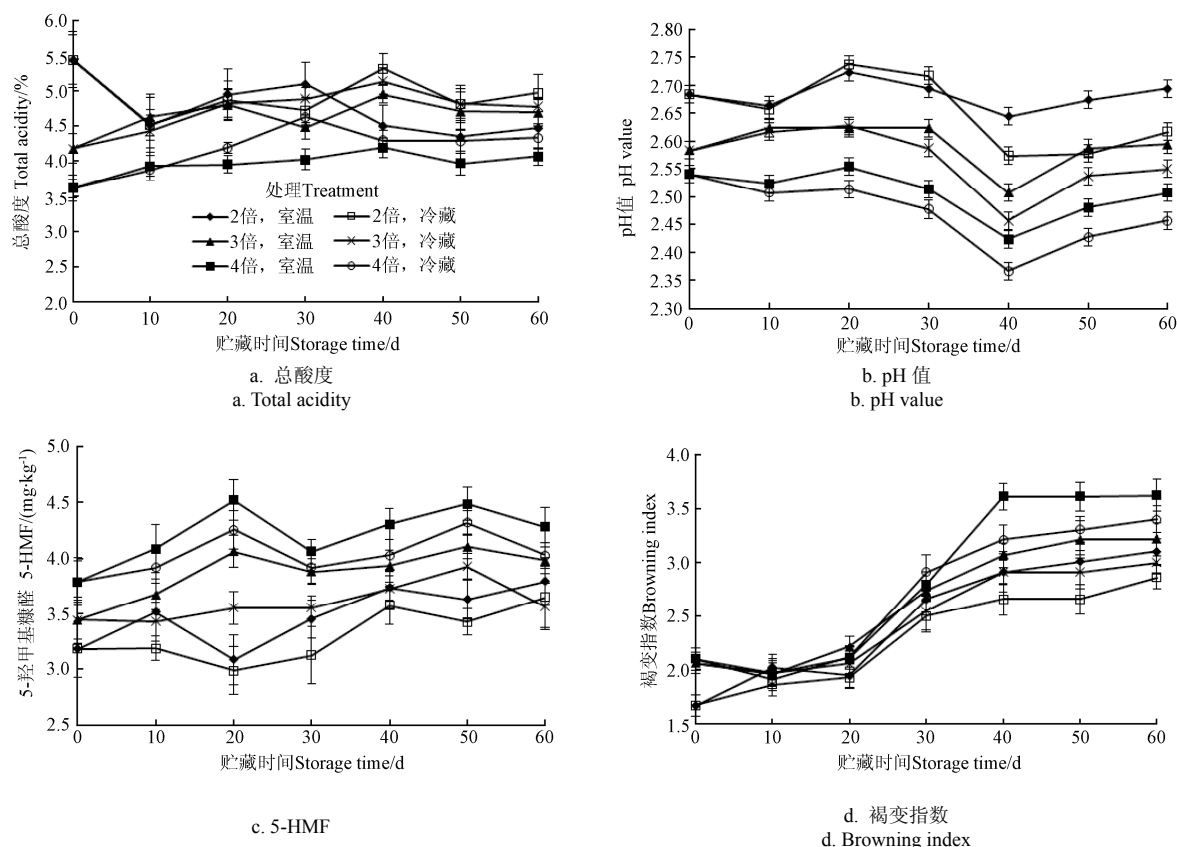


图2 沙棘浓缩浊汁在贮藏过程中总酸度、pH值、5-HMF含量和褐变指数的变化℃

Fig.2 Total acidity, pH value, 5-HMF and browning index changes of sea buckthorn concentrated cloudy juice during storage

3 结论

1) 冷打浆法制得的沙棘浊汁品质优良, 其可溶性固形物质量分数高达 18.0%, 总酸度达 4.24%, 含维生素 C 729.69 mg/100 mL, 总黄酮 445.17 mg/100 mL, 总多酚 924.67 mg/100 mL, 这是由于卧螺离心和碟片离心去除了沙棘浊汁中的杂质和沙棘油, 冷打浆制取汁工艺速度快、温度低, 营养和保健成分损失少且得到了有效的富集。

2) 在 45℃, 真空度为 0.095~0.1 MPa 的条件下对沙棘浊汁减压浓缩, 随着浓缩倍数的增加, 加热时间延长, 浓缩浊汁的品质降低。不同浓缩倍数的沙棘浊汁在室温 (10~25℃) 和冷藏条件 (5~8℃) 条件下放置 60 d, 维生素 C、总黄酮、总多酚和多糖含量呈下降趋势, pH 值和总酸度变化不明显, 褐变指数增大, 5-HMF 的含量有所增加; 与室温条件下的沙棘浓缩浊汁相比, 冷藏条件下其品质更优; 2 倍沙棘浓缩浊汁在常温条件下贮藏不稳定, 在冷藏条件下其贮藏稳定性优于 3 倍和 4 倍沙棘浓缩浊汁。

[参 考 文 献]

[1] 李秀婷, 王昌涛. 沙棘加工技术及综合应用[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2011.

[2] Suleyman H, Demirezer L O, Buyukokuroglu M E. Antitumor effect of *Hippophae rhamnoides* L[J]. Phytotherapy Research, 2001, 15(7): 625—627.

[3] 郁利平, 隋志仁, 范洪学. 沙棘汁对细胞免疫功能及抑瘤作用的影响[J]. 营养学报, 1993, 15(3): 280—283. Yu Liping, Sui Zhiren, Fan Hongxue. Effects of *Hippophae rhamnoides* L. juice on immunologic and antitumor functions[J]. Acta Nutrimenta Sinica, 1993, 15(3): 280—283. (in Chinese with English abstract)

[4] 刘畅, 王昌涛, 李刚, 等. 沙棘汁抗氧化活性的初步研究[J]. 食品工业科技, 2009(9): 130—132. Liu Chang, Wang Changtao, Li Gang, et al. Study on antioxidant of *Hippophae* juice[J]. Science and Technology of Food Industry, 2009(9): 130—132. (in Chinese with English abstract)

[5] Eccleston C, Baoru Y, Tahvonon R. Effects of an antioxidant rich juice (Sea buckthorn) on risk factors for coronary heart disease in humans[J]. Journal of Nutritional Biochemistry, 2002, 13(6): 346—354.

[6] 张宝善, 陈锦屏, 杨莉. 枸杞沙棘复合固体饮料的研究[J]. 农业工程学报, 2001, 17(6): 132—134. Zhang Baoshan, Chen Jinping, Yang Li. Compound drink powder of *Lycium Barbarum* and *Hippophae Rhamnoides*[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2001, 17(6): 132—134. (in Chinese with English abstract)

- [7] 顾英, 陈兴玉, 付莉. 沙棘番茄酸奶的研制[J]. 食品研究与开发, 2008, 29(7): 66—68.
Gu Ying, Chen Xingyu, Fu Li. Preparation of yogurt mixed with *Hippophae Rhamnoides* and tomato[J]. Food Research and Development, 2008, 29(7): 66—68. (in Chinese with English abstract)
- [8] 马涛, 李超莹. 沙棘、红枣、胡萝卜的复合饮料的研制[J]. 食品工业, 2012(3): 47—49.
Ma Tao, Li Chaoying. Processing technology of compound beverage of sea buckthorn red Jujube and carrot[J]. Food Industry, 2012(3): 47—49. (in Chinese with English abstract)
- [9] 陈锦屏, 张文展, 张伊利. 沙棘果汁豆乳的稳定性研究[J]. 农业工程学报, 2001, 17(6): 107—111.
Chen Jinping, Zhang Wenzhan, Zhang Yili. Study on the stability of the sea buckthorn fruit juice soy-bean milk[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2001, 17(6): 107—111. (in Chinese with English abstract)
- [10] Ivetta V, Eva B, Gyula V. Concentration of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) juice with membrane separation[J]. Separation and Purification Technology, 2007, 57(3): 455—460.
- [11] Parpinello G P, Chinnici F, Versari A, et al. Preliminary study on Glucose oxidase- catalase enzyme system to control the browning of apple and pear purees[J]. Lebensm-Wiss u Technol, 2002, 35 (3): 239—243.
- [12] 李京民, 祝凤池, 张长城, 等. 越桔浓缩果汁及饮料的研制[J]. 食品科学, 1994(2): 31—34.
Li Jingmin, Zhu Fengchi, Zhang Changcheng, et al. Research on cranberry concentrated juice and beverage[J]. Food Science, 1994(2): 31—34. (in Chinese with English abstract)
- [13] 辛修锋, 余小林, 胡卓炎, 等. 杨梅澄清汁及浓缩汁中花色苷热降解动力学研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(9): 251—255.
Xin Xiufeng, Yu Xiaolin, Hu Zhuoyan, et al. Thermal degradation kinetics of anthocyanins in *Myrica rubra* juice and concentrate[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2007, 23(9): 251—255. (in Chinese with English abstract)
- [14] 钱英燕, 庄梦军, 王莉华, 等. 蓝莓野果浓缩汁及蓝莓野果汁饮料生产技术的研发[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(4): 117—120.
Qian Yingyan, Zhuang Mengjun, Wang Lihua, et al. Study on producing concentrated blueberry juice and beverage[J]. Food and Fermentation Industries, 2004, 30(4): 117—120. (in Chinese with English abstract)
- [15] 潘见, 杨毅, 谢慧明, 等. 浓缩砀山酥梨清汁质量控制技术研究[J]. 食品科学, 2007, 28(4): 52—55.
Pan Jian, Yang Yi, Xie Huiming, et al. Study on quality control of clarified Dangshan pear juice during storage browning[J]. Food Science, 2007, 28(4): 52—55. (in Chinese with English abstract)
- [16] 薛红科, 校从军, 谢建新, 等. 一种浓缩沙棘清汁生产工艺[P]. 中国专利: 201010227303.9, 2010-11-24.
- [17] 郝秦锋, 许洪高, 高彦祥. 沙棘原浆贮藏期间的品质变化规律[J]. 食品工业科技, 2009, 30(11): 277—280.
Hao Qinfeng, Xu Honggao, Gao Yanxiang. Changing regularity of quality of seabuckthorn juice during storage[J]. Science and Technology of Food Industry, 2009, 30(11): 277—280. (in Chinese with English abstract)
- [18] 黄晓钰, 刘邻渭. 食品化学综合实验[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2004.
- [19] Bakar M F A, Mohamed M, Rahmat A, et al. Phytochemicals and antioxidant activity of different parts of bambangan (*Mangifera pajang*) and tarap (*Artocarpus odoratissimus*)[J]. Food Chemistry, 2009, 113(2): 479—483.
- [20] Sezai E, Emine O, Ozlem O, et al. The genotypic effects on the chemical composition and antioxidant activity of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries grown in Turkey[J]. Scientia Horticulturae, 2007, 115(1): 27—33.
- [21] 赵二劳, 韩永花, 张海容. 分光光度法测定沙棘叶多糖含量[J]. 光谱实验室, 2005, 22(4): 743—747.
Zhao Erlao, Han Yonghua, Zhang Hairong. Determination of polysaccharide in Sea buckthorn Leaves by spectrophotometry[J]. Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory, 2005, 22(4): 743—747. (in Chinese with English abstract)
- [22] 杨福臣, 王然, 王凤舞, 等. 六种梨浓缩汁贮藏期间色泽稳定性相关指标研究[J]. 食品科学, 2009, 30(12): 281—285.
Yang Fuchen, Wang Ran, Wang Fengwu, et al. Color stability of juice concentrates of 6 pear species during storage at 4℃[J]. Food Science, 2009, 30(12): 281—285. (in Chinese with English abstract)
- [23] 王娟, 王然, 王佳, 等. 七种日韩梨果泥贮藏稳定性研究[J]. 食品科学, 2011, 32(16): 357—360.
Wang Juan, Wang Ran, Wang Jia, et al. Stability of seven kinds of Japanese and Korean pear purees during storage[J]. Food Science, 2011, 32(16): 357—360. (in Chinese with English abstract)
- [24] Buedo A P, Elustondo M P, Ubricain M J. Non-enzymatic browning of peach juice concentrate during storage[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2001, 1(4): 255—260.
- [25] 刘小丹, 徐怀德, 张淑娟, 等. 红枣微波-热风联合干燥特性及其品质的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(24): 280—287.
Liu Xiaodan, Xu Huaide, Zhang Shujuan, et al. Drying characteristics and its effects on quality of jujube treated by combined microwave-hot-air drying[J]. Transactions

- of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012, 28(24): 280—287. (in Chinese with English abstract)
- [26] 汪东风. 食品化学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011.
- [27] Yang B and Kallio H. Composition and physiological effects of sea buckthorn (*Hippophae*) lipids[J]. Trends in Food Science and Technology, 2002, 13(5): 160—167.
- [28] D Gutzeit G Baleanu P Winterhalter I, Jerz G. Vitamin C content in sea buckthorn berries (*Hippophae rhamnoides* L. ssp. *rhamnoides*) and related products: A kinetic study on storage stability and the determination of processing effects[J]. Food Chemistry, 2008, 73(9): 615—620.

Physicochemical properties changes of sea buckthorn cloudy juice during cold crushing, concentrating and storage

Song Zijuan¹, Xu Huaide^{1*}, Gao Jinming², Zhang Minglan³, Xiao Rui¹, Li Wenjuan¹

(1. College of Food Science and Engineering, Northwest A&F University, Yangling 712100, China;

2. College of Science, Northwest A&F University, Yangling 712100, China;

3. Tibet Academy of Agriculture and Animal Husbandry Sciences, Lasa 850032, China)

Abstract: Sea buckthorn berries were used as raw materials to study the process of concentrating sea buckthorn cloudy juice and their quality. Physicochemical properties including vitamin C, total flavonoids, total polyphenols, polysaccharides, pH value, total acidity, and browning index changed. Cold crushing sea buckthorn berries, concentrating production and the storage of concentrated cloudy juices were investigated systematically. The results showed that the quality of sea buckthorn juice obtained by cold crushing process technology was excellent. The contents of soluble solids and total acidity reached to 18.0% and 4.24% of sea buckthorn juice obtained respectively. It contained vitamin C 729.69 mg/100mL, flavonoids 445.17 mg/100mL, total polyphenols 924.67 mg/100mL and polysaccharides 25.22 mg/100mL. Disc milk separator removed the impurities and oil in sea buckthorn juice due to horizontal screw centrifuge. Whole cold crushing was fast with low temperature. Nutrient and health components in sea buckthorn juice lost less, they had been effectively enriched. Then, different concentrations for multiple sea buckthorn juices were processed at 45°C by evaporation in the vacuum of 0.095~0.1 MPa. With the increase of the concentration, the loss rate of nutrients and browning index became larger, the total acidity and 5-HMF content were increased and pH value was decreased. Different concentrated juices were placed at room temperature (10 to 25°C) and refrigerated conditions (5 to 8°C) for 60 days, their physicochemical properties were changed as follows. Vitamin C, flavonoids, total polyphenols and polysaccharide contents decreased gradually, pH and total acidity did not change significantly, browning index and 5-HMF content increased. Furthermore, refrigerated conditions were conducive to the preservation of the sea buckthorn juice compared with the room temperature condition. The nutrient and health components in preserving rate of same multiple sea buckthorn cloudy juices placed at refrigerated conditions were higher than that placed at natural room temperature. The nutrient and health components in preserving rate of 2-fold concentrated cloudy juice at refrigerated conditions was highest. Its vitamin C, total flavonoids, total polyphenols, polysaccharides preservation rate were 11.46%, 20.44%, 18.37%, 9.83% higher than that of 2-fold concentrated cloudy juice placed at room temperature. Moreover, the browning index and 5-HMF content of concentrated sea buckthorn cloudy juice placed at refrigeration conditions was lower. 2-fold sea buckthorn cloudy juice stored at room temperature conditions was not stabile, but the stability of 2-fold concentrated cloudy juice at refrigerated conditions was better than that of 3 times and 4 times concentrated cloudy juice.

Key words: storage; process; physical properties; chemical properties; cold crushing; sea buckthorn concentrated cloudy juice

(责任编辑: 刘丽英)