

常压浓缩和真空浓缩对浓缩椰浆的品质影响

郑亚军^{1,2}, 李 艳¹, 胡 荣³, 张有林^{2,*}, 王 挥¹, 王可兴³, 赵松林¹

(1. 中国热带农业科学院椰子研究所, 海南文昌 571339;

2. 陕西师范大学食品科学与营养工程学院, 陕西西安 710062;

3. 华中农业大学食品科技学院, 湖北武汉 430070)

摘 要:首先分析了常压浓缩和真空浓缩制备浓缩椰浆时真空度、温度和时间对椰浆浓缩率、pH与感官品质的影响, 然后对常压浓缩椰浆和真空浓缩椰浆的感官品质、质构特性和贮藏性进行了比较。结果表明, 常压浓缩在90℃下浓缩120 min时, 浓缩率可达49.6%, 但椰浆有分层和褐变现象; 而在真空度0.75、温度45℃下浓缩60 min, 浓缩率可达51.7%, 椰浆无分层和褐变现象。质构特性和感官品质分析表明, 真空浓缩椰浆的感官品质更好, 粘附性、弹性、胶粘性 and 咀嚼性更小; 在37℃下贮藏30 d后, 真空浓缩椰浆的菌落总数、pH、酸度和过氧化值均无显著性变化; 而常压浓缩椰浆在21 d后的酸价、过氧化值和菌落总数显著增加($p < 0.05$), pH减小为4.5, 品质下降。

关键词: 浓缩椰浆, 常压浓缩, 真空浓缩, 浓缩率, 品质

Effect of atmospheric concentration and vacuum concentration on the quality of concentrated coconut milk

ZHENG Ya-jun^{1,2}, LI Yan¹, HU Rong³, ZHANG You-lin^{2,*}, WANG Hui¹, WANG Ke-xing³, ZHAO Song-lin¹

(1. Coconut Research Institute, CATAS, Wenchang 571339, China;

2. College of Food Engineering and Nutritional Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China;

3. College of Food Science & Technology Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: Firstly, the effects of vacuum degree, temperature and time on the concentration percentage, pH and sensory of concentrated coconut milk (CCM) prepared by atmospheric concentration and vacuum concentration were studied. Then the texture characteristics, sensory quality and storability of the concentrated coconut milk obtained by atmospheric concentration were compared with that of concentrated coconut milk produced by vacuum concentration. Results showed that the concentration percentage of CCM prepared by atmospheric concentration was 49.6% when the concentrated temperature was 90℃ and time was 120 min. Compared with atmospheric concentration, the concentration efficiency of CCM could reach to 51.7% when the vacuum degree was 0.75, temperature was 45℃ and time was 60 min, and the CCM looked white and without brown and separation of oil-water. Moreover, test of texture characteristics and sensory quality showed that the CCM produced by vacuum concentration exhibited better texture characteristics. After stored at 37℃ for 30 days, the acidity, colony unit forming and peroxide value of the CCM with vacuum concentration were not obviously changed. Whereas, the acidity, colony unit forming and peroxide value of the CCM gained with atmospheric concentration increased ($p < 0.05$), and its pH obviously decreased to 4.5.

Key words: concentrated coconut milk; atmospheric concentration; vacuum concentration; concentration efficiency; quality

中图分类号: TS225.1

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2015)22-0241-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.22.042

椰子 (*Cocos nucifera* L.), 属棕榈科椰子属, 是热带地区典型的木本油料作物和食品能源作物。椰浆

(coconut milk) 又名椰子汁, 是以削去种皮的新鲜椰肉为原料, 经破碎、加水或不加水压榨、过滤所得的

收稿日期: 2015-03-16

作者简介: 郑亚军(1980-), 男, 博士, 助理研究员, 研究方向: 椰子等热带作物天然产物化学, E-mail: zhengyajun200705@163.com.

* 通讯作者: 张有林(1955-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 农产品贮藏及加工, E-mail: zhangyoulin2014@163.com.

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划(2012BAD31B03); 海南省重大科技项目(ZDX2013011); 海南省自然科学基金项目(20806)。

一种脂肪含量较高的乳油体系^[4]。椰浆用途广泛,是椰子糖、椰奶饼干、椰奶乳精、椰奶冰淇淋等食品的主要原料,也可作为椰子粉、椰奶饮料或烹调的原料。然而,由于水分含量高,又富含脂肪和蛋白质等营养物质,椰浆极易腐败变质,不易贮运。浓缩椰浆(concentrated coconut milk, CCM)是将鲜椰汁经浓缩或其他方法去除大部分的水分,浓缩至原体积25%~50%左右的乳制品。由于水分含量大大降低,浓缩椰浆的贮藏期更长,也更容易运输。

浓缩椰浆的生产技术主要有常压浓缩、真空浓缩、膜浓缩、离心浓缩等方法。其中,常压浓缩技术的成本最低,但效率较低,产品质量也不稳定;而膜浓缩和离心浓缩属于新兴技术,设备成本高,工艺复杂,依然存在一定的技术瓶颈。真空浓缩技术是近年来新兴的一种浓缩工艺,具有所需温度低、对产品营养成分破坏小、操作简单,设备成本较低等优点,在浓缩椰浆的生产上具有潜在优势。海南省部分企业自上世纪50年代以来就生产浓缩椰浆,但规模小,设备陈旧,生产技术上又以传统的常压浓缩为主,产品质量不稳定,无法满足国内浓缩椰浆的需求。我国每年需从菲律宾、印度尼西亚等国进口大量的浓缩椰浆,致使国内椰浆相关产品的成本居高不下,在国际市场上竞争乏力。同时,国内对椰子的研究多集中在椰子油、椰子水和椰子蛋白等方面^[2-11],对浓缩椰浆的研究报道极少。这些都阻碍了国内浓缩椰浆产业乃至椰子加工业的发展。

因而,本实验以传统的常压浓缩工艺为参照,系统研究真空浓缩技术制备浓缩椰浆的生产工艺,并比较这两种椰浆的品质,以期对椰子加工业的进一步发展提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

成熟椰子 海南本地高种,由中国热带农业科学院椰子研究所提供;磷酸氢二钠、磷酸二氢钠、氯化钠、蛋白胨、无水乙醇等 均为分析纯。

RE-2000A型旋转蒸发器 上海亚荣生化仪器厂;GZX-9070MBE型电热鼓风干燥箱 上海博迅实业有限公司医疗设备厂;7230G型分光光度计 上海美谱达仪器有限公司;D-78532型台式高速冷冻离心机 德国Hettich公司厂;夹层锅 美国thermal公司;SHZ-88型水浴恒温振荡器 金坛市岸头国瑞实验仪器厂;FTC/TMS-PRO食品物性分析仪 Food Technology Corporation。

1.2 实验方法

1.2.1 椰浆的制备 椰果→剥椰衣→破壳→削皮→白椰肉→刨丝→粉碎→加水→榨汁→过滤→椰浆。

加水:椰肉在榨汁时,需按1/2~1/3(椰肉:水,m/v)的比例添加水以使椰肉中脂肪、蛋白质等营养物质尽可能多地溶出,提高椰浆的产率。

过滤:过滤时使用60~100目的双层纱布过滤,以滤掉大颗粒的椰肉残渣。

1.2.2 常压浓缩制备浓缩椰浆 量取等份的椰浆(150 mL)于500 mL烧杯中,测量椰浆的pH并称量椰浆与烧杯的重量(W_0),固定于恒温振荡器中,转速调节为40 r/min,使椰浆分别在50、60、70、80、90 °C条件下浓缩,每30 min称量一次烧杯和椰浆的质量(W_1)并测量椰浆的pH,并观察椰浆分层和褐变现象。

$$\text{椰浆浓缩率}(\%) = (W_0 - W_1) / W_0 \times 100 \quad \text{式(1)}$$

1.2.3 真空浓缩制备浓缩椰浆

1.2.3.1 真空度对椰浆浓缩率和pH的影响 量取等份的椰浆(150 mL)于500 mL蒸馏烧瓶中,测量椰浆的pH并称量椰浆与蒸馏烧瓶的重量(W_0),转速调至55 r/min,温度设定为45 °C,然后使椰浆分别在0.15、0.35、0.55、0.75和0.95的真空度下浓缩30、60、90、120、150和180 min。浓缩结束后,称量椰浆与烧瓶的重量,记录为 W_1^P ,测量椰浆的pH。浓缩率表示为:

$$\text{椰浆浓缩率}(\%) = (W_0 - W_1^P) / W_0 \times 100 \quad \text{式(2)}$$

其中, W_1^P 表示浓缩后椰浆与蒸馏瓶的重量,P表示浓缩时的真空度,而t表示浓缩时间。

1.2.3.2 温度对椰浆浓缩率和椰浆pH的影响 量取等份的椰浆(150 mL)于500 mL蒸馏烧瓶中,测量椰浆的pH并称量椰浆与蒸馏烧瓶的重量(W_0),转速调至55 r/min,真空度设定为0.75,然后使椰浆分别在40、45、50、55和60 °C下浓缩30、60、90、120、150和180 min。浓缩结束后,称量椰浆与烧瓶的重量,记录为 W_1^T ,测量椰浆的pH。浓缩率表示为:

$$\text{椰浆浓缩率}(\%) = (W_0 - W_1^T) / W_0 \times 100 \quad \text{式(3)}$$

其中, W_1^T 表示浓缩后椰浆与蒸馏瓶的重量,P表示浓缩时的真空度,T表示浓缩时的温度。

1.2.4 浓缩椰浆质构特性和感官品质的分析 量取等份的椰浆,分别在常压条件(90 °C、120 min)和真空条件(真空度0.75,温度55 °C,浓缩时间60 min)下进行浓缩,分别得到常压浓缩椰浆和真空浓缩椰浆。由10名评审员组成评定小组,分别对这两种椰浆的颜色、口感、气味3个方面进行评分,具体评分标准见表1。

表1 浓缩椰浆的感官评定标准

Table 1 Sensory evaluation of concentration coconut milk

级别	评分	颜色10分	口感10分	气味10分	是否分层*10分
1	9.5~10	乳白色	酸甜适中	浓郁椰香味	
2	8.0~9.4	微黄色	偏酸	椰香味	不分层
3	6.0~7.9	淡黄色	酸	轻微焦糖味	
4	4.0~5.9	深黄色	酸,有轻微哈败味	明显焦糖味	
5	1.0~3.9	黄褐色	酸,有明显哈败味	严重焦糖味	分层

注:是否分层只有两个评分级别,即不分层为10分,分层为0分。

感官评价得分 = Σ (颜色得分 \times 0.25 + 口感得分 \times 0.25 + 气味得分 \times 0.25 + 分层情况得分 \times 0.25)

同时在FTC/TMS-PRO食品物性分析仪上分析常压和真空浓缩椰浆的粘附性、胶黏性和咀嚼性。物性仪的探针选用P6探针,测试时设置的参数为:样品形变量50%,下压速度2 mm/s,起始压力0.2 N,下压深度10 mm,每个样品重复测量3次,取平均值。

1.2.5 浓缩椰浆的贮藏稳定性分析 将两种浓缩椰浆放入37 °C恒温箱中保存30 d。每3 d对其酸价、过氧化值、菌落总数和pH测定一次。菌落总数测定,按GB 4789.2-2010进行。酸价、过氧化值的测定,按GB/T 5009.37-2003测定。

1.2.6 数据分析 采用DPS v755软件进行,多重比较采用邓肯氏新复极差法进行。

2 结果与分析

2.1 常压浓缩中温度和时间对椰浆的浓缩率和产品品质的影响

2.1.1 常压浓缩中温度和时间对椰浆的浓缩率和pH的影响 常压条件下,使浓缩椰浆在不同温度下浓缩180 min,分析温度对椰浆浓缩率和pH的影响,结果如图1所示。

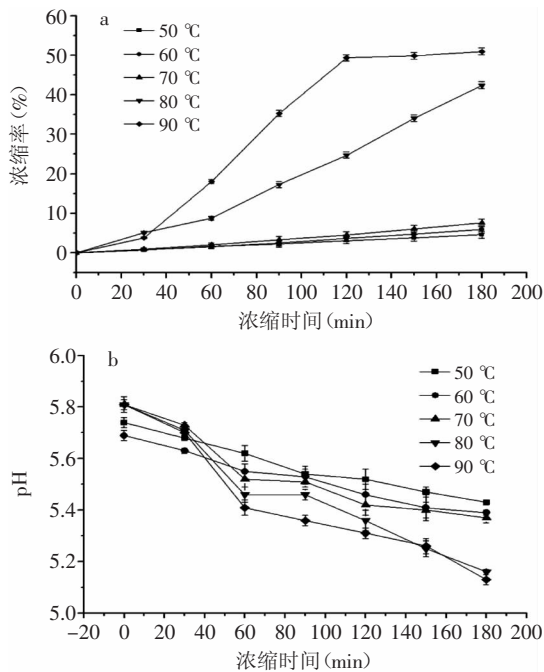


图1 常压浓缩中温度对椰浆浓缩率(a)和pH(b)的影响
Fig.1 Effect of temperature on the concentration percentage (a) and pH (b) of CCM obtained by atmospheric concentration

从图1a可以看出,温度为50~70 °C时,常压浓缩的效率很低,浓缩180 min时仍未达到所需浓缩率(40%);当温度上升到90 °C时,浓缩效率提高,120 min可达到所需浓缩率。然而,随着时间的延长,椰浆的pH逐渐下降(如图1b所示),这主要是脂肪氧化或蛋白质等物质降解产生了酸性物质,而且随着温度的升高,pH的下降速率增高。

2.1.2 常压浓缩中温度和时间对椰浆感官品质的影

响 椰浆在常压浓缩中品质变化如表2所示。

表2 常压条件下浓缩椰浆的感官评价得分随时间和温度的变化

Table 2 Effect of time and temperature on the sensory quality of CCM produced by atmospheric concentration

温度(°C)	时间(min)					
	30	60	90	120	150	180
50	9.5	5.5	5.5	5.5	4.5	2.5
60	9.5	5.5	5.5	4.5	2.5	2.5
70	9.5	5.5	4.5	4.0	1.5	1.0
80	9.5	4.5	2.5	1.5	1.0	1.0
90	9.5	4.5	2.5	1.0	1.0	1.0

从表2可以看出,在常压浓缩条件下,即使温度较低,椰浆也很快出现分层,如50 °C下60 min即出现分层现象。而在较高温度下,椰浆较易出现褐变和分层,90 °C、120 min时,椰浆即出现明显的焦糖味,这可能是椰浆中糖类化合物和蛋白质的氨基发生美拉德反应所致;而90 °C、180 min时,发生焦糖化反应,椰浆严重褐变,丧失商用价值。综合考虑浓缩率与感官品质,常压浓缩应控制在90 °C、120 min内,而此时的最大浓缩率为49.6%(如图1a所示)。

2.2 真空浓缩对椰浆的浓缩率和产品品质的影响

2.2.1 真空浓缩中真空度对浓缩率的影响 使椰浆在45 °C、不同真空度下浓缩30~180 min,分析真空度对椰浆浓缩率和pH的影响,结果如图2所示。

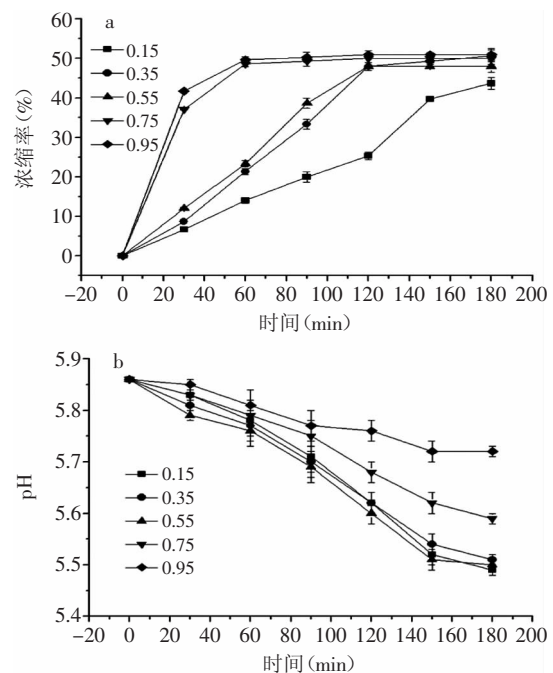


图2 不同真空度(a、b)对椰浆浓缩率和pH的影响
Fig.2 Effect of vacuum degree (a, b) on the concentration percentage and pH of CCM

如图2a所示,在浓缩时间 \leq 90 min时,随着真空度的增加,椰浆浓缩率显著($p < 0.05$)提高。尤其是真空度达到0.95时,45 °C下60 min时浓缩率即达到

50%,可满足商品浓缩椰浆的需求。然而,真空度的提高意味着对设备的要求提高,生产成本相应增加。从图2b可以看出,45℃下浓缩相同的时间,真空度越高,椰浆的pH变化越小。这表明真空度越高,对椰浆品质保持的越好。其原因是物料中水分在较高的真空度下沸点变低,较低温度下即可快速蒸发,而低温下蛋白质、碳水化合物等不容易发生降解或酸败,pH变化较小。

2.2.2 真空浓缩中温度对浓缩率和pH的影响 使椰浆在真空度为0.75、不同温度下浓缩30~180 min,分析温度对椰浆浓缩率和pH的影响,结果如图3所示。

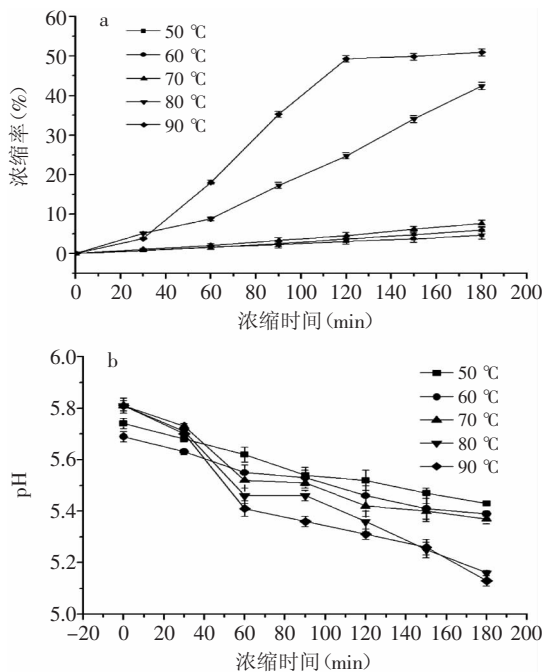


图3 温度对椰浆浓缩率和pH的影响

Fig.3 Effect of temperature on the concentration percentage and pH of CCM

从图3a可以看出,在真空度与浓缩时间一定时,温度升高,椰浆中水分蒸发速率加大,浓缩率增大。在相同的温度和浓缩时间下,真空度越大,椰浆中水分的沸点越低,蒸发越快,浓缩率就越高。因而,真空浓缩比常压浓缩的效率更高。如图1a所示,常压条件下,90℃下浓缩120 min时,椰浆的浓缩率才为49.6%;而在真空度为0.75、45℃下浓缩60 min,椰浆的浓缩率即可达到51.7%。同时,在更低的温度下进行浓缩,意味着椰浆中油脂、蛋白质、碳水化合物等营养物质的破坏程度会更小。

图3b显示了在真空度为0.75时,不同温度对椰浆pH的影响。结果表明,随着温度的升高,pH随时间减小的速率增大。表明真空条件下,椰浆中脂肪、蛋白质等营养成分也会在加热条件下发生降解或氧化。比较图2d和图1b可以看出,与常压浓缩相比,真空条件下椰浆的pH变化幅度较小。

2.2.3 真空浓缩时椰浆感官品质随时间和温度的变化 使椰浆在真空度为0.75的条件下浓缩,评判不

同时间和温度对椰浆品质的影响,结果如表3所示。

表3 真空条件下浓缩椰浆的感官评价得分随时间和温度的变化

Table 3 Effect of time and temperature on the sensory quality of CCM produced by vacuum concentration

温度(℃)	时间(min)					
	30	60	90	120	150	180
40	9.5	9.5	9.5	5.5	5.5	5.5
45	9.5	9.5	9.5	5.5	5.5	5.5
50	9.5	9.5	9.5	5.5	5.5	5.5
55	9.5	9.5	5.5	4.5	4.5	2.5
60	9.5	9.5	5.5	4.5	2.5	2.5

从表3可知,真空浓缩对椰浆的品质影响较小。温度低于50℃时,即使浓缩180 min,椰浆也不会褐变;而浓缩至120 min,椰浆才开始出现分层。综合考虑浓缩率与感官品质,并考虑经济因素,真空浓缩制备浓缩椰浆的最适条件为:真空度0.75、温度45℃,浓缩时间60 min,此时浓缩率可达51.7%,椰浆无分层和褐变现象。

2.3 常压浓缩椰浆和真空浓缩椰浆质构特性的比较

表4 常压浓缩和真空浓缩椰浆的质构特性

Table 4 The texture characteristics of CCM prepared by atmospheric concentration and vacuum concentration

浓缩椰浆	粘附性(mJ)	弹性(mm)	胶粘性(N)	咀嚼性(mJ)
真空浓缩椰浆	0.88	5.52	0.34	1.87
常压浓缩椰浆	1.25	7.99	0.95	2.15

从表4可以看出,常压浓缩的粘附性、弹性、胶粘性 and 咀嚼性的数值均高于真空浓缩椰浆。吴晖等^[2]研究表明,较低粘附性、胶粘性的浓缩乳汁更适合于制备炼乳和奶粉。这说明真空浓缩椰浆的口感更好,更适宜于制备椰奶炼乳、椰子粉等产品。

2.4 常压浓缩椰浆和真空浓缩椰浆的贮藏实验

常压浓缩椰浆和真空浓缩椰浆的贮藏实验结果见图4所示。

从图4可以看出,常压浓缩椰浆和真空浓缩椰浆在0~21 d内,都表现出较好的贮藏性,其原因主要是浓缩椰浆的水分含量较低,不利于细菌等微生物生长;同时由于水分含量低,水分活度小,不利于蛋白质降解和脂肪氧化。21 d以后,常压浓缩椰浆的酸价、过氧化值和菌落总数显著($p < 0.05$)增加,pH明显下降。这表明,在37℃下,常压浓缩椰浆中蛋白质开始大量降解,脂肪氧化增速,细菌等微生物快速繁殖,椰浆开始变质;而真空浓缩椰浆的酸价、过氧化值和菌落总数在0~30 d内均没有显著变化,保持了较好的贮藏性。这可能是由于真空浓缩椰浆的水分含量更低,在浓缩过程中营养物质的变化更小,从而在30 d内表现出更好的贮藏性。一些学者研究表明,真空浓缩技术制备的牛奶炼乳的品质更好、保质期更长^[13-14]。

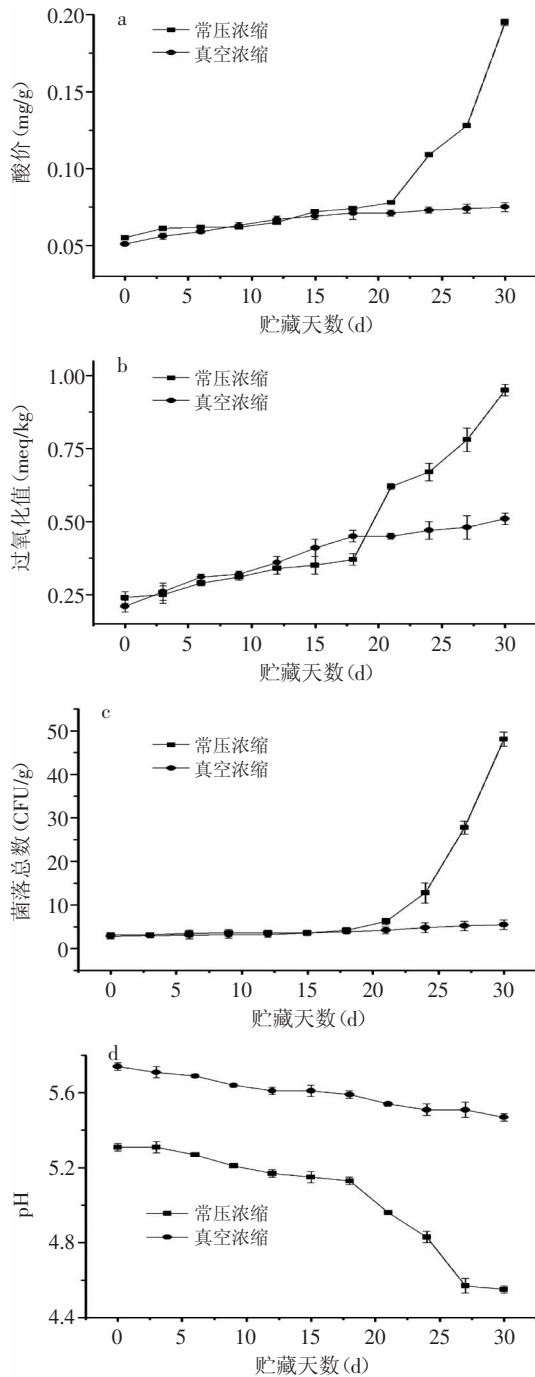


图4 常压浓缩椰浆和真空浓缩椰浆在贮藏期间酸价(a)、过氧化值(b)、菌落总数(c)和pH的变化(d)

Fig.4 Changes of acidity (a), peroxide value (b), colony unit forming (c) and pH (d) of the CCM obtained by atmospheric concentration and vacuum concentration respectively

(上接第240页)

[10] 欧阳玉祝,李雪峰,毛山山. 响应面优化田基黄总多酚提取工艺[J]. 天然产物研究与开发,2013,25(12):1715-1721.
 [11] 白新鹏,裴爱泳,方希修. 改进微波装置辅助提取猕猴桃三萜类化合物的研究[J]. 农业工程学报,2006,22(8):188-193.
 [12] 李胜华,伍贤进,蒋向辉,等. 响应面法优化翻白草中总黄酮超声波提取工艺的研究[J]. 食品科技,2010,35(4):186-189.
 [13] 郝利民,田爱莹,张黎明,等. 响应面法优化玛咖叶多酚的

3 结论

本实验表明,与常压浓缩技术相比,真空浓缩制备浓缩椰浆的效率更高,对椰浆的品质影响更小,产品的质构特性也更好,品质更好。在真空度为0.75,温度45℃,浓缩时间为60 min时,浓缩率可达51.7%,在37℃下贮藏30 d不变质。因而,真空浓缩技术在浓缩椰浆上有潜在的应用前景。然而,本实验所得技术参数是在实验室的小规模条件下所得的,与实际工业化生产可能还有一定差距。

参考文献

[1] 赵松林. 椰子综合加工技术[M]. 北京:中国农业出版社,2007:131-140.
 [2] 郑亚军,李艳,马子龙,等. 酶法提取椰子蛋白质及其对亚基的影响[J]. 果树学报,2009,26(1):113-118.
 [3] 郑亚军,赵松林,李艳,等. 椰子分离蛋白提取工艺的研究[J]. 食品工业科技,2009,30(1):226-230.
 [4] 郑亚军,赵松林,陈华,等. 椰子果肉蛋白亚基的组成及品种间的差异分析[J]. 热带作物学报,2009,30(1):112-118.
 [5] 郑亚军,陈卫军,赵松林,等. 椰肉乙醇提取物抗氧化活性的研究[J]. 中国粮油学报,2009,24(10):79-83.
 [6] 郑亚军,李艳,陈卫军,等. 椰肉中醇溶蛋白抗氧化性研究[J]. 热带作物学报,2009,30(7):1035-1038.
 [7] 郑亚军,陈华,李艳,等. 国内外椰子蛋白质研究新进展[J]. 食品工业科技,2008,29(3):303-305.
 [8] 郑亚军,赵松林,马子龙,等. 椰子果肉蛋白亚基的组成[J]. 热带作物学报,2008,29(6):704-709.
 [9] 郑亚军,李艳,郑晓蔚,等. 不同SDS-PAGE分离胶浓度下椰子贮藏蛋白亚基的分离效果[J]. 中国农学通报,2008,24(9):452-456.
 [10] 郑亚军,查滕涛,李艳,等. pH、离子强度等因素对椰子分离蛋白溶解性与乳化性的影响[J]. 热带作物学报,2011,32(8):1464-1468.
 [11] 刘磊,郑亚军,李艳,等. 椰子分离蛋白起泡性、黏度及其影响因素的研究[J]. 热带作物学报,2011,32(12):141-145.
 [12] 吴晖,崔春,丁原涛. 淡炼乳稳定性研究[J]. 中国乳品工业,2003,31(6):14-16.
 [13] Granger C. Influence of the fat characteristics on the physic chemical behavior of oil-in-water emulsions based on milk proteins-glycerol esters mixtures[J]. Colloids Surf B, 2003(4): 353-363.
 [14] Van M, Jans J A. Storage stability of whole milk powder: effects of process and storage conditions on product properties[J]. Nethland Milk and Dairy Journal, 1991, 45: 145-167.
 [15] 米丽班·霍加艾合买提. 响应面法优化微波提取紫花苜蓿黄酮工艺[J]. 理化检验-化学分册,2012,48(10):1206-1212.
 [16] 曹勇,马艳梅,商雪娇,等. 响应面法优化超声辅助醇提黄芪黄酮最佳工艺[J]. 食品工业科技,2014,35(22):278-280.
 [17] 林建原,季丽红. 响应面优化银杏叶中黄酮的提取工艺[J]. 中国食品学报,2013,13(2):84-90.