

超声波催陈椪柑果醋工艺条件优化

何丹¹, 邹海英², 彭彰文¹, 张敏¹, 徐天豪¹, *麻成金^{1,2}

(1. 吉首大学植物资源保护与利用湖南省高校重点实验室, 湖南吉首 416000;

2. 吉首大学食品科学研究所, 湖南吉首 416000)

摘要: 采用超声波催陈新酿造的椪柑果醋, 对其影响因子进行单因素试验和正交试验, 以期在较短时间内提高椪柑果醋品质, 并探讨超声波处理不同年份果醋的催陈效果。结果表明, 超声波催陈椪柑果醋最佳工艺条件为超声时间 180 min, 处理温度 40 ℃, 乙醇添加量 0.4%。在此条件下, 椪柑果醋的总酯含量由 7.06 g/L 提高到 8.08 g/L。自然陈酿 1 年的果醋经超声波催陈后的品质优于陈酿后的新制椪柑果醋, 而自然陈酿 2 年的果醋经超声波处理的催陈效果相对较差。

关键词: 超声波; 椪柑果醋; 催陈; 工艺优化

中图分类号: TB559 文献标志码: A doi: 10.16693/j.cnki.1671-9646(X).2017.02.034

Optimization of Process Parameters in Ponkan Fruit Vinegar of Accelerating Maturity Technology by Ultrasonic

HE Dan¹, ZOU Haiying², PENG Zhangwen¹, ZHANG Min¹, XU Tianhao¹, *MA Chengjin^{1,2}

(1. Key Laboratory of Plant Resources Conservation and Utilization, Jishou University, Jishou, Hu'nan 416000, China;

2. Institute of Food Science, Jishou University, Jishou, Hu'nan 416000, China)

Abstract: The new brewed ponkan fruit vinegar is accelerated maturity by ultrasound and the affecting factors are investigated by single factor and orthogonal experiments in order to improve its quality in a short time. The effect of ultrasonic treatment of aging vinegar in different years is also explored. The results show that the optimum parameter is using process vinegar at 40 ℃ for 180 minutes and the content of ethanol in vinegar is 0.4%. At this experiment conditions, total ester content in ponkan fruit vinegar from 7.06 g/L to 8.08 g/L. The quality of vinegar which is for one-year natural fermentation after ultrasonic treatment is better than that of the new brewed ponkan fruit vinegar, but the quality of vinegar which is for two-year natural fermentation after ultrasonic treatment is correspondingly poor.

Key words: ultrasonic; ponkan fruit vinegar; accelerating maturity; optimization

0 引言

椪柑 (*Citrus reticulata* Blanco) 又名芦柑, 是我国主要的宽皮柑橘之一, 在全国很多地方都有种植, 其中江西、福建、四川、广东、浙江及湖南西部地区等都有大面积种植^[1]。椪柑果皮薄且易剥, 色泽鲜美, 果肉橙红色且汁多、浓甜脆嫩, 化渣爽口、风味独特^[2]。目前, 武陵山区椪柑的田间腐烂率较高, 椪柑加工产业化及利用率较低, 因为储存周期短、运输难等问题而造成浪费。

椪柑果醋的原料丰富、味道较好, 是一种功效显著、味道独特的醋产品^[3]。超声波催陈技术在食

醋、果醋、酒类等方面都取得了不错的效果^[4-5]。试验首次探讨了超声波处理不同年份椪柑果醋的催陈效果, 并采用超声波快速催陈椪柑果醋, 通过单因素试验及正交试验, 优化了超声波催陈椪柑果醋的工艺条件, 旨在建立椪柑果醋快速陈酿的方法。

1 材料与方法

1.1 试验材料

椪柑, 取自湘西自治州泸溪椪柑基地; 自然陈酿 1 年 (2015 年)、2 年 (2014 年) 的椪柑果醋, 边城醋业科技有限责任公司提供。

葡萄酒活性干酵母、酵母浸膏、醋酸菌 (沪酿

收稿日期: 2017-03-08

基金项目: 吉首大学校级科研项目 (15JDX003)。

作者简介: 何丹 (1995—), 男, 在读本科, 研究方向为食物资源研究与利用。

*通讯作者: 麻成金 (1963—), 男, 硕士, 教授, 研究方向为食物资源研究与利用。

1.01)、氢氧化钠、无水乙醇、 H_2SO_4 、碳酸钠、邻苯二甲酸氢钾、甲醛等,均为分析纯。

1.2 仪器与设备

JYZ-350型榨汁机,九阳股份有限公司产品;SPX-250B-Z型生化培养箱,上海博讯实业有限公司医疗设备厂产品;WYT型手持糖度仪,成都光学厂产品;PHS-3E型pH计,上海精密科学仪器厂产品;FUMA-QYC200型变频摇床,上海福玛实验设备有限公司产品;722型分光光度计,上海舜宇恒平科学仪器有限公司产品;SB-5200DT型超声波清洗机,宁波新芝生物科技股份有限公司产品。

1.3 研究方法

1.3.1 椪柑果醋的酿制试验

椪柑果醋酿制工艺流程:椪柑→脱皮→去囊衣→榨汁→果汁糖度调整→加葡萄酒干酵母(经活化)→酒精发酵→粗滤去渣→接种醋酸菌→醋酸发酵→陈酿→果醋。

1.3.2 超声波催陈椪柑果醋单因素试验

超声波频率为40 kHz,功率为250 W,在其他影响因素取值固定的条件下,分别探究超声时间、处理温度、乙醇添加量对超声波催陈效果的影响。

1.3.3 超声波催陈椪柑果醋的正交优化试验

在单因素试验结果基础上,采用正交试验考察超声时间、处理温度、乙醇添加量等因素对催陈效果的影响,以果醋的总酯含量为评价指标,进行 $L_9(3^4)$ 正交试验,从而优化超声波催陈椪柑果醋的工艺条件参数。

1.3.4 最佳催陈工艺条件下的对比试验

在正交优化试验结果基础之上,对自然陈酿1年(2015年)椪柑果醋、自然陈酿2年(2014年)椪柑果醋、新制椪柑果醋分别在最优条件下进行超声波催陈处理,测定其相关指标,与未经超声波处理的果醋进行比较。

1.3.5 相关指标的测定

总酸(以乙酸计),采用GB 12456—2008的pH电位滴定法;总酯(以乙酸乙酯计),采用连续点位滴定法^[6];氨基态氮,采用甲醛值法(GB/T 5009.39—2003);色度,以蒸馏水为对照,用吸光度 OD_{510} 值表示。

2 结果与分析

2.1 椪柑果醋的酿制

参照文献[3]椪柑果醋的生产工艺条件,调整椪柑果汁糖度为10%,加入5%葡萄酒干酵母,在30℃条件下发酵7 d,酒精发酵完成后,加入6%醋酸菌扩大培养液,在32℃下发酵12 d,测定在此工艺条件下酿制的椪柑果醋总酸含量为4.81%,总酯含量为7.06 g/L,氨基态氮含量为0.182 g/L,色度为2.24。

2.2 超声波催陈椪柑果醋单因素试验

2.2.1 超声时间对超声波催陈椪柑果醋的影响

取新酿制的椪柑果醋100 mL于250 mL锥形瓶中置于超声波清洗机水槽中央,超声频率为40 kHz,超声功率为250 W,乙醇添加量为0.5%,处理温度为35℃,超声时间分别为90,120,150,180,210,240,270 min,超声波处理完成后,自然冷却至常温,测定其总酯含量。

超声时间对超声波催陈椪柑果醋的影响见图1。

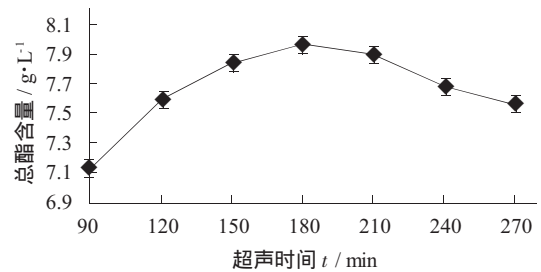


图1 超声时间对超声波催陈椪柑果醋的影响

由图1可知,超声时间在90~180 min时,总酯含量增加幅度较大;而当超声时间超过180 min之后,总酯含量呈降低趋势。因此,超声时间在150~210 min范围内较为合适。

2.2.2 乙醇添加量对超声波催陈椪柑果醋的影响

取新制椪柑果醋100 mL于250 mL锥形瓶中置于超声波清洗机水槽中央,超声频率为40 kHz,超声功率为250 W,超声时间为180 min,处理温度为35℃,乙醇添加量分别为0.2%,0.3%,0.4%,0.5%,0.6%,0.7%,超声波处理完成后,自然冷却至常温,测定其总酯含量。

乙醇添加量对超声波催陈椪柑果醋的影响见图2。

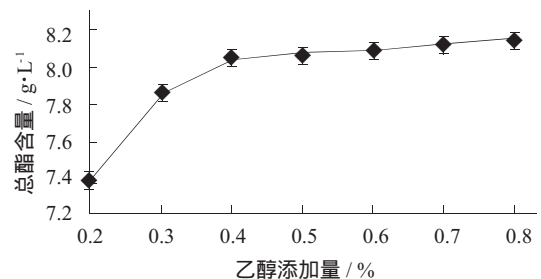


图2 乙醇添加量对超声波催陈椪柑果醋的影响

由图2可知,随着乙醇添加量的增加,总酯含量呈增加趋势,因此在新制椪柑果醋中存在一定量的乙醇有利于果醋的老熟。综合考虑,乙醇添加量在0.4%~0.6%范围内较为合适。

2.2.3 处理温度对超声波催陈椪柑果醋的影响

取新制椪柑果醋100 mL于250 mL锥形瓶中置于超声波清洗机水槽中央,超声频率为40 kHz,超声功率为250 W,乙醇添加量为0.5%,超声时间为180 min,处理温度分别控制为25,30,35,40,45,

50, 55 °C, 超声波处理完成后, 自然冷却至常温, 测定其总酯含量。

处理温度对超声波催陈椪柑果醋的影响见图 3。

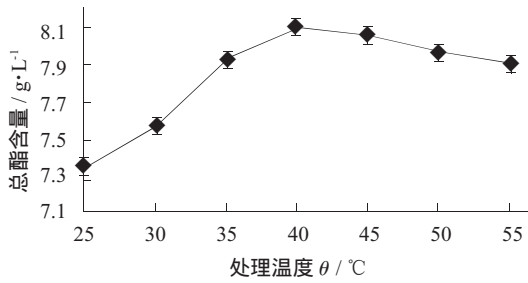


图 3 处理温度对超声波催陈椪柑果醋的影响

由图 3 可知, 处理温度在 25~30 °C 时, 总酯含量增加, 但增加幅度比 30~35 °C 范围内要小, 原因可能是处理的温度不高, 产生某些酯类物质和积累速度都相对较慢。综合考虑, 椪柑果醋的处理温度在 35~45 °C 的范围内较为适宜。

2.3 超声波催陈椪柑果醋的正交优化试验

超声频率为 40 kHz, 超声功率为 250 W, 在单因素试验的基础上, 确定试验水平, 进行 L₉(3⁴) 正交优化试验, 以总酯含量为评价指标, 确定最佳的超声波催陈工艺条件参数。

超声波处理 L₉(3⁴) 因素与水平设计见表 1, 超声波催陈椪柑果醋正交试验结果见表 2, 超声波催陈椪柑果醋正交试验方差分析结果见表 3。

表 1 超声波处理 L₉(3⁴) 因素与水平设计

水平	A 超声时间 t / min	B 处理温度 θ / °C	C 乙醇添加量 / %
1	150	35	0.4
2	180	40	0.5
3	210	45	0.6

由表 2 可知, 影响超声波催陈效果因素的主次顺序为超声时间 > 处理温度 > 乙醇添加量。最优工艺条件为超声时间 180 min, 处理温度 40 °C, 乙醇添加量 0.4%。

表 4 超声波处理对椪柑果醋理化品质的影响

处理方式	处理	总酸 / %	色度(OD 值)	氨基态氮 / g·(100 mL) ⁻¹	总酯含量 / g·L ⁻¹	口感、香气
未经处理果醋	新醋	4.81	2.24	0.182	7.06	醋味欠柔、冲鼻、酯香淡
	2015 年	4.12	2.92	0.165	8.09	醋味味柔和协调、酯香浓郁
	2014 年	3.79	4.12	0.141	8.93	醋酸味柔和协调、酯香浓郁
超声波处理果醋	新醋	4.58	2.44	0.163	8.08	醋酸味柔和协调、酯香浓郁
	2015 年	3.83	3.26	0.132	9.25	醋酸味柔和协调、酯香浓郁
	2014 年	3.67	4.26	0.129	9.38	醋酸味柔和协调、酯香浓郁

由表 4 可知, 新制椪柑果醋经超声波在最优工艺条件下催陈后, 其总酯含量由 7.06 g/L 上升到 8.08 g/L。从口感和香气上来比较, 新制椪柑果醋醋味欠柔、冲鼻、香气较淡; 而经过超声波催陈处理或自然陈酿 1 年 (2015 年)、2 年 (2014 年) 后的果醋, 醋酸味柔和协调、酯香味浓。

表 2 超声波催陈椪柑果醋正交试验结果

试验号	A	B	C	D	总酯含量 / g·L ⁻¹
1	1	1	1	1	7.66
2	1	2	2	2	7.75
3	1	3	3	3	7.55
4	2	1	2	3	7.85
5	2	2	3	1	8.05
6	2	3	1	2	7.93
7	3	1	3	2	7.82
8	3	2	1	3	7.91
9	3	3	2	1	7.66
\bar{K}_1	7.653	7.777	7.833		
\bar{K}_2	7.943	7.903	7.753		
\bar{K}_3	7.797	7.713	7.807		
R	0.290	0.190	0.080		
优水平	$A_2B_2C_1$				
主次顺序	$A>B>C$				

表 3 超声波催陈椪柑果醋正交试验方差分析结果

变异来源	SS	df	F 值	F _{0.05}	显著性
A	0.126	2	21.000	19.000	*
B	0.056	2	9.333	19.000	
C	0.010	2	1.667	19.000	
误差	0.010	2			

由表 3 可知, 在不考虑各因素的交互作用时, 超声时间对超声波催陈效果有显著性影响。

超声波催陈椪柑果醋最佳工艺条件参数的验证试验: 分别取 3 份 100 mL 新制椪柑果醋于 250 mL 锥形瓶中置于超声波清洗机水槽中央, 按上述最佳催陈工艺条件进行超声波处理, 测得总酯的平均含量为 8.08 g/L。

2.4 最优催陈工艺条件下的对比试验

分别取 2014 年、2015 年边城生物科技酿造的椪柑果醋以及试验新制椪柑果醋 100 mL, 在最优催陈条件下进行催陈试验, 处理完成后测定相关指标。

超声波处理对椪柑果醋理化品质的影响见表 4。

自然陈酿 2 年 (2014 年份) 的果醋经超声波处理, 总酯含量上升相对较少, 原因可能是经自然陈酿 2 年的果醋中酯类含量较高, 成分相对更为复杂, 经超声波处理, 酯类的分解、挥发而造成的损失也相对较大。

(下转第 28 页)

粉,主要研究苦荞叶荷叶排毒保健代餐粉的配方。经单因素试验和正交试验可知,产品的最优配方为苦荞叶粉 2 g (10%),荷叶粉 2 g (10%),山药粉 10 g (50%),木糖醇 2 g (10%),脱脂奶粉 4 g (20%)。在正交试验的基础上,对产品的较优配方进行验证试验,感官评分结果的平均值高于正交试验表中的绝大部分组合,证明该配方下生产的苦荞叶荷叶排毒保健代餐粉的感官品质稳定性好。

利用苦荞叶荷叶制成的排毒保健代餐粉,不仅使用方法简便快捷,有利于满足现代人对快节奏生活的追求,而且有利于满足人体对黄酮类物质和膳食纤维的摄取。试验对未来苦荞植株的充分开发和利用有很好的促进作用,能够合理利用资源,为苦荞叶的深入开发提供了借鉴。

参考文献:

- [1] 张泽生,杨帅,雷萌萌,等.苦荞全叶及其醇提取物对高脂血症仓鼠血脂的影响[J].食品研究与开发,2014,35(18):85-86.
- [2] 唐宇,赵钢.荞麦中黄酮含量的研究[J].四川农业大学

学报,2001,19(4):352-353.

- [3] 范婷婷,法鲁克,方芳.荷叶总生物碱降脂减肥作用的体内外试验[J].浙江大学学报,2013,39(2):141-148.
- [4] 涂长春,李晓宇,杨军平,等.荷叶生物总碱对肥胖高脂血症大鼠减肥作用的实验研究[J].江西中医学院学报,2001,13(3):120-121.
- [5] 陈海光,曾庆孝.荷叶功能成分的提取及其对自由基清除作用的研究[J].食品与发酵工业,2002,27(10):34-38.
- [6] 姜忠丽,赵永进.苦荞麦的营养成分及其保健功能[J].粮食与食品工业,2003(4):33-35.
- [7] 侯建霞.苦荞麦中活性成分及其在萌发过程中变化的研究[D].无锡:江南大学,2007.
- [8] 王秋.谷物杂粮超微混合粉营养、功能特性及其应用的研究[D].哈尔滨:哈尔滨商业大学,2015.
- [9] 白宝兰.苦荞叶黄酮的提取及精制[J].食品科学,2008,29(9):181-185.
- [10] 徐匆.高膳食纤维谷物营养粉制备关键技术研究[D].南京:南京农业大学,2012.
- [11] 许亚翠.谷物早餐粉挤压工艺及其冲调性的研究[D].无锡:江南大学,2013.◇

(上接第24页)

3 结论

新制椪柑果醋经超声波处理,能够明显提高其果醋品质。通过单因素试验和正交优化试验得到最佳催陈工艺条件为超声时间 180 min,处理温度 40℃,乙醇添加量 0.4%。在此优化条件下,果醋的总酯含量由 7.06 g/L 提高到 8.08 g/L;而对果醋总酸和氨基态氮的影响相对较小;同时超声波处理使果醋色泽加深、口感变得柔而协调、酯香浓郁。

新制椪柑果醋和自然陈酿 1 年椪柑果醋的催陈效果较为理想,自然陈酿 1 年椪柑果醋的催陈效果要优于新制椪柑果醋;而自然陈酿 2 年的椪柑果醋催陈效果相对较差。

参考文献:

- [1] 曹雪丹,方修贵,赵凯.椪柑果醋液态发酵工艺及香气成分的 GC-MS 分析[J].中国食品学报,2015,15(5):105-122.
- [2] 樊君,伍学明.椪柑果醋液态发酵工艺研究[J].中国调味品,2014,39(10):120-123.
- [3] 吴竹青,黄群,傅伟昌,等.椪柑果醋生产工艺研究[J].食品科学,2008,29(9):696-699.
- [4] 郑君晓,麻成金,黄婷,等.超声波催陈香醋工艺研究[J].饮料工业,2011,14(8):30-33.
- [5] 陈汉勇,李沐生,蔡明迪.超声波混频处理对黄酒陈化的影响[J].现代食品科技,2013,29(3):596-600.
- [6] 黄诚,尹红,周金森.食醋中总酸总酯含量的连续测定[J].食品与发酵工业,2001,27(12):41-43.◇

《农产品加工》稿约

《农产品加工》以从事农产品加工的科研人员、高等院校教师、在读博士生和硕士生为主要读者群和作者群。现向行业内的有识之士征集以下稿件:

试验研究 对农产品精深加工科研项目、试验研究的论述。

工艺探讨 探讨各种新型农产品的生产工艺。

分析测试 分析农产品在生产、保鲜、贮运过程中各种因素所产生的变化和对其食品安全性的影响。

专题综述 对我国农产品(包括粮食、油料、果蔬、肉蛋奶、水产等)加工业及生产设备的现状、展望、发展

趋势和发展战略的论述。

加工装备 农产品深加工和综合利用新技术、新装备及包装设备的研究和应用技术。

推广应用 适用的农产品加工新技术在推广普及中的探索与经验介绍。

学科创新 研究新的教学体制,优化专业课程的教学,采用多种形式、多种方案,培养现代化实用型人才的理论和经验。

欢迎从事农产品加工、食品加工及相关学科的科研、教学和推广应用人员踊跃投稿。

E-mail: ncpjgk@163.com

电话: 0351-4606085