

# 苹果-刺梨混合果汁饮料浑浊稳定性控制

赵光远, 梁晓童, 任莹莹

(郑州轻工业学院 食品与生物工程学院, 河南 郑州 450001)

**摘要:**研究了苹果-刺梨混合果汁饮料生产工艺中的均质条件和稳定剂对其稳定性的影响. 结果表明,在果汁含量20%,甜味剂含量12 g/100 mL,酸味剂含量0.5 g/100 mL时,添加0.05%果胶,0.05% CMC,0.15%黄原胶构成的复合稳定剂可以达到较理想的稳定效果. 同时在均质压力25 MPa,均质温度60 °C的条件下进行1次均质,90 °C的水浴中杀菌10 min,得到的混合汁饮料具有苹果和刺梨独特的风味和色泽,饮料质地均匀,口感爽滑.

**关键词:**苹果;刺梨;混合果汁饮料;正交试验;浑浊稳定性

**中图分类号:**TS275.5 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.2095-476X.2014.03.004

## Study on the compound juice beverage turbid stability of apple and *Rose roxburghii trutt*

ZHAO Guang-yuan, LIANG Xiao-tong, REN Ying-ying

(College of Food and Bioengineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** The processing technology of a compound beverage using apple and *Rose roxburghii trutt* juices was studied. The influences of some stabilizers on the stability of this beverage were also investigated. The results showed that the optimum formula were as follows: fruit juice 20%, sweetener 12 g/100 mL, citric acid 0.5 g/100 mL. The compound stabilizer was composed of 0.05% pectin, 0.05% CMC, 0.15% xanthan gum. In this way, the stabilizer may achieve better stabilizing effect. Meanwhile under the conditions of homogeneous pressure 25 MPa, temperature 60 °C, sterilized at water bath of 90 °C for 10 min, the compound beverage had smooth taste, even texture, nice flavors and colors of apple and *Rose roxburghii trutt*.

**Key words:** apple; *Rose roxburghii trutt*; compound juice beverage; orthogonal test; turbid stability

## 0 引言

苹果富含酚类物质,但抗坏血酸(Vc)含量极少,而刺梨(*Rose roxburghii trutt*) Vc含量丰富,可达到2 000 mg/100 g干基以上<sup>[1]</sup>.从营养和医疗保健的角度综合权衡,选用苹果、刺梨制作混合果汁饮料,既综合了苹果和刺梨的功能性成分,可预防多种疾病,发挥其保健功能,刺梨中高含量的Vc又能够较好地防止混合果汁饮料加工过程中的褐变,达

到较好的澄清效果.该复合饮料不但可弥补单一汁液在营养上的缺陷,同时具有良好的风味,极具市场开发价值.

浑浊果汁饮料加工的一大难点是浑浊稳定性的控制.根据斯托克斯定律,果汁的浑浊稳定性同果汁中悬浮颗粒的尺寸、果汁的黏度、果汁溶液和颗粒的密度差有关<sup>[2]</sup>.此外,颗粒的电性质和形状也有一定程度的影响.目前,研究者多从控制果汁中悬浮颗粒尺寸和添加稳定剂等方面综合控制果

收稿日期:2014-03-28

基金项目:河南省科技攻关计划项目(082102110010)

作者简介:赵光远(1973—),男,河南省沁阳市人,郑州轻工业学院教授,博士,主要研究方向为果蔬深加工.

汁和果汁饮料的浑浊稳定性,其中添加稳定剂的种类和数量是问题的关键.

本文拟以资源丰富、气味芳香的精品红富士苹果为原料<sup>[3]</sup>,加入有“三王水果”之称的刺梨,探讨利用苹果渣中的果胶,以及外加稳定剂、均质减小悬浮颗粒尺寸等方式来控制苹果-刺梨混合果汁饮料浑浊稳定性的技术.

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

原料:精品红富士苹果,购自郑州某超市,常温贮藏;刺梨,购自南召水果批发市场;白砂糖(一级),市售;柠檬酸(食用级),丰原生化股份公司产;黄原胶,果胶,CMC,均为食用级,上海励成食品工业有限公司产.

仪器:WSC-S测色色差计,上海精密科学仪器有限公司产;飞利浦榨汁机,广州市光之彩电气家居有限公司产.

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 苹果-刺梨混合汁饮料工艺流程

刺梨+水混合打浆<sup>a</sup>→加入苹果打浆榨汁  
 → $\left[ \begin{array}{l} \text{果渣} \rightarrow \text{加入水}^b \rightarrow \text{果渣汁} \\ \text{果汁} \rightarrow \text{灭酶} \rightarrow \text{添加甜味剂、酸味剂、稳定剂及水} \end{array} \right]$   
 →均质→90℃杀菌10 min→成品

苹果、刺梨的比例为45:1.第1次加水量(a)为苹果质量的7%,第2次加水量(b)为苹果质量的60%.甜味剂为白砂糖,酸味剂为柠檬酸(食用级),稳定剂为黄原胶,果胶,CMC(均为食用级).

**1.2.2 浊度保留率** 样品在4 000 r/min下离心15 min,在660 nm处分别测离心前后样品的吸光值,按下式计算其浊度保留率作为考察果汁饮料稳定性的指标:

$$\text{浊度保留率}/\% = \frac{OD_2}{OD_1} \times 100\%$$

其中, $OD_1, OD_2$ 分别代表离心前后的吸光值.

**1.2.3 果汁饮料贮藏前后色差的比较** 果汁饮料贮藏1周前后的色差用色差计来测定,颜色用 $L^*, a^*, b^*$ 表示. $L^*$ 越大果汁越亮,反之越暗; $a^*$ 越大果汁越红,反之越蓝; $b^*$ 越大果汁越黄,反之越绿.果汁颜色变化 $\Delta E$ 的计算公式如下<sup>[4]</sup>:

$$\Delta E = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2}$$

其中,1和2分别表示贮藏前、后的参数值; $\Delta E$ 越大则表示果汁颜色变化越大.

## 2 结果与讨论

### 2.1 混合果汁饮料均质条件的确定

苹果汁饮料加工过程中,影响其稳定性的工艺流程主要在均质环节,而均质效果主要受均质温度、均质压力及均质次数3个因素的影响.在确定果汁含量20%,甜味剂含量12 g/100 mL,酸味剂含量0.5 g/100 mL的基础上,本文对混合果汁的均质条件进行研究,以延长其储藏稳定性.

**2.1.1 均质条件的初步确定** 设计表1所示的正交表<sup>[7]</sup>对均质条件进行初步确定,正交试验结果见表2,正交试验的方差分析结果见表3.

笔者之前的单因素试验表明,均质时均质压力和温度越高,均质效果越好,2次均质比1次均质效

表1 均质条件因素水平表

水平	因素		
	第1次均质压力A/MPa	第2次均质压力B/MPa	均质温度C/℃
1	0	15	40
2	15	20	50
3	20	25	60

表2 均质条件正交试验结果

实验号	水平			浊度保留率/%
	A	B	C	
1	1	1	1	17.70
2	1	2	2	18.85
3	1	3	3	22.20
4	2	1	2	18.90
5	2	2	3	24.56
6	2	3	1	19.93
7	3	1	3	21.78
8	3	2	1	19.27
9	3	3	2	20.06
$k_1$	19.58	19.46	18.97	
$k_2$	21.13	20.89	19.27	
$k_3$	20.37	20.73	22.85	
R	1.55	1.43	3.88	
因素主→次	C→A→B			
最优组合条件	$A_2B_2C_3$			

表3 均质条件正交试验方差分析结果

变异来源	平方和	自由度	均方	F值	p值
A	3.588 6	2	1.794 3	4.656 4	0.176 8
B	3.694 0	2	1.847 0	4.793 1	0.172 6
C	27.939 0	2	13.969 5	36.251 9	0.026 8
误差	0.770 7	2	0.385 3		
总和	35.992 3				

果好,浊度保留率越高.但表2的结果表明,合理的均质组合条件为 $A_2B_2C_3$ ,并不是均质温度和压力最高的均质效果最好.这可能是因为均质后果汁饮料颗粒变小,相应地颗粒间的黏度也减小的缘故.

由表3可见,均质温度对果汁饮料浊度保留率的影响更显著.

**2.1.2 通过贮藏进一步确定均质条件** 果汁饮料在储藏过程中很容易发生沉淀分层及褐变的现象,因为对果汁饮料进行均质,虽然可以增加颗粒的悬浮性,但是会降低果汁的黏度.所以需要在2.1.1结果的基础上进一步通过贮藏(时间30 d)来确定均质条件.正交试验结果和方差分析见表4和表5.

由表4可见,储藏条件下考察均质条件时,各因素对均质结果的影响依次为:第1次均质压力、均质温度、第2次均质压力,确定均质最优组合条件为 $A_1B_3C_3$ .

由表5可见,第1次均质压力对果汁饮料的储藏稳定性有较显著的影响.

表4 储藏条件下考察均质条件正交试验结果

实验号	水平			浊度保留率/%
	A	B	C	
1	1	1	1	37.12
2	1	2	2	39.04
3	1	3	3	42.37
4	2	1	2	32.84
5	2	2	3	34.10
6	2	3	1	30.86
7	3	1	3	32.30
8	3	2	1	30.00
9	3	3	2	32.54
$k_1$	39.51	34.09	32.66	
$k_2$	32.60	34.38	34.81	
$k_3$	31.61	35.26	36.26	
R	7.90	1.17	3.60	
因素主→次	A→C→B			
最优组合条件	$A_1B_3C_3$			

表5 储藏条件下考察均质条件正交试验方差分析结果

变异来源	平方和	自由度	均方	F值	p值
A	111.079 0	2	55.539 5	73.528 7	0.013 4
B	2.223 5	2	1.111 7	1.471 8	0.404 6
C	19.646 7	2	9.823 3	13.005 1	0.071 4
误差	1.510 7	2	0.755 3		
总和	134.459 8				

## 2.2 果汁中稳定剂加入量的确定

在果汁饮料中添加适当的稳定剂可提高其稳定性,防止贮存中的分层现象,同时采用复配稳定剂可以起到协同增效的作用,其稳定效果优于单一稳定剂.考虑到浑浊苹果汁中的悬浮颗粒是由带正电的核和外面包裹着带负电的果胶所组成,以及它整体带负电荷的特点,选取2种带负电的胶(果胶D和CMC E)和1种黏度较大的胶(黄原胶F)<sup>[6]</sup>,对其加入量的因素与水平见表6.

以浊度保留率为考察指标的正交试验结果见表7,方差分析见表8.

由表7可见,稳定剂的加入对果汁饮料稳定性的影响因素依次为:黄原胶、果胶、CMC.稳定剂的加

表6 稳定剂的因素水平表

水平	因素		
	D/%	E/%	F/%
1	0.05	0.03	0.05
2	0.10	0.05	0.10
3	0.15	0.07	0.15

表7 稳定剂正交试验结果

实验号	水平			浊度保留率/%
	D	E	F	
1	1	1	1	66.0
2	1	2	2	97.0
3	1	3	3	90.9
4	2	1	2	75.8
5	2	2	3	88.8
6	2	3	1	44.3
7	3	1	3	76.2
8	3	2	1	50.0
9	3	3	2	65.2
$k_1$	84.6	72.6	53.4	
$k_2$	69.6	78.6	79.3	
$k_3$	63.8	66.8	85.3	
R	20.8	11.8	31.9	
因素主→次	F→D→E			
最优组合条件	$D_1E_2F_3$			

表8 稳定剂正交试验方差分析结果

变异来源	平方和	自由度	均方	F值	p值
D	693.055 6	2	346.527 8	350.815 5	0.002 8
E	208.862 2	2	104.431 1	105.723 3	0.009 4
F	1 721.895 6	2	860.947 8	871.600 7	0.001 1
误差	1.975 6	2	0.987 8		
总和	2 625.788 9				

入使得果汁饮料的黏度增加,不易分层或产生沉淀,果汁饮料的浊度保留率自然也就增加.添加稳定剂量的最优组合条件为  $D_1E_2F_3$ ,验证实验表明,此时浊度保留率为 96.5%.

由表 8 可见,相对来说,黄原胶对果汁饮料稳定性的影响比较显著.

正交试验各样品的色差测定结果见表 9.

表 9 正交试验的色差结果

试验号	储藏前			储藏后			$\Delta E$
	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$L^*$	$a^*$	$b^*$	
对照	44.93	1.54	12.63	44.12	2.78	12.81	1.492 012
1	45.08	1.65	13.07	43.48	2.76	13.43	1.980 328
2	45.20	1.73	12.50	44.85	3.23	11.67	1.749 686
3	44.85	1.67	12.78	43.45	2.54	13.56	1.823 541
4	45.44	1.72	12.99	44.26	2.88	12.38	1.790 559
5	45.69	1.59	13.45	43.78	2.45	13.29	2.100 786
6	45.66	1.64	12.54	43.82	2.32	13.06	2.029 384
7	45.30	1.50	12.08	44.02	2.53	12.83	1.806 045
8	45.26	1.60	12.58	43.32	2.97	12.04	2.435 590
9	45.68	1.63	11.25	43.90	2.98	12.16	2.412 260

由表 9 可见,与未添加稳定剂的对照组相比,添加稳定剂的各项试验组  $\Delta E$  均有明显增加,其中试验号 2 的  $\Delta E$  的变化最小.这表明添加稳定剂后果汁的颜色变化较大,这是因为添加稳定剂后果汁的黏度增加,果汁饮料的色泽变得柔和,亮度变暗的缘故.但  $\Delta E$  的变化并非越大越好,有可能  $\Delta E$  变化越大果汁饮料褐变程度越大.相对于添加稳定剂的试验号来说, $\Delta E$  变化越小越好.

### 3 结论

本文研究了苹果-刺梨混合果汁饮料生产工艺中的均质条件和稳定剂对其稳定性的影响.结果表明,在果汁含量 20%,甜味剂含量 12 g/100 mL,酸味剂含量 0.5 g/100 mL 时,稳定剂最佳配比为:0.05% 果胶,0.05% CMC,0.15% 黄原胶.在均质压力为 25 MPa,均质温度为 60 °C 的条件下进行 1 次均质,90 °C 的水浴中杀菌 10 min,得到的苹果-刺梨混合汁饮料产品具有良好的苹果和刺梨的独特风味,质地均匀,口感爽滑,呈现柔和的淡黄色,同时合理利用了果渣.

### 参考文献:

- [1] 董李娜,潘苏华.刺梨的研究进展[J].江苏中医药,2007,39(8):78.
- [2] 赵光远,李娜.影响苹果汁浑浊稳定性的因素[J].食品科技,2007(7):147.
- [3] 刘汉成,易发海.我国苹果的比较优势与国际竞争力分析[J].农产品贸易,2002,30:45.
- [4] Sapers G M, Douglas Jr F W. Measurement of enzymatic browning at cut surfaces and in juice of raw apple and pear fruits[J]. J Food Sci, 1987, 52(5):1258.
- [5] 潘丽军,陈锦权.实验设计与数据处理[M].吉林:东北大学出版社,2008.
- [6] 刘忆冬,颜海燕,杨松峰.复合果汁饮料的生产工艺研究[J].现代食品科技,2008(4):367.