

苹果汁豆乳饮料的稳定性研究

刘莎莎, 李保国, 郭雯丽

(上海理工大学 食品科学与工程研究所, 上海 200093)

摘要:采用单因素试验和正交试验对影响苹果汁豆乳饮料稳定性的4个因素,即增稠剂、磷酸盐、均质条件和杀菌条件进行了研究。结果表明:增稠剂的最佳复配组合为果胶0.15%, CMC-Na 0.25%, 海藻酸钠0.30%;络合剂磷酸盐的最佳复配为六偏磷酸钠0.04%, 三聚磷酸钾0.04%, 焦磷酸钠0.04%;在55℃、50+25 MPa均质2次, 80℃杀菌10 min条件下制得的苹果汁豆乳饮料稳定系数为0.921, 离心沉淀率为1.13%, 可稳定保存, 是一款可工业化生产饮料新品。

关键词:苹果汁豆乳饮料;稳定性

中图分类号:TS214.2

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2013)06-0830-05

Study on Stabilities of Apple Juice Soymilk Beverage

LIU Sha-sha, LI Bao-guo, GUO Wen-li

(Institute of Food Science and Technology, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: In this paper, one kind of nutritious and delicious beverage mixing with apple juice and soymilk was prepared and its storage stability was studied. The effects of thickener, chelator, the homogenization and pasteurization on the stability and the taste of apple juice soymilk beverage were studied using single factor and orthogonal test. The proportion of composite thickener of apple juice soymilk beverage was constituted by 0.15% pectin, 0.25% CMC-Na and 0.30% sodium alginate tech grade. The optimal proportion of composite phosphatic was constituted by 0.04% hexametaphosphate, 0.04% potassium tripolyphosphate, 0.04% sodium pyrophosphate. The optimum processing conditions were homogenized by 50+25 MPa at 55℃ for twice, pasteurized at 85℃ for 15 min. Under those conditions, stability coefficient of the compound beverage was 0.921, centrifugal sedimentation rate was 1.13%. It was a new kind of beverage suitable for industrialized production.

Key words: Apple juice soymilk beverage; Stability

豆乳属于植物蛋白饮料,富含大豆蛋白、脂肪以及其他生理活性物质。大豆加工成豆乳过程中,由于脂肪氧化酶的作用,豆乳会带有一定的豆腥味^[1-2]。在豆乳中添加一定的果汁,开发果汁豆乳复合饮料,既可以增加营养,又能对豆腥味进行掩盖,改善豆乳的风味和口感。而目前市场果味豆乳饮料大多为添加香精香料调配型,还未见将果汁和豆乳复合的饮料,其主要原因是果汁所含的果酸等物质会与豆乳中的蛋白发生反应,使大豆蛋白凝固,在加工和贮存期间果汁豆乳饮料不稳定,发生沉淀分层现象^[3-4]。苹果汁具有苹果清新的风味和香气,含有丰富的维生素C^[5-6]。本文通过添加增稠剂和络合剂来提高苹果汁豆乳饮料的稳定性,并确定最适添加量;同时研究苹果汁豆乳饮料的最适均质条件,以保证饮料的感官品质和稳定性。以期为苹果汁豆乳饮料的开发生产奠定基础。

1 材料与方法

1.1 原料与试剂

原料主要有大豆,上海市售;浓缩苹果汁(70° Brix),北京汇源饮料食品集团有限公司;供试酸味剂有苹果酸、柠檬酸、乳酸(均为食品级);供试增稠剂有羧甲基纤维素钠(CMC-Na)、高酯果胶(酯化度为69%~74%)、果胶、海藻酸钠(均为食品级);供试络合剂有六偏磷酸钠、焦磷酸钠、三聚磷酸钾、三偏磷酸钠(均为食品级)。

1.2 主要仪器设备

FD2004B 电子天平,上海精密科学仪器有限公司;JHG-Q54-P60 型均质机,上海张堰轻工机械厂;FDM-Z100 型浆渣自分离磨浆机,上海超通食品包装机械制造有限公司;TDL-50B 台式低速离心机,湖南星科科学有限公司;7200 可见分光光度计,龙尼科(上海)仪器有限公司;PHS-3C pH 计,上海雷

收稿日期:2013-09-23

基金项目:上海市农业成果转化项目(113919N0400);上海市联盟计划项目;上海大学生创新创业训练项目(SH2012117)。

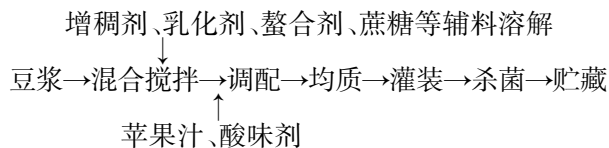
第一作者简介:刘莎莎(1987-),女,硕士,主要从事食品科学研究。E-mail:lss13974160966@aliyun.com。

通讯作者:李保国(1961-),男,教授,博士生导师,主要从事食品科学研究。E-mail:lbaoguo@126.com。

磁仪器厂;GYB60-6S 高压均质机,上海东华高压均质机厂;YXQ-LS-S II 立式压力蒸汽灭菌器,上海博讯实业有限公司医疗设备厂。

1.3 试验方法

1.3.1 苹果汁豆乳饮料的制备 将预试验制得的豆浆(蛋白质含量为 3.1%,固形物为 6.58%,脂肪含量为 1.6%)30%,与果汁 10%,蔗糖 12%,柠檬酸 0.4%,按如下工艺制备果汁豆乳饮料。



1.3.2 复配增稠剂和络合剂磷酸盐的选择 分别选取羧甲基纤维素钠、果胶、海藻酸钠 3 种增稠剂以及焦磷酸钠、六偏磷酸钠、三聚磷酸钾、三偏磷酸钠 4 种络合剂磷酸盐进行单因素试验。通过计算离心沉淀率和稳定系数确定最佳增稠剂和络合剂磷酸盐及其用量,并进行复配,确定复配比例。

1.3.3 均质条件的研究 将制备的苹果汁豆乳进行均质,考察其均质过程中的压力、温度以及均质次数等参数对苹果汁豆乳饮料稳定性的影响。

1.3.4 稳定系数的测定 采用分光光度法测定苹果汁豆乳的乳化稳定性。使用高速剪切乳化器将苹果汁豆乳在 60℃,3 500 r·min⁻¹下离心 2 min,立即在 540 nm 下测定吸光度,记为 A_前,再将此饮料在离心机 3 500 r·min⁻¹转速下离心,在相同波段测定离心后的吸光度,记为 A_后,采用式(1)计算样品的乳化稳定系数(W),取 3 次试验平均值。

$$W = A_{后} / A_{前} \quad (1)$$

1.3.5 离心沉淀率的测定 在带有刻度的离心管中,准确加入配制好的苹果汁豆乳饮料样品 10 mL,然后在 3 500 r·min⁻¹的转速下离心 20 min,弃去所有溶液,准确称取沉淀物质的质量^[4]。按式(2)计算离心沉淀率(T)。

$$\text{离心沉淀率}(\%) = \frac{\text{沉淀物重量}(\text{g})}{10 \text{ mL 饮料重量}(\text{g})} \times 100 \quad (2)$$

2 结果与分析

2.1 增稠剂配方优化

2.1.1 增稠剂对产品稳定性影响 从图 1 可看出,不添加增稠剂时,果汁豆乳饮料的离心沉淀率为 6.5%,随着 CMC-Na 添加量的增加,离心沉淀率下降,体系的稳定性增加,当 CMC-Na 添加量为 0.2% 时,离心沉淀率最低,继续增加 CMC-Na,由于此时饮料的黏度增大,无法准确测出离心沉淀率。随着海藻酸钠添加量的增加,离心沉淀率呈先上升后下

降的趋势,在海藻酸钠添加量为 0.05% 时,体系离心沉淀率最高,这可能是由于发生架桥絮凝,此后随着添加量的增加,体系的稳定性增加,当添加量为 0.3% 时,离心沉淀率达到最低。果胶的添加对离心沉淀率的影响与海藻酸钠类似,当果胶的添加量增加到 0.2% 时,体系的离心沉淀率最低,继续添加果胶,对体系稳定性影响不大。因此,确定最适 CMC-Na 添加量为 0.2%,海藻酸钠为 0.3%,果胶为 0.2%。

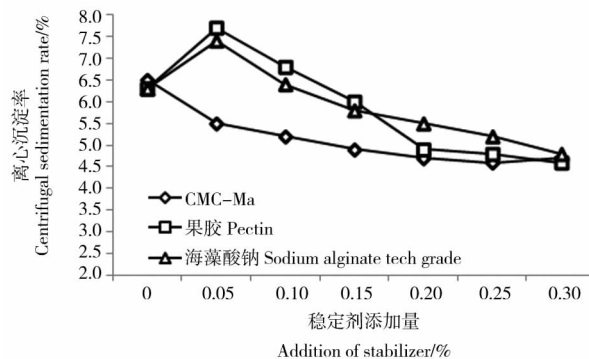


图 1 增稠剂添加量对离心沉淀率的影响

Fig. 1 The influence of thickener on the centrifugal sedimentation rate

2.1.2 复配增稠剂对苹果汁豆乳饮料稳定性的影响 在单因素试验的基础上,对果胶、CMC-Na 和海藻酸钠 3 种增稠剂进行复配,正交试验因素水平及试验结果分析见表 1。

由表 1 可知,各因素对苹果汁豆奶稳定性的影响次序为 A > B > C,即果胶 > CMC-Na > 海藻酸钠,增稠剂的最佳复配组合为 A₁B₃C₂。方差分析结果表明果胶对苹果汁豆奶稳定性的影响显著(表 2)。按照最优增稠剂配方:果胶 0.15%,CMC-Na 0.25%,海藻酸钠 0.30% 制备苹果汁豆乳饮料,测得其离心沉淀率为 4.31%,稳定系数 W 为 0.914。结果表明,复配后增稠剂的稳定性能明显优于单一增稠剂。

2.2 络合剂磷酸盐对苹果汁豆乳饮料稳定性的影响

豆乳饮料贮存时间稍长便有蛋白质及固体颗粒聚沉和脂肪上浮现象。磷酸盐具有良好的缓冲、乳化和螯合金属离子等特性,因此磷酸盐类对豆乳饮料的稳定性具有重要作用。

2.2.1 磷酸盐对苹果汁豆乳饮料稳定性影响 由图 2 可知,随着焦磷酸钠、六偏磷酸钠、三聚磷酸钾添加量的增加,沉淀率逐渐下降,但三偏磷酸钠的添加对沉淀率影响不明显,且有升高的趋势。原因是磷酸盐具有防止蛋白质的变性,保持蛋白质的持水作用,而三偏磷酸钠对豆浆稳定性没有显著作

用,反而会破坏大豆蛋白稳定性^[7]。

表1 复配增稠剂的稳定性 $L_9(3^3)$ 正交试验结果

Table 1 The result of orthogonal experiment of composite emulsifier

试验号 Test No.	因素 Factor			
	A 果胶	B CMC-Na	C 海藻酸钠	离心沉淀率
	Pectin/%	CMC-Na/%	Sodium alginate tech grade/%	Centrifugal sedimentation rate/%
1	1(0.15)	1(0.15)	1(0.25)	6.25
2	1	2(0.20)	2(0.30)	4.97
3	1	3(0.25)	3(0.35)	4.54
4	2(0.20)	1	2	7.53
5	2	2	3	5.54
6	2	3	1	5.50
7	3(0.25)	1	3	11.4
8	3	2	1	10.9
9	3	3	2	8.95
k1	5.253	8.393	7.550	
k2	6.190	7.137	7.290	
k3	10.417	6.330	7.657	
R	5.164	2.063	0.744	

表2 复配增稠剂的稳定性正交试验方差分析

Table 2 Orthogonal design variance analysis for the stability of composite emulsifier

因素 Factors	偏差平方和 Square of deviance	自由度 Freedom	F比 F Ratio	F临界值 Fa	显著性 Significance
果胶 Pectin	45.402	2	54.767	$F_{0.05}(2,4) = 19.000$	*
CMC-Na	6.487	2	7.825	$F_{0.10}(2,4) = 9.000$	
海藻酸钠 Sodium alginate tech grade	0.312	2	0.376	$F_{0.05}(2,4) = 19.000$	
误差 Error	0.83	2	0.41		

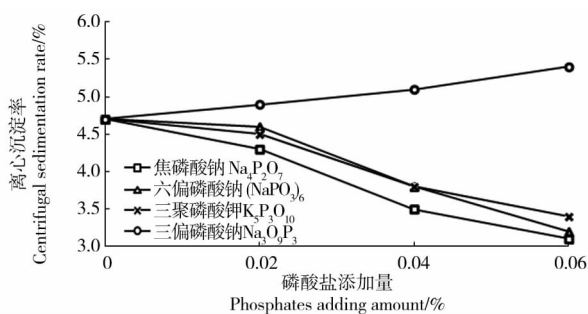


图2 磷酸盐对离心沉淀率的影响

Fig. 2 The influence of phosphate on the centrifugal sedimentation rate

2.2.2 复配络合剂对苹果汁豆乳饮料稳定性的影响 在单因素试验的基础上,对焦磷酸钠、三聚磷酸钾、六偏磷酸钠,进行 $L_9(3^3)$ 正交试验。

由表3可知,各络合剂对果汁豆乳饮料沉淀率影响顺序为六偏磷酸钠 > 三聚磷酸钾 > 焦磷酸钠,磷酸盐的最佳复配组合为 $A_3B_3C_3$ 。方差分析结果

表明六偏磷酸钠对苹果汁豆奶稳定性的影响显著(表4)。按最优组合六偏磷酸钠 0.04%,三聚磷酸钾 0.04%,焦磷酸钠 0.04% 进行验证试验,得到的苹果汁豆奶离心沉淀率为 2.97%,稳定系数为 0.93。

2.3 均质对体系稳定性的影响

均质的主要作用是使脂肪球和蛋白质的大颗粒破裂为均匀的小微粒,颗粒沉降速度减缓,防止脂肪球上浮和蛋白质沉淀,从而提高产品稳定性,同时能改善口感^[8]。影响高压均质效果的因素有均质次数和均质压力等。

2.3.1 均质次数对苹果汁豆乳稳定性的影响 由图3可知,在均质压力和温度分别为 40 MPa 和 50℃ 条件下,2次均质的效果明显比1次均质好,继续增加均质次数,对均质效果提高不显著。综合考虑确定采用2次均质。

表 3 复配磷酸盐的稳定性 $L_9(3^3)$ 正交试验结果
Table 3 The result of orthogonal experiment of composite phosphate

试验号 Test No.	因素 Factor			离心沉淀率 Centrifugal sedimentation rate/%
	A (NaPO_3) ₆ /%	B $\text{K}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ /%	C $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ /%	
1	1(0)	1(0)	1(0)	6.27
2	1	2(0.02)	2(0.02)	5.59
3	1	3(0.04)	3(0.04)	5.05
4	2(0.02)	1	2	4.98
5	2	2	3	3.77
6	2	3	1	3.63
7	3(0.04)	1	3	3.43
8	3	2	1	3.28
9	3	3	2	3.22
K1	5.787	5.043	4.543	
K2	4.127	4.213	4.597	
K3	3.310	3.967	4.083	
R	2.477	1.076	0.541	

表 4 复配磷酸盐的稳定性正交试验方差分析
Table 4 Orthogonal design variance analysis for the stability of composite phosphate

因素 Factors	偏差平方和 Square of deviance	自由度 Freedom	F 比 F Ratio	F 临界值 Fa	显著性 Significance
(NaPO_3) ₆	9.556	2	50.031	$F_{0.05}(2,4) = 19.000$	*
$\text{K}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	1.909	2	9.995	$F_{0.10}(2,4) = 9.000$	
$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$	0.478	2	2.503	19.000	
误差 Error	0.190	2			

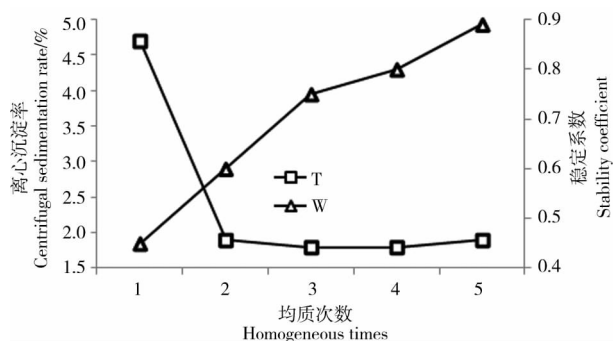


图 3 均质次数对苹果汁豆乳稳定性的影响
Fig. 3 The impact of processing times on the stability of apple juice soymilk beverage

2.3.2 均质压力对苹果汁豆乳稳定性的影响 试验选定 50℃ 作为均质温度,采用二次均质,考察不同的均质压力对苹果汁豆乳稳定性的影响,结果如图 4 所示(10 + 5 MPa 表示第一次均质压力为 10 MPa,第二次均质压力为 5 MPa,以此类推)。

从图 4 可看出,随着均质压力增加,苹果汁豆乳的离心沉淀率下降,稳定系数升高,组织状态趋于稳定。但当均质压力超过 50 + 25 MPa 后,苹果汁豆乳的稳定系数和离心沉淀率趋于平稳,因此选 50 + 25 MPa 为均质压力为宜。

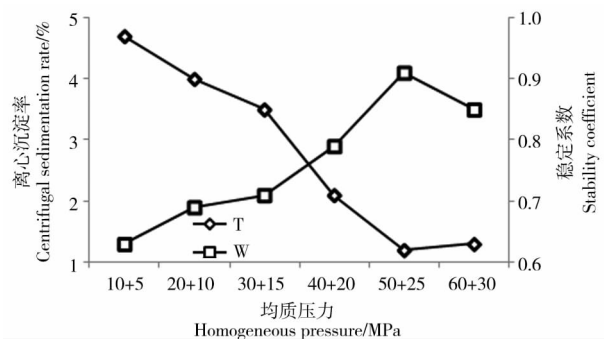


图 4 均质压力对苹果汁豆乳饮料稳定性的影响
Fig. 4 The impact of processing pressure on the stability of apple juice soymilk beverage

2.4 杀菌对苹果汁豆乳稳定性的影响

对产品进行杀菌,可控制其微生物,延长产品的保质期,但同时杀菌对产品的稳定性也有影响。杀菌温度过高,会使酪蛋白三级结构次级键遭到破坏,使保持酪蛋白空间构象的弱键断裂,破坏了肽键的特定排列,原来分子内部的一些非极性基团暴露到分子的表面,降低了水化作用,促使酪蛋白分子之间相互聚结沉淀^[9]。由于大豆蛋白、增稠剂等原因,以低于 100℃ 的杀菌条件进行比较,确定最佳杀菌条件。

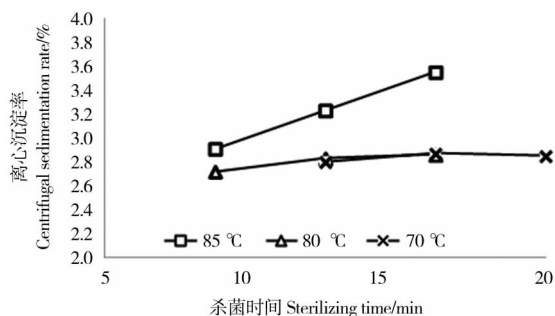


图5 杀菌温度及时间与苹果汁豆乳饮料沉淀率关系

Fig. 5 The impact of sterilization temperature and time on the stability of apple juice soy milk beverage

从图5可知,降低杀菌温度同时延长杀菌时间,离心沉淀率降低,最佳杀菌条件为 80℃ 处理 10 min。

3 结论

稳定性是评价果汁豆乳复合营养饮料的主要指标,本文对苹果汁豆乳饮料的稳定性进行了研究,经单因素试验及正交试验,确定了增稠剂的最佳复配组合为果胶 0.15%,CMC-Na 0.25%,海藻酸钠 0.30%;磷酸盐的最佳复配组合为六偏磷酸钠 0.04%,三聚磷酸钾 0.04%,焦磷酸钠 0.04%。采用 55℃、50 + 25 MPa 均质 2 次有较好的效果,最佳杀菌条件为 80℃ 处理 10 min,在此条件下开发的苹果汁豆乳饮料稳定系数为 0.921,离心沉淀率为 1.13%,

产品流体均一,营养丰富,具有豆乳和果汁的复合营养,可稳定保存,是一款可工业化生产饮料新品。

参考文献

- [1] 石彦国. 大豆制品工艺学[M]. 北京:中国轻工业出版社,1993:156-167. (Shi Y G. Soybean technology[M]. Beijing: China Light Industry Press,1993:156-167.)
- [2] 李里特. 大豆加工与利用[M]. 北京:化学工业出版社,2002:12. (Li L T. Soybean processing and utilization[M]. Beijing: The Chemistry and Industry Press,2002:12.)
- [3] 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):23-26. (Liu Y D, Yan H Y, Yang S F. Processing technology of a compound beverage with apple and banana juices[J]. Modern Food Science and Technology,2008(4):23-26.)
- [4] 罗祎,李东,赵晋府. 调配型酸性豆乳饮料工艺及稳定性影响因素的研究[J]. 食品工业科技,2000(5):36-38. (Luo W, Li D, Zhao J F. Studies on the technology of a formulated sour soybean milk drink and the affection factor of its stability[J]. Science and Technology of Food Industry,2000(5):36-38.)
- [5] 赵光远,王璋,许时婴. 浑浊苹果汁加工过程中理化变化的研究[J]. 食品科学,2005,26(10):34-37. (Zhao G Y, Wang Z, Xu S Y. Studies on physical and chemistry changing during the processing of cloudy apple juice[J]. Food Science,2005,26(10):34-37.)
- [6] 李南薇,刘长海,余建民. 菠萝苹果复合饮料工艺的研究[J]. 食品科技,2010(5):34-36. (Li N W, Liu C H, Yu J M. Study on processing technology for apple pineapple compound beverage[J]. Food Science and Technology,2010(5):34-36.)
- [7] 胡国华. 食品添加剂在豆制品中的应用[M]. 北京:化学工业出版社,2005:8. (Hu G H. The application of food additives in soybean processing[M]. Beijing: The Chemistry and Industry Press,2005:8.)
- [8] Pereyra R, Schmidt K A, Wieker L. Interaction and stabilization of acidified casein dispersions with low and high methoxyl pectin[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1997, 45(8):3448-3451.
- [9] Parker A, Boulenguer P, Kravtchenko T P. Effect of the addition of high methoxylpectin on the rheology and colloidal stability of acid milk drinks[J]. Food Hydrocolloids,1994,8(1):177-185.