

# 酸性红枣松仁复合蛋白饮料稳定性研究

## ——乳化稳定剂对稳定性的影响

饶国华<sup>1</sup>, 陈锦屏<sup>2</sup>, 赵谋明<sup>1</sup>

(1. 华南理工大学 食品与生物工程学院, 广东 广州 510640; 2. 陕西师范大学 食品工程系, 陕西 西安 710062)

**摘要:**对酸性红枣松仁复合蛋白饮料的稳定性进行了研究, 试验表明, 乳化稳定剂对酸性红枣松仁复合蛋白饮料的稳定性影响显著。以离心沉淀率和脂肪分布系数作为测定指标, 通过对单一乳化剂、复合乳化剂、专用复合乳化剂、单一稳定剂和复合稳定剂的筛选试验, 结果表明, 稳定剂 PGA 的加入浓度为 0.40% 时, 酸性红枣松仁复合蛋白饮料的稳定性最佳。

**关键词:**酸性; 红枣; 松仁; 蛋白饮料; 稳定性

**中图分类号:** S665.109.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7461(2005)01-0175-04

## A Study on the Stability of the Acidic Jujube-pinenut Compound Protein Beverage ——Effect of Emulsifications on Stability

RAO Guo-hua<sup>1</sup>, CHEN Jin-ping<sup>2</sup>, ZHAO Mou-ming<sup>1</sup>

(1. College of Food and Bioengineering, South China University of Technology, Guangzhou, Guangdong 510640, China;

2. Department of Food and Engineering, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

### 万方数据

**Abstract:** The stability of the acidic jujube-pinenut compound protein beverage was studied systematically in this paper. The results showed that the effects of emulsifications on stability of the beverage was prominent. The effects of single emulsifier, compound emulsifier, special compound emulsifier, single stabilizer and compound stabilizer on stability of the beverage were studied by testing precipitation stability and fat distribution indices of the samples. The most desirable sample was obtained under the chosen condition: PGA 0.40% .

**Key words:** acidic; jujube; pinenut; protein beverage; stability

枣(*Zizyphus jujuba*)为鼠李科枣属多年生落叶果树。红枣营养价值很高, 每 100 g 干枣中含蛋白质 3.30 g, 脂肪 0.40 g, 碳水化合物 72.80 g, 钙 61 mg, 磷 55 mg, 铁 1.60 mg, 胡萝卜素 0.01 mg, 产热量 129 kJ。同时, 药用价值也比较显著<sup>[1,2]</sup>。松仁属松属成熟种子去皮后所得到的种仁的统称。《本草经疏》记载:“松仁味甘, 补血, 血气充足则五脏自润, 发白不饥。仙人服食, 多饵此物。故能延年, 轻身不老”<sup>[3]</sup>。

本研究以红枣和松仁为主要原料, 制成酸性红枣松仁复合蛋白饮料, 以获得更加有利于人体健康的饮料。饮料整个宏观分散体系呈乳状液态, 具有热力学的不稳定性。影响其稳定性的因素很多, 如

浓度、粒度、粘度、pH 值、电解质、微生物、加工工艺条件等。经过试验, 获得了有利于酸性红枣松仁复合蛋白饮料稳定的最适乳化稳定剂的种类及最适加入量, 旨在为该饮料的工业化生产提供技术参数。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与设备

红枣为陕北佳县木枣; 松仁产于黑龙江省伊春市; 蔗糖酯、专用复合乳化剂、聚甘油酯均为食品级, 浙江省金华市迪耳糖酯化工有限公司生产; 分子蒸馏单甘酯为食品级, 广州食品添加剂技术开发公司生产; 海藻酸丙二醇酯(PGA): 食品级, 青岛江轩工贸有限公司生产; 黄原胶、羧甲基纤维素钠(CMC-

收稿日期: 2004-03-17

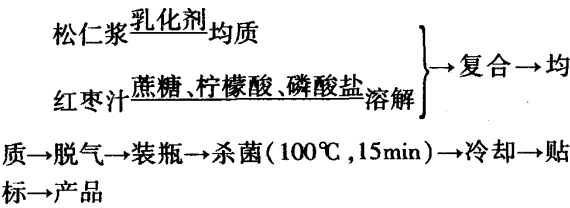
基金项目: 国家科技部重点项目(2000-D095)

作者简介: 饶国华(1976-), 男, 湖南宁乡人, 在读博士, 主要从事食品生物技术的科研工作。

Na):食品级,宁波市海曙添加剂厂生产;均质机:上海东华高压均质机厂生产;PHS-3C 型精密 pH 计:上海雷磁仪器厂生产。

1.2 方法

1.2.1 酸性红枣松仁复合蛋白饮料生产工艺流程



1.2.2 红枣汁的制备<sup>[4]</sup> 红枣适度破碎,加 10 倍水,加 0.50‰的液体果胶酶(Pectinex Smash),于 50℃保温浸提 6 h;200 目筛网过滤,滤液中加入 0.20‰的液体果胶酶(Pectinex 5XL),于 45℃保温 4 h 澄清,取上清液作为试验用枣汁。

1.2.3 松仁浆的制备<sup>[5]</sup> 松仁装载量为 10 kg/m<sup>2</sup>,在 40℃下烘焙 3 h,将松仁进行去皮处理;去皮后的松仁进行磨浆,固液比为 1:17,水温 50℃,过 2 次胶体磨;用复合蛋白酶 ProtamexTM 对松仁浆进行酶解,6.00‰的酶浓度(以总蛋白计),30℃水解 1 h,酶解液 200 目筛网过滤,滤液为试验用松仁浆。

1.2.4 离心沉淀率的测定<sup>[6]</sup> 杀菌后称取少量样品,以 3 000 r/min 离心 10 min 后,弃上清液,沉淀经烘箱干燥恒重后称量,并以沉淀占总固形物的百分比作为离心沉淀率。

1.2.5 脂肪分布系数的测定 50 mL 具塞试管中的样品杀菌后,以 4 000 r/min 离心 30 min,用注射器吸取顶部乳液 5 mL,然后用吸管吸取大部分中间层后,再用注射器插入底部吸取底部乳液 5 mL,得到的上、下层乳液样品,分别用碱性乙醇法测脂肪含量<sup>[7]</sup>,并以上层脂肪含量与下层脂肪含量的比值作为脂肪分布系数。

1.2.6 饮料基本参数 蛋白质含量(%):≥0.50;脂肪含量(%):2.0±0.20;pH 值:4.0±0.1。

2 结果与分析

2.1 单一乳化剂对酸性红枣松仁复合蛋白饮料的乳化效果

将蔗糖酯、分子蒸馏单甘酯和聚甘油酯按不同浓度分别加入料液中,测定饮料的稳定时间,结果表明(表 1),任何一种乳化剂在红枣汁与松仁浆混合前加入的乳化效果比在混合后加入的乳化效果好,料液的稳定时间长;乳化剂浓度为 0.15% 时的乳化

效果较好,料液的稳定时间较长;聚甘油酯对红枣松仁复合蛋白饮料的乳化效果较其他 2 种好,料液的稳定时间最长为 84 h。但总体而言,这 3 种乳化剂的乳化效果都比较差,稳定时间较短,分层严重。

表 1 不同浓度乳化剂饮料的稳定时间

Table 1 Stable time of different emulsifier concentrations on the beverage

加入 浓度 /%	稳定时间/h					
	分子蒸馏单甘酯		聚甘油酯		蔗糖酯	
	混合 前加	混合 后加	混合 前加	混合 后加	混合 前加	混合 后加
0.00	21	21	21	21	21	21
0.05	35	25	45	32	37	28
0.10	44	31	67	53	49	36
0.15	58	42	84	64	63	46
0.20	53	40	80	62	57	41

注:乳化稳定剂的加入浓度按饮料总量计,以下同。

2.2 复合乳化剂的乳化效果

将分子蒸馏单甘酯与聚甘油酯复合、蔗糖酯与聚甘油酯复合,配合成不同亲水亲油平衡值(HLB 值)的复合乳化剂,以 0.15% 的浓度加入到酸性红枣松仁复合蛋白饮料中。试验结果表明(表 2),不同 HLB 值的复合乳化剂对饮料稳定性产生不同的影响。当 HLB 值为 8 时,饮料的离心沉淀率为 0.28%,脂肪分布系数为 1.34,均为最低值,产品的稳定性最好。

表 2 不同 HLB 值对饮料稳定性的影响

Table 2 Effects of different HLB on the stability of the beverage

乳化剂	HLB 值	离心沉淀 率/%	脂肪分 布系数
分子蒸馏单 甘酯与聚甘 油酯复合	3	0.34	1.41
	4	0.38	1.39
	5	0.59	1.87
	6	0.54	1.65
	7	0.42	1.53
蔗糖酯 与聚甘油 酯复合	8	0.28	1.34
	9	0.37	1.44
	10	0.40	1.37

将不同浓度的专用复合乳化剂(HLB=8)加入到饮料中,表 3 表明,专用复合乳化剂浓度为 0.15% 时,饮料离心沉淀率为 0.26%,脂肪分布系数为 1.30,均为最低值,饮料稳定性最好。

酸性红枣松仁复合蛋白饮料是以水为分散介质,以蛋白质、脂肪为分散相的宏观分散体系,呈乳状液态,是一种复杂的不稳定体系,既有蛋白质形成的悬浮液,又有脂肪形成的乳浊液,还有以糖、盐等形成的真溶液。贮存时间稍长,就会出现蛋白质及固体颗粒聚沉和脂肪上浮现象。在其他条件确定的情况下,添加适量的乳化稳定剂是解决植物蛋白饮

料不稳定的一种重要方法<sup>[11-15]</sup>。食品乳化剂通常是非离子型表面活性剂,其分子内部既有亲水基团,又有疏水基团。乳化稳定剂加入到饮料中,其分子向着水油表面定向吸附,降低了表面张力,从而有效防止乳液中粒子间相互聚合,防止脂肪上浮,达到稳定效果<sup>[16,17]</sup>。

表 3 专用复合乳化剂对饮料稳定性的影响

Table 3 Effects of special compound emulsifier on stability of the beverage

加入浓度/%	离心沉淀率/%	脂肪分布系数
0.00	0.42	1.85
0.05	0.34	1.73
0.10	0.29	1.55
0.15	0.26	1.30
0.20	0.30	1.34

2.3 单一稳定剂对酸性红枣松仁复合蛋白饮料稳定性的影响

从表 4 可以看出,黄原胶、CMC-Na 和 PGA 对饮料稳定性均具有良好的效果。在同一浓度下,CMC-Na 的效果最差,PGA 的效果最好。可能是在酸性环境下( $\text{pH}=4.0$ ),CMC-Na 极易形成游离酸而沉淀,失去粘性,因而对饮料稳定性的增强作用较弱。黄原胶加入浓度为 0.30% 时对饮料稳定效果最好,但已超过国家标准 GB3760-1996 允许的最大使用量(0.10%);PGA 加入浓度逐步增大时,饮料稳定性也随之增强,当加入浓度为 0.30% 时,稳定效果达到最好,离心沉淀率与脂肪分布系数分别为 0.14% 和 1.17,且使用量在国家标准 GB2760-96 植物蛋白饮料中的最大使用量(0.50%)范围之内。故 3 种稳定剂黄原胶、CMC-Na 和 PGA 中,以 PGA 最适合本饮料的生产。

表 4 不同浓度稳定剂对饮料稳定性的影响

Table 4 Effects of different stabilizer concentrations on stability of the beverage

浓度/%	黄原胶		CMC-Na		PGA	
	离心沉淀率/%	脂肪分布系数	离心沉淀率/%	脂肪分布系数	离心沉淀率/%	脂肪分布系数
0.00	0.42	1.85	0.42	1.85	0.42	1.85
0.10	0.33	1.72	0.36	1.77	0.36	1.58
0.15	0.30	1.65	0.35	1.73	0.31	1.46
0.20	0.26	1.40	0.31	1.61	0.23	1.34
0.25	0.25	1.38	0.29	1.54	0.18	1.23
0.30	0.21	1.30	0.28	1.43	0.14	1.17

2.4 复合稳定剂对酸性红枣松仁复合蛋白饮料稳定性的影响

表 5 表明,在复合稳定剂中,随着 PGA 含量的

增大,饮料的离心沉淀率和脂肪分布系数都呈降低趋势,饮料的稳定性越来越强,黄原胶与 PGA 的比例为 1:3 时,离心沉淀率和脂肪分布系数均最低,分别为 0.22% 和 1.37,但其总的稳定效果与单独使用 0.30% 黄原胶相差不多,而远不及单独使用 0.30% PGA 的效果好。

表 5 复合稳定剂对饮料的稳定效果

Table 5 Effects of compound stabilizer on stability of the beverage

黄原胶:PGA	离心沉淀率/%	脂肪分布系数
3:1	0.35	1.52
2:1	0.34	1.49
1:1	0.31	1.50
1:2	0.29	1.46
1:3	0.22	1.37

注:复合稳定剂加入浓度为 0.30%。

2.5 专用复合乳化剂与 PGA 复合对酸性红枣松仁复合蛋白饮料稳定效果的影响

由表 6 可以看出,在专用复合乳化剂加入量一定的条件下,饮料的离心沉淀率与脂肪分布系数随 PGA 加入量的增大而减小,即饮料的稳定性随 PGA 加入量的增大而增强。但总体而言,乳化稳定剂的复合使用对饮料的稳定效果亦不及单独使用 PGA 的效果好。

表 6 专用复合乳化剂与 PGA 复合对饮料稳定性的影响

Table 6 Effects of special compound emulsifier and PGA on stability of the beverage

专用复合乳化剂/%	PGA/%	离心沉淀率/%	脂肪分布系数
0.1	0.1	0.35	1.37
	0.2	0.27	1.29
	0.3	0.16	1.20
0.2	0.1	0.32	1.38
	0.2	0.26	1.34
	0.3	0.21	1.22
0.3	0.1	0.34	1.46
	0.2	0.30	1.40
	0.3	0.18	1.21

2.6 乳化稳定剂最佳使用量

从上述结果可以看出,单独使用 PGA 对酸性红枣松仁复合蛋白饮料的稳定效果最好。将不同浓度的 PGA 加入到饮料中,确定最佳使用量(表 7)。

由表 7 可以看出,随着 PGA 加入浓度的增大,饮料的稳定性逐步增强,当 PGA 加入浓度为 0.40% 时,饮料离心沉淀率与脂肪分布系数最低,分别为 0.10% 和 1.10,饮料的稳定效果达到最好。当 PGA 加入浓度再增大时,饮料离心沉淀率与脂肪分布系数基本没有变化,对饮料的稳定效果没有影响。因此,可以确定 PGA 的最佳使用量为 0.40%。

表 7 不同浓度的 PGA 对酸性红枣松仁复合蛋白饮料稳定性的影响

Table 7 Effects of different concentrations of PGA on stability of the acidic jujube-pinenut compound protein beverage

PGA/%	离心沉淀率/%	脂肪分布系数
0.10	0.36	1.58
0.20	0.23	1.34
0.30	0.14	1.17
0.40	0.10	1.10
0.50	0.10	1.11

### 3 结论

酸性红枣松仁复合蛋白饮料的稳定性研究表明,乳化稳定剂对酸性红枣松仁复合蛋白饮料稳定性的影响非常显著。以离心沉淀率和脂肪分布系数作为测定指标,通过对单一乳化剂、复合乳化剂、专用复合乳化剂、单一稳定剂和复合稳定剂筛选的多次试验,结果表明,稳定剂 PGA 的加入浓度为 0.40% 时,酸性红枣松仁复合蛋白饮料的稳定性最佳。

### 参考文献

- [1] 张苏勤. 复方滋补大枣饮料的研制[J]. 四川食品工业科技, 1994(4): 18-19.
- [2] 许国平, 刘正魁, 王忠德. 发挥资源优势, 壮大红枣产业, 加快临县脱贫致富步伐[J]. 山西水土保持科技, 1996(3): 31-32.
- [3] 张文春, 白凡, 王玉兰, 等. 略论松树的全树利用[J]. 陕西林业科技, 1998(2): 27-30.
- [4] 张雅利. 红枣澄清汁加工工艺研究及其功能评价[D]. 西安:

陕西师范大学, 2001. 4.

- [5] 饶国华, 陈锦屏, 张京芳, 等. 松仁深加工中提高蛋白质提取率工艺研究[J]. 食品工业科技, 2002(11): 46-47.
- [6] 钟芳, 麻建国, 许时婴, 等. 松子饮料制备工艺初探[J]. 食品科学, 2001(1): 47-50.
- [7] 罗平. 饮料分析与检验[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1993.
- [8] 杨永德. 松仁乳饮料加工技术[J]. 食品工业, 1997(2): 18-19.
- [9] Ander D N, Claus C F, Peter W. Isothermal titration calorimetric procedure to determine protein-metal ion binding parameters in the presence of excess metal ion or chelator[J]. Analytical Biochemistry, 2003, 314: 227-234.
- [10] Bodil W R, Morten J B.  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Na}^{+}$  binding to high affinity sites of calcium-containing proteins measured by capillary electrophoresis[J]. Journal of Inorganic Biochemistry, 2003, 95: 113-123.
- [11] 刘福林, 杨文侠, 李应彪, 等. 植物蛋白饮料稳定性的探讨[J]. 饮料工业, 1999, 2(1): 39-41.
- [12] 刘福林. 杏仁奶生产工艺[J]. 食品科学, 1994(2): 72-73.
- [13] 熊昌绪, 刘福林. 核桃奶的研究[J]. 石河子农学院学报, 1994(3): 79-81.
- [14] 刘福林, 翟胜江, 李春, 等. 花色大豆冰淇淋的研制[J]. 石河子农学院学报, 1996(4): 51-56.
- [15] Buffo R A, Reineccius G A, Oehlert G W. Factors affecting the emulsifying and rheological properties of gum acacia in beverage emulsions[J]. Food Hydrocolloids, 2001, 15(1): 53-66.
- [16] Buffo R A, Reineccius G A, Oehlert G W. Influence of time-temperature treatments on the emulsifying properties of gum acacia in beverage emulsions[J]. Journal of Food Engineering, 2002, 51(4): 341-345.
- [17] 陈奇. 防止酸性蛋白饮料沉淀的方法[J]. 食品工业科技, 2001, 22(1): 47-49.

(上接第 169 页)

- [23] Smith W. Preparation of color improved tall oil rosin pentaerythritol esters[P]. U S Patent: 3780013, 1973-12-18.
- [24] Hollis S, Johnson R W. Stabilisation of modified rosin[P]. European Patent: 323721, 1989-07-12.
- [25] Scharrer R P F. Method for making oxidation stable light-colored glycerol ester of modified rosin[P]. U S Patent: 4447354, 1984-05-08.
- [26] 吴春华, 赵黔榕, 张加研. 浅色松香甘油酯的制备[J]. 化学通报, 2003, 66(9): 1-5.
- [27] 刘国桢, 王兴凤, 曾广建. 浅色松香酯的扩大试验与性能研究[J]. 粘接, 1994, 15(4): 19-22.
- [28] 程贤彪, 关怀民. 复合添加剂在优质松香酯生产中的应用研究[J]. 林产工业, 2000, 27(5): 16-18, 38.

- [29] 陈刚. 浅色松香酯的研究和应用[J]. 广西林业科学, 2002, 31(4): 213-214.
- [30] Shipov A G, Kramarova E. Lactam-1-acetic carbalkoxymethyl esters and method for preparing same[P]. U S Patent: 5021568, 1991-06-04.
- [31] Smith W. Production of tall oil rosin pentaerythritol esters having improved color[P]. U S Patent: 3780012, 1973-12-18.
- [32] 李连德. 浅色松香改性 301 树脂的研制[J]. 林产化工通讯, 1996, 30(6): 25-26.
- [33] 李治国. 松香改性酚醛树脂的浅色化研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2003. 15-16.
- [34] 钱惠民. 抗氧剂在涂料中的应用[J]. 中国涂料, 2000(2): 21-22.