# 乳化增稠剂的复配及其在花生酱蛋白饮料中的应用

申利娟，郑海平，朱锡忠，朱宵鹏
（浙江迪耳化工有限公司，浙江金华 321016）

**摘要：**以花生酱、奶粉、白糖等原辅料制成的花生蛋白饮料为试样，进行不同均质压力，乳化增稠剂组合试验，考察其体系的稳定性。结果表明：采用均质温度 70 ℃，均质压力 40 MPa，添加复配乳化增稠剂 0.46%（聚甘油脂肪酸酯 0.10%，硬脂酰乳酸钠 0.03%，羧甲基纤维素钠 0.03%，微晶纤维素 0.25%，卡拉胶 0.05%）时，产品的稳定效果最好。经常温贮存 6 个月观察，试样无沉淀，无明显脂肪上浮。

**关键词：**蛋白饮料；稳定性；复配乳化增稠剂；花生酱
**文章篇号：**1673-9078(2012)2-204-206

# Research on Complex Emulsifiers-thickeners and its Application in Peanut Butter Protein Milk

**SHEN Li-juan, ZHENG Hai-ping, ZHU Xi-zhong , ZHU Xiao-peng**
(Zhejiang Deyer Chemicals Co., Ltd, Jinhua 321016, China)

**Abstract:** Peanut protein milk was produced by using peanut butter, milk powder, and sugar as the main materials. The stability of the peanut protein milk was investigated after added with complex emulsifiers-thickeners and then subjected to a range of 10 to 50 MPa for homogenization. It indicated when added complex emulsifiers-thickeners 0.46% (polyglycerol esters of fatty acids 0.10%, sodium stearoyl lactylate 0.03%, CMC 0.03%,biopolymer cellulose 0.25%, k-carrageenan 0.05%), and the pressure of homogenization is 40 MPa at 70℃, its stability was satisfactory. No precipitation or obvious fat-floating of the samples were found after a 6-month constant temperature storage.

**Key Words:** protein milk; stability; complex emulsifiers-thickeners; peanut butter

花生仁含蛋白质约 26%~30%，脂肪 35%~56%，含糖量 13%~19%，是一种重要的植物蛋白食品，花生蛋白其氨基酸构成接近于动物蛋白质。据研究，用花生加工而成的花生蛋白营养液与标准酪蛋白比较，其蛋白质功效比为 1.94，蛋白质净比率为 2.59，蛋白质消化率为 88.63，生物学价值为 72.4，蛋白质净利用率为 62.3。花生还富含亚油酸、花生四烯酸等人体必需脂肪酸。花生不仅营养丰富，食用花生还具有润肺、和胃、止血、催乳和养生益寿等作用。因此，开发花生蛋白饮料是一类很有发展前途的植物蛋白饮料，也是一个值得深入探讨的重要课题。

目前国内大多数对花生蛋白饮料的研究仅限于水法制作，即花生浸泡后磨浆，再与其他原辅料调配制得，这种工艺极大地浪费了花生蛋白，造成营养的流失。而本实验采用干法制作，即花生烘烤研磨后与其他原辅料调配制得，全面的保存了花生的营养价值，口感也更好。花生酱蛋白饮料是以蛋白质、植物油、卵磷脂等成分组成的复杂乳状液，属于热力学不稳定体系，在贮存过程中，会出现脂肪上浮、顶部形成脂肪圈及蛋白质沉淀等不稳定现象，严重影响产品的质量，如何提高稳定性是花生酱蛋白饮料生产中的关键环节。本实验试图从乳化增稠剂、生产工艺两方面进行讨论，以望获得均匀稳定的产品，最终为花生酱蛋白饮料的全国性生产提供技术支持。

收稿日期：2011-11-07

作者简介：申利娟（1976-），女，工程师，研究方向为食品添加剂和精细化学品

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

花生酱，山东龙海花生制品有限公司；羧甲基纤维素钠，苏州威怡化工有限公司；卡拉胶，上海北连食品有限公司；微晶纤维素，浙江巨星生物材料有限公司；聚甘油脂肪酸酯、硬脂酰乳酸钠，浙江迪耳化工有限公司；香精，上海爱普香料香精有限公司。

电子分析天平，高剪切乳化机，高压均质机，手提式压力蒸汽消毒器，TDL80-2B 型离心沉淀器，乳化质量分析仪，721 型分光光度计。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 配方设计

花生酱 4%，白糖 4.5%，奶粉 0.5%，乙基麦芽酚 0.003%，安赛蜜 0.012%，三聚磷酸钠 0.03%，碳酸氢钠 0.02%，新西兰牛奶香精 0.01%，花生香精 0.05%，烤花生香精 0.03%，其余以水补齐。

1.2.2 工艺流程

白糖、奶粉、花生酱、乳化增稠剂→调配→过滤→板式杀菌→均质→调香→灌装→封口→灭菌→冷却→成品

1.2.3 操作要点

1.2.3.1 调配

将白糖，奶粉，乳化增稠剂干混至均匀，投入 75 ℃左右温水中，高剪切乳化 15 分钟，至完全溶解。

1.2.3.2 过滤

150 目尼龙滤布双层过滤。

1.2.3.3 板式杀菌

采用 110 ℃，5 s，短时瞬间杀菌，出料温度控制在 70 ℃。

1.2.3.4 均质

70 ℃，40 MPa，二次均质。

1.2.3.5 调香、灌装、封口

加入香精，灌装、封口。

1.2.3.6 灭菌、冷却

124 ℃，20 min 灭菌，快速冷却到 45 ℃以下。

1.2.4 正交实验方案

表1 正交实验因素水平表$L_{16}(4^5)$

**Table 1 Factors and levels of the orthogonal test $L_{16}(4^5)$**

| 水平 | 因素 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | A (聚甘油脂肪酸酯/%) | B (硬脂酰乳酸钠/%) | C (羧甲基纤维素钠/%) | D (微晶纤维素/%) | E (卡拉胶/%) |
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.08 | 0.03 | 0.01 | 0.21 | 0.03 |
| 3 | 0.09 | 0.04 | 0.02 | 0.23 | 0.04 |
| 4 | 0.10 | 0.05 | 0.03 | 0.25 | 0.05 |

1.2.5 稳定系数的测定方法

试样在 3500 r/min，离心 15 min，去上清液稀释 100 倍后，用分光光度计在 720 nm 下测定其吸光度 A2，与离心前的吸光度 A1 的比值，即为稳定系数 R（=A2/A1）。若 R≥95%，表明产品的稳定效果良好。

## 2 结果与讨论

2.1 乳化剂的选择

由于花生奶中脂肪的含量很高，蛋白质不能与脂肪形成稳定的乳化体系，使花生奶易在短期内产生脂肪上浮现象。另外，花生奶中的蛋白质在温度等其它因素的影响下，易变性，产生沉淀、凝聚、分层现象。若在花生奶中添加一定量的乳化剂，可起到一定的稳定作用。本试验分别添加蔗糖脂肪酸酯、单硬脂酸甘油酯、聚甘油脂肪酸酯、硬脂酰乳酸钠、山梨醇酐单硬脂酸酯五种常用乳化剂进行单因素删选实验，如表 2。

表2 单一乳化剂对油脂乳化效果比较

**Table 2 The emulsification effect of single emulsifier on the milk**

| 乳化剂种类 | 添加量/% | 浮层厚度/(mm, 3 d) | 组织状态 | 结果 |
|---|---|---|---|---|
| 蔗糖脂肪酸酯 | 0.15 | 2.0 | 均匀流体 | 差 |
| 单硬脂酸甘油酯 | 0.15 | 4.0 | 絮状，分层 | 很差 |
| 聚甘油脂肪酸酯 | 0.15 | 1.0 | 均匀流体 | 好 |
| 硬脂酰乳酸钠 | 0.15 | 1.5 | 均匀流体 | 较好 |
| 山梨醇酐单硬脂酸酯 | 0.15 | 2.5 | 均匀流体 | 差 |

由表 2 可知，聚甘油脂肪酸酯和硬脂酰乳酸钠乳化效果最好，其次蔗糖脂肪酸酯和山梨醇酐单硬脂酸酯，单硬脂酸甘油酯最差。本试验选用聚甘油脂肪酸酯和硬脂酰乳酸钠两种乳化剂复合使用，使之产生协同增效作用，以期获得更好的乳化效果。根据单因素实验结果，以乳化剂总添加量 0.15%的前提下，分别选择聚甘油脂肪酸酯（0.00%、0.08%、0.09%、0.10%），硬脂酰乳酸钠（0.00%、0.03%、0.04%、0.05%）四个水平，通过正交实验最终确定最佳添加量。

2.2 增稠剂的选择

根据胶体动力学理论斯托克斯定理，在体系颗粒大小、密度及介质密度恒定的条件，沉降速度仅与介质的粘度有关，粘度越大，沉降速度变小，体系稳定性就增加。因而在不影响产品口感的前提下，向体系中添加增稠剂来增加体系的粘度，使其达到更好的稳定性能。我们选用瓜尔胶、黄原胶、羧甲基纤维素钠、琼脂、微晶纤维素、卡拉胶六种增稠剂进行筛选，如表3。

表3 单一增稠剂悬浮稳定效果的比较

**Table 3 Stability effect of single thickener on the milk**

| 质量分数/% | 沉淀厚度/% | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 瓜尔胶 | 黄原胶 | 羧甲基纤维素钠 | 琼脂 | 微晶纤维素 | 卡拉胶 |
| 0.05 | 10 | 11 | 10 | 15 | 25 | 5 |
| 0.10 | 9 | 10 | 10 | 18 | 15 | 4 |
| 0.15 | 10 | 10 | 9 | 35 | 13 | 3 |
| 0.20 | 9 | 10 | 10 | 50 | 4 | 3 |
| 0.25 | 9 | 9 | 10 | 80 | 0 | 3 |

由表 3 可知，微晶纤维素和卡拉胶悬浮效果最好，其次瓜尔胶、黄原胶、羧甲基纤维素钠，琼脂导致了样品出现大量悬浮的褐色沉淀，可能跟琼脂的凝胶性

有关系，与花生蛋白产生拮抗作用，导致花生蛋白纤维凝聚。本试验最终选用羧甲基纤维素钠、微晶纤维素和卡拉胶三种增稠剂复配使用，根据表 3 单因素实验结果，分别选取羧甲基纤维素钠（0.00%，0.01%，0.02%，0.03%），微晶纤维素（0.00%，0.21%，0.23%，0.25%），卡拉胶（0.00%0.03%，0.04%，0.05%）四个水平，通过正交实验最终确定最佳添加量。

2.3 最佳乳化增稠剂的确定

通过对 A 聚甘油脂肪酸酯，B 硬脂酰乳酸钠，C 羧甲基纤维素钠，D 微晶纤维素，E 卡拉胶五种乳化增稠剂进行五因素四水平正交实验来确定最佳添加量，实验结果分析见表 4。

表4 正交实验结果分析

**Table 4 Results of the orthogonal test for the complex emulsifiers-thickeners**

| 实验号 | A | B | C | D | E | R |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 58.2 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 68.3 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 70.5 |
| 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 78.8 |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 78.5 |
| 6 | 2 | 2 | 1 | 4 | 3 | 88.3 |
| 7 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 75.5 |
| 8 | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 | 82.5 |
| 9 | 3 | 1 | 3 | 4 | 2 | 90.3 |
| 10 | 3 | 2 | 4 | 3 | 1 | 92.7 |
| 11 | 3 | 3 | 1 | 2 | 4 | 87.2 |
| 12 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 78.3 |
| 13 | 4 | 1 | 4 | 2 | 3 | 88.7 |
| 14 | 4 | 2 | 3 | 1 | 4 | 82.5 |
| 15 | 4 | 3 | 2 | 4 | 1 | 95.8 |
| 16 | 4 | 4 | 1 | 3 | 2 | 90.4 |
| K1 | 275.8 | 315.7 | 324.1 | 300.5 | 329.2 | |
| K2 | 324.8 | 337.8 | 320.9 | 326.7 | 324.5 | |
| K3 | 348.5 | 329.0 | 331.8 | 332.1 | 325.8 | |
| K4 | 363.4 | 330.0 | 335.7 | 353.2 | 333.0 | |
| 极差 | 87.6 | 22.1 | 14.8 | 52.7 | 8.5 | |
| 优水平 | A4 | B2 | C4 | D4 | E4 | |

由正交实验得出最佳乳化增稠剂组合为A4B2C4D4E4，经实验验证此配方的稳定系数 R 值为97.5%，用此配方生产的花生酱蛋白饮料在常温下放置六个月，稳定效果良好。

2.4 均质对产品稳定性影响

均质可使饮料中各种成分充分混合，同时能蛋白质颗粒和脂肪球充分细微化，以防止乳制品在长期贮存过程中因脂肪球相互碰撞而出现脂肪上浮分层现象。均质工艺的好坏不仅影响着饮料的稳定性，与此同时，均质还在相当大的程度上影响饮料的风味。根据Stokes公式，对同种植物蛋白饮料，在一定的介质粘度和密度下，沉降速度与分散质粒径成正相关，粒子直径小，沉降速度慢。均质是利用剪切力、冲击力与空穴效应，对物料进行微粒化处理的操作，其可以减小蛋白质和脂肪的尺寸，降低蛋白质重力分离和脂肪上浮作用。花生蛋白在细胞中以球形蛋白体存在，蛋白体的直径一般为2~10 μm，由其制成的花生蛋白饮料若不经过均质等微粒化处理，将很快出现重力分离作用。在试验中我们采用高压均质机进行均质，温度控制70 ℃，均质压力对产品的影响见表5。

表5 均质条件对产品稳定性的影响

**Table 5 Effect of homogenization on stability of peanut protein milk**

| 均质压力/MPa | 粒子平均直径/μm | 稳定系数 R/% |
|---|---|---|
| 10 | 0.404 | 88.2 |
| 20 | 0.293 | 90.6 |
| 30 | 0.235 | 93.5 |
| 40 | 0.201 | 98.1 |
| 50 | 0.183 | 95.2 |

样品均质后立即用乳化质量分析仪测定粒子的平均直径，然后灭菌，测稳定性。由结果可知．随着均质压力的升高。粒子的平均直径逐渐减小，乳状液的稳定性逐渐增大。当均质压力超过40 MPa时，虽然粒径进一步减小，却不利于体系的稳定。这可能是因为均质压力太大，产品的颗粒太小，粒子的布朗运动速度快，颗粒碰撞次数多，易于聚合；同时脂肪球粒径变小，表面积增大，原先的乳化膜数量不够，从而引起产品储存期间脂肪球的事后成簇或部分聚合，最终破坏脂肪球原有的合适分布状态，导致体系稳定性下降。这说明均质压力并非越大越好。所以从减少设备损耗和体系稳定性两方面考虑，选用40 MPa两次均质可达较理想的效果。

## 3 结论

本试验采用干法制作花生酱蛋白饮料，经多次实验，得出最佳复配乳化增稠剂组合：聚甘油脂肪酸酯 0.10%，硬脂酰乳酸钠 0.03%，羧甲基纤维素钠 0.03%，微晶纤维素 0.25%，卡拉胶 0.05%。并采用均质温度 70 ℃，均质压力 40 MPa，产品的稳定性最好，试样在常温下贮存 6 个月，无沉淀，脂肪上浮不明显。

## 参考文献

[1] 黄来发.食品增稠剂[M].北京:中国轻工业出版社,1999
[2] 黄来发.蛋白饮料加工工艺与配方[M].北京:中国轻工业出版社,1996
[3] 吴旭.花生奶稳定性研究[J].食品研究与开发,2010,8(31):48-51
[4] 陈复生.花生奶及其稳定性研究[J].食品工业,2000, 2:18-19
[5] 曲祖乙.食品分析与检验[M].北京:中国环境与科学出版社,2006
[6] 于丽萍.花生蛋白饮料加工技术[J].云南农业,2007,4:21
[7] 程闰达.植物蛋白饮料的稳定性研究[J].食品科学,1995,4:22-25
[8] 崔波.花生蛋白饮料的稳定性研究[J].山东轻工业学院学报,1998,1:52-55
[9] 谢放华.花生乳饮料稳定性的探讨[J].食品工业,2002,2:19-20
[10] 项惠丹,许时婴.花生蛋白饮料的研制[J].食品工业科技,2009,3:159-162
[11] 杨政水,黄静.花生乳及其稳定性的研究[J].贵州农业科学,1998,26(5):47-50
[12] 任亚梅.花生牛乳稳定性研究[J].西北农林大学科技学报,2005,33(12):159-162
[13] 周晓云.花生蛋白奶的乳化稳定性及感观方差分析[J].食品与发酵工业,1995,1:18-24
[14] 黄雪松.几种稳定剂对花生乳稳定性的影响[J].食品科学,1995,7:28-30
[15] 余权,赵强忠,赵谋明.乳化剂的复配比例和用量对花生乳稳定性影响的研究[J].现代食品科技,2009,25(8): 903- 906
[16] 阎杰.稳定型花生酱的研制[J].食品与发酵工业，2005,12(6):140-143
[17] 陈敢,马世.花生核桃乳稳定性研究[J].中国乳品工业,2000,28(3):11-13
[18] 陈杰,徐鹤龙等.稳定剂对花生蛋白饮料的影响[J].广东农业科学,2008,26(10):17-20
[19] 王琳,赵强忠,赵谋明.黄原胶魔芋胶复配对花生乳稳定性影响的研究[J].食品与发酵工业,2009,26(3):165-168
[20] 晏志云,赵容钟,周雪松,胶体对花生乳稳定性的影响[J].现代食品科技,2008,24(06):517-520

现代食品科技