

司俊玲,李 红,申瑞玲,等. 几种稳定剂对全营养餐奶的稳定性[J]. 江苏农业科学,2014,42(10):238-240.

# 几种稳定剂对全营养餐奶的稳定性

司俊玲,李 红,申瑞玲,郑坚强

(郑州轻工业学院食品与生物工程学院,河南郑州 45001)

**摘要:**研究了全营养餐奶的稳定性,采用通用旋转方法设计,研究结果表明稳定剂的添加量分别是 0.031% 黄原胶、0.069% 瓜尔胶、0.051% 卡拉胶,全营养餐奶产品沉淀量最低为 0.826%,产品的稳定性达到要求。黄原胶、卡拉胶起极显著稳定作用;黄原胶与瓜尔豆胶对全营养餐奶的稳定性有一定的协同交互效果。

**关键词:**全营养餐奶;稳定性;沉淀率

**中图分类号:** TS275.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)10-0238-03

谷物餐奶因其营养全面、口感细腻,适合我国消费者的健康需求,是受大众喜爱的一种新型饮料,但这类饮料中含有分子量比较大的淀粉和蛋白质等物质,这些物质分子结构比较复杂,制得的营养餐奶饮料是热力学不稳定的悬浮胶体溶胶体系,产品容易发生胶凝结块和沉淀分层,严重制约了我国特色谷物餐奶制品的发展<sup>[1-2]</sup>。本研究选择安全性高的食品稳定剂,进行 3 因子 2 次通用旋转试验设计,探讨解决谷物餐奶稳定性的胶体种类及剂量,使产品的稳定性能够达到食品饮料的国家指标。本试验选择的“沁州黄”小米谷香味浓,可溶性糖、粗纤维等含量均优于普通小米。中医认为,常食“沁州黄”小米可治疗脾胃虚弱、反胃呕吐、腹泻等病症,并具有养阴、壮阳、清热、利尿等功效,对高血压有一定的预防和抑制作用<sup>[3-4]</sup>。

收稿日期:2013-12-14

基金项目:河南省郑州市科技攻关项目(编号:20130907)。

作者简介:司俊玲(1976—),女,山西孝义人,硕士,副教授,主要研究方向为谷物杂粮综合开发。E-mail:jlsj76@126.com。

应用于蓝莓复合饮料配方设计及优化,值得在食品研究中推广应用。本试验用混料设计对蓝莓复合饮料配方进行优化,获得了蓝莓复合饮料的最优配方为 31.30% 蓝莓汁、13.29% 梨汁、7.95% 果葡糖浆和 47.46% 饮用水。

## 参考文献:

- [1] Del Bo C, Riso P, Campolo J, et al. A single portion of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) improves protection against DNA damage but not vascular function in healthy male volunteers[J]. Nutrition Research, 2013, 33(3): 220-227.
- [2] Barba F J, Jäger H, Meneses N, et al. Evaluation of quality changes of blueberry juice during refrigerated storage after high-pressure and pulsed electric fields processing[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2012, 14: 18-24.
- [3] 徐 云,徐 建,王婷婷,等. 功能性保健食品蓝莓的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2013, 34(6): 132-134.
- [4] 张学宁,高志华,刘庆忠,等. 蓝莓花色苷提取工艺的优化研究[J]. 河北工业科技, 2013, 30(2): 66-72, 96.

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

小米为山西长治“沁州黄”,颗粒小、金黄色、无霉变、无虫蛀。鲜奶来自河南农业大学牧站,试验当天鲜奶。稳定剂是黄原胶、瓜尔豆胶、卡拉胶,均为食品级添加剂。

### 1.2 仪器设备

9N-50 型牛乳分离机, SHP-60-60 型均质机, 80 型胶体磨, 丹麦-104 型红外乳品分析仪, 离心机。

### 1.3 试验方法

1.3.1 全营养餐奶的制备 参照文献[5]制备全营养餐奶。

#### 1.3.1.1 制备工艺

小米→净化→熟化→磨浆 } 调配→杀菌→冷却→均质→冷  
鲜牛奶→净化→标准化 } 却→无菌包装。

1.3.1.2 全营养餐奶的配比 小米熟化液(小米:水=1:9)25%, 鲜奶 75%。

1.3.2 全营养餐奶复合稳定剂的试验设计 采用 3 因子 2 次通用旋转组合设计(表 1)。试验指标采用离心沉淀率(Z

[5] 靳君华. 蓝莓提取物对人结肠癌细胞的体外抑制作用及机制研究[J]. 中国医药导报, 2013, 10(4): 14-16.

[6] 常福兰, 郑婉霞, 汉 翠. 蓝莓的生物学特性和保健作用及市场前景[J]. 黑龙江农业科学, 2013(2): 160-161.

[7] Scheffe H. Experiments with mixtures[J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1958, 20: 344-360.

[8] 杨 德. 试验设计与分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.

[9] Karaman S, Yilmaz M T, Kayacier A. Simplex lattice mixture design approach on the rheological behavior of glucomannan based salep-honey drink mixtures; an optimization study based on the sensory properties[J]. Food Hydrocolloids, 2011, 25(5): 1319-1326.

[10] 骆海平, 吴胜旭, 徐 勇, 等. 采用混料设计优化保健型餐桌代糖的配方研究[J]. 现代食品科技, 2012, 28(3): 316-318.

[11] 张建军, 付建武, 刘法锦. 混料设计优化复方双梅含片处方[J]. 中成药, 2011, 33(11): 1908-1911.

[12] 张国楨, 孙丙寅, 黄占斌, 等. 混料设计在花椒肥试验研究中的应用[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2003, 31(6): 135-138.

值)。沉淀离心率越小,产品越稳定,稳定性效果越好。稳定剂选用食品奶饮料中常用的黄原胶、瓜尔豆胶和卡拉胶等稳定剂。

1.3.3 稳定性指标测定方法

1.3.3.1 感官评价 依据组织状态、口感、风味对谷物餐奶进行分级评价(表 2)。

1.3.3.2 采用离心分离的方法测沉淀含量 测沉淀离心条件:离心转速为 3 500 r/min,时间 10 min。沉淀量占总量的百

表 1 全营养餐奶稳定剂因素水平编码

编码值	$x_1$ (黄原胶) (%)	$x_2$ (瓜尔豆胶) (%)	$x_3$ (卡拉胶) (%)
+1.682	0.047	0.094	0.067
+1	0.040	0.080	0.060
0	0.030	0.060	0.050
-1	0.020	0.040	0.040
-1.682	0.013	0.026	0.033

表 2 评分标准

项目	组织状态(30 分)	口感(10 分)	风味(10 分)
1 级	无分层,均匀,黏稠度适中,颜色为乳白色或略带微黄色(25~30 分)	口感细腻,无淀粉味(9~10 分)	有浓郁的鲜奶味,且略带小米香味(9~10 分)
2 级	无分层,均匀,黏稠度适中,颜色黄色较重(20~25 分)	口感细腻,略有淀粉味(7~9 分)	有浓郁的鲜奶味,无小米香味(7~9 分)
3 级	有分层,不均匀,颜色太黄(0~20 分)	口感细腻,有淀粉味(0~6 分)	无鲜奶味,小米味较重(0~6 分)

分比即是离心沉淀率。离心分离沉淀率换算为评分的方法:在 1.0%~2.0%,记分 95~55(变化 0.1 百分点为 4 分);2.0%~3.0%,记分 54~25(变化 0.1 百分点为 2 分)。

2 结果与分析

2.1 全营养餐奶沉淀稳定性模型的建立与统计分析

黄原胶、瓜尔豆胶、卡拉胶 3 种稳定剂分别用  $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$  表示,试验结果见表 3。

表 3 3 因子 2 次通用旋转设计的试验结果

试验号	$x_1$	$x_2$	$x_3$	离心沉淀率 (%)
1	1	1	1	6.39
2	1	1	-1	4.22
3	1	-1	1	8.51
4	1	-1	-1	5.89
5	-1	1	1	5.60
6	-1	1	-1	4.42
7	-1	-1	1	5.19
8	-1	-1	-1	2.40
9	+1.682	0	0	6.87
10	-1.682	0	0	3.17
11	0	+1.682	0	7.61
12	0	-1.682	0	4.37
13	0	0	+1.682	5.19
14	0	0	-1.682	2.84
15	0	0	0	1.19
16	0	0	0	2.27
17	0	0	0	1.39
18	0	0	0	1.37
19	0	0	0	1.11
20	0	0	0	1.03

$z$  值为离心沉淀率的平均值。用统计软件 WHG52 对表中的数据进行处理,结果见表 4。

从表 4 数据可以得出,以 3 种稳定剂编码值为自变量的回归方程:

$$z = 1.434 + 1.279x_1^2 + 1.715x_2^2 + 0.938x_3^2 - 0.764x_1x_2 + 0.104x_1x_3 - 0.251x_2x_3 + 0.999x_1 + 0.297x_2 + 0.921x_3。$$

表 4 多元回归分析系数检验

回归系数	取值	$F$ 值
$B_1$	0.999	21.776 **
$B_2$	0.297	1.920
$B_3$	0.921	18.478 **
$B_{12}$	-0.764	7.451 *
$B_{13}$	0.104	0.137
$B_{23}$	-0.251	0.806
$B_{11}$	1.279	37.630 **
$B_{22}$	1.715	67.715 **
$B_{33}$	0.938	20.230 **

注: \* 表示  $F_{0.05}$  水平显著, \*\* 表示  $F_{0.01}$  水平显著;  
 $F_{0.05}(1,10) = 4.96$ ;  $F_{0.01}(1,10) = 10。$

对方程进行 2 次  $F$  检验,失拟检验  $F_1 = 4.932 < F_{0.05}(1,10) = 4.96$ ,差异不显著,说明在试验条件下,此回归模型能够反映试验中 3 种添加剂对全营养谷物餐奶起稳定作用的情况。回归方程拟和检验  $F_2 = 17.474 ** > F_{0.01}(1,10) = 10.0$ ,差异极显著,复相关系数  $R = 0.996$ ,反映此回归方程对解决该产品的稳定性有指导意义。从回归方程看出,3 个一次项回归系数绝对值的大小依次是  $B_1 > B_3 > B_2$ ,表明黄原胶( $x_1$ )对解决产品沉淀的作用最大,其次是卡拉胶( $x_3$ ),影响最小的是瓜尔豆胶( $x_2$ )。通过对偏回归系数进行  $F$  检验可知,黄原胶( $F_{B1} = 21.766 ** > F_{0.01} = 10.0$ )、卡拉胶( $F_{B3} = 18.478 ** > F_{0.01} = 10.0$ )对产品的稳定效果影响显著,瓜尔豆胶对产品的稳定效果影响不显著。黄原胶与卡拉胶之间存在显著交互效应( $F_{B12} = 7.451 ** > F_{0.05} = 4.96$ ),其他的交互效应不显著。

2.2 单因子效应分析

采用降维分析法,将其他因子固定在零水平,分别描述单因子变动时对稳定性效果的影响,3 个因子的单效应方程:  
 $z_1 = 1.434 + 0.999x_1 + 1.279x_1^2$ ;  $z_2 = 1.434 + 0.297x_2 + 1.715x_2^2$ ;  $z_3 = 1.434 + 0.921x_3 + 0.938x_3^2$ 。根据以上方程作图,可以得到单因子效应曲线(图 1)。

从图 1 可看出,3 因素在编码值  $-1.682 < x < 0$  范围内,随着添加量的增加,沉淀率( $z$ 值)减小,且减小速率明显;3

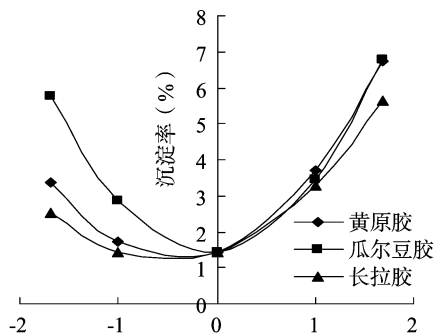


图1 单因子效应分析

因素在  $0 < x < 1.682$  范围内,随着添加量的增大,沉淀率增加,增大速率接近,趋势明显。

### 2.3 边际效应分析

将单因子效应方程本身求一阶偏导数,得到单因子边际效应方程:  $dz/dx_1 = 0.999 + 2.558x_1$ ;  $dz/dx_2 = 0.297 + 3.431x_2$ ;  $dz/dx_3 = 0.921 + 1.875x_3$ 。单因子边际效应方程反映了  $z$  值(沉淀率)随各因子加入水平的变化而变化的速率。将单因子边际效应方程作曲线得到边际效应曲线(图2)。

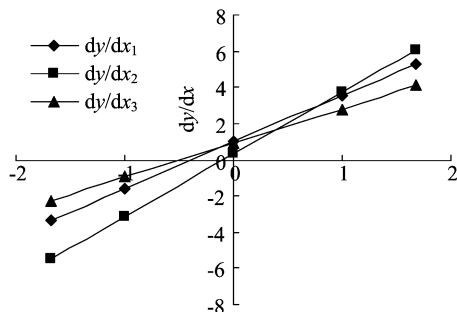


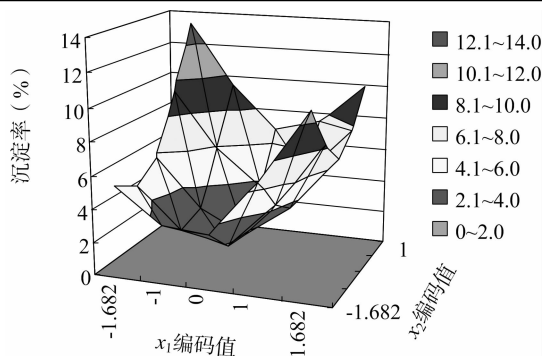
图2 边际效应值分析

从图2可看出,3因素在编码值  $-1.682 < x < 0$  范围内,随着添加量的增加,沉淀率呈减小趋势;3因素在编码值  $0 < x < 1.682$  范围内,随着添加量的增加,沉淀率增加。

### 2.4 交互效应分析

由回归方程的偏回归系数显著性检验可知,黄原胶与瓜尔豆胶之间有显著的交互效应( $P < 0.05$ ),而其他之间的交互效应不显著。采用降维法分析黄原胶与瓜尔豆胶之间的交互效应,固定另外1因素为零水平,交互效应方程:  $z_{12} = 1.434 + 0.999x_1 + 0.297x_2 - 0.764x_1x_2 + 1.279x_1^2 + 1.715x_2^2$ 。对交互作用方程作图,所得的交互作用曲线见图3。

在  $x_1$ 、 $x_2$  交互作用曲线中,当黄原胶处于编码值(0,1.682)时,沉淀率随着瓜尔豆胶的编码值水平的降低而降低;当瓜尔豆胶处于低编码值(-1.682,0)时,沉淀率随着黄原胶(1.682,0)的编码值水平的降低而降低,2因子同时交互作用达到最大。二者呈协同增效作用,当2因子同时处于低编码值时,沉淀率最小,在实际应用中,为了充分发挥它们之间的协同作用,适度降低卡拉胶和黄原胶的添加量,从而可提高谷物餐奶的稳定性,减少沉淀的产生。

图3  $x_1$ 和 $x_2$ 的交互作用分析

## 3 讨论

引起谷物餐奶沉淀的主要原因是全营养餐奶中含有的淀粉,淀粉颗粒经磨浆和均质后,粒径约为0.002 mm,人的口腔感觉不到颗粒感。稳定剂能够使淀粉颗粒均匀地分散在牛乳中,起到稳定效果。这3种稳定剂分子中含有易产生水化作用的亲水基团,具有胶体物质的特性,能够形成相对稳定的均匀分散体系。试验中,黄原胶溶液分子能够形成螺旋状共聚体,形成类胶状的网状结构,从而维持淀粉颗粒和蛋白质的悬浮形态,发挥乳化稳定作用。瓜尔胶有增稠、稳定效果,并使产品具有滑腻的口感<sup>[6-7]</sup>,常用于液态乳制品中,改善产品感官质量。

## 4 结论

按照设计原理,对试验结果进行分析,得到3个编码值均为负值,因此得到沉淀率( $z$ 值)最低时,稳定剂的最佳配比。稳定剂添加量的编码值分别为:  $x_1 = -0.519$ ;  $x_2 = -0.317$ ;  $x_3 = -0.501$ ,沉淀率  $z = 0.826\%$ 。将编码值换算为实际添加量,3种稳定剂最佳添加量为:黄原胶0.031%,瓜尔豆胶0.039%,卡拉胶0.051%。按此添加量生产的谷物餐奶,在加工和货架期间不会发生分层和沉淀现象,产品的稳定性达到最佳,符合液态食品的稳定性要求。

## 参考文献:

- [1]周昇昇,赵玉生. 我国杂粮深加工初探[J]. 粮食与食品工业, 2005,12(5):6-8.
- [2]陆红梅. 我国杂粮加工制品的发展现状及趋势[J]. 中国食物与营养,2012,18(1):20-21.
- [3]张超,张晖,李冀新. 小米的营养以及应用研究进展[J]. 中国粮油学报,2007,22(1):51-55,78.
- [4]郭文华. 谷之爱——“沁州黄”精华的承载者[J]. 农产品加工, 2012(2):60-61.
- [5]郑坚强,司俊玲. 餐奶的研制[J]. 食品工业科技,2003,24(10):116-117.
- [6]黄来发. 食品增稠剂[M]. 北京:中国轻工业出版社,2000.
- [7]陈正行,狄济乐. 食品添加剂新产品与新技术[M]. 南京:江苏科学技术出版社,2002.