

# 采用混料设计优化保健型餐桌代糖的配方研究

骆海平, 吴胜旭, 徐勇, 寇秀颖

(广东省食品工业研究所, 广东广州 510308)

**摘要:** 以感官指标为主要评价指标, 采用混料设计法优化以三氯蔗糖为主甜味剂, 葡萄糖、木糖醇、麦芽糊精为主要填充料的保健型复合餐桌代糖的配方。最佳配方为: 葡萄糖的添加水平为 21.3%、木糖醇为 23.3%、麦芽糊精为 55.4%。感官评价得分为 4.66。

**关键词:** 混料设计; 保健餐桌代糖; 配方

文章编号: 1673-9078(2012)3-316-318

## Optimization of the Formula of Healthy Sugar Substitute using Mixture Design

LUO Hai-ping, WU Sheng-xu, XU Yong, KOU Xiu-ying

(Guangdong Food Industry Institute, Guangzhou 510308, China)

**Abstract:** In this paper, sensory evaluation was used for optimization of formula of a healthy sugar substitute by mixture design model. The best formula was determined as: glucose (21.3%), xylitol (23.3%), maltodextrin (55.4%). The sensory score was 4.66.

**Key words:** mixture design; healthy sugar substitute; ingredient

甜味给人美好的味觉感受, 但人体摄入过多的糖产生的热量容易引起肥胖。因此寻求具有保健功能的糖类替代品变得极有意义。木糖醇是一种在自然界植物资源中广泛存在的天然物质, 但含量较低<sup>[1]</sup>。木糖醇是一种功能性甜味剂, 甜度与蔗糖相近, 与其他糖醇相比较, 具有防龋齿、改善糖尿病患者病情、消除血酮症、改善肝功能等特殊功效<sup>[2]</sup>。三氯蔗糖不但是一种新型的高倍甜味剂, 而且具有不易被消化吸收、产热量低、无致龋齿性等优点<sup>[3]</sup>。但因其甜度高, 加入到个人食用的牛奶, 咖啡, 豆浆, 凉茶等当中增加甜味, 使用量非常小, 不方便添加。因此, 以三氯蔗糖为主要甜味剂, 木糖醇和无水葡萄糖与麦芽糊精作为配料, 制备一种保健型的既能满足广大消费者对甜味需求且低能量的复合餐桌代糖具有重要的意义。

混料设计是研究包含多种成分产品的一种响应曲面试验类型。目前, 混料试验设计已广泛应用于建筑业<sup>[4]</sup>、农业<sup>[5]</sup>、食品工业中<sup>[6]</sup>。该实验采用混料试验设计中的单纯形质心方法对餐桌代糖的配方进行设计, 通过分析试验结果建立回归方程, 考察各组分对感官评价的影响, 以感官评价结果为评价指标, 并进行优

收稿日期: 2011-10-29

基金简介: 广州市番禺区科技计划项目 (2010-Z-16-1)

作者简介: 骆海平 (1981-), 男, 助理工程师, 研发工程师, 研究方向为食品工程

通讯作者: 徐勇 (1971-), 男, 高级工程师, 总工程师, 研究方向为食品工程

化, 探讨复配配方优化的新方法。

### 1 材料与方法

#### 1.1 原料与设备

三氯蔗糖, 广东广业清怡食品科技有限公司; 无水葡萄糖, 江西金碧源实业有限责任公司; 麦芽糊精, 孟州市鑫源有限责任公司; 木糖醇, 唐传生物科技(厦门)有限公司。

V型混合机, 温州市工业科学研究所实验二厂; 槽型混合机, 广州佳辉机械有限公司; 摇摆颗粒机, 广东新联合包装食品机械有限公司; 智能烤箱, 北京普照机械有限公司; 包装机, 广州鑫友包装机械有限公司。

#### 1.2 配方确定

##### 1.2.1 产品的配制

取一定量的无水葡萄糖, 木糖醇, 麦芽糊精配成总量为 100 份的配料, 加入质量为上述三种配料 1% 的三氯蔗糖, 混匀后取其中 1 g, 即为成品。

##### 1.2.2 感官评价

取按照比例调配好的糖各 1 g, 溶解到 100 mL 的纯净水中, 由 5 人品尝, 口感最好的评 5 分, 递减, 最差的评 1 分, 取平均分为其最后得分。

##### 1.2.3 D-最优混料试验设计

复合餐桌代糖的复配配方采用 D-最优混料试验设计 (D-optimal), 实验辅助软件为 Design Expert

(version 7.1.3)。以葡萄糖、和木糖醇的添加量为考察变量。总量设定为 1 克。而物质的添加量百分比范围为葡萄糖 A (10~30%)，木糖醇 B (10~30%)，麦芽糊精 C (40~60%)，感官评定值 R 作为响应值，实验结果见表 1。

## 2 结果与分析

### 2.1 回归模型的建立

利用统计软件 Design Expert 来进行试验设计, 所得实验结果见表 1。

表 1 实验结果

Table 1 The result of the experiments

试验号	A	B	C	R 预测值	R 实际值
1	30	30	40	2.1	2.3
2	20.3	19.7	60	4.2	4.2
3	30	30	40	2.0	1.5
4	15.8	30	54.2	3.4	3.5
5	30	20	50	3.2	2.7
6	30	10	60	1.5	1.5
7	10	30	60	1.7	1.9
8	27	16	57	2.9	3.5
9	20	30	50	3.5	4.0
10	27	27	46	3.9	3.4
11	30	10	60	2.0	2.0
12	30	20	50	3.6	4.0
13	10	30	60	2.0	1.4
14	16	26	58	4.6	4.0
15	23	23	54	5.0	4.4
16	20	20	60	3.9	4.2

### 2.2 建立模型

表 2 回归方程的方差分析结果

Table 2 AVON results of the regression equation

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	Prob>F	显著性
模型	20.83	5	4.17	11.20	0.0008	**
线性指标	0.55	2	0.27	0.73	0.5040	
AB	12.28	1	12.28	33.01	0.0002	**
AC	8.16	1	8.16	21.95	0.0009	**
BC	1.96	1	1.96	5.26	0.0448	*
残差	3.72	10	0.37			
失拟值	1.98	5	0.40	1.14	0.4455	
Cor Total	24.55	15				

利用 Design Expert 软件对表 1 试验数据进行了回归拟合分析，得一次交互回归方程模型为： $R = -1.41274A - 0.59812B - 0.17446C + 0.02785AB + 0.025113AC + 0.011402BC$ 。

从该模型的方差分析可见， $P < 0.001$ ，试验所选用的模型具有高度的显著性，失拟项在  $p = 0.05$  水平上不显著，因此该模型的拟合程度较好，所以可以用此模型来确定复合餐桌代糖的配方。

由回归方程可知，三个二次项的系数为正数，说明该三项对感官评价起着贡献性作用，由表 2 可以看出，该 3 个二次项的交互作用都较为显著。其中回归系数绝对值的大小依次为  $AB > AC > BC$ 。这说明，在复合配方中，葡萄糖和木糖醇的复配口感所起的贡献作用最强，葡萄糖和麦芽糊精的复配对口感所起的贡献作用次之，木糖醇和麦芽糊精的复配对口感所起的贡献作用最弱。

### 2.3 交互因子分析

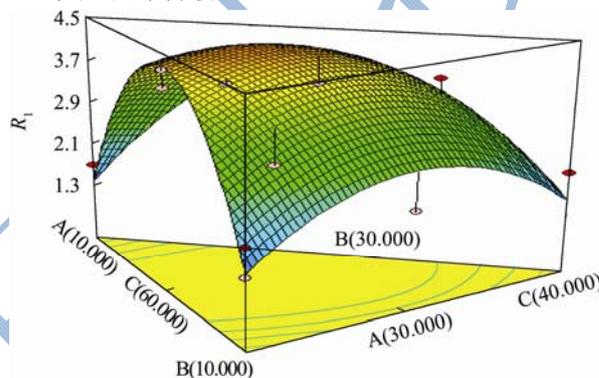


图 1 A (葡萄糖) 与 B (木糖醇) 交互作用

Fig.1 The interaction effect of factor A and factor B

回归方程的方差分析结果看出，葡萄糖与木糖醇两者增效作用显著 ( $p < 0.01$ )，两者的复配对感官评分有着很好的协同增效作用。木糖醇具有清凉感无杂味，一般都具有较好的口感<sup>[7]</sup>。另外具有和蔗糖相似的口感这也决定了能与葡萄糖起一定的复配作用。

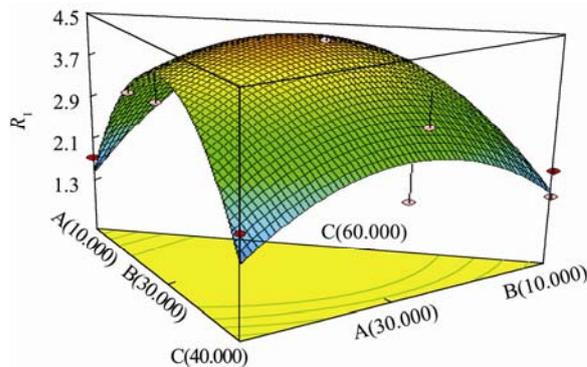


图 2 A (葡萄糖) 与 C (麦芽糊精) 交互作用

Fig.2 The interaction effect of factor A and factor C

回归方程的方差分析结果看出，葡萄糖与麦芽糊精两者增效作用显著 ( $p < 0.01$ )，两者的复配对感官评分有着很好的协同增效作用。其中麦芽糊精起到增稠和乳化效果，能够赋予所添加的产品细腻的口感<sup>[8]</sup>。但是麦芽糊精同时具有一定的减少甜度的效果，因此，

必须控制其添加量以免对抵消部分甜味剂产生的甜味。

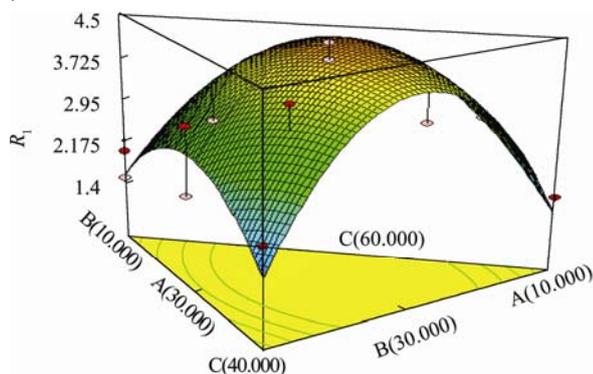


图3 B(木糖醇)与C(麦芽糊精)交互作用

Fig.3 The interaction effect of factor B and factor C

回归方程的方差分析结果看出,木糖醇与麦芽糊精两者增效作用显著( $p < 0.05$ ),木糖醇和麦芽糊精都有一定改善口感的效果,同时麦芽糊精添加后不掩盖其他原料的风味<sup>[9,10]</sup>,两者的复配从一定程度上能够发挥各自的优点,赋予产品清凉感和一定的增稠效果。

#### 2.4 最优配方的确定

对设计的试验结果进行分析,可以得到当葡萄糖的添加水平为 21.3%、木糖醇为 23.3%、麦芽糊精为 55.4%时,感观分值最高。将其代入方程得出该添加水平下感观评价分值为 4.5,而三次平行试验结果为 4.66,两者之间较为吻合。因此可以作为添加配方。

### 3 结论

采用混料设计法对餐桌代糖的配方对口感的影响进行回归分析回归可得方程:

$$R = -1.41274A - 0.59812B - 0.17446C + 0.02785AB + 0.025113AC + 0.011402BC。$$

由 D-最优试验设计结果可知,三种物质同时应用时,两两之间都存在着显著的增效作用。同时得出三者的最佳配方为:葡萄糖的添加水平为 21.3%、木糖醇为 23.3%、麦芽糊精为 55.4%。

#### 参考文献

- [1] 尤新.木糖醇的功能及其食品应用[J].精细与专用化学品, 2009,17(16):13-15
- [2] 尤新.木糖醇作为食糖替代品的特性及应用[J].中国食品添加剂,2004,12:3-5
- [3] 施雅梅.三氯蔗糖在食品加工中的应用及测定方法的研究概况[J].农产品加工, 2007, 12: 80-82
- [4] 唐明,尹国英.低熟料掺量土壤固化剂三元混料系统的优化设计[J].沈阳建筑大学学报, 2010, 6: 419-422
- [5] 王小利,周建斌.控释氮肥养分控释效果及合理实施研究[J].植物营养与肥料学报,2003,9:390-395
- [6] 林增祥,张红漫,严立石,等.混料试验设计在纤维素酶复配中的应用研究[J].食品科学,2009,30(15):169-171
- [7] 宫春波,于翠芳,张永翠.功能性甜味剂-木糖醇的性质及其应用研究[J].中国食品添加剂,2003,5:83-86
- [8] 刘文慧,王颖,王静,等.麦芽糊精在食品工业中的应用现状[J].中国食品添加剂,2007,2:183-186
- [9] 蒋继丰,吴红艳.麦芽糊精在食品中的应用[J].高师理科学刊,2002,3:72-74
- [10] 王琦,殷建忠,张雪辉,等.荷叶固体饮料的研制[J].现代食品科技,2011,27(2):553-554