

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2013)02-0106-06

食品加工

# 马铃薯饮料配方的优化研究

刘振宇, 胡林双\*, 刘尚武, 王绍鹏, 李勇

(黑龙江省农业科学院植物脱毒苗木研究所, 黑龙江 哈尔滨 150001)

**摘要:** 本文采用单纯形格子法对马铃薯饮料配方进行研究, 以沉淀率和感官评价为指标, 确定了最适宜的马铃薯饮料配方。结果表明, 羧甲基纤维素钠对饮料的稳定性影响最大, 黄原胶对饮料口味起到重要作用。综合考虑成本与工艺要求等问题, 确定马铃薯饮料配方为: 主料 82.6%, 椰粉 7.0%, 黄原胶 0.1%, 羧甲基纤维素钠 0.2%, 单甘脂 0.1%, 白砂糖 10.0%。在该条件下制备的饮料的沉淀率和感官评价分别为 2.07% 和 92.12%, 与理论预测值的相对误差均在  $\pm 1\%$  以内, 说明利用该方法建立的模型在实践中进行预测是可行的。

**关键词:** 马铃薯; 饮料配方; 单纯形格子法

## Optimization for Beverage Formula of Potato

LIU Zhenyu, HU Linshuang\*, LIU Shangwu, WANG Shaopeng, LI Yong

(Virus-free Seedling Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150001, China)

**Abstract:** Simplex Lattice design was used to optimize the formula of potato beverage in this study. In the experiment, the optimum technology parameters were defined with the indexes, deposition rate and sensory evaluation. The results showed that sodium carboxymethylcellulose determined the stability of the juice, and xanthan gum affected the sensory flavor. By comprehensive consideration of production cost and technological requirements, the definitive formula for the curing formula of potato beverage was: major ingredient 82.6%, coconut powder 7.0%, xanthan gum 0.1%, sodium carboxymethylcellulose 0.2%, glycerol monostearin 0.1%, and white sugar 10.0%. Under these conditions, the deposition rate and sensory evaluation were 2.07% and 92.12%, respectively. The relative error of obtained results was within  $\pm 1\%$  compared with theoretical prediction, indicating that the established model is effective in practice.

**Key Words:** potato; beverage formula; simplex lattice

马铃薯作为我国主要食用作物之一, 是一种低热量、高蛋白、含多种维生素和矿物质元素的食物。不仅营养价值高, 还具有一定的保健价值, 可以预防和治疗胃溃疡、慢性胃炎等疾病<sup>[1]</sup>。我国拥有丰富的马铃薯资源, 但加工利用较少, 且马铃薯深加工产品单一<sup>[2]</sup>。因此合理开发马铃薯资源, 利用其营养价值和保健价值, 具有十分重要的意义及开发应用前景。

马铃薯饮料是用新鲜马铃薯加工调配而成, 它

是以水为分散质, 以蛋白质、脂类为分散相的宏观分散体系, 呈乳状, 既有蛋白质形成的悬浊液, 又有脂肪形成的乳浊液, 还有糖、盐等物质形成的真溶液, 是一种复杂不稳定的体系<sup>[3]</sup>。目前国内有关马铃薯饮料的研究较少, 陈健初等<sup>[4]</sup>首先对马铃薯乳酸发酵饮料进行研究, 杨玉玲<sup>[5]</sup>研究确定了马铃薯酸奶的加工工艺和配方, 韩占江等<sup>[6]</sup>研制了马铃薯奶饮料, 并对其制作工艺进行了优化。

本研究以马铃薯为主要原料, 通过单纯形格子

收稿日期: 2013-02-10

基金项目: 十二五国家科技支撑计划支持(2012BAD06B02)。

作者简介: 刘振宇(1985-), 男, 研究实习员, 硕士, 主要从事食品科学研究。

\*通信作者(Corresponding author): 胡林双, 研究方向为马铃薯栽培生理和食品加工, E-mail: hulinshuang@126.com。

法, 加以适当的食品稳定剂, 研制马铃薯饮料, 旨在解决马铃薯饮料的稳定性问题, 为马铃薯深加工产品的开发提供一种新的途径。

## 1 材料与方

### 1.1 材料与试剂

马铃薯品种为‘早大白’(由黑龙江农业科学院植物脱毒苗木研究所提供)。

供试试剂为黄原胶(哈尔滨市亿人食品添加剂技术部); 单甘脂(哈尔滨市亿人食品添加剂技术部); 羧甲基纤维素钠(哈尔滨市亿人食品添加剂技术部); 白砂糖(博城北方糖业有限公司); 椰粉(文昌市春光食品有限公司)。

### 1.2 主要仪器

恒温水浴锅(郑州长城科工贸有限公司); 高压灭菌锅(上海基汇科技有限公司); 电磁炉(佛山富市宝电器科技股份有限公司); 搅拌机(飞利浦电子香

港有限公司); 试验用高压均质机(上海融合机械设备有限公司); 低温高速离心机(日本日立公司); 试验胶体磨(廊坊廊通机械有限公司)。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 马铃薯饮料加工工艺流程

马铃薯 → 清洗 → 去皮 → 预煮(100℃, 35 min) → 调配 → 搅拌 → 糊化(90℃, 60 min) → 打浆(3次) → 均质(20 MPa, 20 min) → 高压高温灭菌 → 成品。

#### 1.3.2 检测项目及方法

##### (1) 感官评价

将产品随机编成密码, 然后邀请 10 名有品尝经验的专业人员进行品尝, 按照感官评价标准(参考邓放明等<sup>[7]</sup>的感官评价标准, 略作改动)(表 1)进行评定, 然后统计色泽(30%)、形态(20%)、风味(30%)、香气(20%)的总分, 即为感官指标得分。

表 1 马铃薯饮料感官评价标准

Table 1 Standard of sensory evaluation for potato beverage

项目 Item	评分标准 Evaluation standard		
色泽(满分为 30 分) Color (full score 30 points)	呈乳白色 25~30	淡黄色 20~24	黄褐色 < 20
香气(满分为 20 分) Aroma (full score 20 points)	具有香味 19~20	稍具有香味 14~16	无香味 < 14
风味(满分为 30 分) Flavor (full score 30 points)	风味适当, 无异味 25~30	稍具风味味, 无异味 20~24	味淡, 无风味 < 20
形态(满分为 20 分) Kenel(full score 20 points)	均匀稳定, 无沉淀, 流动性好 18~20	稍有沉淀, 较均匀稳定, 流动性差 14~16	有分层现象, 流动性差 < 14

##### (2) 稳定性的测定

在离心管中, 准确加入配置好的饮料样品 10 mL, 然后在 3 000 r/min 离心机中离心 15 min, 测定顶部浮层厚度; 再弃去上部溶液, 称量底部沉淀重量, 利用下式计算沉淀物含量<sup>[6]</sup>。

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

#### 1.3.3 试验设计

根据单纯形格子法设计试验<sup>[8]</sup>, 采用 Design Expert 7.1.3 软件中 D-optimal 进行试验设计, 以  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_6$  分别代表主料(马铃薯和水按 1:9 的比例混合)、椰粉、黄原胶、羧甲基纤维素钠、单甘脂和白砂糖, 以沉淀率和感官评价为马铃薯饮料

品质的评价指标。按照五因子二阶数单纯形格子点集进行试验。本试验所采用的回归方程为:

$$Y = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + a_5X_5 + a_6X_6 + a_{12}X_1X_2 + a_{13}X_1X_3 + a_{14}X_1X_4 + a_{15}X_1X_5 + a_{16}X_1X_6 + a_{23}X_2X_3 + a_{24}X_2X_4 + a_{25}X_2X_5 + a_{26}X_2X_6 + a_{34}X_3X_4 + a_{35}X_3X_5 + a_{36}X_3X_6 + a_{45}X_4X_5 + a_{46}X_4X_6 + a_{56}X_5X_6$$

$a_i$ 、 $a_{ij}$  分别代表模型的系数, 其中  $0 \leq X_i \leq 1$ ,  $\sum X_i = 1$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 回归模型的建立与分析

利用 Design Expert 7.1.3 软件建立的试验设计见表 2。

对表 2 中的数据进行回归分析, 计算出回归方

表2 试验设计与结果  
Table 2 Experimental design and result

试验次数 Test number	主料 (MI)	椰粉 (CP)	黄原胶 (XG)	羧甲基纤维素 钠(SC)	单甘脂 (GM)	白砂糖 (WS)	沉淀率(%) (DS)	感官评价 (SE)
1	0.790	0.100	0.000	0.005	0.005	0.100	5.98	80
2	0.918	0.050	0.001	0.003	0.003	0.025	5.04	83
3	0.790	0.100	0.000	0.005	0.005	0.100	5.94	80
4	0.898	0.000	0.002	0.000	0.000	0.100	5.28	76
5	0.793	0.100	0.002	0.005	0.000	0.100	14.47	82
6	0.940	0.000	0.000	0.005	0.005	0.050	6.98	65
7	0.898	0.000	0.002	0.000	0.000	0.100	5.30	76
8	0.800	0.100	0.000	0.000	0.000	0.100	7.85	83
9	0.895	0.100	0.000	0.000	0.005	0.000	14.11	78
10	0.897	0.100	0.000	0.003	0.000	0.000	7.30	81
11	0.793	0.100	0.002	0.000	0.005	0.100	16.37	80
12	0.993	0.000	0.002	0.000	0.005	0.000	6.32	72
13	0.889	0.000	0.001	0.005	0.005	0.100	8.31	77
14	0.892	0.050	0.001	0.004	0.003	0.050	5.90	84
15	0.993	0.000	0.002	0.005	0.000	0.000	10.06	59
16	0.845	0.050	0.000	0.005	0.000	0.100	6.32	83
17	0.838	0.050	0.002	0.005	0.005	0.100	15.89	82
18	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.71	75
19	0.945	0.050	0.000	0.005	0.000	0.000	7.01	63
20	0.895	0.100	0.000	0.000	0.005	0.000	10.06	70
21	0.898	0.100	0.002	0.000	0.000	0.000	11.40	77
22	0.843	0.100	0.001	0.003	0.003	0.050	6.79	81
23	0.888	0.100	0.002	0.005	0.005	0.000	8.60	79
24	0.944	0.025	0.001	0.001	0.004	0.025	3.41	80
25	0.847	0.075	0.001	0.001	0.001	0.075	4.31	89
26	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.93	75
27	0.897	0.000	0.000	0.000	0.003	0.100	11.78	81
28	0.992	0.000	0.000	0.003	0.005	0.000	2.15	70
29	0.993	0.000	0.002	0.005	0.000	0.000	10.22	59
30	0.992	0.000	0.000	0.005	0.003	0.000	2.07	65
31	0.894	0.100	0.001	0.005	0.000	0.000	16.54	86

注：主料(MI)，椰粉(CP)，黄原胶(XG)，羧甲基纤维素钠(SC)，单甘脂(GM)，白砂糖(WS)，沉淀率(DR)，感官评价(SE)。

Note: MI-major ingredient, CP-coconut powder, XG-xanthan gum, SC-sodium carboxymethylcellulose, GM-glycerol monostearin, WS-white sugar, DR-deposition rate, and SE-sensory evaluation.

程的各项系数，并进行方差分析(见表3和表4)，可得马铃薯饮料的两个评价指标沉淀率(Y<sub>1</sub>)和感官评价(Y<sub>2</sub>)的标准回归方程为：

$$Y_1 = 11.61 X_1 + 21.75 X_2 + 19\ 743.17 X_3 + 34\ 114.52 X_4 + 13\ 824.13 X_5 - 17.16 X_6 - 11.01 X_1 X_2 - 20\ 585.99 X_1 X_3 - 35\ 102.41 X_1 X_4 - 14\ 133.09 X_1 X_5 + 43.04 X_1 X_6 - 19\ 676.20 X_2 X_3 - 34\ 931.73 X_2 X_4 - 14\ 328.67 X_2 X_5 + 17.04 X_2 X_6 - 15\ 904.80 X_3 X_4 - 31\ 690.40 X_3 X_5 - 19\ 938.74 X_3 X_6$$

$$Y_2 = 74.74 X_1 + 61.68 X_2 - 315\ 400 X_3 - 19\ 349.29 X_4 - 6\ 028.62 X_5 + 129.26 X_6 + 39.27 X_1 X_2 + 318\ 000 X_1 X_3 + 19\ 308.38 X_1 X_4 + 6\ 163.88 X_1 X_5 - 68.88 X_1 X_6 + 319\ 000 X_2 X_3 + 20\ 169.75 X_2 X_4 + 5\ 986.55 X_2 X_5 - 42.32 X_2 X_6 + 349\ 300 X_3 X_4 + 344\ 900 X_3 X_5 + 317\ 400 X_3 X_6 + 31\ 432.51 X_4 X_5 + 19\ 595.86 X_4 X_6 + 5\ 863.25 X_5 X_6$$

从表3和表4的方差分析结果可以看出，所得

表 3 沉淀率试验结果的方差分析  
Table 3 Analysis of variance on results of deposition rate

变异来源 Source	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F 值 F valve	p 值 p valve	
模型 Model	454.51	20	22.73	5.83	0.0034	极显著 Highly significant
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	0.78	1	0.78	0.20	0.6643	
X <sub>1</sub> X <sub>3</sub>	0.33	1	0.33	0.08	0.7776	
X <sub>1</sub> X <sub>4</sub>	37.74	1	37.74	9.68	0.0110	
X <sub>1</sub> X <sub>5</sub>	6.08	1	6.08	1.56	0.2403	
X <sub>1</sub> X <sub>6</sub>	6.67	1	6.67	1.71	0.2202	
X <sub>2</sub> X <sub>3</sub>	0.30	1	0.30	0.08	0.7875	
X <sub>2</sub> X <sub>4</sub>	37.63	1	37.63	9.65	0.0111	
X <sub>2</sub> X <sub>5</sub>	6.30	1	6.30	1.62	0.2325	
X <sub>2</sub> X <sub>6</sub>	0.84	1	0.84	0.22	0.6523	
X <sub>3</sub> X <sub>4</sub>	0.20	1	0.20	0.05	0.8235	
X <sub>3</sub> X <sub>5</sub>	0.85	1	0.85	0.22	0.6510	
X <sub>3</sub> X <sub>6</sub>	0.31	1	0.31	0.08	0.7843	
X <sub>4</sub> X <sub>5</sub>	76.29	1	76.29	19.57	0.0013	
X <sub>4</sub> X <sub>6</sub>	37.37	1	37.37	9.59	0.0113	
X <sub>5</sub> X <sub>6</sub>	5.34	1	5.34	1.37	0.2689	
残差 Residual	38.98	10	3.90			
失拟误差 Lack of fit	30.74	5	6.15	3.73	0.0874	不显著 Not significant
纯误差 Pure error	8.24	5	1.65			
总和 Total	493.49	30				

注:  $p < 0.01$  极显著;  $p < 0.05$  显著;  $p > 0.05$  不显著。

Note:  $p < 0.01$  highly significant;  $p < 0.05$  significant;  $p > 0.05$  not significant.

表 4 感官评价试验结果的方差分析  
Table 4 Analysis of variance on results of sensory evaluation

变异来源 Source	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F 值 F valve	p 值 p valve	
模型 Model	1621.78	20	81.09	5.20	0.0053	极显著 Highly significant
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	9.90	1	9.90	0.64	0.4440	
X <sub>1</sub> X <sub>3</sub>	78.32	1	78.32	5.02	0.0489	
X <sub>1</sub> X <sub>4</sub>	11.42	1	11.42	0.73	0.4122	
X <sub>1</sub> X <sub>5</sub>	1.16	1	1.16	0.07	0.7910	
X <sub>1</sub> X <sub>6</sub>	17.08	1	17.08	1.10	0.3200	
X <sub>2</sub> X <sub>3</sub>	78.56	1	78.56	5.04	0.0486	
X <sub>2</sub> X <sub>4</sub>	12.55	1	12.55	0.80	0.3908	
X <sub>2</sub> X <sub>5</sub>	1.10	1	1.10	0.07	0.7960	
X <sub>2</sub> X <sub>6</sub>	5.18	1	5.18	0.33	0.5770	
X <sub>3</sub> X <sub>4</sub>	98.54	1	98.54	6.32	0.0307	
X <sub>3</sub> X <sub>5</sub>	100.44	1	100.44	6.44	0.0295	
X <sub>3</sub> X <sub>6</sub>	78.10	1	78.10	5.01	0.0492	
X <sub>4</sub> X <sub>5</sub>	19.06	1	19.06	1.22	0.2948	
X <sub>4</sub> X <sub>6</sub>	11.72	1	11.72	0.75	0.4063	
X <sub>5</sub> X <sub>6</sub>	1.04	1	1.04	0.07	0.8010	
残差 Residual	155.97	10	15.60			
失拟误差 Lack of fit	123.97	5	24.79	3.87	0.0818	不显著 Not significant
纯误差 Pure error	32.00	5	6.40			
总和 Total	1777.74	30				

$Y_1$ 和  $Y_2$  的回归方程都极显著, 且失拟检验均不显著, 这说明该回归模型很理想, 可以用方程  $Y_1$  和  $Y_2$  来拟合 6 个因素对马铃薯饮料两个评价指标沉淀率和感官评价的影响关系; 而且试验误差较小, 因此可以利用此模型对马铃薯饮料的评价指标进行分析和预测。

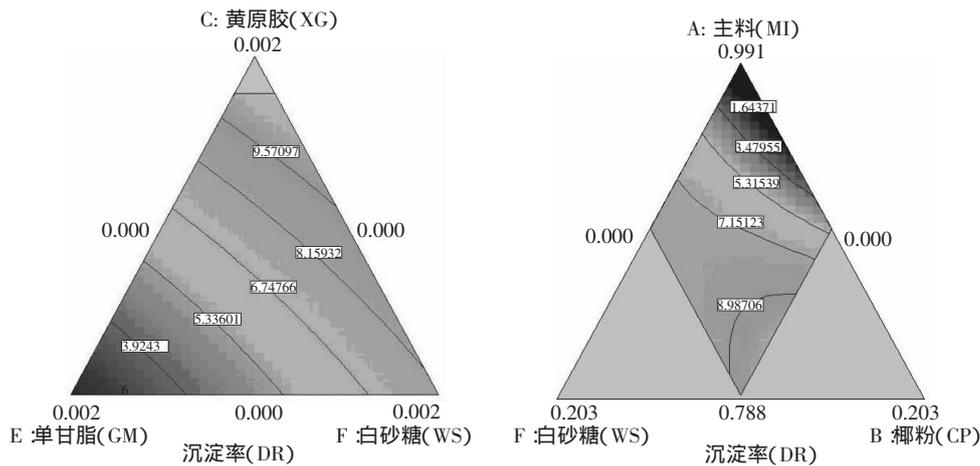
## 2.2 各因素对马铃薯饮料的影响

### 2.2.1 各因素对沉淀率的影响

马铃薯饮料配方中的 6 种因素对沉淀率的影响见图1。由图 1 可知, 随着白砂糖、椰粉添加量的增

加, 颜色由深变浅, 导致沉淀率增大。这是因为白砂糖、椰粉主要是用来调节马铃薯饮料口味的, 不能起到提高饮料稳定性的作用。而随着单甘脂、羧甲基纤维素钠和黄原胶添加量的增加, 颜色基本都是由浅变深, 三者共同维持饮料颗粒的悬浮, 从而起到降低沉淀率的作用, 其中单甘脂可以提高蛋白溶解性和稳定性, 羧甲基纤维素钠和黄原胶作为增稠剂, 增加饮料稠度。三者组成稳定剂防止饮料颗粒分离、沉淀。

由  $Y_1$  可知, 6 种因素均对马铃薯饮料的沉淀率



A: 主料(MI), B: 椰粉(CP), C: 黄原胶(XG), D: 羧甲基纤维素钠(SC), E: 单甘脂(GM), F: 白砂糖(WS), 沉淀率 (DR), 感官评价(SE), 下同。

A: major ingredient (MI), B: coconut powder (CP), C: xanthan gum (XG), D: sodium carboxymethylcellulose (SC), E: glycerol monostearin (GM), F: white sugar (WS), deposition rate (DR), and sensory evaluation (SE). The same below.

图 1 不同因素对沉淀率的影响

Figure 1 Effects of various factors on deposition rate

指标有显著的影响, 影响顺序依次为  $X_4$  (羧甲基纤维素钠) >  $X_3$  (黄原胶) >  $X_5$  (单甘脂) >  $X_2$  (椰粉) >  $X_6$  (白砂糖) >  $X_1$  (主料)。

从表 3 可以看出, 交互项中的  $X_4X_5$  对沉淀率有极显著影响,  $X_1X_4$ 、 $X_2X_4$ 、 $X_4X_6$  也对沉淀率有显著影响, 且这几个交互项的系数都为负数, 这表明  $X_4$  与  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_5$  和  $X_6$  之间都具有协同作用, 可以有效地降低饮料的沉淀率, 维持饮料的稳定性。

### 2.2.2 各因素对感官评价的影响

从感官评价标准回归方程  $Y_2$  可以看出, 6 种因素对饮料口味都有重要的影响, 影响顺序依次为  $X_3$  (黄原胶) >  $X_4$  (羧甲基纤维素钠) >  $X_5$  (单甘脂) >  $X_6$

(白砂糖) >  $X_1$  (主料) >  $X_2$  (椰粉), 其中  $X_3$ 、 $X_4$  和  $X_5$  的系数为负,  $X_6$ 、 $X_1$  和  $X_2$  的系数为正, 这说明前三项的添加在一定程度上会影响饮料的口味, 而白砂糖和椰粉的添加可以提升饮料的口味。

由表 4 的方差分析可知, 6 个因素之间存在着多种交互作用,  $X_1X_3$ 、 $X_2X_3$ 、 $X_3X_4$ 、 $X_3X_5$  和  $X_3X_6$  对饮料的口味都有显著的正影响, 且  $X_3$  (黄原胶) 能起到重要作用, 协同其他因素起到提升饮料口味的作用。

图 2 反映了马铃薯饮料 6 种因素对饮料口味的情况, 从图中可以看出, 随着单甘脂、黄原胶和羧甲基纤维素钠的添加量的增多, 颜色由深变

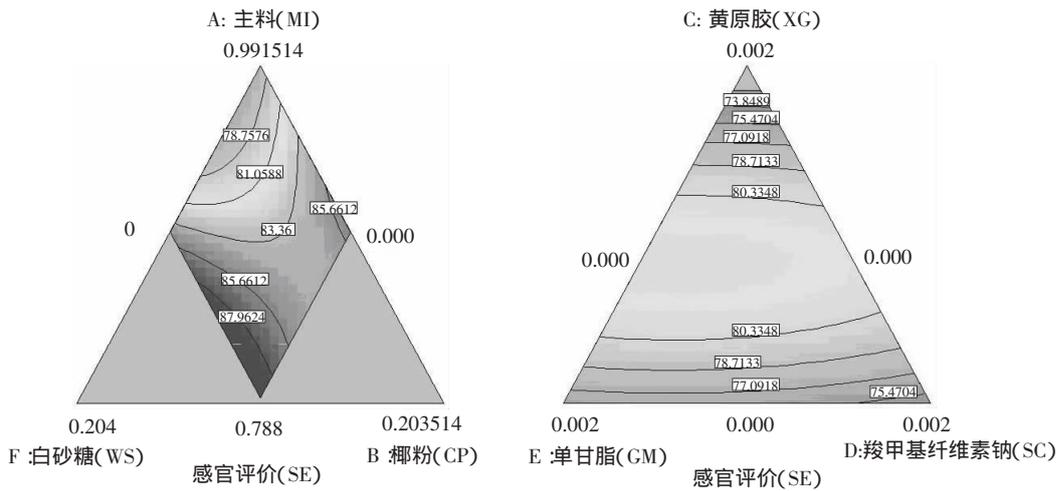


图 2 不同因素对感官评价的影响

Figure 2 Effects of various factors on sensory evaluation

浅,这说明添加过量的稳定剂,会影响饮料的口味,而适当的添加量不仅可以维持饮料的稳定性,还能一定程度上提升饮料的口味。白砂糖和椰粉的添加可以使颜色逐渐变深,其中椰粉能起到更大的改善饮料口味的作用,使马铃薯饮料具有淡淡的椰香。

### 2.3 马铃薯饮料配方的优化与验证

继续对回归模型进行数学分析,优化马铃薯饮料配方。由于两个指标之间是相互影响的关系,因此沉淀率和感官评价达到最高值的因素条件并不完全一致。考虑各因素对指标的影响顺序和成本问题,选择的适宜马铃薯饮料配方为:主料 82.6%,椰粉 7%,黄原胶 0.1%,羧甲基纤维素钠 0.2%,单甘脂 0.1%,白砂糖 10%。按照此配方进行验证试验,测得马铃薯饮料的两个指标沉淀率和感官评价和出油率分别为 2.09%和 91.20%,这与理论预测值 2.07%和 92.12%误差均在  $\pm 1\%$  以内,这说明采用单纯形格子法优化得到的马铃薯饮料配方准确可靠,按照建立的模型进行预测在实践中是可行的。

## 3 讨论

马铃薯饮料成分对马铃薯沉淀率的影响顺序为:羧甲基纤维素钠 > 黄原胶 > 单甘脂 > 椰粉 > 白砂糖 > 主料;对感官评价的影响顺序为:黄原胶 > 羧甲基纤维素钠 > 单甘脂 > 白砂糖 > 主料 >

椰粉;通过优化得到的马铃薯饮料配方为主料 82.6%,椰粉 7.0%,黄原胶 0.1%,羧甲基纤维素钠 0.2%,单甘脂 0.1%,白砂糖 10.0%。

马铃薯中淀粉含量是影响马铃薯饮料稳定性的主要因素,因此要选用低淀粉含量的马铃薯进行加工。稳定剂的添加量是决定马铃薯饮料口味和稳定性的关键因素,本文采用单纯形格子法更科学地确定了稳定剂的添加量,将马铃薯中营养物质,特别是淀粉更好地溶解于饮料中,使饮料具有特别的口味。

### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 杜连启. 薯类食品加工技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 5-6.
- [ 2 ] 马莺. 马铃薯深加工技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003: 66-68.
- [ 3 ] 郑明初. 甜玉米乳饮料加工工艺的研究[J]. 福建轻纺, 2006(11): 71-74.
- [ 4 ] 陈健初, 叶兴乾, 苏平, 等. 马铃薯乳酸发酵饮料的研究[J]. 食品工业, 1993(2): 33-34.
- [ 5 ] 杨玉玲. 饮料型马铃薯酸奶的研究[J]. 中国粮油学报, 1998(3): 49-51.
- [ 6 ] 韩占江, 王伟华, 李建宁. 马铃薯奶饮料制作条件优化研究[J]. 广东农业科学, 2009(9): 133-135.
- [ 7 ] 邓放明, 郑新宇, 尹华, 等. 马铃薯奶饮料生产工艺的研究[J]. 饮料工业, 2000(5): 37-39.
- [ 8 ] 王钦德, 杨坚. 食品试验设计与统计分析[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003: 437-445.