

# 胡萝卜樱桃复配运动饮料配方研究

陈爱莉\*

(中国劳动关系学院, 北京 100048)

**摘要:** **目的** 研究分析胡萝卜樱桃复配运动饮料的最佳配方。**方法** 选定主材料为市售胡萝卜和樱桃, 洗净及处理后备用, 准备白砂糖、柠檬酸、黄原胶、耐酸性羧甲基纤维素钠(carboxymethyl cellulose sodium, CMC), 进行控制变量(单一因素控制印证)实验法, 渐次确定最佳配比。将基于不同原材料添加比例制成的饮料, 交于5名品鉴人员进行评分, 围绕有关结果行正交检验和响应面检验, 通过回归方程, 判断品鉴评分是否具备有效性。**结果** 将黄原胶和耐酸CMC的添加比例控制在1:2(黄原胶0.05%, 耐酸CMC0.1%)最为理想。响应面分析结果显示: 交互项AB的P值 $< 0.05$ , 表明胡萝卜汁与樱桃汁的比例对饮料的口感起决定性作用。二次项 $A^2$ 、 $B^2$ 、 $C^2$ 的P值均 $< 0.01$ ,  $D^2 < 0.05$ , 说明4项原料对饮料感官评分的影响非简单的线性关系, 响应面效果十分显著, 表明回归方程的拟合度和可信度均处于较高的水平, 证明所述的感官平稳值理论预测结果具备可行性。**结论** 本研究对胡萝卜樱桃复配运动饮料配方的原材料添加比例进行了较为详细的分析, 适当修改了部分原材料的配比, 对变量的设计方式、评分方式均具备可行性。

**关键词:** 胡萝卜; 樱桃; 复配运动饮料; 配方

## Study on the formula of carrot and cherry mixed with sports drink

CHEN Ai-Li\*

(China Institute of Industrial Relations, Beijing 100048, China)

**ABSTRACT: Objective** To study and analyze the optimal formula of carrot and cherry mixed with sports drink. **Methods** The main materials were selected as commercial carrots and cherries, washed and treated for reserve, prepared white granulated sugar, citric acid, xanthan gum and acid-resistant carboxymethyl cellulose sodium (CMC). The optimal ratio was gradually determined by controlling variables (single factor control confirmation) experiment. The beverage based on different proportion of raw materials was evaluated by 5 tasters. According to the results, orthogonal test and response surface test were carried out to determine the validity of the evaluation by regression equation. **Results** The optimal proportion of xanthan gum and acid resistant CMC was 1:2 (xanthan gum 0.05%, acid resistant CMC 0.1%). Response surface analysis showed that the P value of interaction term AB was less than 0.05, which indicated that the ratio of carrot juice to cherry juice played a decisive role in the taste of the beverage. The P values of quadratic terms  $A^2$ ,  $B^2$  and  $C^2$  were all less than 0.01,  $D^2$  was less than 0.05, which indicated that the effect of the four raw materials on the sensory score of beverage was not a simple linear relationship, and the response surface effect was very significant, indicating that the fitting degree and reliability of the regression equation were at a high level, which proved that the theoretical prediction results of sensory stationary value were feasible. **Conclusion** In this study, the raw material proportion of carrot and cherry compound beverage formula was analyzed in detail, and the proportion of some raw materials was modified appropriately. The design method and

\*通信作者: 陈爱莉, 硕士, 讲师, 主要研究方向为体育教育训练学、体育社会学。E-mail: lantian677@163.com

\*Corresponding author: Chen Ai-Li, Master, Lecturer, China Institute of Industrial Relations, Beijing 100048, China. E-mail: lantian677@163.com

scoring method of variables were feasible.

**KEY WORDS:** carrot; cherry; mixed drinks; formulations

## 0 引言

在 20 世纪, 科学家对胡萝卜的营养成分进行了全面梳理, 每 100 g 胡萝卜中含有 0.6 g 蛋白质、0.3 g 脂肪、7.6 ~ 8.3 g 糖、0.6 mg 铁、1.35 ~ 17.25 mg 胡萝卜素(维生素 A)、0.02 ~ 0.04 mg 维生素 B<sub>1</sub>、0.04 ~ 0.05 mg 维生素 B<sub>2</sub>、12 mg 维生素 C、150 kJ 能量以及果胶、淀粉、无机盐和多种氨基酸<sup>[1-2]</sup>。樱桃以富含维生素 C 闻名于世, 原产于热带美洲西印度群岛的加勒比海地区, 是世界公认的“天然维 C 之王”, 被誉为“生命之果”。吉林农业科技学院孙晓成等<sup>[3]</sup>认为, 以胡萝卜、樱桃 2 种新鲜果蔬作为原料, 制作成饮料, 能够将二者含有的营养成分有机结合, 药理作用为: 提高机体的免疫调节功能、生津止渴、消除疲劳<sup>[4-5]</sup>。本研究在孙晓成等<sup>[3]</sup>研究的复配运动饮料配方的基础上, 进一步探索胡萝卜、樱桃及白砂糖、柠檬酸等物质的配比情况, 以期克服传统果蔬饮料中食品添加剂含量较高、口味不佳等缺点, 使消费者引用该饮料的同时, 即可享受到甘甜滋味, 又可达到缓解机体疲劳, 达到补充能量的目的。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 仪器设备

DZTP 电子分析天平(0.0001 g, 河北鼎盛隆华实验仪器有限公司); LLJ-D06Q7 家用常规榨汁机(0.6 L, 佛山市小熊电器有限公司); 手持式测糖仪、实验室酸度计、YJGY-70 型均质机、C21-SK2107 常用电磁炉(广东美的电器股份有限公司)等<sup>[2]</sup>。

### 1.2 试剂与样品

市售白砂糖(生产许可证编号 SC12115042600158, 保质期为 1080 d, 300 g/袋, 赤峰市安琪酵母有限公司); 食品级无水柠檬酸(产品标准号 GB2760, 规格为 500 g/袋, 河南省新郑市侯庄工业园区); 黄原胶(Madale/蜜丹儿牌黄原胶食品增稠剂, 生产许可证编号 SC20115012200714, 规格为 1000 g/袋, 内蒙古自治区呼和浩特市托克托县工业园区西区); 耐酸 CMC(carboxymethyl cellulose sodium, 食品级羧甲基纤维素钠, 生产许可证编号为 SC201500100804521, 产品标准号 GB1886.232-2016, 规格为 1000g/袋, 重庆力宏精细化工有限公司)<sup>[6]</sup>。

新鲜的樱桃及胡萝卜(均保证新鲜程度, 成熟度适中, 无病虫害, 未出现任何腐烂、变质现象): 所在地农贸市场直接购买。

## 1.3 实验方法

### 1.3.1 样品前处理

(1) 樱桃汁的获取: ①将新鲜樱桃放入清水中(常温)浸泡 3 min 后, 采用去壳用具, 将果核剔除后放入榨汁机; ②选择普通纱布, 共及叠加 4 层, 将初步获得的樱桃汁倒入其上, 滤过后的汁液, 即为樱桃原汁(较大粒径的固态颗粒均已去除), 放入无菌玻璃瓶中, 置于 20 °C 的环境中备用<sup>[7]</sup>。

(2) 胡萝卜汁的制备: ①将新鲜、饱满的胡萝卜放入清水中浸泡 10 min 后, 运用铁刷网清除表面的所有污垢, 并使用刮皮刀去除表皮; ②将胡萝卜去根, 并切成直径不超过 1 cm 的胡萝卜丁, 放入开水中煮制 3 ~ 5 min 后, 捞出, 冷却, 控干水分; ③将经过处理的胡萝卜丁放入榨汁机中搅拌均匀后, 收取汁液; ④与樱桃汁过滤流程一样, 使用普通纱布, 叠加 4 层之后, 将黏糊状胡萝卜倒入其上, 收取过滤后的胡萝卜汁, 放入另一个无菌玻璃瓶中备用<sup>[8]</sup>。

(3) 均质操作阶段: ①按照相应的比例, 分别放入樱桃汁、胡萝卜汁、白砂糖、柠檬酸、黄原胶、耐酸 CMC 之后, 进行充分搅拌, 行混匀操作; ②将复合饮料放置于专用的加热锅炉中, 调节温度至 60 °C, 气压环境设置为  $2.0 \times 10^3$  pa, 均质 5 min; ③为保证实验的精确度, 所有比例配方的复合饮料均行 2 次均质(条件保持一致); ④采用常温脱气法, 设置脱气真空度的具体值为 0.064, 设置脱气时间为 15 min; ⑤获取脱气后的复合饮料, 依次按照“灌装→灭菌→冷却”的顺序行最后的生产操作。其中的注意事项为: ①杀菌的环境温度必须控制在 90 °C 以上、100 °C 以下; ②每次灭菌时间不得小于 30 min<sup>[4]</sup>。

### 1.3.2 胡萝卜樱桃复配运动饮料配方单因素实验设计

以胡萝卜汁添加量、樱桃汁添加量 2 项条件分别作为单一影响因素, 保持其他条件不变, 开展实验。

配方参考配比如下: 考虑到饮料的口感, 故胡萝卜樱桃复配运动饮料中, 胡萝卜的总量固定, 以樱桃汁添加量、白砂糖添加量、柠檬酸添加量作为变量。樱桃汁与白砂糖、柠檬酸之间的增减关系为: 樱桃汁含量增加, 白砂糖及柠檬酸的含量即需下降, 反之亦然。表 1 中所列数据信息参考孙晓成等<sup>[3]</sup>设计的胡萝卜樱桃复配运动饮料配方, 经过整理后, 用作初期原料剂量添加参考。(注: 本文所涉及的“%”均为添加原料与总体积的占比, 并非重量。)

表 1 胡萝卜樱桃复配运动饮料混合比例正交实验设置区分量表  
Table 1 Carrot-cherry mixed beverage mix proportion orthogonal design subscale

组别	樱桃汁与胡萝卜汁比例	白砂糖添加量/%	柠檬酸添加量/%
1 组	1:1	15	0.25
2 组	1.5:1	12	0.20
3 组	2:1	8	0.15

### 1.3.3 稳定剂设置

以黄原胶、耐酸 CMC 作为稳定剂,根据复配运动饮料的整体色泽、黏稠程度等,决定此 2 种添加剂的实际使用剂量。本研究设置了数种黄原胶、耐酸 CMC 添加方案,如表 2 所示。

表 2 黄原胶、耐酸 CMC 两种稳定剂添加方案  
Table 2 Two kinds of stabilizers of Xanthan gum and acid resistant CMC

方案	两种稳定剂添加剂量
1	只添加 0.1% 的黄原胶
2	只添加 0.2% 的黄原胶
3	只添加 0.1% 的耐酸 CMC
4	只添加 0.2% 的耐酸 CMC
5	分别加入 0.05% 的黄原胶和耐酸 CMC
6	分别加入 0.05% 的黄原胶和 0.1% 的耐酸 CMC
7	分别加入 0.1% 的黄原胶和 0.05% 的耐酸 CMC

### 1.3.4 观察指标及评价方式

按照不同方案完成饮料制作后,邀请 5 位品鉴人员对饮料质量进行综合评价,共分为组织状态、口感、色泽均

匀度、香气 4 项指标;采用打分制,每一项最高分为 100 分,共计 400 分。具体打分标准见表 3。

## 2 结果与分析

### 2.1 胡萝卜樱桃复配运动饮料单因素实验结果

#### 2.1.1 胡萝卜汁添加量对饮料的影响

设置樱桃汁的添加量为 20%、白砂糖添加量为 8%、柠檬酸添加量为 0.15%,改变胡萝卜汁添加量时,饮料的平均得分如图 1 所示(纵向坐标为评分,单位为“得分/Score”)。当胡萝卜汁的添加量未达到 20%时,随着剂量的提升,饮料评分逐渐上升,至 20%达到峰值(甜度逐渐上升),之后逐渐下降。造成该现象的原因在于:胡萝卜汁添加量不足时,樱桃汁的味道较重,饮料整体处于“甜腻”的状态;当胡萝卜汁与樱桃汁配比达到 1:1 时,口感最佳;当胡萝卜汁添加量超过樱桃汁且进一步增加时,胡萝卜的味道将会全面盖过樱桃,5 位评分者均未尝出饮料中是否含有樱桃成分,且整体口感不佳。因此,胡萝卜汁的添加量应该控制在 20%(与樱桃汁 1:1)左右。

#### 2.1.2 樱桃汁添加剂量对复配运动饮料的品质影响

将胡萝卜汁的添加剂量控制为 20%、白砂糖添加量为 8%、柠檬酸添加量为 0.15%,改变樱桃汁添加量时,复配运动饮料的品质评分如图 2 所示(纵向坐标为评分,单位为“得分/Score”)。在樱桃汁添加量不足 20%时,复配运动饮料口感及其他品质随着樱桃汁添加量的增加而增加,评分峰值为 86 分。超过 20%的界限后,饮料口感逐渐下降。造成此现象的原因在于:(1)樱桃汁不足时,饮料中充斥着胡萝卜的味道,5 位评审人员均无法尝出樱桃成分;(2)樱桃汁超过 20%的浓度时,饮料过甜,容易产生甜腻之感。故樱桃汁与胡萝卜汁的添加量应控制在 1:1,且均保持 20%的总量。

表 3 复配运动饮料组织状态、口感、色泽均匀度、香气打分标准  
Table 3 Grading standard of tissue state, taste, color uniformity and aroma of compound beverage

打分标准/分	组织状态	口感	色泽均匀度	香气
90 ~ 100	几乎无任何果蔬沉淀,饮料整体保持均匀性和一致性	入口即产生舒爽之感,无发酸现象,甜度适中,经冷藏后口感更佳	静置一段时后,整体色泽未曾出现变化,保持橙红色,瓶装饮料上下区域未出现分层情况	打开瓶盖后,即可清晰闻到樱桃香味及胡萝卜香气,未出现任何刺鼻、呛脑现象
70 ~ 89	存在部分果蔬沉淀物,饮料静置一段时间后,即会出现微弱的分层现象	无任何异味,酸甜度适中,口感尚可	红色不显,多呈橙色,色泽光亮程度不足	能够闻到樱桃及胡萝卜香气,但掩盖不住其他添加剂的味道,略微产生刺鼻现象
50 ~ 69	存在明显的分层及果蔬沉淀现象	已经出现发酸或发苦味道,酸甜比例失调	亮度失衡,橙色不显,完全呈现出深黄色、均匀程度不足	樱桃香味被胡萝卜味道及添加剂味道完全掩盖,刺鼻现象明显
49 分及以下	存在严重的分层及果蔬沉淀现象	异味十分严重,口感不佳,酸甜比例错误	完全变质,呈现浅黄色,均匀程度严重不足	味道非正常,无法清晰闻到任何果蔬香气,闻后无饮用欲望

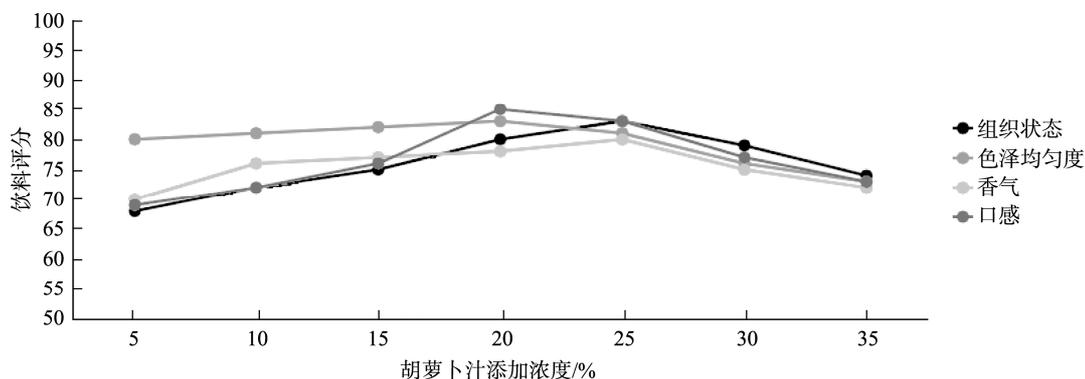


图 1 胡萝卜汁添加剂量(%)与饮料评分关系图

Fig.1 Chart of relationship between carrot juice dosage (%) and beverage score

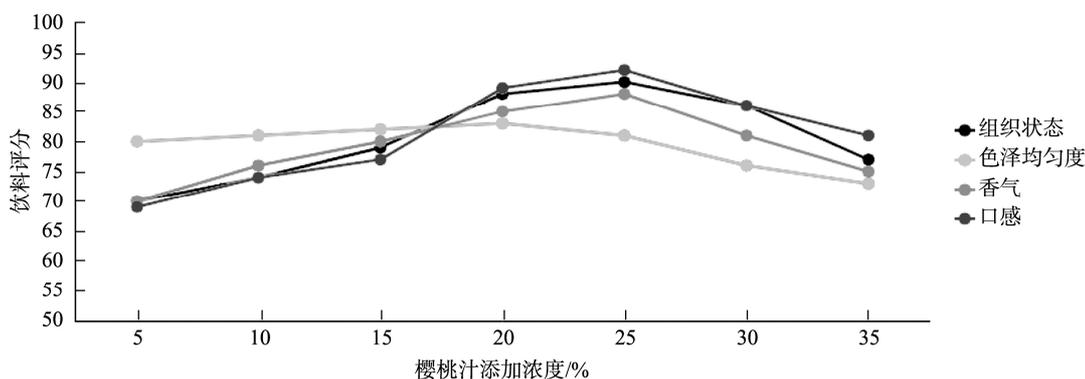


图 2 樱桃汁添加剂量(%)与饮料评分关系图

Fig.2 Relationship between the dosage of cherry juice (%) and the beverage score

2.1.3 白砂糖添加量对复配运动饮料的品质影响

将樱桃汁与胡萝卜汁的比例为 1:1(均添加 20%), 保持柠檬酸添加量为 0.15%, 改变白砂糖的添加量, 研究饮料的品质。结果表明: 随着白砂糖添加量的添加, 胡萝卜樱桃复配运动饮料的整体品质评分首先处于逐渐增大的趋势, 待白砂糖添加量达到 8%左右时, 品质评分达到峰值, 为 93 分, 且 5 位评审人员均认为口感最佳。当白砂糖添加剂量较少时, 饮料中胡萝卜的味道较重, 口感较差; 当白砂糖添加剂量超过 10%, 但并未高于 12%时, 饮料口感无明显差异, 评分均在 85 分以上。但考虑成本因素, 可将白砂糖添加量控制在 8%左右<sup>[10]</sup>。

2.1.4 柠檬酸添加量对复配运动饮料的品质影响

将樱桃汁与胡萝卜汁的比例为 1:1(均添加 20%), 保持白砂糖的添加量为 8%, 改变柠檬酸的添加量, 研究饮料的品质。结果显示: 随着柠檬酸添加量的增加, 饮料品质评分呈现出先提高后下降的趋势。当柠檬酸添加量达到 0.15%时, 评分最高, 为 94 分; 继续添加至 0.2%, 饮料评分缓慢下降, 但未低于 90 分; 进一步增加柠檬酸的含量时, 评审人员普遍感到饮料酸度盖过胡萝卜与樱桃的味道, 口感不佳。因此, 柠檬酸添加含量应控制在 0.15%~0.2%之内。与白砂糖一样, 考虑成本因素, 柠檬酸理想的添加剂

量应该控制在 0.15%左右。

2.2 正交实验结果

2.2.1 正交水平表

分别对胡萝卜汁添加量、樱桃汁添加量、白砂糖添加量、柠檬酸添加量共 4 项单因素实验及评审人员主观评价进行分析, 从中选出最优的原料添加方案。研究组成员根据 4 个单项实验的评分峰值, 划定的各成分添加量评分区间如下: A: 胡萝卜汁添加量 20%~25%; B: 樱桃汁添加量 20%~25%; C: 白砂糖添加量 8%~12%; D: 柠檬酸添加量 0.15%~2%。自其中选取 3 个水平, 开展 4 因素 3 水平正交实验, 相关结果分布如表 4 所示。

表 4 正交实验因素水平表  
Table 4 Level table of orthogonal test factors

编号	A 胡萝卜汁/%	B 樱桃汁/%	C 白砂糖/%	D 柠檬酸/%
1	20	20	8	0.15
2	25	25	12	0.2
3	15	15	10	0.1

## 2.2.2 正交实验结果表

由表5可知,采用表4中所示的1号方案,即胡萝卜汁与樱桃汁添加量比例为1:1,均为20%,将白砂糖含量控制在8%,将柠檬酸含量控制在0.15%时,主观评分为95分,与4个单因素实验的评分峰值一致,表明在9个正交实验组中,胡萝卜樱桃复配运动饮料的最佳配方已经出现。在第2组正交实验中,增加樱桃汁、白砂糖、柠檬酸的含量,保持胡萝卜汁添加量不变,主观评分未低于90分,与前文所述结果一致;但考虑经济及消费者健康因素(低糖),实验编号1的结果更佳。

表5 胡萝卜樱桃复合饮料配方正交分析  
Table 5 Orthogonal design of carrot-cherry compound beverage

实验编号	A	B	C	D	主观评分
1	1(20%)	1(20%)	1(8%)	1(0.15)	95
2	1	2(25%)	2(12%)	2(0.2)	91
3	2(25%)	3(15%)	3(10%)	3(0.1)	79
4	2(25%)	1	2	3	78
5	2	2	2	2	86
6	2	3	1	2	76
7	3(15%)	2	1	1	77
8	3	2	2	2	86
9	3	3	3	3	69

## 2.3 基于配方正交分析结果的 Box-Behnken Design 响应面设计

利用 Design Expert 18.0 软件进行4因素3水平响应面设计<sup>[11]</sup>。具体内容如下:

(1)将复合饮料的感官评分设定为 $Y$ ,即为响应值。胡萝卜汁、樱桃汁、白砂糖、柠檬酸4项原料仍然以 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 表示。以表5的正交分析数据进行回归分析,回归分析方差等结果如表6所示。使用 Design Expert 软件对表5进行回归分析后,得出4个自变量之间的编码值二次多项回归方程为:

$$Y=92.54+0.43A+1.59B-1.87C+0.16D-1.76AB-0.51AC-0.52AD+1.32BD-0.25CD-2.41A^2-4.97B^2-3.37C^2-1.05D^2$$

根据表6显示的数据可知,模型 $P$ 值 $<0.0001$ ,表明回归模型方程极其显著。由于失拟项 $P$ 值 $=0.0514 > 0.05$ ,表明无显著差异。因此,方程具备合理性。由于决定系数 $r^2=0.8459$ ,表明预测值与实际值之间的相关性良好;由于模型校正决定系数 $r^2_{Adj}=0.8579$ ,表明模型能够解释

85.79%的响应值变化<sup>[12]</sup>。模拟方程的一次项 $B$ 、 $C$ 的 $P$ 值均在0.0001以下,表明樱桃汁和白砂糖的能够对复合饮料的感官评分值产生较为显著的影响。综合而言,各原料对符合饮料的感官评分值影响大小顺序为,白砂糖( $C$ ) $>$ 樱桃汁( $B$ ) $>$ 胡萝卜汁( $A$ ) $>$ 柠檬酸( $D$ )。交互项 $AB$ 的 $P$ 值 $<0.05$ ,表明胡萝卜汁与樱桃汁的比例对饮料的口感起决定性作用。二次项 $A^2$ 、 $B^2$ 、 $C^2$ 的 $P$ 值均 $<0.01$ , $D^2 < 0.05$ ,说明4项原料对饮料感官评分的影响非简单的线性关系,响应面效果十分显著,表明回归方程的拟合度和可信度均处于较高的水平,证明上文所述的感官平稳值理论预测结果具备可行性<sup>[13]</sup>。

表6 回归模型方差分析  
Table 6 Analysis of variance in regression models

来源	平方和	自由度	均方	F值	P值	显著性
模型	328.45	13	22.85	17.35	$<0.0001$	**
A	2.87	1	2.45	1.64	0.2249	
B	41.58	1	41.58	30.58	$<0.0001$	**
C	45.45	1	46.67	34.16	$<0.0001$	**
D	0.33	1	0.33	0.34	0.6358	
AB	11.54	1	11.54	9.23	0.0049	**
AC	1	1	1	0.71	0.3958	
AD	1	1	1	0.71	0.3958	
BC	0	1	0	0	1	
BD	6.54	1	6.54	4.69	0.452	*
CD	0.25	1	0.25	0.21	0.6487	
$A^2$	36.84	1	36.84	28.34	0.0001	**
$B^2$	163.54	1	163.54	132.41	$<0.0001$	**
$C^2$	73.58	1	73.58	45.68	$<0.0001$	**
$D^2$	6.7	1	6.7	5.1	0.0436	*
残差	19.68	13	1.02			
失拟项	16.38	9	1.75	5.64	0.0514	
纯误差	1.31	3	0.36			

$$r^2=0.8459, r^2_{Adj}=0.8579$$

注:“\*”表示对结果影响较为显著( $0.01 < P < 0.05$ ),“\*\*”表明对结果影响极其显著( $P$ 值 $<0.01$ )。

## 2.4 稳定剂添加量对产品稳定性造成的影响

将胡萝卜汁与樱桃汁添加比例设定为 1:1, 白砂糖添加量设定为 12%, 柠檬酸添加量设定为 0.20%的前提下, 按照以下标准添加黄原胶和耐酸 CMC, 产生的结果为:

(1)只添加 0.1%的黄原胶, 口感存在粘稠感, 有分层现象;

(2)添加 0.2%的黄原胶, 粘稠感全部消失, 分层现象有所降低;

(3)只添加 0.1%的耐酸 CMC, 出现少量沉淀, 分层现象较为明显;

(4)添加 0.2%的耐酸 CMC, 与 0.1%添加量相比, 无明显变化;

(5)分别加入 0.05%的黄原胶和耐酸 CMC, 分层现象几乎消失不见, 质地较为均匀;

(6)分别加入 0.05%的黄原胶和 0.1%的耐酸 CMC, 无任何分层现象, 质地极其均匀;

(7)分别加入 0.1%的黄原胶和 0.05%的耐酸 CMC, 存在分层现象, 但质地均匀。

经过综合对比, 在复配运动饮料中同时添加黄原胶和耐酸 CMC, 能够有效提升饮料的稳定性, 大幅度降低分层出现现象, 且能够保持饮料整体质地均匀。总体来看, 将黄原胶和耐酸 CMC 的添加比例控制在 1:2(具体值为黄原胶 0.05%, 耐酸 CMC 0.1%)最为理想<sup>[5]</sup>。

## 3 结论与讨论

本研究采用控制变量(单一因素印证)的方式, 在逐渐确定胡萝卜樱桃复配运动饮料配制的原料最佳填入剂量后, 再次进行整体性评判, 最终结果为: 樱桃汁与胡萝卜汁的比例为 1:1(均添加 20%), 并将白砂糖添加量控制在 8%左右, 柠檬酸添加量控制在 0.15%左右。考虑到消费者更加喜欢“樱桃的甘甜之感”这一因素, 可适当提升樱桃汁的剂量, 但添加总量不可超过“25%”这一界限, 且需要适量增加柠檬酸, 实现酸甜度的整体调和。按照此种配方配制出的胡萝卜樱桃复配运动饮料整体口感更佳; 此外, 稳定剂的添加, 需综合甜度、香气、饮料质地的均匀度, 从而达到满足各方需求的目的<sup>[14-15]</sup>, 这需要进一步的研究。根据本研究配方生产出的胡萝卜樱桃复合运动饮料, 口感细腻、柔和、甜度及酸度适中, 当人们运动后急需补充水分时引用, 既解渴又能补充维生素等营养物质, 达到缓解疲劳、补充能量的目的。

### 参考文献

[1] 王丹丹. 西红柿黄瓜胡萝卜复合饮料的研制[J]. 太原师范学院学报(自然科学版), 2019, 18(4): 93-96.

WANG DD. Development of tomato cucumber carrot compound beverage [J]. *J Taiyuan Norm Univ (Nat Sci Ed)*, 2019, 18(4): 93-96.

[2] 张婉滢, 刘治心, 刘静, 等. 胡萝卜乳酸饮料的工艺优化及其对 DPPH 自由基的清除作用[J]. *保鲜与加工*, 2019, 19(2): 129-134.

ZHANG WY, LIU ZX, LIU J, *et al.* Process optimization of carrot lactic acid beverage and its scavenging effect on DPPH free radical [J]. *Preserv Proc*, 2019, 19(2): 129-134.

[3] 孙晓成, 房磊. 复合樱桃-胡萝卜汁饮料的研制[J]. *食品研究与开发*, 2014, 35(24): 92-95.

SUN XC, FANG L. Development of compound cherry-carrot juice sports drink [J]. *Food Res Dev*, 2014, 35(24): 92-95.

[4] 刘治心, 张婉滢, 李湘利, 等. 响应面法优化胡萝卜乳酸饮料的生产工艺及对 DPPH 的清除作用[J]. *中国乳品工业*, 2018, 46(5): 53-57.

LIU ZX, ZHANG WY, LI XL, *et al.* Optimization of production process of carrot lactic acid beverage and its DPPH scavenging effect by response surface methodology [J]. *Chin Dairy Ind*, 2018, 46(5): 53-57.

[5] 隋明, 朱克永, 胡继红. 苹果-番茄-胡萝卜复合果蔬汁饮料营养研究[J]. *江苏调味副食品*, 2018, (1): 1-3, 9.

SUI M, ZHU KY, HU JH. Study on nutrition of apple tomato carrot compound fruit and vegetable juice beverage [J]. *Jiangsu Condiment Subsidiary Food*, 2018, (1): 1-3, 9.

[6] 张炜. 饮料对不同光固化复合树脂颜色稳定性的影响[J]. *食品与机械*, 2021, 37(1): 61-65.

ZHANG W. Effects of sports drinks on the color stability of different light-cured composite resins [J]. *Food Mach*, 2021, 37(1): 61-65.

[7] 杨川. 饮料及其作用的研究-评《高级营养学》[J]. *食品工业*, 2020, 41(12): 364.

YANG C. Studies on sports drinks and their effects-A review of advanced sports nutrition [J]. *Food Ind*, 2020, 41(12): 364.

[8] LI XD, WANG WX, GUO R, *et al.* The effects of sports drinks during high-intensity exercise on the carbohydrate oxidation rate among athletes: A systematic review and meta-analysis [J]. *Front Physiol*, 2020, DOI: 10.3389/FPHYS.2020.574172.

[9] LAVOIE L, TREMBLAY J. Ingestion of maple-based and other carbohydrate sports drinks: effect on sensory perceptions during prolonged exercise [J]. *J Int Soc Sport Nutri*, 2020, 17(1): DOI: 10.1186/s12970-020-00384-3.

[10] 王思. 饮料及其功能性成分的研究进展[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(21): 7758-7765.

WANG S. Research progress of sports drinks and their functional components [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(21): 7758-7765.

[11] 郑世冬. 青少年中长跑员的训练特征及营养补充策略[J]. *田径*, 2020, (8): 19, 83.

ZHENG SD. Training characteristics and nutritional supplement strategy of teenage middle and long distance runner [J]. *Athl Field*, 2020, (8): 19, 83.

- [12] 李珈骐. 响应面法优化沙棘枸杞复合饮料配方[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(7): 1994-2000.  
LI JQ. Optimization of seabuckthorn-medlar compound sports drink formulation by response surface methodology [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(7): 1994-2000.
- [13] 房磊. 响应面法优化香菇刺五加复合饮料工艺及其抗疲劳功能研究[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(12): 306-309.  
FANG L. Optimization of lentinus edodes and *Acanthopanax senticosus* compound sports drink by response surface methodology [J]. Jiangsu Agric Sci, 2016, 44(12): 306-309.
- [14] 周志华, 金锋, 惠更平. 应用 Design Expert 优化复合果蔬汁饮料配方的研究[J]. 食品工业, 2011, 32(8): 41-43.  
ZHOU ZH, JIN F, HUI GP. Study on design expert optimization of compound fruit and vegetable juice sports drink [J]. Food Ind, 2011, 32(8): 41-43.
- [15] ZHANG ZF, LYU JY, QIANG LH, *et al.* Effects of elevated sodium chloride on shelf - life and antioxidant ability of grape juice sports drink [J]. J Food Proc Preserv, 2020, 45(1): DOI: 10.1111/jfpp.15049

(责任编辑: 于梦娇)

## 作者简介

陈爱莉, 硕士, 讲师, 主要研究方向为体育教育训练学、体育社会学。  
E-mail: lantian677@163.com