

# 山路菜 - 苹果复合膳食纤维饮料的研制

李宏高, 王艳, 孙宏民

(陕西科技大学生命科学与工程学院, 陕西 西安 710021)

**摘 要:** 以山路菜、苹果为原料, 研究山路菜、苹果复合膳食纤维保健饮料的加工工艺, 并对山路菜的护绿、除单宁进行研究。通过正交试验、感官评价, 得出复合膳食纤维饮料的最佳配比为苹果膳食纤维汁 40g/100mL、山路菜膳食纤维汁 30g/100mL、白砂糖 10g/100mL、柠檬酸 0.25g/100mL、蜂蜜 2.8g/100mL、复合稳定剂为羧甲基纤维素钠 0.1g/100mL、单干酯 0.13g/100mL、明胶 0.2g/100mL。研制出营养丰富、风味独特的山路菜、苹果复合膳食纤维保健饮料。

**关键词:** 山路菜; 苹果; 膳食纤维; 饮料

## Development of Apple-*Petasites palmate* A. Gray Compound Dietary Fiber Beverage

LI Hong-gao, WANG Yan, SUN Hong-min

(College of Life Science and Engineering, Shaanxi University of Science and Technology, Xi'an 710021, China)

**Abstract:** Apples and *Petasites palmate* A. Gray were used as main materials to develop compound dietary fiber beverage. Orthogonal array design was employed to investigate optimal tannin removal from *Petasites palmate* A. Gray and optimal formulation of compound dietary fiber beverage, was apple dietary fiber beverage 40 g/100 mL, *Petasites palmate* A. Gray dietary fiber beverage 30 g/100 mL, sugar 10 g/100 mL, citric acid 0.25 g/100 mL, honey 2.8 g/100 mL; complex stabilizer: CMC 0.1 g/100 mL, glycerin monostearate (GMS) 0.13 g/100 mL, gelatin 0.2 g/100 mL. The produced beverage using optimized process exhibited abundant nutrition and unique flavor.

**Key words:** *Petasites palmate* A. Gray; apple; dietary fiber; beverage

中图分类号: TS201.23

文献标识码: B

文章编号: 1002-6630(2010)06-0306-04

膳食纤维是人体必需的营养素之一, 膳食纤维在人体内不但能刺激肠道蠕动, 减少慢性便秘, 而且对心血管疾病、糖尿病、结肠癌有一定的预防作用。能增强结肠的渗透作用, 稀释胃肠内容物中有害物质的浓度<sup>[1]</sup>。根据分析测定, 苹果皮中的纤维素含量是果肉中的 2~3 倍, 且果皮中还有丰富的维生素等营养物质。

山路菜又叫马蹄秆、苦茛叶等, 叶象扇形, 秆如薇秆, 粗大肥嫩, 肉如莴笋, 表皮含纤维素和单宁, 直接食用口感欠佳, 通过深加工, 味美色好, 营养丰富<sup>[2]</sup>。陕西省的山区县山路菜产量最大, 却无人开发, 有很多农户拔来做猪草。为此以山路菜和苹果果皮为原料制备膳食纤维饮料, 对果蔬产品的综合利用具有一定的积极意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料、试剂与仪器

山路菜采自陕西洋县; 苹果 市购; 白砂糖(符合 GB 1445—2000《绵白糖》规定的一级品要求); 水(符

合 GB 5749—2006《生活饮用水卫生标准》饮用水要求); 柠檬酸钠、柠檬酸、CMC-Na、单干酯、明胶、CaCl<sub>2</sub>、ZnCl<sub>2</sub>、EDTA 二钠、TPV 纤维素(改性乙酸纤维素)、 $\beta$ -CD( $\beta$ -环状糊精) 市售。

PHS-3C 型精密酸度计 上海大普仪器有限公司; JTG-70K/200 夹套搅拌锅 上海新华压力容器厂; 2XZ-F 型膜片式真空泵、101-2 型干燥箱 上海市实验仪器厂; FCUKO 打浆机 上海市跃进医疗器械厂; SHP-1 型高压匀浆机 上海科技大学; MJ-171NR/176NR 小型果汁机及搅拌机 日本松下公司; SpectrumLab 22pc 可见分光光度计 上海棱光技术有限公司。

### 1.2 苹果膳食纤维汁生产工艺及操作要点

#### 1.2.1 生产工艺流程

苹果皮→选择→清洗→打浆→脱色→备用

#### 1.2.2 操作要点

##### 1.2.2.1 原料的选择与预处理

苹果加工后的果皮立即除去虫害、药斑、腐烂部

收稿日期: 2009-06-15

作者简介: 李宏高(1955—), 男, 副教授, 研究方向为食品加工与生物技术。E-mail: lihonggao1234@163.com

分,然后用0.5g/100mL盐酸溶液清洗,再用清水冲洗掉盐酸溶液。洗后浸泡到0.1g/100mL柠檬酸中,以防止果肉部分褐变<sup>[3]</sup>。并加入0.2g/100mL VC。

#### 1.2.2.2 打浆

将处理过的原料到入打浆机,加水适量(以淹没苹果皮为宜),打浆。

#### 1.2.2.3 脱色<sup>[4]</sup>

由于苹果皮中富含花青素,该色素很不稳定,对饮料的色泽有一定影响,故应除去。方法是加入0.3~0.4g/100mL含有黑曲霉制备的花青素酶的赋氧剂(酶活力为40U/g),边加边搅拌,此时,pH值为3~5,如不在此范围内,应调整pH值为3~5。加热至55~60℃保温处理40min,然后冷却至室温。

### 1.3 山路菜膳食纤维汁生产工艺及操作要点

#### 1.3.1 生产工艺流程

山路菜收购→清洗→切片→护绿→打浆→除单宁→备用

#### 1.3.2 操作要点

##### 1.3.2.1 原料收购

山路菜一般在7~9月份采收。去掉叶子,留秆部,要求无虫蛀、斑点、粗状肥胖,采收当天要保鲜处理,变色不要收购。

##### 1.3.2.2 清洗

清洗去除山路菜表面的泥土、灰尘、微生物等。用2g/100mL的食盐溶液浸泡原料10~20min,清除其上的病菌、虫卵和残留的农药。接着用清水漂洗一次去除其表面的盐分并进一步清洗<sup>[5]</sup>。

##### 1.3.2.3 切块和护绿

将山路菜的秆部切成4mm左右的小片,放入用沸水配好的护绿液中,并加入0.2g/100mL VC。

##### 1.3.2.4 打浆

将处理过的山路菜到入打浆机,加适量水(以淹没山路菜为宜),打浆。

##### 1.3.2.5 除单宁

用TPV纤维素和 $\beta$ -CD为吸附剂,进行正交试验,观察TPV纤维素和 $\beta$ -CD组合的效果。综合脱单宁和保存VC等营养物的效果,最终确定TPV纤维素和 $\beta$ -CD的使用量<sup>[6]</sup>。

### 1.4 复合膳食纤维饮料生产工艺及操作要点

#### 1.4.1 生产工艺流程

苹果膳食纤维汁、山路菜膳食纤维汁→混合调配→均质→脱气→灭菌→灌装→检验→成品

#### 1.4.2 操作要点

##### 1.4.2.1 混合调配

按配方将山路菜纤维汁在缓慢搅拌中加入苹果纤维汁,然后加入用水溶解的白砂糖、复合稳定剂(羧甲基纤维钠、单干酯、明胶),再把混合液搅拌均匀,最后加入酸液调pH3.5~4.5,加热使料液升温至60℃左右进行下一道工序<sup>[7]</sup>。

##### 1.4.2.2 均质

在料液温度60℃左右进行均质处理,均质压力为15~20MPa,均质2~3次,到混浊果蔬汁的均一、黏稠为止。

##### 1.4.2.3 脱气

均质处理后立即将料液打入真空脱气机在真空度为60~80kPa条件下进行真空脱气1~2min。

##### 1.4.2.4 灭菌

采用超高温灭菌机对脱气后的复合果蔬汁饮料进行灭菌,灭菌温度为131℃,灭菌4s后出口温度为90℃以上。

##### 1.4.2.5 灌装

灭菌后的果汁及时装瓶封口,热灌装温度为85℃以上。

##### 1.4.2.6 倒瓶灭菌

将瓶子倒置10~20s,然后快速冷却到38℃左右。

## 2 结果与分析

### 2.1 山路菜的除单宁单因素试验

山路菜中含单宁较多,影响产品质量,通过添加TPV纤维素和 $\beta$ -CD为吸附剂,吸附山路菜中的单宁,掩盖其苦味,达到保留有效成份和改善口感的双重作用。吸附剂吸附单宁后再用铁氰化钾还原单宁,采用分光光度法进行分析测定,具体测定方法参考文献<sup>[8]</sup>。试验结果见图1~3。

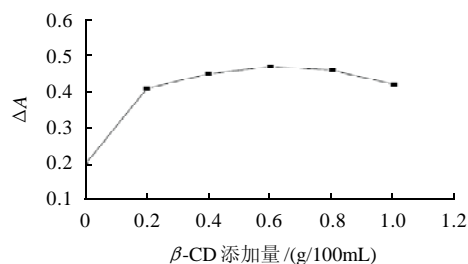


图1  $\beta$ -CD添加量对单宁 $\Delta A$ 的影响

Fig.1 Effect of  $\beta$ -CD amount on tannin removal

$\Delta A$ 为在420nm波长处测量褪色前后的吸光度差值(单宁能较快地将黄色的铁氰化钾还原成无色的亚铁氰化钾,使溶液颜色褪去)。

由图1可知,当 $\beta$ -CD添加量在0.4~0.8g/100mL范围内,单宁的 $\Delta A$ 值分别为0.45~0.47,吸附单宁的效果较好。

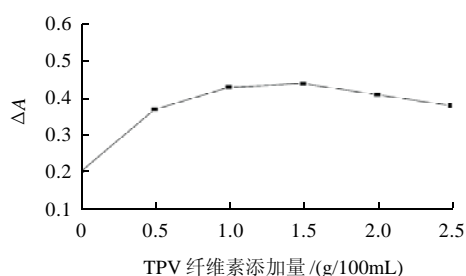
图2 TPV 纤维素添加量对单宁 $\Delta A$ 的影响

Fig.2 Effects of TVP amount on tannin removal

由图2可知,TPV 纤维素添加量在1~1.5g/100mL 范围内,单宁的 $\Delta A$  值分别为0.43~0.44,吸附单宁的效果较好。

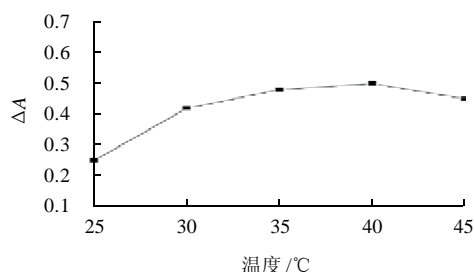
图3 温度变化对单宁 $\Delta A$ 值的影响

Fig.3 Effect of temperature on tannin removal

由图3可知,反应温度对单宁的吸附有一定的影响,随着温度的上升,反应速度加快,但温度过高(超过40℃)反应干扰严重。这主要是因为温度过高将导致糖类物质的羰基被氧化<sup>[9]</sup>。为此实验选择35℃恒温。

## 2.2 山路菜的除单宁正交试验

针对山路菜中的单宁易引起苦涩味,要把单宁去除,考虑温度、TPV 纤维素和 $\beta$ -CD 对除单宁效果的交互作用,采用三因素三水平按 $L_9(3^3)$ 表设计试验,研究对除单宁的综合影响。将吸附单宁后用铁氰化钾还原单宁,再置于波长420nm处测定吸光度差值 $\Delta A$ 。

表1 正交试验因素水平设计表

Table 1 Factors and levels in orthogonal array design for optimization of tannin removal from *Petasites palmate* A. Gray

水平	因素		
	A TPV 纤维素添加量/(g/100mL)	B 温度/℃	C $\beta$ -CD 添加量/(g/100mL)
1	1.0	30	0.4
2	1.5	35	0.6
3	2.0	40	0.8

经正交试验得出的最佳组合是 $A_1B_2C_2$ ,即TPV 纤维素添加量1g/100mL、 $\beta$ -CD 添加量0.6g/100mL、温度35℃。按此条件除单宁,吸光度差值 $\Delta A$  可达0.64。影响吸光度差值的主次因素为 $A > C > B$ ,即TPV 纤维素

添加量 $> \beta$ -CD 添加量 $>$ 吸附温度。

表2 单宁去除 $L_9(3^3)$ 正交试验设计与结果Table 2 Arrangement an experimental results of orthogonal array design for optimization of tannin removal from *Petasites palmate*

A. Gray

试验号	A	B	C	$\Delta A$
1	1	1	1	0.62
2	1	2	2	0.64
3	1	3	3	0.63
4	2	1	2	0.59
5	2	2	3	0.55
6	2	3	1	0.61
7	3	1	3	0.58
8	3	2	1	0.56
9	3	3	2	0.57
$K_1$	1.89	1.79	1.74	
$K_2$	1.75	1.80	1.83	
$K_3$	1.71	1.76	1.78	
$k_1$	0.63	0.596	0.58	
$k_2$	0.58	0.60	0.61	
$k_3$	0.57	0.59	0.59	
R	0.10	0.04	0.09	
优化条件	$A_1$	$B_2$	$C_2$	

## 2.3 山路菜的护绿处理

山路菜的叶绿素、生物碱等生物活性物质在原料处理中易氧化,不仅影响产品外观,同时使营养价值降低。选取护色、抗氧化剂对山路菜进行处理,结果见表3。

表3 护色剂对山路菜颜色的影响

Table 3 Protective effects of individual and combined additions of color protectants and antioxidants on color *Petasites palmate* A. Gray

处理方法	护色效果
0.2g/100mL 抗坏血酸+0.15g/100mL 抗坏血酸钠	绿偏黄, 无异味
0.3g/100mL $CaCl_2$ +0.15g/100mL $ZnCl_2$	绿色, 无异味
0.2g/100mL 抗坏血酸+0.2g/100mL EDTA 二钠	绿色, 无异味
0.2g/100mL 抗坏血酸	黄偏绿, 无异味
0.2g/100mL 抗坏血酸+0.15g/100mL 柠檬酸钠	绿偏黄, 无异味
清水热烫	褐色较重, 无异味
无	深褐色, 风味正常

由表3可知,用 $CaCl_2$ 和 $ZnCl_2$ 联合使用,不仅可以达到护色的目的,而且保护了山路菜中的生物活性物质。

## 2.4 复合稳定剂的选择

根据稳定剂对蛋白质的胶溶和胶体的稳定作用,选取几种稳定剂,单一使用某种稳定剂,稳定效果较差,根据文献[10]得出山路菜、苹果复合膳食纤维饮料的最佳稳定剂组合为羧甲基纤维素钠0.1g/100mL、单干酯0.13g/100mL、明胶0.2g/100mL。同时,采用均质处

理, 以防终产品分层。

## 2.5 最佳配方的确定

采用正交试验确定复合膳食纤维饮料的最佳配方, 采用  $L_{16}(4^5)$  正交设计(因素水平见表4), 以综合感官评价分值为主要指标。

表4 复合膳食纤维饮料最佳配方正交试验因素水平表

Table 4 Factors and levels in orthogonal array design for optimization of formulation of apple-*Petasites palmate* A. Gray compound dietary fiber beverage

水平	因素				
	A 苹果纤维添加量/(g/100mL)	B 山路菜添加量/(g/100mL)	C 白砂糖添加量/(g/100mL)	D 柠檬酸添加量/(g/100mL)	E 蜂蜜添加量/(g/100mL)
1	30	20	6	0.1	2.2
2	35	25	8	0.15	2.4
3	40	30	10	0.2	2.6
4	45	35	12	0.25	2.8

表5 复合膳食纤维饮料最佳配方  $L_{16}(4^5)$  正交试验设计及结果

Table 5 Arrangement an experimental results orthogonal array design for optimization of formulation of apple-*Petasites palmate* A. Gray compound dietary fiber beverage

试验号	A	B	C	D	E	感官评价(满分100)
1	1	2	3	2	3	91
2	3	4	1	2	2	85
3	2	4	3	3	4	90
4	4	2	1	3	1	83
5	1	3	1	4	4	88
6	3	1	3	4	1	90
7	2	1	1	1	3	82
8	4	3	3	1	2	86
9	1	1	4	3	2	80
10	3	3	2	3	3	93
11	2	3	4	2	1	83
12	4	1	2	2	3	87
13	1	4	2	1	1	81
14	3	2	4	1	4	88
15	2	2	2	4	2	84
16	4	4	4	4	3	89
$K_1$	340	339	338	337	337	
$K_2$	339	346	345	346	335	
$K_3$	356	350	351	349	352	
$K_4$	345	345	340	351	353	
$k_1$	85.0	84.7	84.5	84.3	84.3	
$k_2$	84.7	86.5	86.2	86.5	83.7	
$k_3$	89.0	87.5	87.5	87.2	88.0	
$k_4$	86.2	86.3	85.0	87.8	88.3	
R	17	11	13	14	18	
优化条件	$A_3$	$B_3$	$C_3$	$D_4$	$E_4$	

经正交试验得出的最佳配方是  $A_3B_3C_3D_4E_4$ 。即苹果纤维汁添加量 40g/100mL、山路菜纤维汁添加量 30g/100mL、白砂糖添加量 10g/100mL、柠檬酸添加量 0.25g/100mL、蜂蜜添加量 2.8g/100mL。

## 2.6 产品质量指标

### 2.6.1 感官指标

色泽: 呈淡绿色, 色泽稳定、均匀分布。

组织状态: 具有浑浊果蔬汁的均一、稳定状态, 不透明, 无杂质。

滋味和气味: 酸甜适口, 口感浓厚、柔润, 具有苹果、山路菜特有的香味。

### 2.6.2 理化指标

膳食纤维含量约 1.5%~1.6%; pH3.5~4.5; 重金属符合 GB/T5009—2003《食品卫生检验方法》要求; 食品添加剂按 GB 2760—86《食品添加剂使用卫生标准》规定。

### 2.6.3 微生物指标

按照 GB 5749—2006《生活饮用水卫生标准》检测, 细菌总数  $\leq 100$ CFU/mL; 大肠菌群  $\leq 3$ CFU/100mL; 致病菌不得检出。

## 3 结论

3.1 山路菜的除单宁通过单因素和正交试验得出最佳组合是 TPV 纤维素添加量 1g/100mL、 $\beta$ -CD 添加量 0.6g/100mL、吸附温度 35℃。

3.2 山路菜的护绿剂选择 0.3g/100mL  $\text{CaCl}_2$  和 0.15g/100mL  $\text{ZnCl}_2$ 。

3.3 山路菜和苹果皮下脚料资源丰富, 价格低廉, 用柠檬酸、蔗糖、蜂蜜和稳定剂等调配。通过正交试验法优选出最佳工艺配方为苹果膳食纤维汁 40g/100mL、山路菜膳食纤维汁 30g/100mL、蔗糖 10g/100mL、柠檬酸 0.25g/100mL、蜂蜜 2.8g/100mL, 同时加入复合稳定剂(羧甲基纤维素钠 0.1g/100mL、单干酯 0.13g/100mL、明胶 0.2g/100mL), 采用均质处理。制成的山路菜-苹果复合膳食纤维饮料不仅营养丰富, 而且风味独特, 是一种良好的营养保健饮品。

## 参考文献:

- [1] 王尔茂. 食品营养与卫生[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 32-33.
- [2] 李传军. 山路菜复绿软包装的研究[J]. 陕西食品工业, 2000(1): 20-21.
- [3] 温辉梁. 保健食品加工技术与配方[M]. 南昌: 江西科学技术出版社, 2002: 283-284.
- [4] 申瑾瑜. 利用苹果加工下脚料生产膳食纤维的研究[J]. 农产品加工: 学刊, 2005(4): 26-28.
- [5] 肖玫, 王胜友, 钱志锋, 等. 仙人掌-菠萝香型饮料的工艺研究[J]. 食品科学, 2005, 26(12): 264-268.
- [6] 王常青. 黄刺玫果汁脱苦脱涩方法的研究[J]. 食品科学, 1997, 18(11): 31-34.
- [7] 李宏高, 吴忠会, 刘侠, 等. 灵芝、南瓜乳酸菌饮料的研制[J]. 食品工业科技, 2008(7): 157-159.
- [8] 黄春芳, 倪永年. 分光光度法测定食品中的单宁[J]. 南昌大学学报: 理科版, 2002(3): 243-245.
- [9] 许汉英, 王柯敏. 流动注射-分光光度法的测定蜂蜜中还原糖的研究[J]. 高等学校化学学报, 1998(12): 1925-1928.
- [10] 郑小江, 刘金龙. 天麻保健饮料生产技术研究[J]. 食品科学, 2005, 26(9): 653-654.