

# 蓝莓覆盆子复合饮料的研制

戴晓晴, 余振宇, 水龙龙, 王帮国, 姜绍通\*

(合肥工业大学农产品加工研究院, 合肥工业大学食品科学与工程学院, 安徽省农产品精深加工重点实验室, 安徽合肥 230009)

**摘要** [目的] 研究蓝莓覆盆子复合饮料的生产工艺, 确定最佳的条件。[方法] 新鲜蓝莓果经酶解、澄清得蓝莓清汁, 在单因素试验的基础上, 采用正交试验方法确定蓝莓汁澄清和覆盆子浸提的最佳工艺, 同时考察蓝莓覆盆子复合饮料的最佳配比。[结果] 试验得出蓝莓汁澄清的最佳工艺为壳聚糖添加量 2.5%, 澄清时间 2.0 h, 澄清温度 40 ℃。覆盆子浸提的最佳因素为果胶酶添加量 1.0 g/L, 浸提温度 50 ℃, pH 3.8, 浸提时间 1.5 h。蓝莓覆盆子复合饮料的最佳配比为蓝莓清汁与覆盆子浸提液之比 1.5:9, 白砂糖添加量 5%, 柠檬酸添加量 0.05%。[结论] 蓝莓覆盆子复合饮料营养丰富、口感酸甜、颜色清亮透明。

**关键词** 蓝莓; 覆盆子; 复合饮料; 黄酮

中图分类号 TS275 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)14-0073-04

## Preparation of Blueberry and Raspberry Compound Beverage

DAI Xiao-qing, YU Zhen-yu, SHUI Long-long, JIANG Shao-tong\* et al (Key Laboratory for Agriculture Processing Product of Anhui Province, Institute of Agricultural Processing, School of Food Science and Engineering, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009)

**Abstract** [Objective] To study the production process of blueberry and raspberry compound beverage and determine the optimum production conditions. [Method] The blueberry juice was obtained by enzymolysis and clarification. On the basis of single-factor experiment, the optimal process of clarifying blueberry was determined by orthogonal test, the optimal ratio of blueberry and raspberry compound beverage was also investigated. [Result] The optimum clarification process was: chitosan 2.5%, clarification time 2.0 h, clarification temperature 40 ℃. The best factors of raspberry extraction were as follows: adding pectinase 1.0 g/L, extraction temperature 50 ℃, pH 3.8, extraction time 1.5 h. The optimum ratio of blueberry raspberry beverage was 1.5:9, the dosage of white sugar was 5% and the content of citric acid was 0.05%. [Conclusion] Blueberry and raspberry compound beverage is rich in nutrition, sweet and sour, and transparent in color.

**Key words** Blueberry; Raspberry; Compound beverage; Flavonoids

蓝莓别名越橘, 因为其具有鲜艳的颜色、细腻的果肉、极小的种子、酸甜可口的独特风味和丰富的营养, 被誉为“浆果之王”<sup>[1]</sup>。蓝莓果实中含有多种具有生理活性的成分, 如花色素<sup>[2]</sup>。花色素可使视红素再合成, 在抗肿瘤、抗泌尿系统感染等方面有独特的功效<sup>[3-9]</sup>。作为国际粮农组织推荐的五大健康食品之一, 蓝莓相关产业具有巨大的发展潜力<sup>[8]</sup>。

覆盆子又称树莓, 果实为聚合浆果, 主要生产于福建、浙江等地<sup>[10]</sup>。其鲜果柔软多汁、色彩艳丽、风味独特、营养丰富, 其含有的抗衰老物质维生素 E 和过氧化物歧化酶(POD)量是所有水果中最多的, 被称为结果最快的“第三代水果”<sup>[11]</sup>。

覆盆子浸提液具有涩味、香味单薄和光泽暗淡等缺点, 而澄清后的蓝莓汁则色泽鲜艳、香味浓郁。所以, 将蓝莓果汁与覆盆子浸提液按一定比例混合, 生产具有覆盆子的风味

和营养成分, 酸甜适口、性质稳定的复合果汁饮料, 既发挥了覆盆子的保健功能, 也改善了覆盆子浸提液的感官品质。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 新鲜蓝莓果、覆盆子干, 市售; 白砂糖、柠檬酸、柠檬酸钠, 食品级; 果胶酶、纤维素酶、壳聚糖, 分析纯。

Q/TB CR2 型 722 可见分光光度计, 鹤壁市科奥仪器仪表制造有限公司; MJ-25BM05C 搅拌机, 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司; DENWER 型电子天平; CR21GIII 型离心机, 日立集团; 打浆机; 实验室 pH 计, 梅特勒-托利多仪器有限公司; DFT-250 型手提式中中药粉碎机, 贵阳三阳包装设备有限公司。

## 1.2 方法

**1.2.1 蓝莓覆盆子复合饮料制作工艺流程。** 该试验研制的蓝莓覆盆子复合饮料的具体工艺流程如图 1 所示。

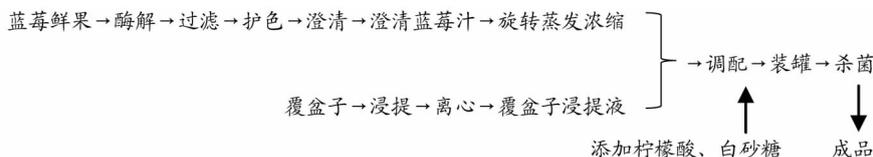


图 1 蓝莓覆盆子复合饮料制作工艺流程

Fig. 1 The production process of blueberry and raspberry compound beverage

**1.2.2 蓝莓清汁透光率的测定。** 使用紫外分光光度计, 以蒸馏水为空白对照, 在波长 795 nm 处测蓝莓清汁的透

光率(T)<sup>[12]</sup>。

**1.2.3 蓝莓汁澄清的单因素试验。** 将蓝莓鲜果充分酶解后, 加入护色剂护色, 得蓝莓原汁。以蓝莓汁的透光率为指标, 选取壳聚糖添加量、澄清温度、澄清时间作为单因素, 进行蓝莓汁的澄清试验。

**1.2.3.1 壳聚糖添加量对蓝莓汁澄清效果的影响。** 蓝莓浆经护色处理后, 纱布过滤, 得蓝莓汁, 取 100 mL 蓝莓汁, 等分

**基金项目** 安徽省重点攻关项目(JZ2014AKSY0397); 安徽省科技重大专项(16030701082)。

**作者简介** 戴晓晴(1992—), 女, 安徽蒙城人, 硕士研究生, 研究方向: 农产品加工。\*通讯作者, 硕士, 博士生导师, 从事农产品加工研究。

**收稿日期** 2017-02-24

成6份,保持澄清温度40℃,澄清时间2h,壳聚糖用量为0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%,离心后取上清液,以蓝莓澄清汁的透光率以及花色苷含量确定最佳的壳聚糖用量。

**1.2.3.2 澄清温度对蓝莓汁澄清效果的影响。**蓝莓浆经护色处理后,纱布过滤,得蓝莓汁,取100 mL蓝莓汁,等分成6份,保持澄清时间2h,壳聚糖用量为2.5%,澄清时间分别为35、40、45、50、55、60℃,离心后取上清液,以蓝莓澄清汁的透光率以及花色苷含量确定最佳的澄清温度。

**1.2.3.3 澄清时间对蓝莓汁澄清效果的影响。**蓝莓浆经护色处理后,纱布过滤,得蓝莓汁,取100 mL蓝莓汁,等分成6份,保持澄清温度40℃,壳聚糖用量为2.5%,澄清时间分别为0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0h,离心后取上清液,以蓝莓澄清汁的透光率以及花色苷含量确定最佳的澄清时间。

**1.2.4 蓝莓汁澄清工艺最优参数的确定。**以蓝莓清汁的透光率为指标,在单因素试验的基础上,选取壳聚糖添加量、澄清时间、澄清温度进行正交试验,确定3因素3水平的最优参数。

表1 蓝莓汁澄清工艺正交试验因素水平设计

Table 1 Factor and level of orthogonal test for blueberry juice clarification process

水平 Level	因素 Factor		
	壳聚糖添加量(A) Chitosan addition amount//%	澄清温度(B) Clarification temperature//℃	澄清时间(C) Clarification time//h
	1	1.5	35
2	2.0	40	2.0
3	2.5	45	2.5

**1.2.5 覆盆子浸提液的制备。**挑选外观饱满的覆盆子果干,粉碎成粉末状备用。

**1.2.5.1 加酶量对覆盆子浸提液中总黄酮得率的影响。**称取覆盆子样品1g,1:15(g:mL)加水混合,加入果胶酶分别为0.7、0.8、0.9、1.0、1.1、1.2g/L,调节pH为3.8,然后45℃水浴2h,结束后6000 r/min离心10min,测得总黄酮得率。

**1.2.5.2 酶解温度对覆盆子浸提液中总黄酮得率的影响。**称取覆盆子样品1g,1:15(g:mL)加水混合,加入果胶酶,调节pH为3.8,然后不同温度35、40、45、50、55、60℃下水浴2h,结束后6000 r/min离心10min,测得总黄酮得率。

**1.2.5.3 pH值对覆盆子浸提液中总黄酮得率的影响。**称取覆盆子样品1g,1:15(g:mL)加水混合,加入果胶酶,调节不同的pH为3.0、3.4、3.8、4.2、4.6、5.0,然后45℃水浴2h,结束后6000 r/min离心10min,测得总黄酮得率。

**1.2.5.4 酶解时间对覆盆子浸提液中总黄酮得率的影响。**称取覆盆子样品1g,1:15(g:mL)加水混合,加入果胶酶,调节pH为3.8,然后45℃水浴不同时间0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0h,结束后6000 r/min离心10min,测得总黄酮得率。

**1.2.6 总黄酮得率的测定。**总黄酮含量的测定参照GB/T 20574—2006<sup>[13]</sup>,总黄酮得率(mg/g)=浸提液中总黄酮的含量(mg)/原材料的总质量(g)。

**1.2.7 覆盆子浸提工艺最优参数的确定。**以黄酮得率为指标,在单因素试验的基础上,选取加酶量、pH、浸提温度、浸提时间进行正交试验分析,确定4因素3水平的最优参数。

表2 覆盆子浸提条件正交试验因素水平设计

Table 2 Factor and level of orthogonal test for raspberry extraction conditions

水平 Level	因素 Factor			
	加酶量(A) Enzyme dosage//g/L	浸提温度(B) Extraction temperature ℃	pH(C)	浸提时间(D) Extraction time//h
	1	0.9	40	3.4
2	1.0	45	3.8	2.0
3	1.1	50	4.2	2.5

**1.2.8 蓝莓覆盆子复合饮料的最佳配方。**以复合饮料的颜色、主要成分的气味等方面为指导依据进行评分,进行正交试验设计以获得复合饮料的最佳配比。

表3 蓝莓覆盆子复合饮料工艺参数正交试验因素水平设计

Table 3 Factor and level of orthogonal test for blueberry and raspberry compound beverage process parameters

水平 Level	因素 Factor		
	蓝莓清汁覆盆子提取液配比(A) Ratio of blueberry juice and raspberry extract	白砂糖(B) White sugar %	柠檬酸(C) Citric acid %
	1	1.5:7	3.0
2	1.5:8	5.0	0.10
3	1.5:9	7.0	0.15

**1.2.9 复合饮料感官评价。**选取实验室10名学生对所制得的蓝莓覆盆子复合饮料进行感官评定并打分,感官评价标准见表4。

表4 蓝莓覆盆子复合饮料感官评分标准

Table 4 Sensory evaluation standard for blueberry and raspberry compound beverage

项目 Item	评分标准 Evaluation standard	评分 Score
色泽(满分30分) Color(30 points)	澄清,透明,饮料呈紫红色,悦目适宜 澄清,透明,饮料呈紫红色 澄清,无悬浮物,饮料呈紫色 稍微有点浑浊,无光泽	27~≤30 24~≤27 21~≤24 24分以下
香气(满分30分) Aroma(30 points)	蓝莓,覆盆子香气浓郁,香味纯正协调 蓝莓,覆盆子香气合适,香味纯正 蓝莓,覆盆子香气欠佳,或不悦人 蓝莓,覆盆子香气不良,或有其他气味	26~≤30 22~≤26 18~≤22 18分以下
滋味(满分40分) Taste(40 points)	原汁原味,酸甜可口 味道合适,酸甜适中 味道偏酸,略微苦涩 酸,苦涩味大	35~≤40 30~≤35 25~≤30 25分以下

## 2 结果与分析

### 2.1 蓝莓清汁的制备

#### 2.1.1 蓝莓清汁加工的单因素试验。

**2.1.1.1 壳聚糖添加量对蓝莓清汁透光率的影响。**由图1可以看出,随着壳聚糖添加量的增大,蓝莓汁的透光率也在不断升高,但是当壳聚糖添加量达到1.5%时,继续增加壳聚

糖添加量,蓝莓汁的透光率增加幅度变小。这是由于壳聚糖添加量过大,使得溶液中的微小颗粒被包埋,从而使浊度无明显变化。

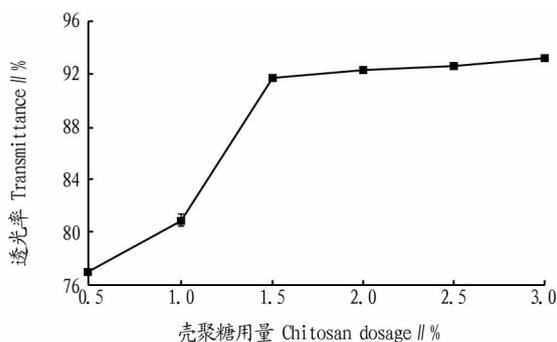


图1 壳聚糖用量对蓝莓汁澄清效果的影响

Fig. 1 Effect of chitosan dosage on clarification effect of blueberry juice

2.1.1.2 澄清温度对蓝莓汁澄清效果的影响。由图2可知,温度在35~45℃时,蓝莓汁的透光效果最佳,温度超过45℃时,透光效果呈大幅下降趋势。因此选40℃作为壳聚糖絮凝澄清的最佳温度。

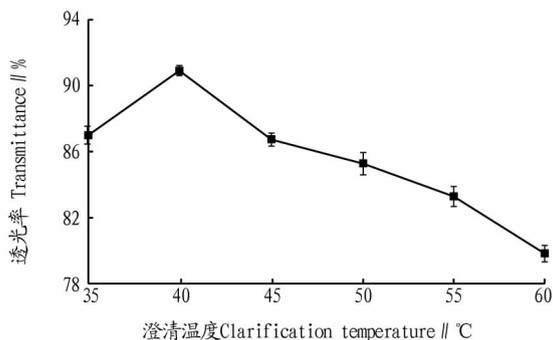


图2 澄清温度对蓝莓汁澄清效果的影响

Fig. 2 Effect of temperature on clarification effect of blueberry juice

2.1.1.3 澄清时间对蓝莓汁澄清效果的影响。由图3可知,随着澄清时间的增加,蓝莓汁的透光率也在不断增大,在澄清时间达到2.5h时,透光率达到最高,随后澄清效果下降。

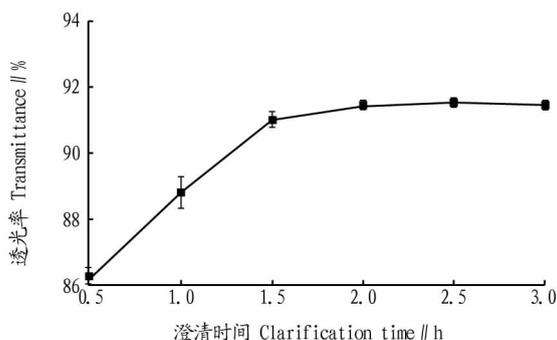


图3 澄清时间对蓝莓汁澄清效果的影响

Fig. 3 Effect of duration on clarification of blueberry juice

2.2 蓝莓汁澄清效果正交试验结果分析 由表5可以看出,依据正交试验结果,各因素对蓝莓汁澄清效果的影响大

小顺序依次为壳聚糖添加量、澄清温度、澄清时间。依据试验结果,最优组合为 $A_3B_2C_2$ ,这与单因素试验中的 $A_2B_2C_3$ 不同,对这2个组合进行验证试验得到的结果分别是94.16%和92.91%,确定 $A_3B_2C_2$ 为最佳组合,即蓝莓清汁的最佳澄清工艺为壳聚糖添加量2.5%,澄清时间2.0h,澄清温度为40℃。

表5 蓝莓汁澄清效果正交试验结果

Table 5 Results of orthogonal test for clarification effect of blueberry

试验号 Test No.	因素 Factor				透光率 Transmittance %
	壳聚糖添加量 Chitosan dosage (A)	澄清温度 Clarification temperature (B)	澄清时间 Clarification time(C)	空白 Blank (D)	
1	1	1	1	1	83.61
2	1	2	2	2	86.47
3	1	3	3	3	84.32
4	2	1	2	3	89.46
5	2	2	3	1	88.56
6	2	3	1	2	87.21
7	3	1	3	2	91.67
8	3	2	1	3	92.58
9	3	3	2	1	90.34
$K_1$	84.80	88.25	87.80	87.50	
$K_2$	88.41	89.20	88.76	88.45	
$K_3$	91.53	87.29	88.18	88.79	
R	6.73	1.91	0.96	1.29	

## 2.3 覆盆子浸提的单因素

2.3.1 加酶量对覆盆子浸提液中总黄酮得率的影响。图4显示了不同加酶量对覆盆子总黄酮得率的影响,可看出随着果胶酶的增加,总黄酮得率在不断升高,加酶量为1.0g/L时,黄酮得率达到最大,此后再增加酶用量,总黄酮得率变化平缓。考虑到经济成本,将最适加酶量确定为1.0g/L。

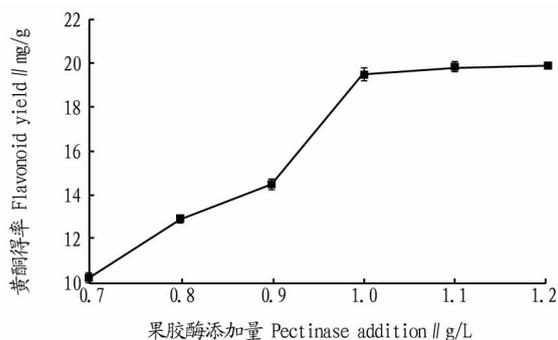


图4 加酶量对覆盆子浸提液中总黄酮得率的影响

Fig. 4 Effect of enzyme dosage on the yield of total flavonoids in raspberry extract

2.3.2 酶解温度对覆盆子浸提液中总黄酮得率的影响。图5显示了酶解温度对覆盆子中总黄酮得率的影响,可以看出随着温度的升高,总黄酮得率不断升高,温度达到45℃时,总黄酮得率达到最高,此后随着温度的升高,总黄酮得率不断下降,这是由于黄酮类化合物高温下易分解造成的<sup>[14]</sup>。因此将覆盆子浸提的最佳酶解温度确定为45℃。

2.3.3 pH对覆盆子浸提液中总黄酮得率的影响。图6显示了pH对覆盆子浸提液总黄酮得率的影响,可以看出随着pH的升高,总黄酮得率也在不断增大,pH为3.8时,总黄酮

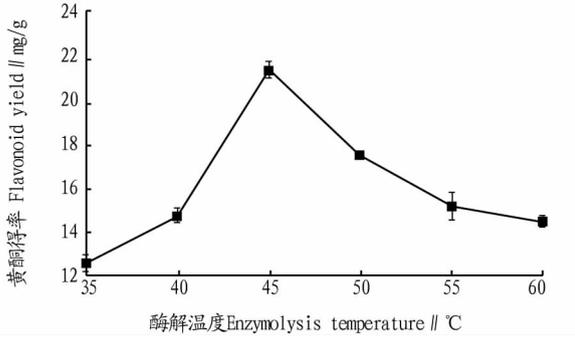


图5 酶解温度对覆盆子浸提液中总黄酮得率的影响

Fig.5 Effect of enzymolysis temperature on the yield of total flavonoids in raspberry extract

得率达到最大,当pH大于3.8时,总黄酮得率一直在下降。因此将pH 3.8作为覆盆子浸提的最佳pH。

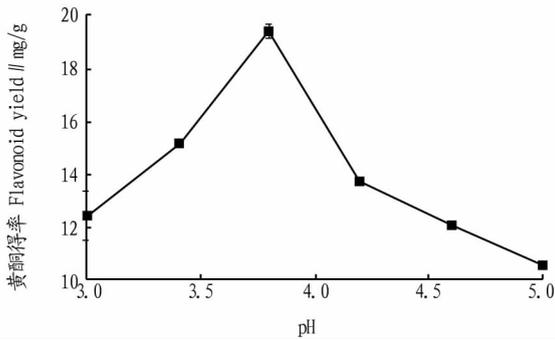


图6 pH对覆盆子浸提液中总黄酮得率的影响

Fig.6 Effect of pH on total flavonoids yield in raspberry extract

2.3.4 酶解时间对覆盆子浸提液中总黄酮得率的影响。图7显示了酶解时间对覆盆子中总黄酮得率的影响,可以看出随着酶解时间的增加,黄酮得率在升高,当酶解时间达到2.0 h时,黄酮得率达到最高,因此最佳酶解时间为2.0 h。

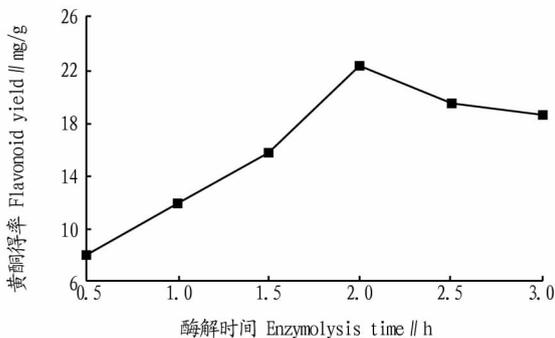


图7 酶解时间对覆盆子浸提液中总黄酮得率的影响

Fig.7 Effect of enzymolysis time on the yield of total flavonoids in raspberry extract

2.4 覆盆子浸提正交试验结果与分析 由表6可以看出,依据正交试验结果,各因素对覆盆子浸提液中总黄酮得率的影响大小顺序依次为pH、浸提时间、果胶酶添加量、浸提温度。依据试验结果,最优组合为 $A_2B_3C_2D_1$ ,这与单因素试验中的 $A_2B_2C_2D_2$ 不同,对这2个组合进行验证试验得到的结果分别是22.06和21.18 mg/g,确定 $A_2B_3C_2D_1$ 为最佳组合,即覆盆子浸提的最佳工艺为果胶酶添加量1.0 g/L,浸提温

度50 °C,pH 3.8,浸提时间为1.5 h。

表6 覆盆子浸提液总黄酮得率的正交试验设计与结果

Table 6 Orthogonal design and results of flavonoid yield from raspberry extract

试验号 Test No.	因素 Forctor				黄酮得率 Flavonoid yield mg/g
	加酶量(A) Enzyme dosage	浸提温度(B) Extraction temperature	pH(C)	浸提时间(D) Extraction time	
1	1	1	1	1	15.63
2	1	2	2	2	19.17
3	1	3	3	3	12.53
4	2	1	2	3	17.46
5	2	2	3	1	18.17
6	2	3	1	2	16.43
7	3	1	3	2	15.12
8	3	2	1	3	12.94
9	3	3	2	1	21.81
$K_1$	15.77	16.07	15.00	18.54	
$K_2$	17.35	16.76	19.48	16.91	
$K_3$	16.62	16.92	15.27	14.31	
R	1.58	0.85	4.48	4.23	

2.3 蓝莓覆盆子复合饮料配方的确定 由表7可以看出,依据正交试验结果,各因素对蓝莓覆盆子复合饮料感官品质的影响大小顺序依次为白砂糖含量、蓝莓汁覆盆子浸提液比、柠檬酸添加量。依据试验结果,最优组合为 $A_3B_2C_1$ ,即蓝莓覆盆子复合饮料最佳配方为蓝莓清汁覆盆子浸提液配比为1.5:9,白砂糖添加量为5.0%,柠檬酸添加量为0.05%。

表7 蓝莓覆盆子复合饮料配方正交试验结果

Table 7 Blueberry raspberry compound beverage formula orthogonal test results

试验号 Test No.	因素 Factor				感官评价//分 Sensory evaluation
	蓝莓汁覆盆子 浸提液比 Ratio of blueberry juice and raspberry extract	白砂糖(B) White sugar	柠檬酸(C) Citric acid	空白(D) Blank	
1	1	1	1	1	78
2	1	2	2	2	83
3	1	3	3	3	82
4	2	1	2	3	73
5	2	2	3	1	80
6	2	3	1	2	76
7	3	1	3	2	71
8	3	2	1	3	94
9	3	3	2	1	88
$k_1$	81.0	74.0	82.7	82.0	
$k_2$	76.3	85.7	81.3	76.7	
$k_3$	84.3	82.0	77.7	83.0	
R	8.0	11.7	5.0	6.3	

### 3 结论

通过单因素试验确定各因素的取值,并利用单因素结果,确定对蓝莓汁透光率和黄酮得率影响最大的因素,从而设计4因素3水平正交试验,确定最佳条件。确定蓝莓澄清的最佳工艺为壳聚糖添加量2.5%,澄清时间2.0 h,澄清温度为40 °C。蓝莓清汁与覆盆子浸提液进行复配,覆盆子浸提的最佳因素为:果胶酶添加量为1.0 g/L,浸提温度为50 °C,pH为3.8,浸

(下转第86页)

- 农学报,2010,16(12):200-202.
- [33] 唐士军,陈昆燕,曾建,等.重点工序工艺参数与主流烟气中CO量的关系研究[J].郑州轻工业学院学报(自然科学版),2010,25(4):20-22.
- [34] 邱光明,谭兰兰,汪长国,等.制丝工艺参数对卷烟减害降焦的影响研究[J].湖南农业科学,2013(1):101-104,114.
- [35] 张涛,苏明亮,赵伟,等.制丝工艺参数对9种主流烟气成分释放量的影响[J].烟草科技,2014(8):32-37.
- [36] 肖春菊,孙佐,石红雁,等.烟梗切丝宽度的探讨[J].烟草科技,2000(3):4-6.
- [37] 高尊华,鲍文华,程红军,等.梗丝结构对卷烟质量稳定性的影响[J].烟草科技,2007(2):5-7.
- [38] 杨东亚,叶宏音,瞿先中,等.烟梗回潮工艺对梗丝物理及烟气指标影响的研究[J].安徽农业科学,2015,43(17):317-318.
- [39] 汪涛,张灵辉,叶宏音.不同形态梗丝对卷烟在制品及成品质量的影响[J].安徽农业科学,2013,41(32):12724-12726.
- [40] 王慧,曾晓鹰,杨涛,等.微波膨胀烟梗制备颗粒应用于卷烟的效果评价[J].烟草科技,2008(10):5-8.
- [41] 尧珍玉,马涛,温东奇,等.微波膨胀烟梗颗粒在卷烟滤嘴中的应用[J].应用化工,2010,39(9):1432-1435.
- [42] 杨虹琦,周冀衡,罗泽民,等.微生物和酶在烟叶发酵中的应用[J].湖南农业科学,2004(1):63-66.
- [43] 闫洪洋.我国六省烤烟样品细胞壁物质对比分析[C]//中南片2003年烟草学术交流会论文集.郑州:河南省烟草学会,2004:353-362.
- [44] 闫金玉,闫洪洋,李兴波,等.烤烟烟叶细胞壁物质的对比分析[J].烟草科技,2005(10):6-11.
- [45] 夏露,张娟,王远亮,等.生物技术在烟叶发酵中的应用研究进展[J].安徽农业科学,2010,38(22):12013-12015.
- [46] 赵铭钦,汪耀富,杜长彬,等.陈化期间烟叶香气成分消长规律的研究[J].中国农业大学学报,1997,2(3):73-77.
- [47] 杨金奎,段焰青,陈春梅,等.醇化烟叶表面可培养微生物的鉴定和系统发育分析[J].烟草科技,2008(11):51-55.
- [48] 周瑾,李雪梅,许传坤,等.利用微生物发酵改良烤烟碎片品质的研究[J].烟草科技,2002(6):3-5.
- [49] 黄静文,段焰青,者为,等.短小芽孢杆菌改善烟叶品质的研究[J].烟草科技,2010(8):61-64.
- [50] 朱大恒,韩锦峰,周御风,等.利用产香微生物发酵生产烟用香料技术及其应用[J].烟草科技,1997(1):30-31.
- [51] 周元清,周丽清,章新,等.用生物技术降解木质素提高烟梗使用价值初步研究[J].玉溪师范学院学报,2006,22(6):61-63.
- [52] 陈兴,申晓峰,巩效伟,等.利用微生物制剂提高梗丝品质的研究[J].中国烟草学报,2013,19(3):83-86.
- [53] 段焰青,者为,王明峰,等.一种用于烟梗处理的短小芽孢杆菌制剂:CN:102250813A[P].2011-11-23.
- [54] 陈兴,曾晓鹰,段焰青,等.一种用于烟梗处理的枯草芽孢杆菌制剂:CN 102250812A[P].2011-11-23.
- [55] 王海磊,李宗义.三种重要木质素降解酶研究进展[J].生物学杂志,2003,20(5):9-11.
- [56] 张锐,李元实,寇霄腾,等.用于烟梗木质素降解的漆酶的分离纯化研究[J].郑州轻工业学院学报(自然科学版),2014,29(6):5-8.
- [57] 李晓,顾小燕,王美宙,等.漆酶降解烟梗木质素的条件优化[J].贵州农业科学,2016,44(2):149-151.
- [58] 巩效伟,陈兴,申晓峰,等.利用果胶酶改善烟梗内在品质的研究[J].安徽农业科学,2013,41(15):6889-6891.
- [59] 于建军,马海燕,杨寒文,等.利用果胶酶降解烟叶中果胶的研究[J].江西农业学报,2009,21(3):136-138.
- [60] SILBERMAN H C. Pressed stems-enzym treated tobacco stems[M]. Kansas: Philip Morris Tobacco Company, 1967:67-72.
- [61] 张见,刘元法,李东亮,等.非溶液体体系下酶解条件对烟草梗丝中细胞壁物质的影响[J].安徽农业科学,2012,40(7):3973-3975,3979.
- [62] 林凯.酶法对烟梗降解效果的研究[J].安徽农业科学,2011,39(11):6500-6501.
- [63] 戴丽君,施建在,郑彬,等.应用复合酶工艺技术提高烟梗浸膏品质的研究[J].江西农业学报,2012,24(6):135-138.
- [64] 肖瑞云,林凯.不同复合酶对烟梗化学成分和感官评吸的影响[J].江西农业学报,2010,22(10):70-72.
- [65] 施林燕,于兴伟,许赣荣,等.复合酶对不同类型的烟梗物料酶解效果的比较[J].工业微生物,2012,42(6):58-62.
- [66] 林翔,陶红,沈光林,等.利用复合酶改善烟梗品质的研究[J].安徽农业科学,2011,39(4):2064-2066.
- [67] 徐达,田耀伟,苏加坤,等.不同复合酶在改善梗丝品质中的研究[J].中国酿造,2014,33(11):113-117.

(上接第76页)

提时间为1.5h。

通过正交试验对饮料进行复配,得到蓝莓覆盆子复合饮料的最佳配方为蓝莓清汁与覆盆子浸提液之比为1.5:9,白砂糖添加量为5%,柠檬酸的添加量为0.05%。所制得的蓝莓覆盆子复合饮料营养丰富,口感酸甜,颜色清亮,对于蓝莓复合饮料的生产具有一定的指导意义。

#### 参考文献

- [1] 刘欢.“浆果之王”蓝莓的营养保健作用研究[J].中国新技术新产品,2009(19):228.
- [2] 李亚东,吴林,张志东.越橘(蓝莓)栽培与加工利用[M].长春:吉林科学技术出版社,2001:2-6.
- [3] GU L W, KELM M, HAMMERSTONE J F, et al. Fractionation of polymeric procyanidins from lowbush blueberry and quantification of procyanidins in selected foods with an optimized normal-phase HPLC-MS fluorescent detection method[J]. J Agric Food Chem, 2002, 50(17):4852-4860.
- [4] PAES J, DOTTA R, BARBERO G F, et al. Extraction of phenolic compounds and anthocyanins from blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) residues using supercritical CO<sub>2</sub> and pressurized liquids[J]. J of Supercritical Fluids, 2014, 95:8-16.
- [5] 王芳,刘华,陈文荣,等.贮藏温度对蓝莓活性成分及抗氧化活性的影响[J].宁夏大学学报(自然科学版),2011,32(2):172-175.
- [6] 文连奎,姜明珠,任小丽,等.笃斯越橘果粒果汁饮料加工工艺[J].饮料工业,2006,9(3):31-32.
- [7] 杨磊,贾佳,祖元刚.蓝莓总花色苷匀浆的提取条件优化及抗氧化活性[J].食品科学,2009,30(20):27-33.
- [8] 胡雅馨,李京,惠伯棣.蓝莓果实中主要营养及花青素成分的研究[J].食品科学,2006,27(10):600-603.
- [9] 解利利.蓝莓油汁饮料加工技术的研究[D].无锡:江南大学,2011.
- [10] 汪传佳,徐小静,康志雄,等.覆盆子资源开发利用研究综述[J].浙江林业科技,2004,24(1):65-68.
- [11] 杨文侠,任建,谢可强.树莓饮料及稳定性的研究[J].食品工业科技,2004,25(12):86-88.
- [12] 陶伯旭.蓝莓清汁饮料的加工工艺研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2013.
- [13] 国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.峰胶中总黄酮含量的测定方法 分光光度比色法:GB/T 20574-2006[S].北京:中国标准出版社,2006.
- [14] 兵藤良夫.最新饮料工艺学[M].雷席珍,译.广州:广东科技出版社,1985:65.