

李子果粒果汁饮料加工工艺研究

Study on processing technology of plum juice beverage with pulp

成 策¹ 陆 俊^{1,2} 韩文琪¹ 黄 晖¹ 李忠海^{1,2}

CHENG Ce¹ LU Jun^{1,2} HAN Wen-qi¹ HUANG Hui¹ LI Zhong-hai^{1,2}

(1. 中南林业科技大学食品科学与工程学院, 湖南 长沙 410004; 2. 稻谷及副产物
深加工国家工程实验室, 湖南 长沙 410004)

(1. College of Food Science and Engineering, Central South University of Forestry and Technology,
Changsha, Hunan 410004, China; 2. National Engineering Laboratory of Rice and By-product
Deep Processing, Changsha, Hunan 410004, China)

摘要:以新鲜李子为原料,对李子果粒果汁饮料加工工艺进行探讨,通过单因素试验和正交试验对工艺中的去皮处理、果胶酶用量、护色、果汁配方等关键技术进行研究,确定饮料的最佳工艺参数。结果表明:最适去皮方法为浸碱法;果胶酶浓度为 200 mg/L;复合护色剂最优配比为 V_C 0.15 g/100 mL、柠檬酸 0.20 g/100 mL、亚硫酸氢钠 0.30 g/100 mL;李子果粒果汁饮料的最优配方为原汁 15.0 g/100 mL、白砂糖 9.0 g/100 mL、柠檬酸 0.10 g/100 mL、果粒 10.0 g/100 mL、XC 悬浮剂 0.30 g/100 mL,制得的饮料酸甜适宜、清爽可口。
关键词:李子;果粒果汁饮料;加工工艺

Abstract: Discussed on the processing technology of plum juice beverage with pulp. The main parameters of the process, including peeling method, pectinase dosage, the color fixative and juice recipes were studied by single factor and orthogonal test. The results showed that the optimum leaching method was alkaline peeling; the optimum pectinase dosage was 200 mg/L. The composite color fixative optimal ratio composed 0.15 g/100 mL of V_C , 0.20 g/100 mL of citric acid, 0.30 g/100 mL of sodium bisulfite; The best formula were 15 g/100 mL of plum content, 9.0 g/100 mL of sugar, 0.10 g/100 mL of citric acid, 10.0 g/100 mL of fruit pulp, 3.0 g/100 mL of XC type suspending. Under the optimum condition, products was suitable in sweet and sour, the texture of product was smoothness.

Keywords: plum; juice beverage with pulp; processing technology

李子(*Prunus salicina* Lindl),又名嘉庆子、李仔,蔷薇科李属植物,原产于中国长江流域及西北一带,是中国栽培

最早的水果之一,距今已有 3 000 多年的历史。新鲜李子果肉营养丰富,含糖、蛋白质、胡萝卜素、钙、磷、铁、 V_{B1} 、 V_{B2} 、 V_C 、微量的硫胺素、核黄素等成分^[1]。李子中的活性肽有较强的抗 ABTS 自由基和抑制血管紧张素转换酶作用^[2]。李子供应期短而集中,属于季节性水果,采收于高温季节,后熟迅速,会出现明显的呼吸高峰和乙烯产生高峰,进而导致果实腐烂^[3]。随着近年来李子产量的大幅提升,因销售不及时而导致腐烂的情况更为严重。因此对李子进行深加工,合理利用产业资源,提高其附加价值尤为迫切^[4]。

目前以李子为原料的产品开发,主要集中在对果脯^[5]、果醋^[6]、果酒^[7]加工工艺的研究,国内外关于李子果粒果汁饮料的工艺研究报道甚少,端应华^[8]也仅对李子酶解制汁进行了研究,相关饮料加工工艺还有待进一步挖掘开发。随着近期冰糖雪梨、冰糖柠檬、蜂蜜柚子等果粒饮料的火热畅销,国内掀起了新型果汁饮料的消费热潮。本试验拟通过碱法去皮制备果粒,正交试验优化果汁护色剂配方,再利用正交试验优化李子果粒果汁配方等步骤,详细研究李子果粒果汁饮料的加工工艺,以期该产品实现规模化生产提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材料与设备

1.1.1 试验材料

李子:黄香李(*Prunus domestica* subsp. syriaca),产自长沙县;

果胶酶:30 000 UPG,阿拉丁公司;

XC 型饮料悬浮剂:上海大鹰生物科技有限公司;

白砂糖、柠檬酸、脱氢醋酸钠、 V_C :食品级,市售;

其余试剂均为分析纯。

1.1.2 主要设备

高剪切分散乳化机:FA25 型,上海弗鲁克流体机械制造有限公司;

基金项目:食品科学与工程类湖南省大学生创新训练中心项目(编号:湘教通[2014]272 号)

作者简介:成策(1994—),男,中南林业科技大学在读本科生。

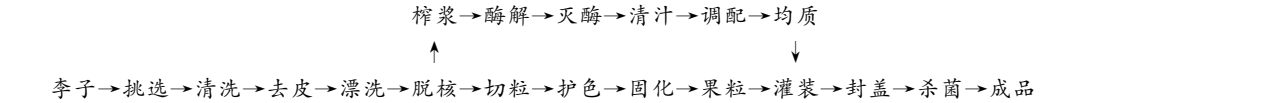
E-mail: 498216464@qq.com

通讯作者:陆俊

收稿日期:2015—06—29

pH 计:PHs-3C 型,上海雷韵试验仪器制造有限公司;
电动恒温水浴箱:DZKW-4 型,北京中兴伟业仪器有限公司;
超声清洗器:KQ-50B 型,昆山市超声仪器有限公司;

阿贝折射仪:2WAJ 型,上海光学仪器一厂;
胶体磨:SPX-L 型,广州斯普鑫轻工机械设备有限公司;
打浆机:JYL-C051 型,九阳股份有限公司。



1.3 操作要点

1.3.1 原料的挑选与清洗 于果实成熟期选择大小匀称,无霉变、腐烂及无病虫害,且接近成熟的新鲜李子用于试验,用自来水洗净并晾干。

1.3.2 浸碱去皮与漂洗 将 8% NaOH 溶液升温至 95℃,浸泡李子 90 s,冲洗去皮后立即以 0.3% 盐酸溶液中和,再放入水中漂洗。

1.3.3 果粒制备 将去皮的果肉用清水清洗干净,切成边长 0.2~0.3 cm 大小的方块,放入复合护色液中护色处理 15 min。钙处理有助于维持果实硬度,保持并改善果实品质^[9],将 0.3% 氯化钙溶液升温至 65℃,以 1:2(*m*:*V*)的料液比固化处理果粒 30~50 s 后立即用清水冲洗并风干。将果粒置于饱和白砂糖溶液中超声波处理 30 min,细胞中的空气得到快速释放,糖水溶液充分进入细胞中,使肉质紧密,稳定果粒密度,即得李子果粒^[10]。

1.3.4 李子清汁的制备 李子去皮和核后用榨浆机榨浆,将果浆恒温至(35±1)℃,添加果胶酶浓度为 200 mg/L,用稀 HCl 和 NaOH 溶液调节 pH 至 3.5~4.0,作用 90 min,迅速提高果浆温度至 70℃将酶灭活,用 100 目滤布挤压过滤获得李子初滤液,再通过 300 目滤布挤压过滤获得李子清汁^[8-11]。

1.3.5 混合调配 称取适量白砂糖、柠檬酸及 0.01% 脱氢醋酸钠,0.05% 苯甲酸钠,与加一定量水稀释的李子清汁混合均匀,提高温度至 65℃,采用胶体磨在 0.02 mm 磨盘间隙下均质 3 次。柠檬酸调节酸度 0.20%,pH 3.8~4.0,糖酸比 38:1 至 40:1 之间。

1.3.6 灌装、排气及杀菌 将李子果汁饮料装入玻璃瓶中,添加适量果粒,在 80℃下排气 5 min 后,迅速封盖,再于 85℃条件下加热杀菌 20 min^[12]。

1.4 试验设计

1.4.1 去皮方式的确定 采用以下 3 种方法进行去皮,考察不同的去皮方法对去皮效果、口感及色泽的影响。

(1) 热烫:于沸水中热烫处理 2 min,用刀划十字扒去李子皮^[13]。

(2) 浸碱法:将 8% NaOH 溶液升温至 95℃,李子浸泡 90 s 后手工去皮^[14]。

(3) 酶制剂:① 划碎痕:将洗净的水果用刀刃将其在果皮上划上数道碎痕,以渗出果皮液汁为宜;② 抽真空:将划过碎痕的水果置于一容器中,抽成真空,以将水果内的少量空气抽出;③ 浸渍:将 300 mg/L 的果胶酶溶液,吸入真空的容器中,使水果浸没在果胶酶液中;④ 去果皮:恢复常压,当压力正常时,果胶酶就会被吸渗入水果皮内,发生酶液化作用,经 15~60 min,果皮与果肉体自然解离^[15]。

对比上述 3 种去皮方式以选择最适的工艺来去皮。口

感与色泽评判标准以具有李子独特风味,无不良口感,色泽呈明亮淡黄色为最佳。通过最好、较好、一般、较差、最差 5 个等级来评价判断。

1.4.2 果胶酶用量的确定 参考文献[8],各取 100 g 李子果浆,pH 调节至 3.5~4.0,恒温至(35±1)℃后,分别加入一定量的果胶酶,作用 90 min 后用 100 目滤布挤压得初滤液,测定果汁得率及可溶性固形物含量。

1.4.3 复合护色剂配比的确定 在前期探索性试验的基础上,以 V_C、柠檬酸、亚硫酸氢钠为复合护色剂组成成分,以李子果粒色泽感官评分为评价指标(表 1),采用 L₉(3³)正交表进行正交试验,确定用于果粒护色的复合护色剂的最优配比。正交试验因素水平见表 2。

表 1 护色效果感官评价表

Table 1 Sensory evaluation standard for color protection

评分标准	评分区间/分
李子果固有的色泽	7~10
色泽较深	3~6
色泽很深	0~2

表 2 复合护色剂配比因素水平表

Table 2 Factors and levels for composite color fixative ratio test

水平	A V _C 用量	B 柠檬酸用量	C 亚硫酸氢钠用量
1	0.15	0.15	0.20
2	0.20	0.20	0.25
3	0.25	0.25	0.30

1.4.4 果粒果汁饮料配方的确定 参考文献[16-18],经过单因素试验,探索得出李子原汁用量为 15.0 g/100 mL 时色泽和口感最好;XC 型悬浮剂用量为 0.2 g/100 mL 以上时,饮料成品常温静置 49 d 未出现沉淀分层现象,具有极好的稳定效果。通过以白砂糖、柠檬酸、果粒、XC 型悬浮剂比例为试验因素,以李子果粒果汁饮料感官得分为指标,采用 L₉(3⁴)正交试验对李子果粒果汁饮料配方的最佳配比进行优化,试验因素水平表见表 3。

表 3 配方试验因素水平表

Table 3 Factors and levels for the formulation test

水平	A 白砂糖	B 柠檬酸	C 果粒	D 悬浮剂
1	7	0.05	6	0.20
2	8	0.10	8	0.25
3	9	0.15	10	0.30

1.5 分析评价方法

1.5.1 测定项目及方法

(1) 可溶性固形物含量的测定:按 GB/T 12143—2008 执行;

(2) 总酸度的测定:按 GB/T 12456—2008 执行;

(3) 微生物指标的测定:按 GB/T 4789. 21—2003 执行。

1.5.2 感官评价 由 10 名经过培训的食品专业学生组成感官评价小组,参照文献[19—20]制定产品综合评分标准,并根据该标准进行评分,取其平均值作为评分结果,满分为 100 分。评分标准见表 4。

表 4 李子果粒果汁饮料感官评价标准
Table 4 Sensory evaluation standard of plum fruit juice beverage

评分项目	评分标准	得分
色泽(20 分)	明亮的淡黄色	15~20
	不够明亮,颜色略深	9~14
	黄褐色,不够明亮	8 以下
香气(20 分)	具有李子特有的香味	15~20
	香气较淡,不突出	9~14
	有令人不愉快的异味	8 以下
口感和风味 (40 分)	具有李子特有滋味,酸甜适中,味感协调	30~40
	具有李子特有滋味,味感较淡	19~29
	滋味一般,味感不协调	18 以下
组织状态 (20 分)	汁液澄清、果粒悬浮均匀	15~20
	汁液澄清、果粒悬浮不均匀	9~14
	汁液不澄清、果粒沉于瓶底	8 以下

1.6 数据分析

采用 Excel 进行数据统计及 SPSS 17.0 进行单因素方差分析。

2 结果与讨论

2.1 去皮方式的确定

去皮方式对去皮效果、口感及色泽的影响见表 5。由表 5 可知,酶制剂法去皮虽然在口感和色泽上最好,但是去皮效果不佳,李子皮结构致密且与果肉贴合紧密,难以达到理想的分离效果,故不考虑使用该方法。浸碱法与热烫法比较,口感与色泽无明显差别,但去皮效果更好,可直接用水冲洗去皮,有效降低了人工成本,适用于工业生产,故采用浸碱法去皮进行下一步试验。

2.2 果胶酶用量对果汁得率及色泽的影响

果胶酶用量对果汁得率及色泽的影响见表 6。由表 6 可

表 5 去皮方式对去皮效果、口感及色泽的影响
Table 5 The effect of different methods on peeling, taste and color

项目	热烫法	浸碱法	酶制剂法
去皮效果	一般	最好	最差
口感	较好	较好	最好
色泽	较好	较好	最好

知,李子果浆是否添加果胶酶对果汁得率及色泽有显著影响,不添加果胶酶不仅果汁得率低,且放置一段时间后,颜色呈黄褐色。而加入果胶酶酶解后果汁色泽提升,这可能是果胶酶浸提果肉色素所致^[21],且果汁得率提高的同时黏度下降,过滤阻力减小,过滤速度加快^[22—23]。通过单因素方差分析,当果胶酶用量为 200 mg/L 以上时,果汁得率及固形物含量最高,色泽较好。随着果胶酶浓度进一步提高,果汁得率和可溶性固形含量无显著性差异,鉴于工艺成本,选择 200 mg/L 果胶酶对李子汁进行酶解。

表 6 果胶酶用量对果汁得率及可溶性固形物含量的影响[†]
Table 6 The effect of pectinase dosage on yields of juice and soluble solids (*n*=3)

酶浓度/(mg·L ⁻¹)	果汁得率/%	可溶性固形物/%	果汁色泽
0	72.8±0.6 ^d	13.0±0.2 ^c	黄褐色
50	76.1±0.5 ^c	13.5±0.3 ^b	琥珀色
100	79.1±0.3 ^b	13.8±0.1 ^b	琥珀色
150	81.9±0.6 ^b	14.1±0.2 ^a	琥珀色
200	84.3±0.4 ^a	14.3±0.3 ^a	深黄色
250	83.9±0.4 ^a	14.2±0.1 ^a	深黄色
300	84.2±0.6 ^a	14.3±0.2 ^a	深黄色

[†] 同列肩标不同字母表示差异显著 (*P*<0.05)。

2.3 复合护色剂配比的确定

复合护色剂配比正交试验结果及分析见表 7。由表 7 可知,3 个因素对李子果粒的护色效果的主次因素为 C>B>A,复合护色剂的最优水平组合为 A₁B₂C₃,该组合不在以上 9 组试验中,对该组合进行验证性实验,得出该组合的感官评分为 8.7,均高于其他 9 组,证明 A₁B₂C₃ 为最优组合,即 Vc 0.15 g/100 mL、柠檬酸 0.20 g/100 mL、亚硫酸氢钠 0.30 g/100 mL。

2.4 李子果粒果汁饮料配方优选正交试验

李子果粒果汁饮料正交试验结果及分析见表 8。由表 8

表 7 复合护色剂配比正交试验结果及分析
Table 7 The orthogonal test results and analysis of composite color fixative ratio

试验号	A	B	C	评分
1	1	1	1	7.2
2	1	2	2	8.0
3	1	3	3	6.4
4	2	1	2	5.6
5	2	2	3	8.2
6	2	3	1	7.6
7	3	1	3	8.4
8	3	2	1	6.0
9	3	3	2	6.4
K ₁	21.6	21.2	20.8	
K ₂	21.4	22.2	20.0	
K ₃	20.8	20.4	23.0	
R	0.8	1.8	3.0	

可知,影响李子果粒果汁饮料风味口感的主次因子依次为D>A>B>C,配方最优水平组合为A₃B₂C₃D₃。因该组合不在以上9组试验中,故进行验证性实验,得出该组合的感官评分为94.5,均高于其它9组,证明A₃B₂C₃D₃为最优组合,即李子果粒10.0 g/100 mL、悬浮剂0.30 g/100 mL、白砂糖9.0 g/100 mL、柠檬酸0.10 g/100 mL。

表8 李子果粒果汁饮料正交试验结果及分析

Table 8 Results and analysis of orthogonal experiment for formulation test of plum juice beverage with pulp

试验号	A	B	C	D	评分
1	1	1	1	1	67.8
2	1	2	2	2	79.5
3	1	3	3	3	87.0
4	2	1	2	3	91.6
5	2	2	3	1	75.1
6	2	3	1	2	81.6
7	3	1	3	2	84.4
8	3	2	1	3	93.9
9	3	3	2	1	72.5
K ₁	234.3	243.8	243.3	215.4	
K ₂	248.3	248.5	243.6	245.5	
K ₃	250.8	240.7	246.5	272.5	
R	15.7	7.8	3.2	57.1	

3 产品质量指标

3.1 感官指标

产品呈明亮的淡黄色,且均匀一致;具有李子特有的滋味和香气,酸甜适口,味感协调无异味;汁液澄清,果粒悬浮均匀,无析水、沉淀现象。

3.2 理化指标

可溶性固形物≥13%,总酸≥0.2%(以柠檬酸计),原果汁含量≥15%,果粒含量≥10%。食品添加剂符合GB 2760—2014规定。

3.3 微生物指标

符合GB 19297—2003规定的细菌总数≤100 CFU/mL,大肠菌群≤3 MPN/100 mL,致病菌不得检出标准。

4 结论

本研究探索出一款新型李子果粒果汁饮料的加工工艺。经原料制备、调配和稳定性试验,根据生产效益及感官指标要求,确定以浸碱法去皮,复合护色剂为V_C0.15 g/100 mL、柠檬酸0.20 g/100 mL、亚硫酸氢钠0.30 g/100 mL,李子果粒浸泡时间15 min,护色效果良好。李子果粒果汁饮料最优配方为原汁用量15.0 g/100 mL、果粒用量10.0 g/100 mL、柠檬酸用量0.10 g/100 mL、白砂糖用量9.0 g/100 mL;XC悬浮稳定剂用量为0.30 g/100 mL。制得的李子果粒果汁饮料产品常温放置49 d,稳定无分层。该产品清爽可口、酸甜适宜,制备工艺流程简单、可行。与其他同类饮料研究相比,

218

消费者接受程度更高,具有较好的市场前景和经济效益。

参考文献

- 李兴玉. 中华食疗[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1994: 339~342.
- Estefanía González-García, M Luisa Marina, M Concepción García. Plum (Prunus Domestica L.) by-product as a new and cheap source of bioactive peptides: Extraction method and peptides characterization[J]. Journal of Functional Foods, 2014, 11: 428~437.
- 余德亿, 黄鹏, 方大琳, 等. 李子贮藏保鲜技术及其应用前景[J]. 中国食物与营养, 2011, 17(9): 51~55.
- 张慙. 我国果蔬汁饮料加工现状及发展对策[J]. 食品与机械, 2000(2): 4~6.
- 易诚. 李子风味产品加工技术[J]. 湖南环境生物职业技术学院学报, 2004, 10(3): 245~248.
- 陈丽. 李子果醋饮料的工艺研究[J]. 饮料工业, 2008, 11(12): 34~37.
- 侯会绒, 孙兆远. 发酵型李子果酒酿造工艺研究[J]. 畜牧与饲料科学, 2009, 30(9): 47~48, 51.
- 端应华. 利用未成熟李子进行酶解制汁的研究[J]. 江苏食品与发酵, 2000(4): 20~22.
- 于红果, 陈复生, 赖少娟, 等. 钙在果蔬生产加工应用中的研究进展[J]. 食品与机械, 2015, 31(1): 257~259, 268.
- Hormadkova Z, Ebringerova A. Ultrasonic extraction of plant materials-investigation of hemicellulose release from buckwheat hulls[J]. Ultrason Sonochem, 2003, 10(3): 127~133.
- 申连长, 田金强, 王彦敏. 果汁快速澄清技术研究[J]. 食品与机械, 2005, 21(6): 71~72, 92.
- 李前山, 刘飞宏. 杀菌工艺在果蔬汁饮料中的应用[J]. 科技致富向导, 2010(27): 271.
- 林晶晶, 李娟, 林向阳, 等. 纯果肉型枇杷饮料的研制[J]. 农产品加工(学刊), 2009(12): 35~37, 41.
- 周秀芹, 项东升. 水果专用去皮剂的设计与配制[J]. 中小企业科技, 2005(6): 51.
- 凌盛元. 酶制剂水果去皮新技术[J]. 今日科技, 1989(9): 18.
- 王明道, 郜峰, 李丕强, 等. 果粒悬浮饮料生产工艺研究[J]. 河南科学, 2009, 27(12): 1 540~1 543.
- 阮美娟, 汤凌志. 果粒果汁饮料的稳定性研究[J]. 天津轻工业学院学报, 2003, 18(1): 27~29, 39.
- 邢新涛. 果粒果汁饮料稳定性及其影响因素的研究[J]. 读与写(教育教学刊), 2010, 7(2): 88~89.
- 顾仁勇, 罗莉萍, 李好. 雪莲果果粒果汁饮料生产关键技术[J]. 食品科学, 2011, 32(18): 357~361.
- 宋阳成, 李皓, 张利财, 等. 人参果汁饮料的研制[J]. 食品与机械, 2010, 26(6): 113~115, 118.
- 姜守军, 周广麒. 果胶酶提高葡萄出汁率及色泽的影响[J]. 食品与机械, 2007, 23(3): 155~156, 159.
- 庞彩霞, 金英姿. 果胶酶在果蔬饮料中的应用[J]. 内蒙古农业科技, 2008(1): 81~82.
- 李文, 陆海勤, 黄玳, 等. 果胶酶在果蔬汁加工中的应用研究进展[J]. 食品工业, 2015, 36(4): 244~247.