

白果饮料的稳定性分析

王海蓝, 姚芳, 祁兴普, 唐劲松, 施帅, 蒋啟葵

(江苏农牧科技职业学院食品科技学院, 江苏泰州 225300)

摘要: 本试验研究了不同稳定剂对白果饮料稳定性的影响。以白果为主要原料, 加入柠檬酸、白砂糖、羧甲基纤维素钠、卡拉胶和海藻酸钠等辅料, 经过预处理、打浆、过滤、磨浆、调配、均质、脱气、灭菌和罐装等工艺制成白果植物饮料。通过单因素试验和正交实验研究 3 种复配稳定剂的最佳配比, 以果汁沉降率和感官评分为评价指标, 得到了白果饮料复配稳定剂的最佳配比为羧甲基纤维素钠 0.05%、卡拉胶 0.08%和海藻酸钠 0.06%, 沉降率为 2.45%。同时, 白果饮料色泽鲜亮, 质地均匀, 无沉淀和分层, 具有白果特有香气, 口感细腻润滑, 黏稠适中, 酸甜可口, 是一款老少皆宜的植物饮料, 进而为白果的食品加工相关研究提供参考。

关键词: 白果饮料; 复配稳定剂; 正交试验

文章编号: 1673-9078(2021)08-220-225

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2021.8.0373

Study on the Stability of Ginkgo Beverage

WANG Hai-lan, YAO Fang, QI Xing-pu, TANG Jin-song, SHI Shuai, JIANG Qi-kui

(Food College of Jiangsu Agri-animal Husbandry Vocational College, Taizhou 225300, China)

Abstract: The effects of different stabilizers on the stability of ginkgo beverage were studied. Ginkgo beverage was used as the main raw material, and citric acid, sugar, sodium carboxymethyl cellulose, carrageenan, sodium alginate and other auxiliary materials were added. Ginkgo beverage plant beverage was prepared by pretreatment, beating, filtering, grinding, blending, homogenization, degassing, sterilization and canning. The optimal ratio of three kinds of compound stabilizers was studied by single factor experiment and orthogonal experiment. The sedimentation rate and sensory score of juice were used as evaluation indexes. The optimal ratio of compound stabilizer for ginkgo beverage was 0.05% sodium carboxymethyl cellulose, 0.08% carrageenan and 0.06% sodium alginate, and the sedimentation rate was 2.45%. At the same time, the ginkgo beverage has bright color, uniform texture, no precipitation and stratification. It has unique aroma of ginkgo beverage, delicate and lubrication taste, moderate viscosity, sweet and sour taste. It is a kind of plant beverage suitable for all ages, and provides reference for the research of food processing of ginkgo beverage.

Key words: ginkgo drink; compound stabilizer; orthogonal test

引文格式:

王海蓝,姚芳,祁兴普,等.白果饮料的稳定性分析[J].现代食品科技,2021,37(8):220-225

WANG Hai-lan, YAO Fang, QI Xing-pu, et al. Study on the stability of ginkgo beverage [J]. Modern Food Science and Technology, 2021, 37(8): 220-225

银杏 (*Ginkgo biloba* L.) 又名白果, 为银杏树的果实, 是我国药食同源品种。白果作为传统中药, 最早以“银杏”之名收录于《绍兴本草》, 而“白果”之名首见宋末元初李鹏飞的《三元参赞延寿书》^[1]。我国是白果生产大国, 每年产量占全球的 90%以上^[2]。我国白果加工产品多以银杏仁和其他初级果产品为主, 应

收稿日期: 2021-04-06

基金项目: 泰州市第五期“311 高层次人才培养工程”项目 (RCPY202045); 江苏农牧科技职业学院科研项目 (NSF201806; NSF20180603); 江苏省大学生创新创业训练项目 (202012806006Y)

作者简介: 王海蓝 (1984-), 女, 讲师, 研究方向: 农产品加工及保鲜

通讯作者: 姚芳 (1980-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 食品加工及活性物质研究

用于食品、饮料和化妆品等各个方面^[2]。

白果含有多种营养元素, 如淀粉、蛋白质、脂肪、糖、粗纤维等宏量营养素, 还有维生素 C、维生素 B 族、钙、磷、铁、钾等多种微量元素, 还含有银杏酸、黄酮、萜内酯类、有机酸类和生物碱等多种功能成分, 具有极高的和药理价值和营养价值^[3]。

医药古籍记载白果具有解酒、定喘嗽、调小便、止带下、去白浊等功效。在《本草纲目》中有记载, “小便白浊: 生白果仁十枚, 搗水饮, 日一服, 取效, 止”。明代《滇南本草》记载“治小儿生火, 以菜油调搽皮面上, 风血或大疮不出头者”。明《扶寿精方》记载“定喘汤专治哮喘, 取效甚速, 金陵浦舍真方, 白果二十一枚, 麻黄、款冬花、桑白皮各三钱, 苏子二钱, 法

制半夏三钱,杏仁、黄芩各一钱半,甘草一钱^[1]。现代药理学研究证明,白果中的黄酮具有抗炎抗氧化作用^[4,5]、降血糖作用^[6-8]、镇痛作用^[9,10]、抑制肿瘤的作用^[11,12],白果多糖具有促进神经细胞成熟的作用^[13]。

白果果实味甜气香,口感软糯,可作为食疗滋补的佳品。需要注意的是,白果含有少量具有毒性的氢氰酸,需要熟食,生食不可过多。通常的食用方法如带壳炒制、去壳煲粥、果肉制成馅料或蜜饯等。将白果加工成植物饮料,不仅食用方便而且营养保健价值颇高。本试验以白果为原材料,加入柠檬酸、白砂糖、羧甲基纤维素钠、卡拉胶和海藻酸钠等辅料,通过预处理、打浆、过滤、磨浆、调配、均质、脱气、灭菌和罐装等工艺制成白果植物饮料,采用单因素和正交实验研究复配稳定剂的最佳配比。

1 材料与方法

1.1 原料与仪器设备

白果(广西全州,品种为大佛指,颗粒饱满,大小均匀,无虫蛀),柠檬酸,白砂糖,羧甲基纤维素钠,卡拉胶,海藻酸钠,均为食品级。

JTS-CW型电子秤,上海亚津电子科技有限公司;380VSY-2400型超细粉碎机,上海科利瑞克机械有限公司;SDJ-400型可倾式夹层锅,杭州惠合机械设备有限公司;申鹿SRH高压均质机,上海申鹿均质机有限公司;MKZK-6型真空脱气罐,广州迈科机械有限公司;YXQ-SG46-280S型高压蒸汽灭菌锅,济南千司生物技术有限公司;HYA高剪切胶体磨,启东市华宇机械制造有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 工艺流程

白果→预煮→去壳去皮→打浆→过滤→磨浆→调配(加入柠檬酸、白砂糖、羧甲基纤维素钠、卡拉胶、海藻酸钠和纯净水)→均质→脱气→灭菌→灌装

1.2.2 操作要点

1.2.2.1 预煮

将洗净的白果在沸水中煮10~15 min,煮熟后有利于破壳和去内衣,同时可以使氰化物水解为可挥发的氰化氢,降低毒性。

1.2.2.2 打浆、过滤

将白果与纯净水按照1:10的比例打浆,纱布过滤2次,除去杂质,便于胶体研磨。

1.2.2.3 磨浆

用胶体磨进行细磨2次,进一步使果肉颗粒破碎,

以利于其悬浮。

1.2.2.4 调配

将白果汁1.6%、白砂糖8.9%、柠檬酸0.1%、复配稳定剂和纯净水等配料按比例添加,进行调配。

1.2.2.5 均质

将复合后的饮料进行两次均质,使饮料中的颗粒超细化。第一次均质条件为压力16 MPa~18 MPa,温度50℃;第二次均质条件为压力16 MPa~18 MPa,温度45℃。

1.2.2.6 脱气

将调配的饮料在温度45℃,真空度0.0986 MPa的条件下进行脱气处理。

1.2.2.7 灭菌

灭菌条件为温度121℃,时间20 min。

1.2.2.8 灌装

先将饮料冷却至85℃,迅速灌装,封盖。再冷却至38℃时取出,贴标,装箱,保存。

1.2.3 稳定剂单因素试验设计

在白果饮料中分别加入不同比例的稳定剂羧甲基纤维素钠、卡拉胶和海藻酸钠,在25℃下放置7 d,以银杏白果饮料的离心沉淀率和感官评价为优化指标,进行单一稳定剂的筛选。其中,羧甲基纤维素钠的添加量为0.12%、0.16%、0.20%、0.24%、0.28%;卡拉胶的添加量为0.24%、0.28%、0.32%、0.36%、0.40%;海藻酸钠的添加量为0.12%、0.16%、0.20%、0.24%、0.28%。

1.2.4 复配稳定剂正交试验设计

根据单因素试验结果,以羧甲基纤维素钠、卡拉胶和海藻酸钠为研究对象,单一稳定剂的添加量降低4倍作为复配稳定剂添加量,设计三因素三水平正交试验,以离心沉淀率和感官评价为优化指标,确定复配稳定剂的最佳比例。

1.2.5 产品质量评价

1.2.5.1 离心沉淀率

将白果饮料静置24 h后量取产品适量,以4000 r/min速度离心10 min,舍弃上层溶液,称重底层沉淀,代入下式计算。

$$\text{沉淀率}/\% = \frac{\text{沉淀物重量(g)}}{\text{样品重量(g)}} \times 100\%$$

1.2.5.2 感官评价方法

选择10位(男女各半)受过培训的人士组成感官评价小组,对饮料的感官品质进行评定。感官评分的项目是饮料的色泽、组织状态、气味和滋味等四个方面,评分为百分制,最终结果去掉一个最高分和一个最低分后,取平均值。感官评分标准如表1所示。

表1 白果饮料的感官评价标准

Table 1 Sensory evaluation standard of ginkgo beverage

项目(分数)	评分标准	分值
色泽(20分)	淡乳黄色,色泽鲜亮,均匀无色差	15~20
	淡乳黄色,色泽稍暗,稍有色差	10~15
	乳黄色,色泽较暗,明显色差	5~10
	淡灰色或者褐色,色泽暗沉,严重色差	1~5
组织状态(20分)	液体均匀,无沉淀或分层	15~20
	液体较均匀,少量沉淀或分层	10~15
	液体不均匀,明显沉淀或分层	5~10
	液体不均匀,严重沉淀或分层	1~5
气味(20分)	香味浓郁协调,无异味	15~20
	香味稍淡,无异味	10~15
	香味很淡,稍有异味	5~10
	香气不协调,严重异味	1~5
滋味(40分)	口感细腻顺滑,无颗粒感,黏稠适中,酸甜可口	15~20
	口感较细腻,稍有颗粒感,稍有黏稠,酸甜可口	10~15
	口感粗糙,明显颗粒感,比较粘稠,酸甜不适口	5~10
	口感很粗糙,明显颗粒感,非常粘稠,酸甜不适口	1~5

1.2.5.3 微生物指标测定

微生物各项指标测定依据国标检测方法。GB 4789.2-2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定;GB 4789.3-2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数;GB 4789.4-2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验;GB 4789.5-2012 食品安全国家标准 食品微生物学检验 志贺氏菌检验;GB 4789.10-2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 金黄色葡萄球菌检验。

1.2.6 数据处理及分析

采用软件 Design Expert 7.0 和 Excel 进行数据分析。

2 结果与讨论

2.1 稳定剂单因素试验

由于白果饮料的自身稳定性较差,在杀菌、运输和贮藏各环节中极易产生沉淀和分层,影响产品的外观品质。所以选择羧甲基纤维素钠、卡拉胶和海藻酸钠等3种常用的稳定剂,采用离心沉淀法研究其对白果果汁稳定性的影响,其中饮料的离心沉淀率越低,表示饮料的稳定性越好。同时感官评分作为参考指标。结果见表2。

由表2可知,这3种稳定剂单独使用时均对白果饮料起到一定的稳定作用。其中,羧甲基纤维素钠和

海藻酸钠的沉降率较卡拉胶低,说明羧甲基纤维素钠和海藻酸钠的使用效果优于卡拉胶。3种稳定剂的感官评分均在40~60范围内,进一步对3种稳定剂复配,筛选最优配比。

表2 单一稳定剂对白果饮料的影响

Table 2 The effect of single stabilizer on ginkgo beverage

稳定剂	用量/%	沉降率/%	感官评分/分
羧甲基 纤维素钠	0.12	3.16±0.10	42
	0.16	3.04±0.11	45
	0.20	2.94±0.14	60
	0.24	2.67±0.01	55
	0.28	2.65±0.06	56
卡拉胶	0.24	17.59±0.22	40
	0.28	17.72±0.51	41
	0.32	15.14±0.37	55
	0.36	14.93±0.26	51
	0.40	14.55±0.42	50
海藻酸钠	0.12	4.31±0.09	47
	0.16	4.07±0.05	45
	0.20	3.43±0.09	59
	0.24	3.01±0.12	57
	0.28	3.07±0.11	60

2.2 复配稳定剂正交试验

正交试验因素水平如表3所示。

表3 正交试验因素水平表

Table 3 Factors and levels in orthogonal test

水平	因素		
	A 羧甲基纤维素钠%	B 卡拉胶%	C 海藻酸钠%
1	0.04	0.07	0.04
2	0.05	0.08	0.05
3	0.06	0.09	0.06

由于多种稳定剂复配时可能存在协同效应,一般认为复合稳定剂对饮料的稳定效果优于单一稳定剂,且复配稳定剂的添加量较小,可以节约成本。因此,

表4 复配稳定剂正交试验结果

Table 4 Orthogonal test results of compound stabilizer

序号	A 羧甲基纤维素钠/%	B 卡拉胶/%	C 海藻酸钠/%	沉降率/%
1	1	1	1	3.58±0.11
2	1	2	2	3.71±0.14
3	1	3	3	3.9±0.05
4	2	1	2	4.03±0.07
5	2	2	3	2.45±0.04
6	2	3	1	2.9±0.12
7	3	1	3	3.94±0.18
8	3	2	1	4.51±0.09
9	3	3	2	5.78±0.10
K ₁	11.19	11.55	10.99	11.81
K ₂	9.38	10.67	13.52	10.55
K ₃	14.23	12.58	10.29	12.44
R	1.6167	0.6367	1.0767	0.6300
离差平方和	4.004	0.609	1.925	0.617
自由度	2.00	2.00	2.00	2.00
均方	2.0022	0.3046	0.9624	0.3087
F 值	6.4860	0.9868	3.1177	1.0000

采用最佳复配稳定剂组合,即羧甲基纤维素钠 0.05%、卡拉胶 0.08%和海藻酸钠 0.06%,进行复配稳定剂验证试验,重复测定 3 次,实际测得沉降率为 2.47%,与预测值误差较小。因此,此正交设计能够预测试验的最佳条件。

2.3 产品质量评价

白果饮料色泽鲜亮,无色差,液体均匀,无沉淀和分层,具有白果特有香气,香味协调无异味,口感细腻顺滑,无颗粒感,黏稠适中,酸甜可口。菌落总数≤100 cfu/mL;大肠菌群≤3 MPN/mL;致病菌(沙门氏菌、志贺氏菌、金黄色葡萄球菌)未检出,符合卫生标准。

植物饮料通常具有不同程度的不稳定性,主要原因为植物果实或种子含有多种营养成分,如脂肪、蛋

白质、糖、维生素、矿物质等。其中,蛋白质可形成悬浮液,脂肪可形成乳浊液,糖、维生素和矿物质等形成真溶液,植物饮料以水为溶质形成乳状液,是一种复杂的不稳定体系^[14]。在长期贮藏过程中,植物饮料会因体系间各因子的相互作用发生自然沉降或上浮等现象,不仅影响饮料外观品质,而且不利于饮料的货架期。

将表 2 中 3 种稳定剂的用量缩小 4 倍后作为正交实验中每个因素的低、中、高水平,正交试验因素水平如表 3 所示。正交试验结果如表 4。由表 4 可知,加入复配稳定剂的白果饮料沉降率在 2.45%~5.78%范围内。F 值越大,表示因素对评价指标的影响越大。由表 4 可知,各稳定剂对白果饮料稳定性影响的注次顺序为 A>C>B。最佳复配稳定剂组合为 A₂B₂C₃,即羧甲基纤维素钠 0.05%、卡拉胶 0.08%和海藻酸钠 0.06%,该组合的沉降率为 2.45%,低于其他试验组合,同时低于单一稳定剂试验的沉降率值。

植物饮料工业中,为了使水相与油相充分融合,防止营养成分及果肉在静置过程中的分层沉淀,从而提高饮料的稳定性。生产工艺中采用的方法主要为均质和添加稳定剂,均质步骤可以减小果肉颗粒直径,使其更均匀地分散在液体中;稳定剂可以提高饮料的粘度,使果肉在液体中保持悬浮状态^[15]。需要注意的是,稳定剂的添加量需控制在有效范围内,如加入量太小,稳定效果不佳,相反加入量太大,可能会出现

凝胶现象,从而影响饮料的口感^[15]。复配稳定剂在植物饮料中已有大量研究与应用。

石瑞等^[16]采用均匀组合设计方法,选择卡拉胶、羧甲基纤维素钠(CMC)、瓜尔胶和刺槐豆胶为稳定剂,以白果饮料的粘度为响应指标,优化浑浊型白果饮料的工艺条件。结果表明,CMC为0.05 g/100 mL、卡拉胶为0.09 g/100 mL、瓜尔胶为0.09 g/100 mL、刺槐豆胶为0.04 g/100 mL时,粘度值达到最佳值137 mPa·s,所得的浑浊白果饮料更加稳定。

杨正兴等^[17]以白果为主要原料,辅以柠檬酸、低聚果糖、结晶果糖、山梨醇、阿拉伯胶和羧甲基纤维素钠,通过回归设计及多元分析法,研究了白果饮料的最佳工艺。结果显示,当果肉含量为1.07%,糖用量为8.99%,柠檬酸用量为0.1%,复合稳定剂用量为0.18%时,可获得乳白浑浊,均匀不沉淀,清香淡雅,口感细腻的白果低糖营养饮料。

陈玉叶等^[18]以金银花、银杏果为主要原料,辅以柠檬酸、甜菊糖苷、 β -环糊精、羧甲基纤维素钠,研制健康绿色、营养可口的金银花银杏果草本复合饮料。以产品的感官评分为参考指标,通过单因素实验和正交试验组合优化产品配方及生产工艺条件。结果表明,银杏果的比例是2:1,白砂糖添加量8.0%,柠檬酸添加量0.15%,甜菊糖苷添加量0.2%, β -环糊精添加量0.1%,羧甲基纤维素钠添加量0.1%,由此制备的草本复合饮料味道独特,营养全面,且符合卫生标准。

苑园园等^[19]以红枣汁和桑葚为主要原料,通过单因素试验和响应面试验,确定复合饮料的最优配方和复配稳定剂的最佳配比。结果表明,桑葚红枣复合饮料的最佳工艺条件是:红枣汁:桑葚汁=2:1,柠檬酸0.12%,白砂糖3.3%;稳定剂复配比是:果胶0.04%、CMC-Na 0.03%、黄原胶0.01%。由此制备的复合饮料味道独特,营养全面,符合卫生标准。

黄玉坤^[20]以藜麦和南瓜为主要原料,制备一款极具营养的复合饮料。在单因素试验的基础上,通过响应面优化法得到最佳工艺参数和复配稳定剂比例。结果显示,藜麦米浆添加量57.8%,南瓜浆添加量21.6%,白砂糖添加量5.0%为最佳复配组合,复合稳定剂(羧甲基纤维素钠:海藻酸钠: β -葡聚糖=2:1:1,质量比)最佳添加量为0.2%,其余用水补足。根据此配方所得复合饮料兼具藜麦和南瓜特有的风味,口感细腻,具有较好的稳定性。

目前,可用于植物饮料的稳定剂有许多,根据稳定剂制备原料来源可分为海藻类,如海藻胶、海藻酸钠等;植物种子类,如瓜尔胶、卡拉胶等;微生物代谢类,如黄原胶;糖类衍生物,如羧甲基纤维素钠、

变性淀粉、藻酸丙二醇酯等^[21]。根据GB 2760-2014

《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》规定,本试验所选择的稳定剂羧甲基纤维素钠、卡拉胶和海藻酸钠均可用于植物饮料中,且按所需量添加。本试验通过单因素和正交试验筛选复配稳定剂羧甲基纤维素钠、卡拉胶和海藻酸钠的最佳配比,以沉淀率和感官评定为评价指标,得到复配稳定剂的最佳配比添加量分别为羧甲基纤维素钠0.05%、卡拉胶0.08%和海藻酸钠0.06%,该组合的沉降率为2.45%,低于其他试验组合,同时低于单一稳定剂试验的沉降率值。白果饮料色泽鲜亮,质地均匀,无沉淀和分层,具有白果特有香气,口感细腻润滑,黏稠适中,酸甜可口,符合卫生标准。

3 结论

通过单因素试验和正交试验,研究了不同添加量的稳定剂对白果饮料稳定性的影响,得到了白果饮料复配稳定剂的最佳配比为羧甲基纤维素钠0.05%、卡拉胶0.08%和海藻酸钠0.06%,沉降率为2.45%。同时,白果饮料色泽鲜亮,质地均匀,无沉淀和分层,具有白果特有香气,口感细腻润滑,黏稠适中,酸甜可口,是一款老少皆宜的植物饮料,进而为白果的食品加工相关研究提供参考。

参考文献

- [1] 崔慧浩,付滨,梁丙楠.白果本草考证[J].内蒙古中医药,2020,39(5):152-154
CUI Hui-hao, FU Bin, LIANG Bing-nan. Research on ginkgo [J]. Inner Mongolia Journal of Traditional Chinese Medicine, 2020, 39(5): 152-154
- [2] 周昊,王成章.银杏资源加工利用产业发展现状[J].生物质化学工程,2021,55(1):10-14
ZHOU Hao, WANG Cheng-zhang. Current status of processing and utilization of ginkgo resources [J]. Biomass Chemical Engineering, 2021, 55(1): 10-14
- [3] 夏梦雨,张雪,王云,等.白果的炮制方法、化学成分、药理活性及临床应用的研究进展[J].中国药房,2020,31(1):123-128
XIA Meng-yu, ZHANG Xue, WANG Yun, et al. Research progress in the processing methods, chemical components, pharmacological activities and clinical application of ginkgo [J]. China Pharmacy, 2020, 31(1): 123-128
- [4] Mustafa A, El-Medany A, Hanan H. Ginkgo biloba attenuates mucosal damage in a rat model of ulcerative colitis [J]. Pharmacological Research, 2006, 53: 324-330
- [5] Zhou H, Chen X, Wang C, et al. Purification and

- characterization of a novel ~18 kDa antioxidant protein from ginkgo biloba seeds [J]. *Molecules*, 2012, 17(12): 14778-14794
- [6] 张翠,张根葆,朱海龙.银杏总黄酮对糖尿病大鼠心肌转化生长因子- $\beta 1$ 表达的影响[J].*中国老年学杂志*,2012,32(16): 3467-3469
ZHANG Cui, ZHANG Gen-bao, ZHU Hai-long. Effect of total ginkgo flavone-glycoides on the expression of transforming growth factor- $\beta 1$ in myocardium of diabetic rats [J]. *Chinese Journal of Gerontology*, 2012, 32(16): 3467-3469
- [7] 张宇宁.黄酮类化合物治疗糖尿病及其并发症的研究[J].*医学信息*,2018,31(5):50-52
ZHANG Yu-ning. Study on flavonoids in the treatment of diabetes mellitus and its complications [J]. *Medical Information*, 2018, 31(5): 50-52
- [8] Sakai I, Izumi S I, Murano T, et al. Presence of aldose reductase inhibitors in tea leaves [J]. *Jpn J Pharmacol*, 2001, 85(3): 322-326
- [9] Kim H K, Son K H, Chang H W, et al. Inhibition of rat adjuvant-induced arthritis by ginkgetin. a biflavone from ginkgo biloba leaves [J]. *PlantaMed*, 1999, 65(5): 465-467
- [10] Worland P J, Kaur G, et al. Alteration of the phosphorylation state of P34cdc2 kinase by the flavone L86-8275 in breast carcinoma cells. Correlation with decreased H1 kinase activity [J]. *Biochem Pharmacol*, 1993, 46: 1831-1840
- [11] Ye B, Aponte M, Dai Y, et al. Ginkgo biloba and ovarian cancer prevention: epidemiological and biological evidence [J]. *Cancer Letters*, 2007, 251: 43-52
- [12] Ma J, Duan W, Han S, et al. Ginkgolic acid suppresses the development of pancreatic cancer by inhibiting pathways driving lipogenesis [J]. *Oncotarget*, 2015, 6(25): 20993-21003
- [13] Chen Y, Meng Y, Cao Y, et al. Novel analysis of maturation of murine bone-marrow-derived dendritic cells induced by ginkgo seed polysaccharides [J]. *Hum Vaccin Immunother*, 2015, 11(6): 1387-1393
- [14] Hamed Mirhosseini, Chin Ping Tan, Nazimah S A Hamid, et al. Effect of Arabic gum, xanthan gum and orange oil on flavor release from diluted orange beverage emulsion [J]. *Food Chemistry*, 2008, 3(107): 1161-1172
- [15] 张哲,付柯,何舜.饮料稳定剂的研究现状及发展[J].*杭州化工*,2015,45(1):11-13
ZHANG Zhe, FU Ke, HE Shun. Research status and development of beverage stabilizers [J]. *Hangzhou Chemical Industry*, 2015, 45(1): 11-13
- [16] 石瑞,史垠垠,曹福亮.均匀设计法优化浑浊型白果饮料中的复配稳定剂[J].*食品工业科技*,2012,33(19):222-223,227
SHI Rui, SHI Yin-yin, CAO Fu-liang. Optimization of the compound stabilizers in cloudy ginkgo juice by uniform design method [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2012, 33(19): 222-223, 227
- [17] 杨正兴,吕桂善,杨志伟.白果低糖营养饮料的加工研究[J].*广西农学报*,2003,S1:195-201,118
YANG Zheng-xing, LYU Gui-shan, YANG Zhi-wei. The study on the processing of ginkgo low sugar nutritious beverage [J]. *Journal of Guangxi Agriculture*, 2003, S1: 195-201, 118
- [18] 陈玉叶,贺靖,李湘玉,等.金银花银杏白果复合草本饮料的制备工艺研究[J].*湖南科技学院学报*,2020,41(3):24-27
CHEN Yu-ye, HE Jing, LI Xiang-yu, et al. Study on the preparation technology of honeysuckle, ginkgo and ginkgo compound herbal beverage [J]. *Journal of Hunan University of Science and Engineering*, 2020, 41(3): 24-27
- [19] 苑园园,季明月,王子娇,等.桑葚红枣复合饮料的生产工艺优化及其稳定性研究[J].*河北农业大学学报*,2020,43(6):75-82
YUAN Yuan-yuan, JI Ming-yue, WANG Zi-jiao, et al. Study on optimization of processing technology and stability of mulberry and red jujube compound juice beverage [J]. *Journal of Hebei Agricultural University*, 2020, 43(6): 75-82
- [20] 黄玉坤,奚晓鸿,田红媚,等.响应面法优化藜麦南瓜复合饮料加工工艺及其稳定性研究[J].*食品研究与开发*,2020, 41(19):112-118
HUANG Yu-kun, XI Xiao-hong, TIAN Hong-mei, et al. Study of process optimization and stability of quinoa-pumpkin compound beverage by response surface methodology [J]. *Food Research and Development*, 2020, 41(19): 112-118
- [21] Gvenovese D B, Evlustondo M P, Lozano J E. Color and cloud stabilization in cloudy apple juice by steamheating during crushing [J]. *Journal of Food Science*, 1997, 62(6): 1171-1175