

桂花固体饮料的研制及其体外抗氧化性评价*

万佳佳, 许巧, 张磊

(重庆师范大学 生命科学学院, 重庆 401331)

摘要:【目的】为丰富固体饮料,开发桂花的食用性,提升桂花的可利用性,以桂花为主要原料,红枣为辅料,研制了一种新型、营养、方便饮用的桂花固体饮料。【方法】采用单因素试验和正交试验,研讨桂花固体饮料的生产工艺及最优配方,通过真空冷冻干燥法制粉,并对该饮料进行了各成分含量测定以及抗氧化性研究。【结果】当桂花固体饮料中桂花提取液、红枣提取液、蔗糖、无水柠檬酸、麦芽糊精、海藻酸钠的质量分数分别为20%,15%,12%,0.4%,15%,0.4%时,桂花固体饮料的口感、香味等都达到最优;该固体饮料对自由基的清除能力和铁还原能力较强,经冲调后,它清除DPPH·和·OH的IC₅₀分别为26,32 mg·L⁻¹(以总酚计)。【结论】在此配方下,桂花固体饮料风味优良,具有良好的抗氧化效应。

关键词:桂花;红枣;固体饮料;抗氧化性

中图分类号:TS278

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2017)06-0110-07

活性氧会引起心脑血管疾病、癌症、衰老、神经退化性疾病等多种慢性病及退行性疾病,对人体造成严重的损伤^[1]。清除体内的活性氧是降低体内氧化应激水平的有效方法,抗氧化物能防止和治疗氧化应激相关疾病。一些谷物、药用植物、微藻类和花等含有大量的天然抗氧化物^[2-4]。研究发现,桂花(*Osmanthus fragrans*)具有很强的抗氧化活性,具有神经保护和阻止黑原素生成的功能^[5-6]。另外,桂花是中国四大传统花卉之一,被广泛用作食品和香料^[7],如桂花酒、桂花糕、桂花糖和桂花蜜等。桂花花瓣中含有可溶性蛋白、氨基酸、黄酮以及钾、钙等^[8],具有健胃、化痰、散寒等保健功能,是一种药食两用原料。常喝含有桂花成分的产品可以通肠、排毒,对女性来说是不可多得的佳饮。红枣又名大枣,同桂花一样具有药用和食用价值,具有补五脏、治虚损、养血、抗氧化、提高免疫力、除肠胃癖气等功效^[9-10]。

以桂花为原料制作的桂花茶是中国的主要茶类之一,属于花茶类;它香气柔和、味道可口,但由于桂花花朵形小、质轻,直接泡茶极不方便,而且还不能充分浸泡出桂花中的有益成分。当前桂花的深加工产品十分少,市场上寥寥无几。近些年来,营养、健康和方便食用的新型食品越来越受到大众的欢迎,开发新型的以桂花为原料的饮料势在必行。本研究以桂花为主要原料,红枣为辅料,研发出一款方便携带、方便饮用的固体饮料,并对产品的抗氧化性做了相应研究。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

新鲜桂花采摘于重庆师范大学校园;干红枣、白砂糖购自重庆市新世纪百货大学城店;无水柠檬酸购自好时光食品配料;麦芽糊精购自郑州晟鑫食品配料有限公司;海藻酸钠购自河南优元生物科技有限公司;冲调水实验室去离子水;芦丁购自杭州鼎燕化工有限公司;DPPH(1,1-二苯基-2-三硝基苯肼,纯度98%)、考马斯亮蓝均购自西安热默尔生物科技有限公司;V_c(纯度99.7%)购自广州利源食品添加剂有限公司;果胶酶(食品级)购自郑州君凯化工产品有限公司;蒽酮(纯度97%)购自上海源叶生物科技有限公司;标准葡萄糖购自临沂双润化工有限公司;2,6-二氯酚靛酚购自北京中生瑞泰科技有限公司;牛血清蛋白购自北京毕特博生物技术有限责任公司;没食子酸标准品购自南京化学试剂股份有限公司;水杨酸购自郑州市中原区鸿恒跃化工商行。硫酸亚铁、乙醇、磷酸、铁氰化钾、三氯乙酸、氯化铁等试剂均为分析纯,添加剂均为食品级。

* 收稿日期:2016-10-09 修回日期:2017-09-27 网络出版时间:2017-05-16 11:25

资助项目:重庆市基础与前沿研究计划项目(No.cstc2014jcyjA10063);重庆市科学技术研究项目(No.KJ1500323)

第一作者简介:万佳佳,女,研究方向为食品质量与安全,E-mail:1608049743@qq.com;通信作者:张磊,副教授,E-mail:leizhang0215@126.com

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20170516.1125.034.html>

1.2 仪器与设备

FW100 高速万能粉碎机购自天津市泰斯特仪器有限公司;GZX-9146MBE 电热鼓风干燥箱购自上海博讯实业有限公司;FD-1A-50 真空冷冻干燥机购自北京博医康实验仪器有限公司;DZKW-4 电子恒温水浴锅购自北京中兴伟业仪器有限公司;UV756 紫外可见分光光度计购自上海佑科仪器仪表有限公司;FA2004 电子分析天平购自上海菁海仪器有限公司;JMS-50 胶体磨购自廊坊市正瑞机械有限公司;TDL-50C 离心机购自上海安亭科学仪器厂。

1.3 方法

1.3.1 工艺流程 本研究所研制的固体饮料主要工艺流程为:1) 新鲜桂花→烘干→粉碎→过筛→恒温浸提→过滤→桂花提取液;2) 红枣(去核)→粉碎→过筛→恒温浸提→过滤→红枣提取液;3) 桂花提取液+红枣提取液+配料→调配→均质→真空冷冻干燥→粉碎过筛→成品。

1.3.2 操作要点 1) 桂花提取液的制备:摘取新鲜、无虫害的桂花,除去杂物,用电热鼓风干燥箱干燥后磨粉。桂花粉与常温去离子水以 1:10 的质量体积比混合,置于 60 °C 恒温水浴锅中提取 3 h^[10],纱布过滤,进行二次提取。将两次滤液合并即得桂花提取液,置于冰箱中冷藏备用。2) 红枣提取液的制备:购买无病虫、色泽良好的干红枣,磨粉。红枣粉与常温去离子水以 1:10 的质量体积比混合,同时添加质量分数为 0.2% 的果胶酶,置于 50 °C 恒温水浴锅中提取 3.5 h^[11],纱布过滤,进行二次提取。将两次滤液合并既得红枣提取液,置于冰箱中冷藏备用。3) 混合调配:为混合调配过程中添加物快速溶解,将无水柠檬酸、蔗糖、海藻酸钠分别粉碎、过筛(100 目筛),并准确称量各自添加量置于研钵中研磨混合,再与桂花、红枣提取液混合调配。4) 本研究中真空冷冻干燥条件^[12]为:真空度为 9.8 Pa,制冷温度为 -46 °C。

1.3.3 桂花固体饮料配方优化 桂花为本研究的主要原料,为考察桂花提取液对桂花固体饮料品质的影响,设定 6 个平行试验(除桂花提取液添加量改变外,其他成分添加量保持不变)。通过感官评定小组人员感官评定做桂花提取液单因素试验^[13],检验它对桂花固体饮料品质的影响;再利用正交试验^[14]进行配方优化。

1.3.4 成品中部分成分含量及指标测定 用 2,6-二氯酚靛酚法测定成品中 V_C 的含量^[15];用直接干燥法测定成品中水分含量^[15];用蒽酮比色法测定成品中总糖含量^[16];用考马斯亮蓝染色法测定成品中可溶性蛋白质含量^[17];将最佳配方饮料成品溶于 200 mL 水中,以 3 000 r·min⁻¹ 离心 15 min,得上清液(样品液备用),以芦丁为基准,采用 $Al(NO_3)_3$ - $NaNO_2$ 比色法测定总黄酮含量^[18];以没食子酸为基准,采用福林酚法测定总酚含量^[18-19];用阿贝折光仪测定可溶性固形物含量;用平板菌落计数法检测菌落总数;样品重金属由重庆市计量质量检测中心检测。

1.3.5 体外抗氧化试验 1) DPPH·清除能力的测定。通过预实验,按照文献[20-21]的方法,对样品液质量浓度梯度的选择进行改动,确定了最佳反应条件。取质量浓度为 17.5,35,70,140 mg·L⁻¹(以总酚计)的样品液各 1.00 mL 及 0.20 mol·L⁻¹ DPPH·溶液 1.00 mL 加入同一具塞试管中,混合均匀。室温避光反应 30 min 后,517 nm 下测定混合液吸光度(无水乙醇做参比),阳性对照为 V_C 。根据公式

$$\text{清除率} = [(A_0 - A_i) / A_0] \times 100\% \quad (1)$$

计算样品对 DPPH·的清除率,求取试样清 DPPH·的 IC_{50} 。其中: A_0 为空白组的吸光度; A_i 为样品反应后的吸光度。

2) ·OH 清除能力的测定^[22]。利用 H_2O_2 与 Fe^{2+} 混合产生 ·OH 的原理,在体系内加入水杨酸捕捉 ·OH 显色。取上述不同质量浓度样品液各 0.50 mL,加入 9.10 mmol·L⁻¹ 水杨酸乙醇溶液 0.50 mL;再加入 9.10 mmol·L⁻¹ 硫酸亚铁 0.50 mL、蒸馏水 3.50 mL;最后加入 8.80 mmol·L⁻¹ 的 H_2O_2 5.00 mL 启动反应。涡旋震荡,反应 0.50 h 后在 510 nm 处测定吸光值。以蒸馏水为对照,在 510 nm 处测定各溶液的吸光度,阳性对照为 V_C 。·OH 自由基清除能力计算公式参照(1)式。

3) 铁还原力的测定在文献[23-24]基础上略有改动。取上述不同质量浓度样品液各 1.0 mL,分别加入 0.2 mol·L⁻¹ 磷酸缓冲液 2.50 mL(pH 为 6.6)和质量分数为 1% 的铁氰化钾 2.50 mL,50 °C 保温 30 min 后添加 2.50 mL 质量分数为 10% 三氯乙酸;混合后以 3 000 r·min⁻¹ 离心 10 min,取 2.50 mL 上清液加入 2.50 mL 水和 0.50 mL 质量分数为 0.1% 氯化铁,在 700 nm 处测定吸光度。吸光度越大,则样品的还原能力越强。阳性对照为 V_C 。

1.3.6 数据分析 对样品做 3 次平行试验,采用软件 SPSS 18.0 进行统计分析,研究中所有数据用“平均值±标

准差”来表示。

1.4 感官评定方法

1.4.1 桂花固体饮料感官评价标准 为研究桂花固体饮料的最佳配方,本研究根据预实验的结果选择蔗糖为甜度调节剂;无水柠檬酸为酸度调节剂和护色剂;麦芽糊精调节饮料口感,缓解产品吸潮;海藻酸钠作为增稠剂等改善产品品质。先通过单因素试验设计,并成立专门感官评定 10 人小组从口感、冲调性、香味、色泽等 4 个方面^[13]分别对桂花提取液、红枣提取液、蔗糖、无水柠檬酸等 4 个因素进行考察。试验感官评定标准见表 1。

表 1 感官评定标准
Tab.1 Sensory evaluation standard

评分项目	评分标准	分值	评分项目	评分标准	分值
口感(30分)	酸甜可口、细腻	26~30	香味(20分)	清甜的桂花味,红枣淡淡的柔和香气	16~20
	酸甜可口、口感微涩	21~25		桂花味与红枣味相当,桂花味不突出	10~15
	偏酸或者偏甜、口感微涩	10~20		红枣味浓,桂花味不明显	1~9
	偏酸或者偏甜、口感微苦	1~9	色泽(20分)	浅黄色,均匀一致	16~20
冲调性(30分)	迅速溶解,均匀,无分层	20~30		褐黄色,均匀一致	10~15
	溶解较快,均匀,几乎无分层	10~19		颜色不均匀	1~9
	溶解较慢,有少量分层	1~9			

2 结果与分析

2.1 饮料配方优化

2.1.1 桂花提取液添加量对饮料品质的影响 在预实验基础上,设桂花提取液添加量(此处及下文中所提及各组分添加量均以质量分数计)分别为 5%,10%,15%,20%,25%和 30%;而红枣提取液添加量均为 10%,无水柠檬酸添加量均为 1%,蔗糖添加量均为 10%,麦芽糊精添加量均为 15%,海藻酸钠添加量均为 0.4%。其中,麦芽糊精与海藻酸钠的添加量为普遍推荐添加量的平均值^[25-26]。将上述组分混合调配后,通过真空冷冻干燥、粉碎过筛等相应工序后,再次冲调进行感官评定。研究结果如图 1 所示。刚开始桂花添加量较少,香气不足,色泽较淡;随着添加量的增加,口感、色泽等品质趋于最佳,此时桂花提取液添加量为 20%;超过此值后,桂花具有的特殊涩味开始变浓,影响口感。

2.1.2 红枣提取液添加量对饮料品质的影响 在预实验基础上,设定红枣提取液添加量分别为 5%,10%,15%,20%,25%和 30%;桂花提取液添加量均为 20%;无水柠檬酸添加量均为 1%;蔗糖添加量均为 10%;麦芽糊精添加量均为 15%;海藻酸钠添加量均为 0.4%。仍按 2.1.1 部分进行有关操作,最后通过感官评定做红枣提取液单因素试验,检验它对桂花固体饮料品质的影响。研究结果如图 2 所示。随着红枣提取液添加量的增加,饮料中桂花的涩味得到改善,也一定程度上改善了饮料的色泽,在红枣提取液添加量为 15%时饮料品质为最佳;然而超过此值后,红枣的味道过浓,掩盖了桂花特有的清香,饮料的颜色加深,整体品质变差。

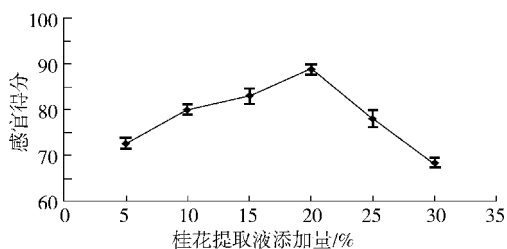


图 1 桂花提取液添加量对桂花固体饮料品质的影响
Fig.1 Effects of *O. fragrans* extract addition on the quality of solid beverage

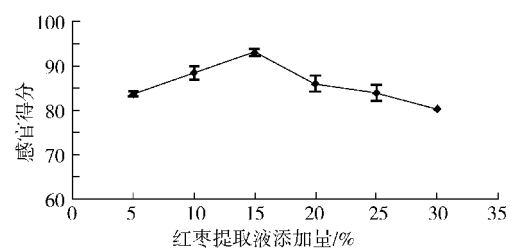


图 2 红枣提取液对桂花固体饮料品质的影响
Fig.2 Effects of jujube extract addition on the quality of solid beverage

2.1.3 蔗糖添加量对饮料品质的影响 在预实验基础上,设定蔗糖添加量分别为 8%,10%,12%,14%,16%和

18%;桂花提取液添加量均为 20%;红枣提取液添加量均为 15%;无水柠檬酸添加量均为 1%;麦芽糊精添加量均为 15%;海藻酸钠添加量均为 0.4%。按 2.1.1 部分进行有关操作,最后通过感官评定做蔗糖单因素试验,检验它对桂花固体饮料品质的影响。研究表明:蔗糖添加量为 14%时饮料酸甜可口,品质最佳;低于此添加量时饮料偏酸且具有略微的涩味;而超过此添加量后随着饮料中糖含量的增加,饮料偏甜,成品粉末粘性较大,易结块(图 3)。

2.1.4 无水柠檬酸添加量对饮料品质的影响 在预实验基础上,设定无水柠檬酸添加量分别为 0.2%,0.4%,0.6%,0.8%,1.0%,1.2%;桂花提取液添加量均为 20%;红枣提取液添加量均为 15%;蔗糖添加量均为 14%;麦芽糊精添加量均为 15%;海藻酸钠添加量均为 0.4%。按 2.1.1 部分进行有关操作,最后通过感官评定做无水柠檬酸单因素试验,检验它对桂花固体饮料品质的影响。图 4 显示:少量添加无水柠檬酸时,饮料偏甜;添加量为 0.6%时酸甜程度刚好适合;再增加无水柠檬酸用量酸味时明显加重,口感不佳。

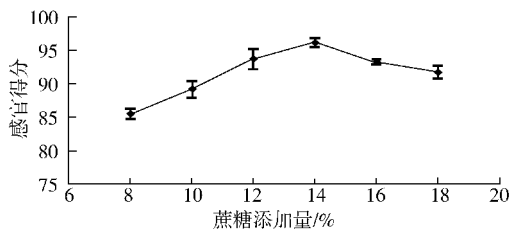


图 3 蔗糖添加量对桂花固体饮料品质的影响

Fig. 3 Effects of sucrose addition on quality of solid beverage

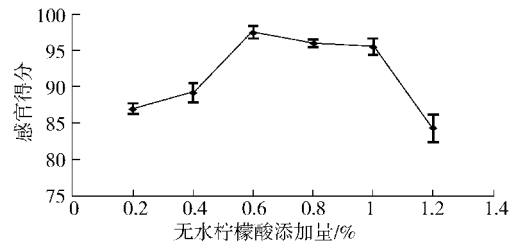


图 4 无水柠檬酸添加量对桂花固体饮料品质的影响

Fig. 4 Effects of anhydrous citric acid addition on quality of solid beverage

2.1.5 饮料的配方优化试验

通过单因素试验,基本确定了桂花提取液、红枣提取液、蔗糖和无水柠檬酸的最佳添加量。在此基础上,根据正交性从单因素试验的 6 个试验点中挑选出最优添加量及左右浮动的两个值,作为具有代表性的点进行正交试验,对桂花固体饮料的配方进行优化。正交试验表及结果见表 2,由表中可知:桂花固体饮料的最优配方为 A₂B₂C₁D₁,即桂花提取液、红枣提取液、蔗糖、无水柠檬酸、麦芽糊精和海藻酸钠的添加量分别为 20%,15%,12%,0.4%,15% 和 0.4% 时桂花固体饮料的感官评分最高。这也说明此时桂花固体饮料的香味、口感、冲调性等品质都达到最优。进一步研究验证发现,此时产品为淡黄色粉末状,无杂质,无结块;经冲调后色泽鲜明,呈鲜

表 2 配方优选水平及结果

Tab. 2 Optimal level and result of formula

实验编号	因素				感官评定结果/分
	A 桂花提取液	B 红枣提取液	C 无水柠檬酸	D 蔗糖	
1	1(15%)	1(10%)	1(0.4%)	1(12%)	75.50
2	1	2(15%)	2(0.6%)	2(14%)	81.00
3	1	3(20%)	3(0.8%)	3(16%)	79.00
4	2(20%)	1	2	3	73.00
5	2	2	3	1	86.50
6	2	3	1	2	85.00
7	3(25%)	1	3	2	74.00
8	3	2	1	3	82.50
9	3	3	2	1	82.00
K ₁	78.50	74.20	81.00	81.30	
K ₂	81.50	83.30	78.70	80.00	
K ₃	79.50	82.00	79.80	78.16	
R	3.00	9.10	2.30	3.14	
优水平	2	2	1	1	
主次顺序	B>D>A>C				

注:括号内数字为饮料中各成分添加量的数值。K₁~K₃为均值,R 为极差。

黄色,具有桂花特有的自然清香和淡淡的红枣味,无异味,入口酸甜适宜,符合现代人对饮料天然、安全、健康、美味的要求。影响饮料品质的主次顺序依次为红枣提取液添加量、蔗糖添加量、桂花添加量、无水柠檬酸添加量,说明红枣提取液添加量的改变对桂花固体饮料的品质影响最大,其次是蔗糖添加量。试验结果表明该工艺条件稳定可行。

2.2 部分成分含量

由表 3 可看出,本产品具有相对较高的营养价值,含有丰富的总糖、可溶性蛋白、 V_C ;总黄酮和总酚的质量分数分别为 $(0.10 \pm 0.03)\%$ 、 $(0.14 \pm 0.05)\%$ 。

2.3 体外抗氧化试验结果

2.3.1 清除 DPPH· 试验

清除 DPPH· 是一种常见的体外抗氧化方法。由图 5 可以看出,当饮料总酚质量浓度达到 $35 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,可以明显抑制 DPPH· 的产生,且在一定范围内具有量效关系。饮料清除 DPPH· 的 IC_{50} (以总酚计)为 $26 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。当总酚质量浓度大于 $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,对 DPPH· 清除效果略

强于 V_C 。按最优配方,规格为 20 g 的该饮料冲调 200 mL 水,总酚质量浓度达 $140 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,对 DPPH 自由基清除率可达 90% 以上。

2.3.2 清除 $\cdot\text{OH}$ 试验^[16] 由图 6 可以看出,饮料总酚质量浓度达到 $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,可以明显抑制 $\cdot\text{OH}$ 的产生,且在一定范围内具有量效关系。经测定可知,饮料清除 $\cdot\text{OH}$ 的 IC_{50} (以总酚计)为 $32 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。随着饮料中总酚质量浓度的增加,清除 $\cdot\text{OH}$ 的能力越来越接近 V_C 。说明该饮料中含有一定量供氢体,能使 $\cdot\text{OH}$ 还原,在一定程度上抑制自由连锁反应,起到了清除作用。

2.3.3 铁还原力试验 该饮料中的抗氧化成分将 Fe^{3+} 还原成 Fe^{2+} ,使混合液颜色发生变化;颜色变化程度取决于溶液组分还原力。由图 7 可以看出,铁还原力随总酚质量浓度的增加而不断增大,饮料总酚质量浓度达到 $32 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,铁还原力明显,与 V_C 相当。这说明该饮料有较强的供电子能力,具有较强的抗氧化性。

表 3 部分成分含量测定结果

Tab. 3 The content of each component results

成分	质量分数/%	成分	质量分数/%
水分	(5.10 ± 0.11)	V_C	(0.08 ± 0.02)
总糖	(14.32 ± 0.45)	总黄酮	(0.10 ± 0.03)
可溶性蛋白质	(0.30 ± 0.07)	总酚	(0.14 ± 0.05)

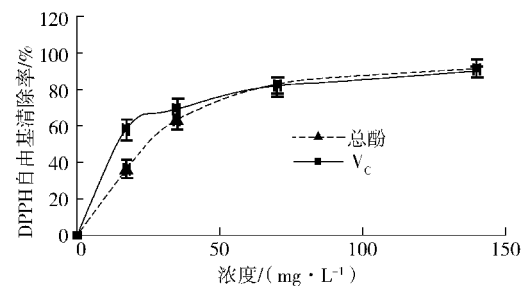


图 5 桂花固体饮料和 V_C 对 DPPH· 的清除效果

Fig. 5 Scavenging effects of *O. fragrans* solid beverage and V_C on DPPH·

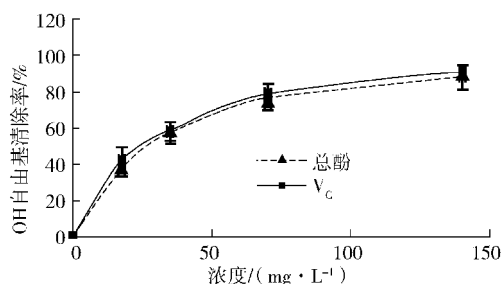


图 6 桂花固体饮料和 V_C 对 $\cdot\text{OH}$ 的清除效果

Fig. 6 Scavenging effects of

O. fragrans solid beverage and V_C on $\cdot\text{OH}$

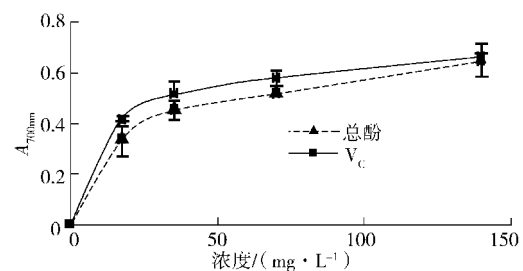


图 7 桂花固体饮料和 V_C 的铁还原能力

Fig. 7 Scavenging effects of

O. fragrans solid beverage and V_C on FRAP

2.4 产品质量标准

为规范桂花固体饮料的产品质量,对试验成品的感官指标、理化指标、微生物指标等 3 个方面进行质量标准规范。分别对研究成品(粉末状)的产品外观、口感与香气、冲调性等感官指标最佳状态做了描述;将产品送检测定总砷、总铅、总铜、微生物等含量,确保该研究产品符合国家固体饮料的重金属含量标准和卫生标准,并制定出产品质量标准。质量标准见表 4。

3 结论

本研究表明,桂花固体饮料的最佳配方为桂花提取液、红枣提取液、蔗糖、无水柠檬酸、麦芽糊精和海藻酸钠的添加量分别为20%,15%,12%,0.4%,15%和0.4%。桂花固体饮料加工方法简单可行,工艺可靠,产品色、香、味俱佳;它的营养价值使之具有明确的市场定位,也为深度开发奠定了基础。

相关实验表明^[27-28],总酚与黄酮广泛存在于植物的

各个组织结构中,具有有效的抗氧化活性和抑菌活性,可以预防细胞衰老和某些疾病的发生,对人体产生一定的防护作用。本试验成品固体饮料中总黄酮和总酚的质量分数分别为(0.10±0.03)%,(0.14±0.05)%。通过对清除DPPH·、清除·OH、铁还原力等3方面的体外抗氧化实验检测,结果显示,该饮料能有效清除DPPH·和·OH,总还原能力较强,在一定程度上和阳性对照V_C相当。因此,长期饮用本产品可能在一定程度上可以排除体内毒素,美容养颜,对女性具有适当的保健功效。

参考文献:

- [1] ARUOMA O I. Free radicals, oxidative stress, and antioxidants in human health and disease[J]. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 1998, 75(2): 199-212.
- [2] DENG G F, XU X R, GUO Y J, et al. Determination of antioxidant property and their lipophilic and hydrophilic phenolic contents in cereal grains[J]. *Funct Food*, 2012, 4(4): 906-914.
- [3] LI S, LI S K, GAN R Y, et al. Antioxidant capacities and total phenolic contents of infusions from 223 medicinal plants[J]. *Industrial Crops & Products*, 2013, 51(6): 289-298.
- [4] ONANONG K, SIRITHON S, NATTHIDA W, et al. Phenolic compounds and antioxidant activities of edible flowers from Thailand[J]. *Journal of Functional Foods*, 2011, 3(2): 88-99.
- [5] LI A N, LIS, LI H B, et al. Total phenolic contents and antioxidant capacities of 51 edible and wild flowers[J]. *Journal of Functional Foods*, 2014, 6(1): 319-330.
- [6] HUNG C Y, TSAI Y C, LI K Y. Phenolic antioxidants isolated from the flowers of *Osmanthus fragrans* [J]. *Molecules*, 2012, 17(9): 10724-10737.
- [7] YU J S, LUO X H. Isolation and purification process of total flavonoids from *Osmanthus fragrans* Lour. with macroporous adsorption resin[J]. *Medicinal Plant*, 2012, 3(5): 1-5.
- [8] 杨秀莲, 赵飞, 王良桂. 25个桂花品种花瓣营养成分分析[J]. *福建林学院学报*, 2014, 34(1): 5-10.
YANG X L, ZHAO F, WANG L G. Analysis of nutrients in the petals of 25 cultivars of *Osmanthus fragrans* [J]. *Journal of Fujian College of Forestry*, 2014, 34(1): 5-10.
- [9] 王永刚, 马燕林, 刘晓风, 等. 小口大枣营养成分分析与评价[J]. *现代食品科技*, 2014, 30(10): 237-244.
WANG Y G, MA Y L, LIU X F, et al. Composition analysis and nutritional evaluation of *Zizyphus jujuba* mill. cv. xi-aokou [J]. *Modern Food Science and Technology*, 2014, 30(10): 237-244.
- [10] 史德芳, 高虹, 何建军, 等. 巴西菇桂花保健饮料的研制[J]. *农产品加工*, 2010(3): 8-9.
SHI D F, GAO H, HE J J, et al. Research of health beverage of *Agaricus blazei* and *Osmanthus fragrans* [J]. *Innovational Edition of Farm Products Processing*, 2010(3): 8-9.
- [11] 郭瑜, 冯翠萍. 澄清型红枣饮料的研制[J]. *安徽农业科学*, 2008, 36(24): 10675-10676.
GUO Y, FENG C P. Preparation of the clarified beverage of jujube [J]. *Anhui Agri. Sci*, 2008, 36(24): 10675-10676.
- [12] 李冬生, 曾凡坤. 食品高新技术[M]. 北京: 中国计量出版社, 2007: 210-211.
LI D S, ZENG F K. *Food high and new technology* [M]. Beijing: China Metrology Publishing House, 2007: 210-211.
- [13] 钟艳梅, 何培东. 桂花颗粒冲剂与桂花果冻的研制[J]. *食品科技*, 2011, 36(7): 103-113.
ZHONG Y M, HE P D. Preparation on the granules and the jellies of *Osmanthus fragrans* [J]. *Food Science and Technology*, 2011, 36(7): 103-113.
- [14] 毕秋芸. 灵芝红茶固体饮料生产工艺研究[J]. *食品工业*, 2014, 35(7): 81-83.
BI Q Y. Study on Processing technique of solid beverage made from *Ganoderma lucidum* and black tea [J]. *Journal of the Food Industry*, 2014, 35(7): 81-83.
- [15] 李和生. 食品分析[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
LI H S. *Food analysis* [M]. Beijing: Science Press, 2013.

- [16] 位杰,吴翠云,蒋媛,等.蒽酮法测定红枣可溶性糖含量条件的优化[J].食品科学,2014,35(24):136-140.
Wei J, Wu C Y, Jang Y, et al. Sample preparation optimization for determination of soluble sugar in red jujube fruits by anthrone method[J]. Food Science, 2014, 35(24): 136-140.
- [17] 周颖,樊荣,张建逵.人参中可溶性蛋白质含量的测定[J].辽宁中医药大学学报,2014,16(8):95-96.
ZHOU Y, FAN R, ZHANG J K. Determination of soluble protein in Ginseng[J]. Journal of Liaoning University of TCM, 2014, 16(8): 95-96.
- [18] XIO D Z, YU X F, WANG H M, et al. Anti-obesity and hypo-lipidemic effects of ethanolic extract from *Alpinia officinarum* Hance (Zingiberaceae) in rats fed high-fat diet[J]. Medicinal Food, 2010, 13(4): 785-791.
- [19] 赵晓娟,李敏仪,黄桂颖,等.Folin-Ciocalteu法测定苹果醋饮料的总多酚含量[J].食品科学,2013,34(8):31-35.
ZHAO X J, LI M Y, HUANG G Y, et al. Determination of total polyphenols in apple vinegar drink by Folin-Ciocalteu method [J]. Food Science, 2013, 34(8): 31-35.
- [20] Xia D Z, Shi J Y, Gong J Y, et al. Antioxidant activity of Chinese mei (*Prunus mume*) and its active phytochemicals[J]. Medicinal Plants Research, 2010, 4(12): 1156-1160.
- [21] 倪达美,夏道宗,许蕾婷.安吉白茶、桑叶复合功能性饮料的研制及其抗氧化性研究[J].中国食物与营养,2010(10):58-61.
NI D M, XIA D Z, XU L T. The Development and antioxidant properties of compound functional beverage with Anjibaicha (*Camellia sinensis*) and *Morus alba* leaves[J]. Food and Nutrition in China, 2010(10): 58-61.
- [22] 涂宗财,段邓乐,王辉,等.豆渣膳食纤维的结构表征及其抗氧化性研究[J].中国粮油学报,2015,30(6):22-26.
TU Z A, DUAN D L, WANG H, et al. Structural characterization and antioxidant activity of soybean dregs dietary fiber[J]. Chinese Cereals and Oils Association, 2015, 30(6): 22-26.
- [23] CHU Y H, CHANG C L, HSU H F. Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity[J]. Science of Food & Agriculture, 2000, 80(5): 561-566.
- [24] 徐春明,乐胜锋,罗晶洁,等.不同种类绿茶提取物抗氧化活性研究[J].中国农学通报,2010,26(16):68-71.
XU C M, YUE S F, LUO J J, et al. Study on antioxidant activities of different green tea extracts[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2010, 26(16): 68-71.
- [25] 刘文慧,王颀,王静,等.麦芽糊精在食品工业中的应用现状[J].中国食品添加剂,2007(2):183-186.
LIU W H, WANG J, WANG J, et al. Application of malt dextrin in food industry[J]. China Food Additives, 2007(2): 183-186.
- [26] 王孝华.海藻酸钠的提取及应用[J].重庆工学院学报(自然科学版),2007,21(5):124-128.
WANG X H. Extraction and application of sodium alginate [J]. Journal of Chongqing Institute of Technology (Natural Science Edition), 2007, 21(5): 124-128.
- [27] VITAGLIONE P, LUMAGA R B, FERRACANE R, et al. Human bioavailability of flavanols and phenolic acids from cocoa-nut creams enriched with free or microencapsulated cocoa polyphenols[J]. Nutrition, 2013, 109(10): 1832-1843.
- [28] KAZIMIERCZAK R, HALLMANN E, RUSACZONEK A, et al. Polyphenols, tannins and caffeine content and antioxidant activity of green teas coming from organic and non-organic production[J]. Renewable Agriculture & Food Systems, 2013, 30(3): 263-269.

Development of *Osmanthus fragrans* Solid Beverage and Evaluation of Its Antioxidant Activities

WAN Jiajia, XU Qiao, ZHANG Lei

(College of Life Sciences, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

Abstract: [Purposes] In order to enrich the types of solid beverage, meanwhile, development of edible *Osmanthus fragrans* to improve its availability, this study describes the development of a novel, nutritious and convenient solid beverage which used *O. fragrans* as the main materials and jujube as the auxiliary materials, and its antioxidant properties. [Methods] Optimization of parameters was done using single factor experiment and an orthogonal array design, and the production was obtained through the vacuum freeze-drying (Lyophilization) process. Meanwhile, the content of each component was determined, the antioxidant activities were evaluated by hydroxyl, 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), and iron reduction ability scavenging assays. [Findings] The best formula of *O. fragrans* solid beverage is: *O. fragrans* extract 20%, jujube extract 15%, source 12%, anhydrous Citric acid 0.4%, maltodextrins 15%, sodium alginate 0.4%. Under these conditions, the beverage is characterized by pleasant taste and smell. The experimental results of the antioxidation property showed that the *O. fragrans* solid beverage can scavenge hydroxyl radical and iron reduction ability effectively; the IC_{50} of scavenge DPPH · is $26 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, the IC_{50} of scavenge ·OH is $32 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (phenol meter). [Conclusions] Under this formula, the solid beverage of *O. fragrans* has good taste and better antioxidant ability.

Key words: *Osmanthus fragrans*; jujube; solid beverage; antioxidation

(责任编辑 方 兴)