

铁皮石斛花固体饮料工艺初探 及功能性物质鉴定

刘倩葶^{1,2}, 刘琨毅^{1,2,3}, 李崇萍^{1,2}, 焦文文^{1,2}, 念波^{1,2}, 蒋宾^{1,2},
施扬^{1,2}, 程建胜⁴, 赵菊润⁵, 张新风⁶, 赵明^{1,2*}

(1. 云南农业大学 龙润普洱茶学院, 云南 昆明 650201; 2. 云南农业大学 西南中药材种质创新与利用国家地方联合工程研究中心, 云南省药用植物生物学重点实验室, 云南 昆明 650201; 3. 宜宾职业技术学院 五粮液技术与食品学院, 四川 宜宾 644003; 4. 云南品斛堂生物科技有限公司, 云南 德宏 678300; 5. 龙陵县石斛研究所, 云南 德宏 678300; 6. 浙江农林大学 省部共建亚热带森林培育国家重点实验室, 浙江 杭州 311300)

摘要: 通过单因素和正交试验优化, 确定铁皮石斛花和乌龙茶质量比例为1.00:0.75, 15倍体积60%乙醇浸提60 h, 过滤、40℃减压浓缩, 160℃喷雾干燥的工艺条件, 开发出感官特性优良且具有保健功能的铁皮石斛花固体饮料, 其浸提率可达到46.61%, 该固体饮料热水溶解后汤色微红透亮、香气怡人、滋味协调。经检测, 铁皮石斛花固体饮料的多糖、多酚、可溶性糖和游离氨基酸含量分别为8.16%、8.93%、22.68%和3.57%; 各类氨基酸单体含量均高于各种原料, 必需氨基酸和药效氨基酸含量分别占总氨基酸含量的45.77%和48.41%; 黄酮类化合物总量、咖啡碱和儿茶素含量分别为36.98、34.90和9.85 mg/g。本研究开发的速溶固体饮料, 为铁皮石斛花的高值利用提供了基础。

关键词: 固体饮料; 铁皮石斛花; 乌龙茶; 工艺优化; 功能性物质; 加工工艺

中图分类号: TS 971.21 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-8730(2020)02-0070-07

铁皮石斛(*Dendrobium officinale*)是兰科(*Orchidaceae*)、石斛属(*Dendrobium*)的多年生草本植物,^[1]其干燥茎被列入《中国药典》(2015年版), 是一种具有“养阴”“清热”等传统药用价值的名贵药材。^[2]随着铁皮石斛的人工种植发展, 产生了大量石斛花, 据统计仅浙江省鲜花年产量就可达150~300万kg, 干花15~30万kg, 是一种宝贵的生物资源。^[3]

由于石斛花资源量大, 具有重要开发价值, 前期学者测定发现铁皮石斛花具有萜类、脂肪族、芳香族化合物为主的挥发性化合物,^[4]同时富含石斛碱、黄酮、多糖、氨基酸和花色苷等多种有效成分。^[5-7]另外, 张四杰等^[8]测定发现铁皮石斛花多糖主要由葡萄糖、甘露糖、半乳糖、半乳糖醛酸和阿拉伯糖5种单糖组成, 其中甘露糖组成比例最高。龚庆芳等^[9]发现铁皮石斛花的氨基酸中主

要以精氨酸为主, 其次为脯氨酸。周锦业等^[10]发现铁皮石斛花内含有17种氨基酸, 包括7种人体必需氨基酸, 氨基酸总量为5.24%~8.78%, 门冬氨酸和谷氨酸含量相对较高。另外有研究报道铁皮石斛花具有抗氧化、降血压、滋阴护肝等保健功效。^[11-12]

目前多用铁皮石斛花来制作风味型花茶、复配型花茶等^[13-14]的专利报道。除花茶外, 还有加工成饮料^[15]、饮片^[16]和面条^[17]等发明专利。然而, 铁皮石斛花的研究仍较初步, 没有得到深度开发, 造成了资源浪费。^[18]2018年6月, 国家卫计委发布通告将铁皮石斛花新食品原料申请列入终止审查目录,^[19]按照地方特色食品管理。^[20]据报道2018年11月, 浙江省卫生健康委立项了《铁皮石斛花、叶浙江省食品安全地方标准项目》, 目前铁皮石斛花食品标准正在制定中。由此可见铁皮石

收稿日期: 2019-12-10 *通信作者

基金项目: 国家重点研发计划课题(2017YFC1702205); 云南省重大科技专项计划(2017ZF013)

作者简介: 刘倩葶, 女, 云南农业大学龙润普洱茶学院硕士研究生, 从事茶叶生物化学研究;

赵明, 男, 云南农业大学龙润普洱茶学院教授, 从事中药材精深加工。

斛花即将纳入食品管理,其应用将进一步扩大,^[21]因此目前亟需进行深度研发,以促进铁皮石斛花的高效利用。

固体饮料便于包装、储存、携带和饮用,^[22]能够满足当今人们对方便、营养、速食和健康食品的需求。本研究尝试将铁皮石斛花提取加工为固体饮料,但研究中发现单一铁皮石斛花喷雾干燥中,黏壁现象严重,收率很低,并且带有糊味。可在石斛花中加入喷雾干燥常用的助干剂糊精^[23]、可溶性淀粉^[24]等,以提高喷雾效率,但试验表明此类固体饮料口感不佳。我国是茶叶生产大国,茶资源丰富,^[25]其中乌龙茶香气悠长,回味甘鲜,实验室前期发现乌龙茶提取物喷雾干燥成粉好,收率高。为此拟采用喷雾干燥收率高的乌龙茶为原料,将其与铁皮石斛花拼配,解决铁皮石斛花提取物难以喷雾干燥、口感和溶解性不佳的问题,由此开发一种溶解性、口感都较好的固体饮料,以期铁皮石斛花的精深加工提供重要的参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料、主要仪器以及主要试剂

1.1.1 主要试验材料与试剂

实验所用铁皮石斛花由龙陵石斛研究所提供;乌龙茶:云南省腾冲古韵茶业有限公司;食品级无水乙醇、蒸馏水、儿茶素(C)、表儿茶素(EC)、表没食子儿茶素(EGC)、表儿茶素没食子酸酯(EGC)、表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)、鞣花酸(EA)、没食子酸(GA)、1,4,6-O-没食子酰基-β-D-葡萄糖(GG)、咖啡碱(CA)、茶碱、木犀草素(Lu)、杨梅素(My)、槲皮素(Qu)、山奈酚(Kf)、花旗松素(Tax):成都曼思特生物科技有限公司;丙氨酸(Ala)、精氨酸(Arg)、天冬氨酸(Asp)、半胱氨酸(Cys)、谷氨酸(Glu)、甘氨酸(Gly)、组氨酸(His)、异亮氨酸(Ile)、亮氨酸(Leu)、蛋氨酸(Met)、苯丙氨酸(Phe)、脯氨酸(Pro)、丝氨酸(Ser)、苏氨酸(Thr)、酪氨酸(Tyr)、缬氨酸(Val):美国安捷伦公司。

1.1.2 主要试验仪器

CP214型电子天平:北京赛多利斯天平有限公司;HB10型旋转蒸发器:上海亚荣生化仪器厂;DHG-9140型喷雾干燥机:上海豫明仪器有限公司;SHB-III型循环水式真空泵:巩义市予

华仪器有限公司;HH-S28S型数显恒温水浴锅:金坛市大地自动化仪器厂;56CRT型紫外可见分光光度计:上海菁华科技仪器有限公司;1200型高速液相色谱系统:美国安捷伦公司。

1.2 实验方法

1.2.1 铁皮石斛花固体饮料工艺优化

将铁皮石斛花和乌龙茶按不同质量比例混合(1.00:1.00、1.00:0.75、1.00:0.50和1.00:0.25),用50%乙醇浸提60h,经4层纱布过滤得到浸提物,滤液40℃减压浓缩,160℃喷雾干燥,得到铁皮石斛花固体饮料。对不同比例所得速溶茶参照国家标准《茶制品 第1部分:固态速溶茶》及王文成等^[26]对速溶红茶感官评价标准制定铁皮石斛花固体饮料感官评审标准(表1)。

表1 铁皮石斛花固体饮料感官评审标准

项目	评分标准	感官评价/分
茶汤色泽	澄清透亮	6~10
	较澄清透亮	3~5
	有浑浊褐色偏暗	0~2
组织状态	无结块	13~20
	少量结块	7~12
	大量结块	0~6
香气	香气协调,浓醇	20~30
	香气较协调,醇香较浓	10~19
	香气平和,醇香薄弱	0~9
滋味	滋味协调,醇厚回甘	25~40
	滋味偏淡,略带苦涩	15~24
	滋味苦涩,毫无茶味	0~14

在最优混合比例的基础上进行提取工艺的单因素优化试验,分别考察不同乙醇浓度(20%、30%、40%、50%、60%、70%)、不同料液比(1:5、1:10、1:15、1:20、1:25 g/mL)、不同浸提时间(24、48、72、96、120 h)条件下铁皮石斛花固体饮料的浸提率。由此设计出正交试验方案,如表2所示。

表2 各因素正交试验水平设计

水平	A:乙醇浓度/%	B:料液比/(g·mL ⁻¹)	C:浸提时间/h
1	50	1:10	36
2	60	1:15	48
3	70	1:20	60

1.2.2 功能性物质测定

应用茚三酮比色法、酒石酸亚铁比色法和硫酸蒽酮比色法测定游离氨基酸(AA)总量、多酚(TP)和可溶性糖(SS)含量。

应用高效液相色谱法(HPLC)测定氨基酸组分(Ala、Arg、Asp、Cys、Glu、Gly、His、Ile、Leu、Met、Phe、Pro、Ser、Thr、Tyr、Val),并根据峰面积使用外标法进行定量分析。^[27]

应用HPLC方法测定儿茶素(C、EC、EGC、ECG、EGCG)、GA、GG和CA、黄酮类化合物(Lu、EA、My、Qu),并根据峰面积使用外标法进行定量分析。^[28-29]

1.3 数据分析

所有的统计分析和数据处理应用软件IBM

spss statistics 22 (SPSS Inc., Chicago, IL) 和 Origin8.0 进行,每个处理重复3次,每个测定重复2次以平均值±标准差($\bar{x} \pm SD$)表示。

2 结果与分析

2.1 不同原料混合比例对铁皮石斛花固体饮料感官特性的影响

将铁皮石斛花与乌龙茶按1.2.1项下混合提取,加工得到固体饮料进行感官审评。由表3知,乌龙茶加入后可以显著提高喷雾效率,当乌龙茶添加量为1.00:0.75时,固体饮料的香气与滋味都较好,感官评价为89分,因此确定后续试验中铁皮石斛花与乌龙茶混合比例为1.00:0.75。

表3 铁皮石斛花固体饮料感官审评

铁皮石斛花: 乌龙茶(g/g)	茶汤色泽	组织状态	香气	滋味	感官评价/分
1.00:0.25	茶汤浑浊,色泽偏黄	大量结块	香气不协调,醇香不浓郁	略带苦涩,较醇厚	41
1.00:0.50	茶汤较透亮偏红	少量结块	香气较协调,醇香较浓	滋味协调,醇厚不回甘	82
1.00:0.75	清澈透亮,色泽偏红	少量结块	香气协调,浓醇	滋味协调,醇厚回甘	89
1.00:1.00	茶汤浑浊,色泽偏黄	少量结块	香气较协调,浓,不醇	略带苦涩	62

2.2 不同工艺条件对铁皮石斛花固体饮料浸提率的影响

在确定铁皮石斛花和乌龙茶的混合比例(1.00:0.75)后,依次优化乙醇浓度、料液比和浸提时间。由图1知,乙醇浓度为50%~60%时,其浸

提率显著高于其它乙醇浓度的浸提率($P < 0.05$);料液比在1:5~1:20 g/mL范围内变化时,浸提率先增加后减少,当料液比为1:15时,浸提率最高且显著高于其他样品($P < 0.05$);而浸提时间48 h为最佳的浸提时间。

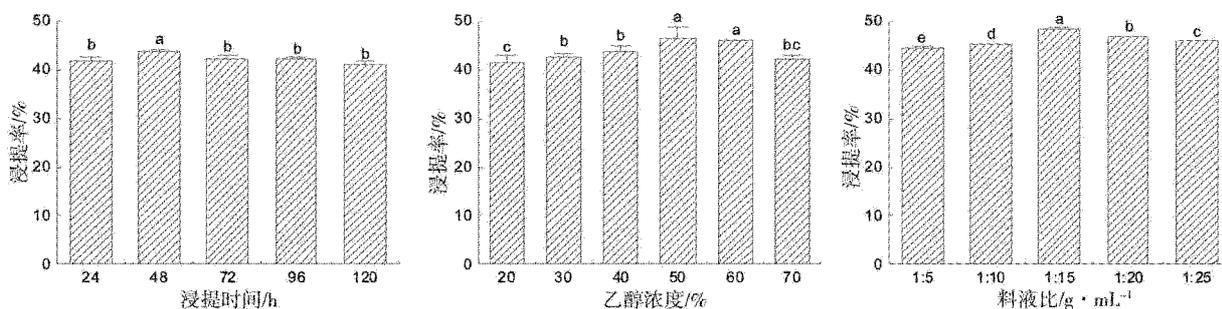


图1 单因素试验结果

注:不同小写字母表示数值间差异显著($P < 0.05$)。

根据单因素试验结果,进行正交试验,试验结果见表4。由极差分析可知, $A > C > B$,即3个因素中乙醇浓度对浸提率影响最大,其次是浸提时

间,最后是料液比;最佳工艺条件为 $A_2B_2C_3$,此方案浸提率可达 $(46.61 \pm 0.44)\%$,显著高于其他方案($P < 0.05$)。由此经过单因素正交试验优化

确定工艺为铁皮石斛花和乌龙茶的混合比例为 1.00:0.75,乙醇浓度60%、料液比1:15 g/mL、浸提时间 60 h。

表4 铁皮石斛花固体饮料浸提工艺
正交试验设计及结果

试验号	A:乙醇浓度/%	B:料液比/ g·mL ⁻¹	C:浸提时间/h	浸提率/%
T1	1(50)	1(1:10)	1(36)	43.00 ± 1.96 ^b
T2	1	2(1:15)	2(48)	43.27 ± 1.00 ^b
T3	1	3(1:20)	3(60)	43.93 ± 1.14 ^b
T4	2(60)	1	2	44.90 ± 0.16 ^{ab}
T5	2	2	3	46.61 ± 0.44 ^a
T6	2	3	1	44.85 ± 0.26 ^{ab}
T7	3(70)	1	3	44.00 ± 0.23 ^b
T8	3	2	1	44.83 ± 0.19 ^{ab}
T9	3	3	2	42.56 ± 0.80 ^b
K ₁	43.400	43.967	44.227	
K ₂	45.453	44.903	43.577	
K ₃	43.797	43.780	44.847	
R	2.053	1.123	1.270	

注:同列数据上标不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

由表5的方差分析知,A因素(乙醇浓度)对速溶茶粉浸提率的影响显著($P < 0.10$),其余因素对铁皮石斛花固体饮料浸提率的影响不显著($P > 0.10$)。表明此正交试验结果可用于铁皮石斛花固体饮料浸提的优化试验。

表5 正交试验方差分析

方差来源	平方和	自由度	F值	F临界值	显著性
A	7.118	2	13.957	9.000	*
B	2.174	2	4.263	9.000	
C	2.420	2	4.745	9.000	
误差	0.510	2			

注:*表示对结果影响显著($P < 0.10$)。

2.3 铁皮石斛花固体饮料功能性成分分析

经过最优工艺条件得到的铁皮石斛花固体饮料,测定游离氨基酸、多糖、多酚、可溶性糖、各类氨基酸、儿茶素、鞣花酸与咖啡碱等功能性成分及其含量,并与两种主要原料做对比分析,结果见表

6~8。

由表6可知,铁皮石斛花固体饮料中游离氨基酸含量为3.57%,显著高于铁皮石斛花和乌龙茶($P < 0.05$);使其具有良好的功能特性,加之游离氨基酸的含量与风味呈正相关,^[30]因此铁皮石斛花固体饮料具有较好的风味与滋味。铁皮石斛花中的多糖含量(11.79%)显著高于固体饮料(8.16%)和乌龙茶(3.34%)($P < 0.05$),可溶性糖也表现出相同的情况,表明铁皮石斛花中的多糖类物质与可溶性糖类物质能进入到铁皮石斛花固体饮料中,使其具有一定的功效。而多酚类物质在乌龙茶中含量最高,为14.48%,其次是铁皮石斛花固体饮料(8.93%),因此使铁皮石斛花固体饮料具有一定的抗氧化功效。

表6 铁皮石斛花固体饮料、铁皮石斛花和乌龙茶化学成分含量

成分	铁皮石斛花 固体饮料	铁皮石斛花	乌龙茶	%
游离氨基酸	3.57 ± 0.04 ^a	2.85 ± 0.07 ^c	3.26 ± 0.14 ^b	
多糖	8.16 ± 0.54 ^b	11.79 ± 0.39 ^a	3.34 ± 0.20 ^c	
多酚	8.93 ± 0.28 ^b	2.88 ± 0.12 ^c	14.48 ± 0.15 ^a	
可溶性糖	24.32 ± 0.69 ^b	34.08 ± 0.67 ^a	22.68 ± 0.50 ^c	

注:同列数据上标不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

为进一步评价铁皮石斛花固体饮料的营养价值,应用高效液相色谱法测定其氨基酸单体含量。在铁皮石斛花固体饮料、铁皮石斛花和乌龙茶中检测到16种氨基酸(表7),其中包括精氨酸、天冬氨酸等必需氨基酸和精氨酸、酪氨酸等药效氨基酸。铁皮石斛花固体饮料中氨基酸总量达67.32 mg/g,高于铁皮石斛花(4.93 mg/g)与乌龙茶(32.42 mg/g);而且铁皮石斛花固体饮料中每一种氨基酸的含量均显著高于铁皮石斛花和乌龙茶($P < 0.05$)。铁皮石斛花固体饮料中必需氨基酸和药效氨基酸含量分别为30.81、32.59 mg/g,占总氨基酸含量的45.77%和48.41%,高于铁皮石斛花(1.36、1.49 mg/g)和乌龙茶(18.89、19.78 mg/g)。铁皮石斛花固体饮料中天冬氨酸和谷氨酸这2种鲜味氨基酸(对产品风味有重要影响^[31])含量占总氨基酸的比值分别为11.51%和8.08%,且谷氨酸具预防治疗肝性昏迷、护肝

等功效,^[32]天冬氨酸对于体内神经递质活动起重要作用。^[33]氨基酸是蛋白质的基本组成单位,铁皮石斛花固体饮料中含有多种氨基酸,是丰富的蛋白来源,^[34]因此其具有较高的营养及保健价值,值得学者们深入研究。

表7 铁皮石斛花固体饮料、铁皮石斛花和
乌龙茶氨基酸组分含量 mg/g

氨基酸单体	铁皮石斛花 固体饮料	铁皮石斛花	乌龙茶
丙氨酸(Ala)	1.89 ± 0.64 ^a	0.08 ± 0.01 ^b	1.44 ± 0.35 ^a
精氨酸(Arg * #)	10.65 ± 0.99 ^a	0.51 ± 0.09 ^b	4.92 ± 0.54 ^b
天冬氨酸 (Asp * #)	7.75 ± 2.78 ^a	0.19 ± 0.02 ^c	5.38 ± 0.33 ^b
半胱氨酸(Cys)	3.30 ± 1.37 ^a	1.09 ± 0.12 ^b	1.04 ± 0.15 ^b
谷氨酸(Glu * #)	5.44 ± 1.22 ^a	0.07 ± 0.03 ^b	4.93 ± 0.53 ^a
甘氨酸(Gly * #)	1.71 ± 0.44 ^a	0.17 ± 0.02 ^c	0.96 ± 0.21 ^b
组氨酸(His)	11.31 ± 2.71 ^a	0.42 ± 0.04 ^c	4.09 ± 0.15 ^b
异亮氨酸(Ile *)	0.77 ± 0.09 ^a	0.06 ± 0.00 ^c	0.46 ± 0.13 ^b
亮氨酸(Leu * #)	1.00 ± 0.06 ^a	0.18 ± 0.01 ^c	0.42 ± 0.01 ^b
蛋氨酸(Met#)	2.38 ± 0.43 ^a	0.19 ± 0.02 ^c	1.59 ± 0.05 ^b
苯丙氨酸 (Phe * #)	1.30 ± 0.52 ^a	0.10 ± 0.01 ^c	1.09 ± 0.05 ^b
脯氨酸(Pro)	0.62 ± 0.21 ^a	0.20 ± 0.40 ^b	0.34 ± 0.02 ^b
丝氨酸(Ser)	14.65 ± 1.06 ^a	1.51 ± 0.09 ^c	4.54 ± 0.62 ^b
苏氨酸(Thr *)	1.77 ± 0.55 ^a	0.04 ± 0.00 ^c	0.67 ± 0.07 ^b
酪氨酸(Tyr#)	2.36 ± 1.18 ^a	0.08 ± 0.01 ^b	0.49 ± 0.17 ^b
缬氨酸(Val *)	0.42 ± 0.04 ^a	0.04 ± 0.02 ^b	0.06 ± 0.01 ^b

注: * 为必需氨基酸, #为药用氨基酸; 同列数据上标不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

由于采用了与乌龙茶混合,因此铁皮石斛花固体饮料中含有一定的儿茶素、鞣花酸、黄酮等物质,为此进一步应用高效液相色谱检测其物质组成及含量,结果如表8所示。

由表8知,铁皮石斛花只含有槲皮素(Qu)、花旗松素(Tax)、山柰酚(Kf)、杨梅素(My)和鞣花酸(EA)。铁皮石斛花固体饮料中鞣花酸含量为29.10 mg/g,黄酮类化合物总量达36.98 mg/g,均显著高于铁皮石斛花和乌龙茶($P < 0.05$);铁皮石斛花固体饮料咖啡碱(CA)为34.90 mg/g显著高于乌龙茶($P < 0.05$),但儿茶素总量为9.85 mg/g低于乌龙茶。已有研究表明,上述物质均具有重要的生物活性,如咖啡碱是一种神经系

统兴奋剂,^[35]具有兴奋神经中枢、提神、醒脑、增加肝代谢、减肥等生理功能;^[36]鞣花酸主要用于癌症、糖尿病、心血管疾病等的治疗与预防;^[37]黄酮类化合物^[38]具有抗氧化、抗癌等重要作用。由此,该铁皮石斛花固体饮料具有良好的保健功能,值得今后进一步研究其生物活性。

表8 铁皮石斛花固体饮料、铁皮石斛花和
乌龙茶儿茶素等组分含量 mg/g

化学成分	铁皮石斛花 固体饮料	铁皮石斛花	乌龙茶
C	1.38 ± 0.05 ^b	-	4.26 ± 0.61 ^a
CA	34.90 ± 2.74 ^a	-	26.79 ± 3.99 ^b
CG	0.93 ± 0.42 ^b	-	3.90 ± 1.71 ^a
EC	0.90 ± 0.44 ^b	-	1.62 ± 0.78 ^a
ECG	1.29 ± 0.64 ^b	-	7.17 ± 0.96 ^a
EGC	-	-	6.49 ± 0.84
EGCG	6.28 ± 0.16 ^b	-	37.08 ± 4.50 ^a
GA	2.11 ± 0.43 ^a	-	1.26 ± 0.18 ^b
GC	2.13 ± 0.05 ^b	-	14.63 ± 2.07 ^a
GCC	3.11 ± 1.65 ^b	-	16.30 ± 8.22 ^a
GG	0.35 ± 0.12 ^b	-	1.33 ± 0.19 ^a
EA	29.10 ± 6.35 ^a	0.10 ± 0.03 ^c	15.91 ± 4.24 ^b
Qu	8.60 ± 1.05 ^a	1.13 ± 0.11 ^c	2.18 ± 0.41 ^b
Tax	0.92 ± 0.20 ^a	0.23 ± 0.07 ^b	0.13 ± 0.02 ^b
Lu	0.21 ± 0.09 ^a	-	0.11 ± 0.02 ^b
Kf	5.39 ± 0.69 ^a	0.24 ± 0.02 ^c	3.92 ± 0.59 ^b
My	1.86 ± 0.38 ^a	0.05 ± 0.03 ^c	1.23 ± 0.72 ^b
茶碱	0.48 ± 0.14 ^a	-	0.49 ± 0.07 ^a

注: -表示未检出; 同列数据上标不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

3 结论

通过感官审评、单因素与正交优化试验,确定了铁皮石斛花固体饮料最佳工艺:铁皮石斛花和乌龙茶混合的质量比例为1.00:0.75、料液比为1:15 g/mL、乙醇浓度为60%、浸提时间为60 h、40 °C减压浓缩、160 °C喷雾干燥,获得汤色微红透亮、香气怡人、滋味协调的铁皮石斛花固体饮料,浸提率为46.61%。铁皮石斛花固体饮料中游离氨基酸含量显著高于原料($P < 0.05$),其所含氨基酸种类丰富,且含量均高于铁皮石斛花和

乌龙茶,必需氨基酸和药效氨基酸含量分别占总氨基酸含量的 45.77% 和 48.41%。铁皮石斛花固体饮料中咖啡碱、鞣花酸和黄酮类化合物均显著高于铁皮石斛花和乌龙茶($P < 0.05$)。由于铁皮石斛花固体饮料同时含有石斛花和茶叶的化学成分及功能性成分,其外形、滋味和香气较好,因此该固体饮料可以进一步在其他食品中应用,并具有一定的市场潜力。

参考文献:

- [1] 朱彦明, 金锦游, 崔永一. 内生真菌对铁皮石斛种苗生长的影响[J]. 浙江农业科学, 2019, 60(9): 1601-1605.
- [2] 庞敏霞, 戚勇, 陈丁江, 等. 铁皮石斛品质性状影响因子的研究进展[J]. 浙江农业科学, 2020, 61(3): 502-508.
- [3] 唐静月, 颜美秋, 齐芳芳, 等. 铁皮石斛总黄酮提取工艺优化及体外抗氧化活性研究[J]. 浙江中医药大学学报, 2017, 41(3): 235-242.
- [4] 李文静, 李进进, 李桂锋, 等. GC-MS 分析 4 种石斛花挥发性成分[J]. 中药材, 2015, 38(4): 777-780.
- [5] 周桂芬, 吕圭源. 铁皮石斛不同部位黄酮碳苷类成分及清除 DPPH 自由基能力比较研究[J]. 中国中药杂志, 2012, 37(11): 1536-1540.
- [6] 龚庆芳, 周浩, 王新桂, 等. 7 种石斛多糖质量分数的测定及单糖组成分析[J]. 食品科技, 2013(3): 172-175.
- [7] 黄秀红, 王再花, 李杰, 等. 不同花期石斛花主要营养成分分析与品质比较[J]. 热带作物学报, 2017, 38(1): 45-52.
- [8] 张四杰, 钱正, 刘京晶, 等. 铁皮石斛花多糖相对分子质量及其单糖组成的研究[J]. 中国中药杂志, 2017(20): 3919-3925.
- [9] 龚庆芳, 何金祥, 黄宁珍, 等. 铁皮石斛花化学成分及抗氧化活性研究[J]. 食品科技, 2014(12): 106-110.
- [10] 周锦业, 孙明艳, 邓杰玲, 等. 品种、干燥和贮存方式对铁皮石斛花氨基酸含量的影响[J]. 食品科技, 2019, 44(2): 88-93.
- [11] 梁凯伦, 方萍, 施秋秋, 等. 铁皮石斛花对高糖高脂饮酒致高血压大鼠的降压作用及机制研究[J]. 中国中药杂志, 2018, 43(1): 147-153.
- [12] 王楠楠, 戴明珠, 徐俞悦, 等. 铁皮石斛花对肾上腺皮质激素致肾阴虚模型小鼠的影响[J]. 中药药理与临床, 2017(1): 118-121.
- [13] 张玉华. 一种水果味铁皮石斛花茶及其制备方法: 中国, CN105519742A[P]. 2016-01-28.
- [14] 吴华玲, 姜晓辉, 方开星, 等. 一种铁皮石斛花红茶紧压茶及其制备方法: 中国, CN105994764A[P]. 2016-06-27.
- [15] 胡小静, 郭刚军, 李蕾, 等. 一种铁皮石斛花茶饮料及其制备方法: 中国, CN108522734A[P]. 2018-05-04.
- [16] 朱亚雄. 铁皮石斛花快速饮片加工方法: 中国, CN104605459A[P]. 2015-01-29.
- [17] 缪其满. 一种铁皮石斛花养颜面条: 中国, CN102805306A[P]. 2012-07-27.
- [18] 辛小雪, 王雪香, 李明宇, 等. 铁皮石斛不同花期及花朵不同部位活性组分分析[J]. 浙江农林大学学报, 2019, 36(1): 200-205.
- [19] 国家卫生健康委员会. 新食品原料终止审查目录[EB/OL]. (2018-06-23) [2019-07-01] <https://slps.jdxx.net.cn/xwfb/gzcx/PassFileQuery.jsp>.
- [20] 浙江省卫生健康委员会. 浙江省卫生健康委关于征求食品安全地方标准《铁皮石斛花》(征求意见稿)意见函[EB/OL]. (2019-06-17) [2019-07-01] <http://www.cfda.com.cn/newsdetail.aspx?id=122382>.
- [21] 蔡夏苗, 贺行理高, 陆婷婷, 等. 基于社会网络分析法的铁皮石斛产品现状分析[J]. 中药药理与临床, 2019, 35(3): 191-196.
- [22] 袁国强, 袁方, 余长琦. 风味速溶茶生产技术研究[J]. 河南科学, 2019, 37(8): 1259-1264.
- [23] ERSUS S, YURDAGELI U. Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (*Daucus carota* L.) by spray drier[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 80(3): 805-812.
- [24] 陈梦, 段玉清, 罗孝平, 等. 慈姑粉的喷雾干燥工艺优化[J]. 食品工业科技, 2018, 39(8): 136-140.
- [25] 刘国艳, 王建军, 马骥, 等. 茶叶籽油极性伴随物棕榈酸酯的制备及其抗氧化作用[J]. 美食研究, 2020, 37(1): 66-71.
- [26] 王文成, 吴士彬, 吴小婷, 等. 不同干燥方式对速溶红茶的感官评价影响[J]. 漳州职业技术学院学报, 2017, 19(3): 56-59.
- [27] ZHAO M, MA Y, DAI L, et al. A high-performance liquid chromatographic method for simultaneous determination of 21 free amino acids in tea[J]. Food Analytical Methods, 2013, 6(1): 69-75.
- [28] 王兴华, 念波, 段双梅, 等. 数控与传统发酵普洱茶抗氧化活性与化学成分的比较[J]. 食品与发酵工

- 业, 2017, 43(5): 138 - 143.
- [29] 李家华, 赵明, 张广辉, 等. 茶树新品种“紫娟”茶中杨梅素、槲皮素和山柰酚的 HPLC 分析[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2012, 27(2): 235 - 240.
- [30] 郭桂义, 杨转, 王乔健, 等. 速溶茶粉制作工艺研究[J]. 轻工学报, 2017, 32(2): 7 - 12.
- [31] 田颖刚, 李慧, 杨亚杰, 等. 乌骨鸡蛋与普通鸡蛋品质特征和氨基酸组成比较[J]. 南昌大学学报(理科版), 2018, 42(3): 231 - 235.
- [32] 梁晓娟. 兰州百合果冻、饮品的加工工艺及特性研究[D]. 兰州: 西北师范大学, 2018.
- [33] 袁永胜, 佟晴, 徐勤荣, 等. 早期帕金森病患者血浆谷氨酸、天冬氨酸和 γ -氨基丁酸水平的改变及其诊断价值的研究[J]. 中国临床神经科学, 2013, 21(6): 601 - 605.
- [34] 吴雷, 陈瑞, 徐光伟, 等. 谷胱蛋白源抗氧化肽的活性研究[J]. 美食研究, 2018, 35(4): 57 - 59.
- [35] 赵卫星, 姜红波, 冯国栋. 茶叶中咖啡因的提取研究进展[J]. 化学与生物工程, 2010, 27(9): 17 - 20.
- [36] 赵文净, 翁焯炜, 吴明霞, 等. 二次浸提法对绿茶浸提液中咖啡碱含量的影响[J]. 食品工业, 2018, 39(11): 131 - 133.
- [37] 娄兴维, 罗志军, 胡鹏刚, 等. 四种 β -环糊精制备鞣花酸包合物的抗氧化性研究. 中国酿造, 2020, 39(4): 114 - 120.
- [38] LUNZHAO Y, SHASHA M, DABING R. Phytochemistry and bioactivity of Citrus flavonoids: a focus on antioxidant, anti-inflammatory, anticancer and cardiovascular protection activities [J]. Phytochemistry Reviews, 2017, 16(3): 479 - 511.

Preliminary study on the technology of *Dendrobium officinale* solid beverage and identification of functional substances

LIU Qianting^{1,2}, LIU Kunyi^{1,2,3}, LI Chongping^{1,2}, JIAO Wenwen^{1,2}, NIAN Bo^{1,2}, JIANG Bin^{1,2},
SHI Yang^{1,2}, CHENG Jiansheng⁴, ZHAO Jurun⁵, ZHANG Xinfeng⁶, ZHAO Ming^{1,2}

(1. College of Long Run Pu-erh Tea, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201, China; 2. National & Local Joint Engineering Research Center on Germplasm Innovation & Utilization of Chinese Medicinal Materials in Southwestern China, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201, China; 3. College of Wuliangye Technology and Food Engineering, Yibin Vocational and Technical College, Yibin, Sichuan 644003, China; 4. Yunnan pinhutang Biotechnology Co., Ltd, Dehong, Yunnan 678300, China; 5. Longling Institute of Dendrobium, Dehong, Yunnan 678300, China; 6. China State Key Laboratory of Subtropical Silviculture, Zhejiang A&F University, Hangzhou, Zhejiang 311300, China)

Abstract: Through single factor tests and orthogonal test optimization, a solid beverage with the yield of 46.61% was developed by extracting *Dendrobium officinale* and Oolong tea (1.00:0.75) with 15 times of 60% ethanol for 60 h, filtrating, concentrating under reduced pressure at 40 °C, and spray drying at 160 °C, containing 8.16% of polysaccharides, 8.93% of polyphenols, 22.68% of soluble sugars and 3.57% of free amino acids and 36.98 mg/g of total flavonoids, 34.90 mg/g of caffeine, and 9.85 mg/g of catechins, respectively. The infusion is reddish and translucent, the aroma is pleasant and the taste is harmonious. The content of essential and medicinal amino acids accounted for 45.77% and 48.41% of the total amino acids, respectively.

Key words: solid beverage; *Dendrobium officinale*; Oolong tea; process optimization; functional substance; processing technology

(责任编辑:赵勇)