

百合苹果复合饮料的研制

蒋雅萍,付晓东,张馨月,张新华,李晓安,李富军*

(山东理工大学 农业工程与食品科学学院,山东 淄博 255000)

摘要:以百合(*Lilium brownii* var. *viridulum*)鳞茎为主要原料,辅以浓缩苹果汁、白砂糖、柠檬酸研制百合苹果复合饮料。通过单因素试验和正交试验确定该饮料的最佳配方:百合汁与浓缩苹果汁体积比 9:1,混合汁用量 60%,白砂糖添加量 5%,柠檬酸添加量 0.05%;稳定性试验表明,在该饮料中添加 0.05%的羧甲基纤维素钠稳定效果最佳。研制出的百合苹果复合饮料色泽均匀,香味协调,有百合独特口感,理化指标和微生物指标符合 GB 7101—2015《食品安全国家标准 饮料》,百合多糖含量为 2.76 mg/mL, DPPH 自由基清除率为 49.24%。

关键词:百合;饮料;加工工艺;配方;稳定性;抗氧化能力

Development of Lily and Apple Compound Beverage

JIANG Ya-ping, FU Xiao-dong, ZHANG Xin-yue, ZHANG Xin-hua, LI Xiao-an, LI Fu-jun*

(School of Agricultural Engineering and Food Science, Shandong University of Technology, Zibo 255000, Shandong, China)

Abstract: Lily (*Lilium brownii* var. *viridulum*) bulbs were used as raw materials and concentrated apple juice, granulated sugar, and citric acid were used as auxiliary materials to develop a lily and apple compound beverage. The optimal formula was determined through single factor and orthogonal tests. The optimal formula had a 9:1 volume ratio of lily juice and concentrated apple juice, with 60% mixed juice, 5% sugar, and 0.05% citric acid. When 0.05% carboxymethylcellulose-sodium was added to this beverage, maximum stability was obtained. The lily and apple compound beverage prepared using the optimized conditions exhibited uniform color, harmonious flavor, and unique taste of lily. Physical and chemical indexes and microbial indexes met the GB 7101—2015 National Food Safety Standard for Beverages standard. The content of lily polysaccharide in the lily and apple compound beverage was 2.76 mg/mL. The DPPH free radical scavenging ability of the compound beverage was 49.24%.

Key words: Lily; beverage; processing technology; formula; stability; antioxidant capacity

引文格式:

蒋雅萍,付晓东,张馨月,等. 百合苹果复合饮料的研制[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(8): 117-123.

JIANG Yaping, FU Xiaodong, ZHANG Xinyue, et al. Development of Lily and Apple Compound Beverage[J]. Food Research and Development, 2022, 43(8): 117-123.

百合(*Lilium brownii* var. *viridulum*)属百合科百合属植物,主要分为观赏性百合与食用性百合。食用百合以鳞茎为主,鳞茎呈淡白色,肉质肥厚,含有丰富的蛋白质、碳水化合物、维生素、矿物质等基本营养物质^[1-2],还含有多糖、甾体皂苷、酚类化合物、黄酮类化合物和

生物碱等功能性成分^[3],药理研究表明,百合多糖具有降血糖^[4]、抗氧化^[5]、提升免疫力^[6]等功效,百合皂苷具有广泛的抗肿瘤活性和明显的抗炎作用^[7],多酚类物质具有很好的抗氧化作用^[8],秋水仙碱具有抑制有丝分裂和抑菌作用^[9]。

基金项目:山东省中医药科技发展计划项目(2019-1004)

作者简介:蒋雅萍(1996—),女(汉),在读硕士研究生,研究方向:植物资源贮藏保鲜和综合加工利用。

*通信作者:李富军(1977—),男(汉),教授,博士,研究方向:植物资源贮藏保鲜和综合加工利用。

百合鳞茎是一种药食兼用植物资源。中医认为,百合味甘、性寒、归心、非晶,具有养阴润肺、清心安神的功效,用于治疗阴虚燥咳、劳嗽咳血、虚烦惊悸、失眠多梦、精神恍惚等症状^[10],在我国具有悠久的食用历史。百合传统上的加工方法较为简单,一般直接鲜蒸炒煮食用,或者将百合晒干或磨粉制成四季可食用的半成品或方便食品^[11]。相比于干百合,鲜百合的营养成分更为丰富,药用成分保存更好^[12]。但由于鲜食百合具有一种独特的苦味,难以被消费者接受,并且鲜百合保鲜期短,不能满足人们一年四季的需求,因此市场竞争力较弱。百合饮料可以通过对百合进行预处理(去苦)、调配等工艺流程,制成酸甜可口,有一定抗氧化性能的产品,目前常见的百合饮料主要有百合汁饮料、百合乳饮料、百合醋饮料、百合乳酸饮料、百合类复合饮料,其中百合复合饮料有百合柠檬饮料、百合红枣复合饮料、山药百合复合饮料等^[13]。百合复合饮料的加工工艺相比于发酵型饮料较为简单,同时百合在与其它食材复合的过程中会形成丰富的色泽、独特的口感和风味,具有较好的市场前景。

本试验以百合鳞茎为主要原料,以浓缩苹果汁为辅料,中和风味口感,采用单因素试验和正交试验研究百合苹果复合饮料的最佳工艺条件,旨在研发一款风味独特、口感愉悦、有一定抗氧化性能的百合复合饮料。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

百合鳞茎:淄博浩然农业科技发展有限公司;浓缩苹果汁:天水长城果汁集团有限公司;白砂糖(食品级):云南凌悦轩食品有限公司;柠檬酸(食品级):河南扩源化工产品有限公司;抗坏血酸、羧甲基纤维素钠(carboxymethylcellulose sodium, CMC-Na)、黄原胶(食品级):山东优索化工科技有限公司;海藻酸钠(食品级):青岛明月海藻集团有限公司;结冷胶(食品级):邯郸财鑫糖业有限责任公司;琼脂、氢氧化钠、氯化钠(分析纯):阿拉丁试剂(上海)有限公司;苯酚(分析纯):烟台远东精细化工有限公司;葡萄糖(分析纯):天津凯通化学试剂有限公司;浓硫酸(分析纯):淄博化学试剂厂有限公司;无水乙醇(分析纯):天津富宇精细化工有限公司;1,1-二苯基-2-苦基胍(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, DPPH, 分析纯):上海TCI化成工业发展有限公司。

1.2 仪器与设备

榨汁机(JS39D-250):浙江苏泊尔股份有限公司;无油真空泵(AP-9950):天津特赛恩斯仪器有限公司;高速分散均质机(IKA T18):德国IKA集团;高速冷冻

离心机(GL-20G-2):上海安亭科学仪器厂;电磁炉(C21-RT2170):广东美的生活电器制造有限公司;酸度计(PB-10):德国赛多利斯集团;蒸汽灭菌锅(LDZX-50FBS):上海申安医疗器械厂;酶标仪(MULTiskan):美国赛默飞世尔科技公司;紫外可见分光光度计(UV2102PCS):上海尤尼柯仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 工艺流程

新鲜百合鳞茎→去泥、洗净、掰瓣→称重→热烫→护色→浸泡→破碎→过滤→调配→均质→过滤→灌装→杀菌→冷却→成品。

1.3.2 操作要点

(1)称重、热烫:称取约50 g处理好的百合鳞茎于沸水中热烫5 min^[14]。

(2)护色、浸泡:向热烫后的百合鳞茎中加入0.005 g NaCl、0.005 g 柠檬酸、0.01 g D-异抗坏血酸钠、0.1 g 抗坏血酸作为护色剂进行护色处理,然后加水1 000 mL,浸泡1 h~2 h^[15]。

(3)破碎、过滤:将护色后的百合鳞茎放入榨汁机中破碎打浆,得到的百合浆用四层纱布过滤,得到百合汁备用。

(4)调配:将百合汁与浓缩苹果汁按一定体积比混合,再加入一定量的水、白砂糖、柠檬酸,并充分搅拌至白砂糖与柠檬酸溶解。

(5)均质:将调配好的饮料于4 500 r/min均质2 min,使其混合均匀。

(6)杀菌:将百合苹果复合饮料装入玻璃瓶中,虚掩瓶盖于90℃水浴锅中继续加热,当瓶内温度升至100℃后拧紧瓶盖,保持15 min。

1.4 配方试验设计

1.4.1 单因素试验设计

在百合苹果复合饮料的调配过程中,百合汁与浓缩苹果汁的体积比、混合汁的用量(百合汁与浓缩苹果汁)、白砂糖的添加量、柠檬酸的添加量,会影响饮料的组织状态、色泽、气味和滋味,因此要对其进行单因素试验。

1.4.1.1 百合汁与浓缩苹果汁的体积比对饮料感官评分的影响

控制饮料总量为150 mL,混合汁的用量为50%,加水补充剩余体积,白砂糖的添加量为5%,柠檬酸的添加量为0.05%。百合汁与浓缩苹果汁的体积比选取5个水平(9:1、8:2、7:3、6:4、5:5)进行单因素试验,考察百合汁与浓缩苹果汁的体积比对饮料感官评分的影响。

1.4.1.2 混合汁的用量对饮料感官评分的影响

控制饮料总量为 150 mL,百合汁与浓缩苹果汁的体积比为 8:2,白砂糖的添加量为 5%,柠檬酸的添加量为 0.05%。混合汁的用量选取 5 个水平(30%、40%、50%、60%、70%)进行单因素试验,考察混合汁的用量对饮料感官评分的影响。

1.4.1.3 白砂糖的添加量对饮料感官评分的影响

控制饮料总量为 150 mL,百合汁与浓缩苹果汁的体积比为 8:2,混合汁的用量为 50%,柠檬酸的添加量为 0.05%,白砂糖的添加量选取 5 个水平(1%、3%、5%、7%、9%)进行单因素试验,考察白砂糖的添加量对饮料感官评分的影响。

1.4.1.4 柠檬酸的添加量对饮料感官评分的影响

控制饮料总量为 150 mL,百合汁与浓缩苹果汁的体积比为 8:2,混合汁的用量为 50%,白砂糖的添加量为 3%,柠檬酸的添加量选取 5 个水平(0.01%、0.03%、0.05%、0.07%、0.09%)进行单因素试验,考察柠檬酸的添加量对饮料感官评分的影响。

1.4.2 正交试验设计

在单因素试验的基础上,对百合汁与浓缩苹果汁的体积比、混合汁的用量、白砂糖的添加量、柠檬酸的添加量 4 个因素进行 $L_9(3^4)$ 正交试验设计,具体因素水平见表 1。

表 1 正交试验因素水平

Table 1 Factors and levels of the orthogonal test

水平	因素			
	A 百合汁与浓缩苹果汁体积比	B 混合汁用量/%	C 白砂糖添加量/%	D 柠檬酸添加量/%
1	9:1	40	1	0.03
2	8:2	50	3	0.05
3	7:3	60	5	0.07

1.5 稳定性试验设计

以调配方案最佳的百合苹果复合饮料为研究对象,添加不同量的黄原胶、CMC-Na 或将二者进行复配,产品再经均质,在 4℃下静置 7 d,以 4 000 r/min 离心 10 min 后以沉淀率作为指标,确定最佳的稳定剂种类和添加量^[16],计算公式如下。

$$\text{沉淀率}/\% = G_1/G_2 \times 100$$

式中: G_1 为沉淀物质量,g; G_2 离心饮料质量,g。

1.6 检测方法

1.6.1 感官评价方法

参照吴国美等^[17]的方法稍作修改,对百合苹果复合饮料进行感官评价。由 10 名专业人员进行品尝,分别从色泽、气味、滋味、组织状态进行综合评分,满分为 100,

取评分小组的平均值为最终评分,评分标准见表 2。

表 2 百合苹果复合饮料感官评分标准

Table 2 Sensory evaluation standard of lily and apple compound beverage

项目	评价标准	评分
色泽(20 分)	颜色明亮、均匀、呈黄色	16~20
	色泽均匀、颜色略淡或略深	12~15
	色泽不均匀、颜色较淡或褐变严重	<12
气味(30 分)	香气协调、清淡愉悦、无异味	24~30
	香气较协调、香味较轻、无异味	18~23
	香气不协调、无香味、风味单一、有异味	<18
滋味(30 分)	口感滑润、柔和、酸甜适宜	24~30
	口感较滑润、柔和、略偏酸或偏甜	18~23
	口感过酸或过甜、没有百合或苹果滋味	<18
组织状态(20 分)	均匀一致、无沉淀	16~20
	稍有沉淀	12~15
	沉淀较多	<12

1.6.2 理化指标测定

可溶性固形物的测定:参照 GB/T 12143—2008《饮料通用分析方法》进行测定;总酸的测定:参照 GB/T 12456—2008《食品中总酸的测定》进行测定;pH 值的测定:pH 计;粗多糖含量的测定:采用苯酚-硫酸法^[18-19]。

1.6.3 微生物指标测定

细菌总数:参照 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》进行测定;大肠菌群:参照 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》进行测定。

1.6.4 抗氧化活性测定

用无水乙醇配制 0.1 mmol/L 的 DPPH 溶液,避光保存。在试管中分别加入 2 mL 待测液和 2 mL 的 DPPH 溶液,充分振摇后置于暗处,在室温 25℃下反应 30 min,在波长 517 nm 处测定吸光度 A_1 。2 mL 待测液加入等积无水乙醇作为样品对照测得吸光度 A_2 ,2 mL 的 DPPH 溶液加入等体积无水乙醇作为空白测得吸光度 A_0 。测定时用无水乙醇调零,重复 3 次,取平均值,计算样品的 DPPH 自由基清除率^[20]。

$$\text{DPPH 自由基清除率}/\% = [1 - (A_1 - A_2)/A_0] \times 100$$

1.7 数据处理

采用 Excel 2007 和 Origin 2019 软件对试验数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 百合汁与浓缩苹果汁的体积比对产品品质的影响
百合汁与浓缩苹果汁的体积比对感官评分的影

响见图1。

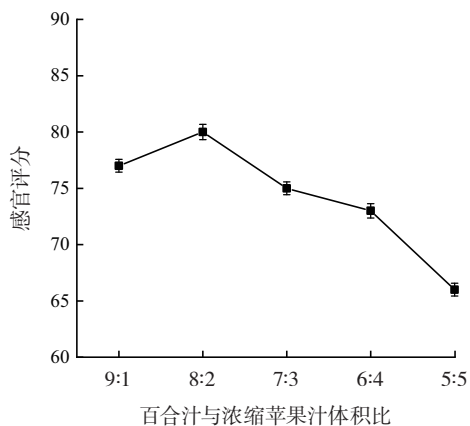


图1 百合汁与浓缩苹果汁体积比对感官评分的影响

Fig.1 Effect of volume ratio of lily juice and concentrated apple juice on sensory evaluation scores

由图1可知,随着浓缩苹果汁比例的增加,其香味逐渐变浓,当百合汁与浓缩苹果汁的体积比为8:2时感官评分最高,之后,饮料的口感变差。这主要是因为,浓缩苹果汁比例的增加掩盖了百合独有的风味,因此选择百合汁与浓缩苹果汁体积比为9:1、8:2、7:3这3个水平进行正交试验。

2.1.2 混合汁的用量对产品品质的影响

混合汁的用量对感官评分的影响见图2。

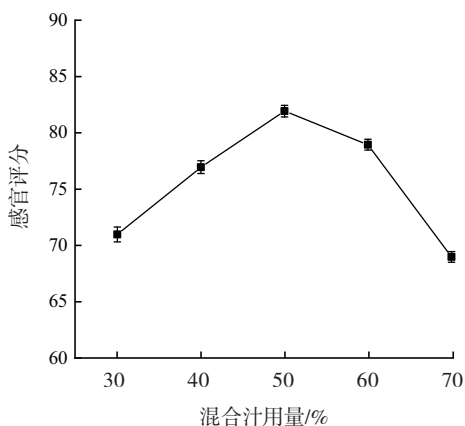


图2 混合汁用量对感官评分的影响

Fig.2 Effect of amount of mixed juice on sensory evaluation scores

由图2可知,随着混合汁用量的增加,感官评分升高,当混合汁的用量为50%时,感官评分最高,当混合汁用量超过50%,感官评分随之下降。原因在于混合汁用量过少时,其中固形物含量过低,饮料的口感过于稀薄,香味滋味寡淡,而当混合汁用量过多时,饮料的口感过于黏稠,适口性较差。因此选择混合汁用量为40%、50%、60%3个水平进行正交试验。

2.1.3 白砂糖的添加量对产品品质的影响

白砂糖的添加量对感官评分的影响见图3。

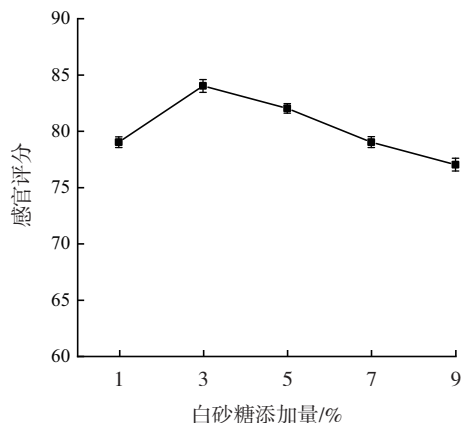


图3 白砂糖添加量对感官评分的影响

Fig.3 Effect of sugar addition on sensory evaluation scores

甜度直接影响饮料的口感,由图3可知,随着白砂糖添加量的增加,饮料的甜度增加,口感适宜,白砂糖添加量为3%时感官评分最高,但当白砂糖的添加量超过3%,口感变差,由于饮料中已添加的浓缩苹果汁会增加饮料的甜度,所以白砂糖添加量超过3%会使饮料过甜而影响口感。因此选择白砂糖添加量为1%、3%、5%3个水平进行正交试验。

2.1.4 柠檬酸的添加量对产品品质的影响

柠檬酸的添加量对感官评分的影响见图4。

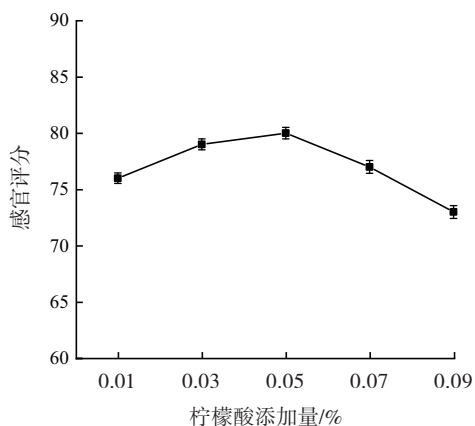


图4 柠檬酸添加量对感官评分的影响

Fig.4 Effect of citric acid addition on sensory evaluation scores

由图4可知,随着柠檬酸添加量的增加,饮料的感官评分先升高后降低,在添加量为0.05%时达到最大值,此时风味最佳,柠檬酸的添加量再增加时,由于过酸而掩盖了百合原有的风味和滋味,口感变差。因此选择柠檬酸的添加量为0.03%、0.05%、0.07%3个水平进行正交试验。

2.2 正交试验结果

由单因素试验得出A(百合汁与浓缩苹果汁的体

积比)、B(混合汁用量)、C(白砂糖添加量)、D(柠檬酸添加量)4 个因素的适宜范围进行正交试验,其结果与极差分析见表 3。

表 3 正交试验结果
Table 3 Results of orthogonal test

试验号	A 百合汁与浓缩 苹果汁体积比	B 混合汁 用量/%	C 白砂糖 添加量/%	D 柠檬酸 添加量/%	感官 评分
1	9:1	40	1	0.03	66.00
2	9:1	50	3	0.05	80.67
3	9:1	60	5	0.07	83.67
4	8:2	40	3	0.07	73.00
5	8:2	50	5	0.03	78.33
6	8:2	60	1	0.05	77.33
7	7:3	40	5	0.05	77.67
8	7:3	50	1	0.07	74.67
9	7:3	60	3	0.03	73.67
K ₁	230.34	216.67	218.00	218.00	
K ₂	228.66	233.67	227.34	235.67	
K ₃	226.01	234.67	239.67	231.34	
k ₁	76.78	72.22	72.67	72.67	
k ₂	76.22	77.89	75.78	78.56	
k ₃	75.34	78.22	79.89	77.11	
R	1.44	6.00	7.22	5.89	

由表 3 极差分析可以看出,各因素对饮料感官品质影响的顺序:C>B>D>A,影响饮料品质的主要因素为 C(白砂糖添加量),其次为 B(混合汁的用量)。综合 k 值,以及直观比较,得出最优组合为 A₁B₃C₃D₂,但该组合并未在 9 组试验号中出现,9 组试验中感官评分最高的是 A₁B₃C₃D₃,因此对 A₁B₃C₃D₂ 和 A₁B₃C₃D₃ 2 组进行验证试验,得到 A₁B₃C₃D₂ 感官评分为 86.33,A₁B₃C₃D₃ 感官评分为 83.67,A₁B₃C₃D₂ 感官评分高于 A₁B₃C₃D₃,因此确定 A₁B₃C₃D₂ 为最佳配方组合,即百合汁与浓缩苹果汁的体积比为 9:1,混合汁用量为 60%,白砂糖添加量为 5%,柠檬酸添加量为 0.05%。

2.3 稳定性试验结果

百合中淀粉含量较多,容易造成沉淀分层。为了提高饮料的稳定性,防止其在贮藏过程中出现沉淀分层,需要添加一定量的稳定剂^[21]。在前期试验中,添加相同量的琼脂、CMC-Na、黄原胶、海藻酸钠和结冷胶,比较稳定效果,其中效果较好的为黄原胶和 CMC-Na,继续选择黄原胶和 CMC-Na 及其混合物进行稳定性试验,结果见表 4。

由表 4 可知,稳定效果最好的是添加 0.05%的 CMC-Na。

表 4 稳定剂添加量及稳定效果
Table 4 Stabilizer addition amount and stabilizing effect

序号	稳定剂	用量/%	稳定效果	沉淀率/%
1	黄原胶	0.03	有分层,流动性差,离心后有沉淀	31.6
2	CMC-Na	0.03	无分层,有悬浮物,有沉淀	27.6
3	黄原胶	0.05	无分层,几乎无沉淀,流动性差	0
4	CMC-Na	0.05	无分层,无沉淀,稳定性好	0
5	黄原胶+CMC-Na	0.03+0.02	无分层,离心后有沉淀	30.7

2.4 产品质量评价

2.4.1 感官评价

按照最优工艺制成的百合苹果复合饮料色泽均匀,香味协调且有百合独特的清香,口感润滑、酸甜适宜,无肉眼可见的沉淀,均匀一致无分层。

2.4.2 理化指标

按照最优工艺制成的百合苹果复合饮料理化指标见表 5。

表 5 百合苹果复合饮料的理化指标
Table 5 The physical and chemical index of lily and apple compound beverage

可溶性固形物/%	总酸(以柠檬酸计)/ (g/100 mL)	pH 值	粗多糖/(mg/mL)
12	0.42	4.01	2.76

2.4.3 微生物指标

百合苹果复合饮料中菌落总数和大肠菌群均为 0。

2.4.4 抗氧化活性

测得饮料的 DPPH 自由基清除率为 49.24%,这表明百合苹果复合饮料有一定的抗氧化活性。

3 结论

本研究以感官评分为指标,通过单因素试验和正交试验,得到百合苹果复合饮料的最佳配方:百合汁与浓缩苹果汁体积比 9:1,混合汁用量 60%,白砂糖添加量 5%,柠檬酸添加量 0.05%,得到的成品感官评分为 86.33。对饮料感官影响的主次顺序:白砂糖添加量>混合汁用量>柠檬酸添加量>百合汁与浓缩苹果汁体积

比,添加 0.05%的 CMC-Na,饮料的稳定性最好。制得的百合饮料均匀一致、有百合独特风味,其粗多糖含量为 2.76 mg/mL,具有一定的抗氧化活性。此复合饮料色泽均匀、风味独特,具有一定的应用前景。

参考文献:

- [1] 李彩珍. 食用百合营养特性与施肥要点[J]. 农业工程技术, 2020, 40(5): 46.
- LI Caizhen. Nutritional characteristics and fertilization points of edible lily[J]. Agricultural Engineering Technology, 2020, 40(5): 46.
- [2] 田雪慧, 刘秀云, 任艳芬. 食用百合研究进展及展望[J]. 西北园艺(综合), 2020, 275(3): 24-26.
- TIAN Xuehui, LIU Xiuyun, REN Yanfen. Research progress and prospect of edible lily[J]. Northwest Horticulture, 2020, 275(3): 24-26.
- [3] WANG P Y, LI J, ATTIA F A K, et al. A critical review on chemical constituents and pharmacological effects of *Lilium*[J]. Food Science and Human Wellness, 2019, 8(4): 330-336.
- [4] 唐文文, 沈易华, 王丹丹. 黔产百合多糖含量测定及降血糖活性研究[J]. 江西化工, 2020(4): 208-210.
- TANG Wenwen, SHEN Yihua, WANG Dandan. Determination of polysaccharide content and hypoglycemic activity of lily from Guizhou Province[J]. Jiangxi Chemical Industry, 2020(4): 208-210.
- [5] XU Z, WANG H D, WANG B L, et al. Characterization and antioxidant activities of polysaccharides from the leaves of *Lilium lancifolium* Thunb[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2016, 92: 148-155.
- [6] PAN G F, XIE Z W, HUANG S X, et al. Immune-enhancing effects of polysaccharides extracted from *Lilium lancifolium* Thunb[J]. International Immunopharmacology, 2017, 52: 119-126.
- [7] 罗林明, 覃丽, 裴刚, 等. 百合属植物甾体皂苷成分及其药理活性研究进展[J]. 中国中药杂志, 2018, 43(7): 1416-1426.
- LUO Linming, QIN Li, PEI Gang, et al. Advances in studies on steroidal saponins and their pharmacological activities in genus *Lilium*[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2018, 43 (7): 1416-1426.
- [8] LIANG Z X, ZHANG J Z, SUN M Y, et al. Variation of phenolic compounds and antioxidant capacities in different organs of *Lilium pumilum*[J]. Natural Product Communications, 2018, 13(6): 717-722.
- [9] 朱昀, 王未, 李倩, 等. 百合珠芽与鳞茎营养成分及活性成分研究[J]. 生物技术进展, 2016, 6(5): 336-340.
- ZHU Yun, WANG Wei, LI Qian, et al. Study on nutritional ingredient and active contents of the bulbil and bulb of *Lilium brownii* var. *viridulum*[J]. Current Biotechnology, 2016, 6(5): 336-340.
- [10] 李艳, 苗明三. 百合的化学、药理与临床应用分析[J]. 中医学报, 2015, 30(7): 1021-1023.
- LI Yan, MIAO Mingsan. Analysis of chemical, pharmacological and clinical application of lily[J]. China Journal of Chinese Medicine, 2015, 30(7): 1021-1023.
- [11] 李玉萍, 皮小芳, 龚妍春, 等. 百合综合利用及深加工技术研究进展[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(4): 12-15.
- LI Yuping, PI Xiaofang, GONG Yanchun, et al. Research progress on comprehensive utilization and deep processing technology of lily[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2011, 39(4): 12-15.
- [12] 赵康宏, 周峰, 严思恩, 等. 基于 HPLC-Q-TOF-MS 和 HS-SPME-GC-MS 法分析龙牙百合中的化合物[J]. 天然产物研究与开发, 2020, 32(8): 1331-1342.
- ZHAO Kanghong, ZHOU Feng, YAN Sien, et al. The analysis of compounds from Longya lily via HPLC-Q-TOF-MS and HS-SPME-GC-MS[J]. Natural Product Research and Development, 2020, 32(8): 1331-1342.
- [13] 马淑兰, 吴澎. 百合饮料的研究进展[J]. 饮料工业, 2018, 21(3): 69-72.
- MA Shulan, WU Peng. Research progress of lily beverage[J]. Beverage Industry, 2018, 21(3): 69-72.
- [14] 薛丽萍, 徐学明. 百合片护色工艺的研究[J]. 济宁学院学报, 2015, 36(6): 16-21.
- XUE Liping, XU Xueming. Study on color protection technology of lily[J]. Journal of Jining University, 2015, 36(6): 16-21.
- [15] 高振鹏, 袁亚宏, 岳田利, 等. 百合汁饮料生产工艺技术研究[J]. 西北农业学报, 2003, 12(3): 148-151.
- GAO Zhenpeng, YUAN Yahong, YUE Tianli, et al. Research on the process of *Lilium* spp juice[J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2003, 12(3): 148-151.
- [16] 刘灵杰, 韦艳萍, 龙肇谋, 等. 黑芝麻螺旋藻复合营养饮料稳定性的研究[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(18): 112-118.
- LIU Lingjie, WEI Yanping, LONG Zhaomou, et al. Study on the stability of black sesame *Spirulina* compound nutritive beverage[J]. Food Research and Development, 2018, 39(18): 112-118.
- [17] 吴国美, 张秀玲, 高诗涵, 等. 三种小浆果复合饮料配方优化与稳定性研究[J]. 保鲜与加工, 2021, 21(3): 77-84.
- WU Guomei, ZHANG Xiuling, GAO Shihan, et al. Study on formulation optimization and stability of three kinds of small berry compound beverage[J]. Storage and Process, 2021, 21(3): 77-84.
- [18] 肖苏萍, 吴剑威, 曹韧楠, 等. 苯酚-硫酸法测定保健饮料中粗多糖含量方法研究[J]. 中国现代中药, 2008, 10(7): 37-38.
- XIAO Suping, WU Jianwei, CAO Rennan, et al. Determination of polysaccharides in a kind of health drink by the method of phenyl-hydrate sulfuric acid[J]. Modern Chinese Medicine, 2008, 10(7): 37-38.
- [19] 古孜丽阿依·库尔班, 武嘉林. 阿胶强骨口服液液中总多糖含量测定[J]. 新疆中医药, 2019, 37(6): 55-57.
- KUERBAN Guziliaye, WU Jialin. Determination of total polysaccharide content in ejiaoqiangu oral liquid[J]. Xinjiang Journal of Traditional Chinese Medicine, 2019, 37(6): 55-57.
- [20] 马泽刚, 杨新春, 辛超, 等. 绞股蓝饮料的研制及其抗氧化性[J].

食品工业, 2020, 41(11): 1-6.

MA Zegang, YANG Xinchun, XIN Chao, et al. Preparation of *Gynostemma pentaphyllum* beverage and its antioxidant activity[J]. The Food Industry, 2020, 41(11): 1-6.

- [21] 刘芸, 刘波, 邓元源, 等. 食品稳定剂在植物蛋白乳酸菌饮料生产中的应用研究进展[J]. 福建农业学报, 2017, 32(9): 1043-1049.

LIU Yun, LIU Bo, DENG Yuanyuan, et al. Additives for stabilizing *Lactobacillus*-containing plant protein beverages[J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2017, 32(9): 1043-1049.

加工编辑: 张楠

收稿日期: 2021-05-04

食品研究与开发

Food Research and Development 2022 欢迎订阅

★ 中文核心 ★

中国科技核心期刊 (中国科技论文统计源期刊)
“RCCSE 中国核心学术期刊”
中国农林核心期刊
“中文科技期刊数据库”收录期刊
“万方数据—数字化期刊群”全文上网
《中国核心期刊 (遴选) 数据库》收录期刊
《中国期刊网》收录期刊
“中国期刊全文数据库 (CJFD)”全文收录
《乌利希期刊指南》收录期刊
美国《化学文摘》收录期刊
日本科学技术振兴机构数据库 (JST) 收录期刊
“英国国际农业与生物科学研究中心 (CABI)”收录期刊
EBSCO 数据库收录期刊

国内统一刊号CN12-1231/TS; 国际刊号ISSN1005-6521;
邮发代号: 6-197。全国各地邮局及本编辑部均可订阅。
定价: 30元/册, 全年720元。

银行汇款

开户银行: 工商银行 静海支行
账号: 030 209 511 930 020 4171
单位: 天津市食品研究所有限公司

邮局汇款

地址: 天津市静海经济开发区南区科技路9号
收款人: 《食品研究与开发》编辑部
邮政编码: 301600