

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2019.02.033

葛根软糖制备工艺优化及体外抗氧化活性研究

Optimization of Preparation Process and Antioxidant Activity of *Pueraria lobata* Soft Candy

尹乐斌^{1,2} 周娟¹ 李立才¹ 邓鹏¹YIN Le-bin^{1,2} ZHOU Juan¹ LI Li-cai¹ DENG Peng¹廖聪¹ 刘丹¹ 杨爱莲¹LIAO Cong¹ LIU Dan¹ YANG Ai-lian¹

(1. 邵阳学院食品与化学工程学院, 湖南 邵阳 422000;

2. 豆制品加工技术湖南省应用基础研究基地, 湖南 邵阳 422000)

(1. School of Food and Chemical Engineering, Shaoyang University, Shaoyang, Hunan 422000, China; 2. Soybean Processing Techniques of the Application and Basic Research Base in Hunan Province, Shaoyang, Hunan 422000, China)

摘要:以葛根提取液为原料,明胶为胶凝剂,以质构参数和感官评分为评价标准,对葛根软糖的制备工艺进行优化,并测定其抗氧化活性。研究结果表明:葛根提取液添加量 30%,明胶添加量 16%,蔗糖添加量 25%,柠檬酸浓度为 0.1%,该条件下制得的葛根软糖具有较适宜的硬度、弹性、韧性和咀嚼性,感官评分最高为 87 分。在此条件下测得软糖的黄酮含量为 126.10 $\mu\text{g/g}$,DPPH、ABTS、羟自由基清除率分别为 46.3%,33.7%,62.1%。

关键词:葛根;软糖;抗氧化活性

Abstract: *Pueraria lobata* extract was used as raw material, and gelatin as a gelling agent was used to study the preparation process of soft candy and its antioxidant activity. Taking texture parameters and sensory scores as the evaluation criteria, the amount of *Pueraria lobata* extracts, gelatin, sucrose, and citric acid was determined by a single-factor test and orthogonal test. Results: with the *Pueraria lobata* extracts of 30%, gelatin of 16%, sucrose of 25%, and citric acid of 0.1%, the Gegen gum was prepared had the suitable hardness and elastic toughness, chewiness, with the sensory score up to 87. And under this condition, the flavone content of jellybean was 126.10 $\mu\text{g/g}$, DPPH,

ABTS, and hydroxyl radical scavenging rates were 46.3%, 33.7%, and 62.1%, respectively.

Keywords: Kudzu; fudge; process; anti-oxidation

葛根是豆科葛属植物野葛(*Pueraria lobata*)的块根,是中国传统的中药材。葛根中含有大量的异黄酮^[1-2]、三萜、香豆素和生物碱等多种生理活性成分以及淀粉、氨基酸等营养成分^[3]。在《神农本草经》中记载,葛根具有解痉退热、生津、透疹、升阳止泻等功能,现代临床研究^[4]也表明葛根具有降血压、促进心脉扩张、抗氧化预防骨质疏松等作用,是天然的药食两用植物资源。目前,已被报道的葛根制品主要有葛根淀粉制品^[5],葛根全原粉制品^[6]、葛根饮料制品^[7-8]等,并对其生理活性例如化学性肝损伤的保护作用做了研究^[9],但对葛根软糖的制备研究较少,涂雪令等^[10]对葛根软糖的制备工艺做了研究,但未将理化指标与感官评价结合分析,也未对葛根软糖的生理活性进行研究。本研究拟在已有的葛根研究基础上,利用葛根提取液为原料生产葛根软糖,简化软糖制作工艺,并测定其黄酮含量及 DPPH、ABTS、羟基等自由基的清除活性,以期为高附加值葛根制品开发提供试验依据,拓宽葛根深加工渠道。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

葛根:湖南省和鑫生物科技有限公司;

明胶:北京环宇国辉国际贸易有限公司;

基金项目:2018 年湖南省研究生科研创新项目(编号: CX2018B819);“湖湘青年英才”(编号:2016RS3035);邵阳学院“双一流”建设产学研合作平台(编号:邵院通[2018]50号)

作者简介:尹乐斌(1982—),男,邵阳学院副教授,博士。

E-mail:lbyin0731@qq.com

收稿日期:2018-12-26

蔗糖:长沙市尚杰食品有限公司;
柠檬酸:潍坊英轩实业有限公司;
芦丁:中国药品生物制品检定所;

1,1-二苯基-2-苦肟基自由基 (DPPH):美国 Sigma 公司;

2,2-连氮基-双-(3-乙基苯并二氢噻唑啉-6-磺酸) (ABTS):上海如吉科技发展有限公司;

其他试剂:均为国产分析纯。

1.2 仪器与设备

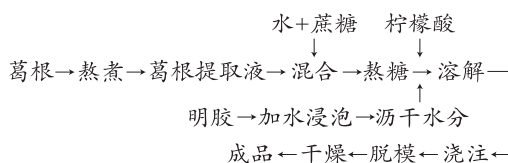
温度计:TES-1310 型,泰仕电子工业股份有限公司;

质构仪:LS 系 1186 型,阿美特克有限公司;

电磁炉:C21-SK2105 型,广东美的生活电器制造有限公司。

1.3 方法

1.3.1 工艺流程



操作要点:按葛根:水=1:10 (g/mL)的比例煮沸 30 min 制备葛根提取液,然后加入蔗糖进行熬糖,蔗糖全部溶解后将液体冷却到 65 °C 以下加入明胶,60 °C 水浴使明胶完全溶解,然后进行浇模,放入冰箱冷却后脱模,在 38 °C 干燥 24 h 后得成品。

1.3.2 单因素试验 按 1.3.1 所述工艺流程,固定明胶加入温度 60 °C,冷藏温度 4 °C,干燥温度 38 °C,感召时间 24 h,生产制备葛根软糖,并在此条件下所得软糖的质构参数(硬度、弹性、韧性、咀嚼性)及感官评分为评价标准,通过单因素试验分别考察葛根提取液添加量(10%, 20%, 30%, 40%, 50%)、明胶添加量(10%, 12%, 14%, 16%, 18%);蔗糖添加量(10%, 15%, 20%, 25%, 30%)及柠檬酸添加量(0.06%, 0.08%, 0.10%, 0.12%, 0.14%)对葛根软糖制备工艺的影响。

1.3.3 正交试验 在单因素试验的基础上,以葛根提取液添加量、明胶添加量、蔗糖添加量及柠檬酸添加量为变量,以感官评分为考察指标,进行 $L_9(3^4)$ 正交试验。

1.3.4 葛根软糖质构的测定 使用质构仪测定,利用二次压缩方法,设定测前、测中、测后速度,分别为 40, 30, 40 mm/s,下压距离设定为 40%,中间停留时间 5 s,触发力 0.05 N,分别从测试的每块葛根软糖的角落、边缘以及中心 3 个具有代表性的点取样,测定葛根软糖的硬度、咀嚼性、韧性和弹性,记录数据,取 3 次测定结果的平均值作为最后的结果。

1.3.5 葛根软糖感官评分 由 10 位食品专业的人员组成感官评价小组,葛根软糖感官评分标准见表 1。

1.3.6 葛根软糖黄酮含量及抗氧化活性测定

(1) 黄酮含量:参照文献[11]。

(2) DPPH 自由基清除率:参照文献[12]。

(3) ABTS 自由基清除率:参照文献[13]。

(4) OH 自由基清除率:参照文献[14]。

以上试验每组均重复 3 次取平均值。

1.4 数据处理

运用 Office Excel 2003 及正交设计助手软件对数据进行处理分析。

表 1 葛根软糖感官评分表

Table 1 Sensory evaluation standards of *Pueraria lobata* soft candy

| 指标 | 评分标准 | 得分 |
|----------------|-------------------|-------|
| 色泽 (30 分) | 颜色适合,色泽均匀,有光泽,半透明 | 21~30 |
| | 颜色过浅或过深,色泽不均,略有光泽 | 11~20 |
| | 色泽不均匀,有杂色、有杂质 | 1~10 |
| 口感 (30 分) | 味道适中,口感细腻,富有弹性和韧性 | 21~30 |
| | 有涩味,口感较细腻,弹性和韧性较好 | 11~20 |
| | 味道过重或有异味,口感粗糙 | 1~10 |
| 风味 (20 分) | 葛根香味浓郁,回味时间长 | 14~20 |
| | 葛根香味较淡,持续时间短 | 7~13 |
| | 无葛根香味,或有其他异味 | 1~6 |
| 粘牙情况 (20 分) | 咀嚼时不粘牙 | 14~20 |
| | 咀嚼时稍微粘牙 | 7~13 |
| | 咀嚼时很粘牙 | 1~6 |

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 葛根提取液添加量对葛根软糖品质的影响 葛根提取液添加量对葛根软糖的韧性、硬度、咀嚼性有一定的影响从而影响感官评分。从图 1、2 可以看出,随着葛根提取液添加量的增加软糖的韧性、硬度和咀嚼性都呈先上升后下降的趋势,到 30% 时达到最高,可能与葛根提取液中含有淀粉有关;随着葛根提取液添加量的增加,葛根软糖的弹性也随之增加,当葛根提取液添加量达到 30% 以后,虽然弹性还在继续增加但是趋势已不太明显。从图 3 可以看出,随着葛根提取液添加量的增加,葛根软糖的感官评分呈先上升后下降的趋势,当葛根提取液添加量为 30% 时感官评分最高,这是由于葛根提取液添加过少时,葛根味不明显,软糖风格不鲜明,而葛根提取液添加过多时,软糖颜色变深不透明,且葛根味太重,影响口感。综合考虑以葛根提取液添加量为 30% 作为最优水平。

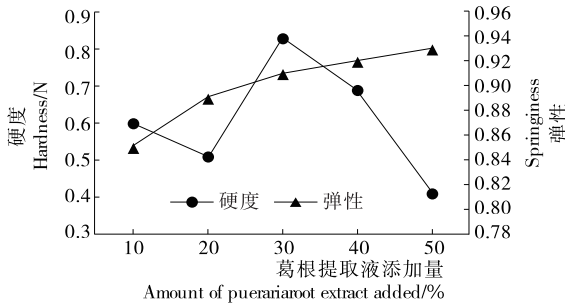


图1 葛根提取液添加量对葛根软糖硬度和弹性的影响
Figure 1 Effect of *Pueraria lobata* extract on hardness and elasticity of *Pueraria lobata* soft candy (n=3)

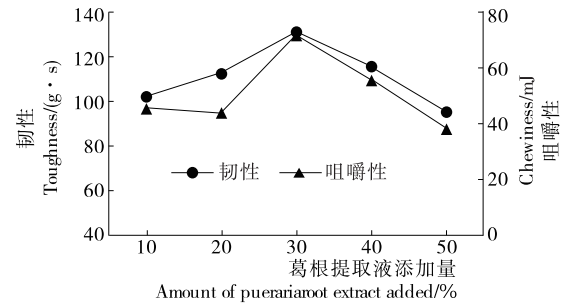


图2 葛根提取液添加量对葛根软糖韧性和咀嚼性的影响
Figure 2 Effect of *Pueraria lobata* extract on toughness and chewiness of *Pueraria lobata* soft candy (n=3)

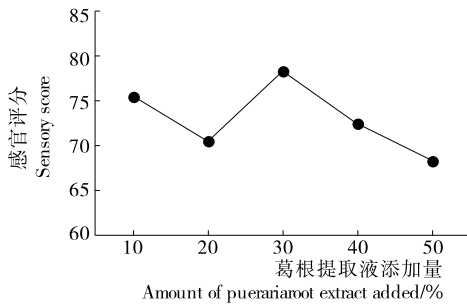


图3 葛根提取液添加量对葛根软糖感官评价的影响
Figure 3 Effect of the dosage of *Pueraria lobata* on the sensory evaluation of *Pueraria lobata* soft candy (n=3)

2.1.2 明胶添加量对葛根软糖品质的影响 葛根软糖的成型情况及质构特性主要由明胶添加量的多少来决定,从图4、5可以看出,随着明胶添加量的增多,葛根软糖的硬度和弹性呈一直上升的趋势而韧性和咀嚼性则是到16%以后开始下降,这是因为随着明胶添加量增多,葛根软糖硬度增加导致其易破碎,韧性和咀嚼性随之下降。如图6所示,随着明胶添加量的增加,葛根软糖的感官评分呈先上升后下降的趋势,当明胶添加量为16%时达到最高,这是由于明胶添加过少时葛根软糖的形态不好,吃

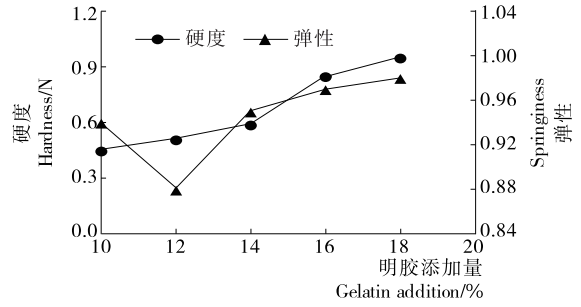


图4 明胶添加量对葛根软糖硬度和弹性的影响
Figure 4 Effect of gelatin addition on hardness and elasticity of *Pueraria lobata* soft candy (n=3)

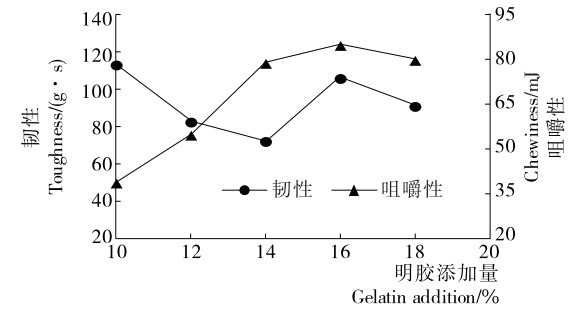


图5 明胶添加量对葛根软糖韧性和咀嚼性的影响
Figure 5 Effect of gelatin addition on toughness and chewiness of *Pueraria lobata* soft candy (n=3)

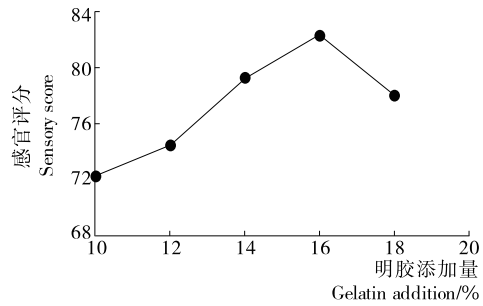


图6 明胶添加量对葛根软糖感官评价的影响
Figure 6 Effect of gelatin addition on sensory evaluation of *Pueraria lobata* soft candy (n=3)

起来粘牙,当明胶添加量过多时,葛根软糖的口感变硬,弹性不足且不耐咀嚼,与质构测定结果相符。综上所述,选取明胶添加量16%作为最优水平。

2.1.3 蔗糖添加量对葛根软糖品质的影响 蔗糖的添加量主要影响葛根软糖的甜度,同时对明胶的凝胶特性也有一定的影响^[15]。如图7、8所示,随着蔗糖添加量的增多,葛根软糖的硬度、弹性、韧性和咀嚼性都呈上升趋势,可能是蔗糖的添加能够促进明胶肽链与溶剂之间的水合作用,从而促进明胶的胶凝化^[16]。然而添加过多的蔗糖会影响葛根软糖的口感和风味,并且蔗糖水合能力较强,浓度过高会与明胶“竞争”水,使明胶的胶凝特性滞后^[17]。如图9所示,当蔗糖添加量超过20%时,感官评分开始下

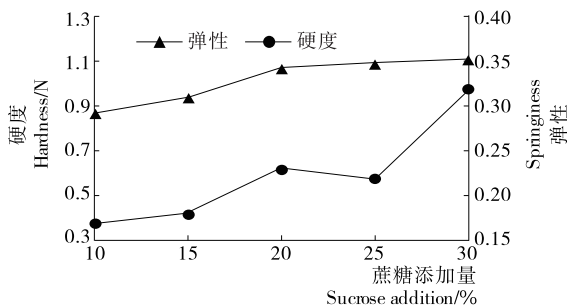


图 7 蔗糖添加量对葛根软糖硬度和弹性的影响
Figure 7 Effect of sucrose addition on hardness and elasticity of *Pueraria lobata* soft candy ($n=3$)

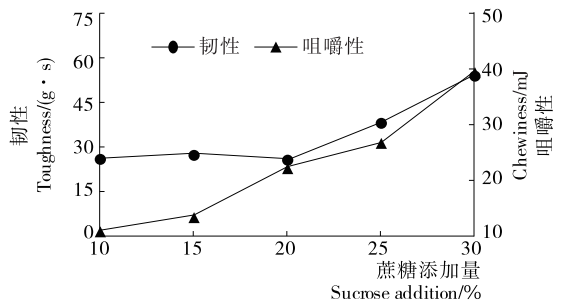


图 8 蔗糖添加量对葛根软糖韧性和咀嚼性的影响
Figure 8 Effect of sucrose addition on toughness and chewiness of *Pueraria lobata* soft candy ($n=3$)

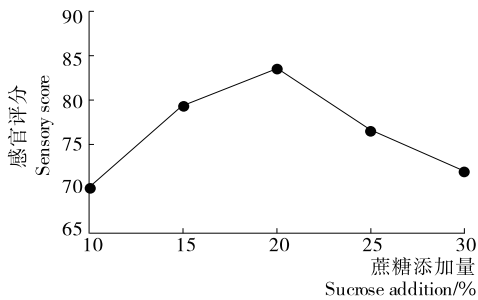


图 9 蔗糖添加量对葛根软糖感官评分的影响
Figure 9 Effect of sucrose addition on sensory score of *Pueraria lobata* soft candy ($n=3$)

降,这是由于太高的甜度不易被接受,因此,选取蔗糖添加量为 20%作为最优水平。

2.1.4 柠檬酸添加量对葛根软糖品质的影响 柠檬酸的添加影响葛根软糖的 pH 从而影响明胶的凝胶特性,当 $pH < 3$ 时,明胶不能形成凝胶,当 $pH = 4$ 时凝胶特性最强后逐渐降低,当 $pH > 7$ 时又略有上升^[18]。所以从图 10、11 中可以看出,葛根软糖的弹性、咀嚼性都呈先上升后下降又上升的趋势,硬度则是先下降后略有上升,韧性则一直下降,但是变化趋势不是十分明显。如图 12 所示,葛根软糖的感官评分呈先上升后下降的趋势,当柠檬酸添加量为 0.1%时感官评分最高,这是由于当柠檬酸添加量过低时酸度不够,葛根软糖的口感单一,而添加量过

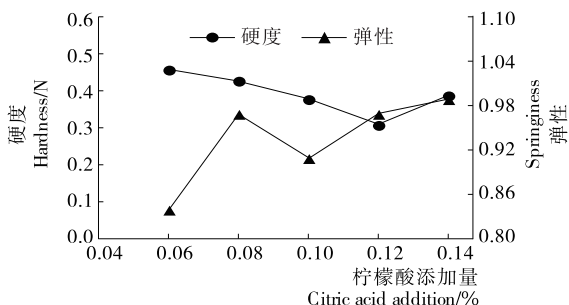


图 10 柠檬酸添加量对葛根软糖硬度和弹性的影响
Figure 10 Effect of citric acid addition on hardness and elasticity of *Pueraria lobata* soft sweets ($n=3$)

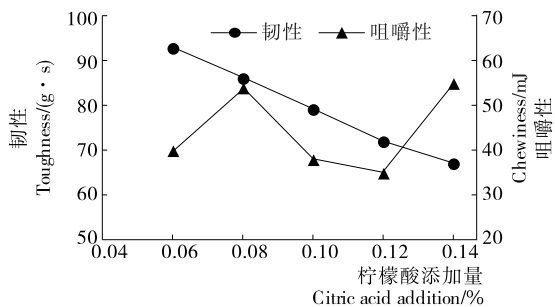


图 11 柠檬酸添加量对葛根软糖韧性和咀嚼性的影响
Figure 11 Effect of citric acid addition on toughness and chewiness of *Pueraria soft sweets* ($n=3$)

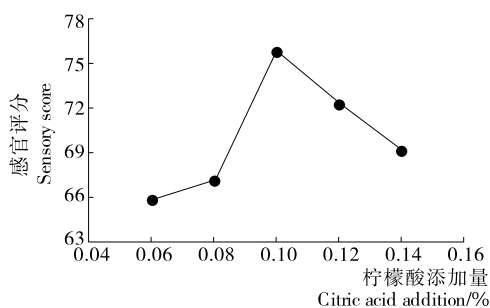


图 12 柠檬酸添加量对葛根软糖感官评分的影响
Figure 12 Effect of citric acid addition on sensory score of *Pueraria soft sweets* ($n=3$)

高则口感过酸,掩盖了葛根软糖的其他风味,综上所述选择柠檬酸添加量为 0.1%。

2.2 正交试验结果

在单因素试验基础上,以葛根提取液添加量、明胶添加量、蔗糖添加量、柠檬酸添加量为变量进行 $L_9(3^4)$ 正交试验,通过感官评分确定葛根软糖最佳生产工艺条件,正交因素水平表见表 2,正交试验结果见表 3。

由表 3 可知,各因素对葛根软糖感官评分的影响程度大小依次为 $A > B > D > C$,工艺最优组合为 $A_2B_2C_3D_2$,即葛根提取液添加量 30%,明胶添加量 16%,蔗糖添加量 25%,柠檬酸添加量 0.1%,在此条件下,进行 3 次验证实验,所得葛根软糖色泽均匀,葛根香味浓郁,口

表 2 正交试验因素与水平

Table 2 Factors and levels of orthogonal test %

| 水平 | A 葛根提取液 添加量 | B 明胶 添加量 | C 蔗糖添加量 添加量 | D 柠檬酸 添加量 |
|----|----------------|-------------|----------------|--------------|
| 1 | 20 | 14 | 15 | 0.08 |
| 2 | 30 | 16 | 20 | 0.10 |
| 3 | 40 | 18 | 25 | 0.12 |

表 3 正交试验结果与分析

Table 3 Results and analysis of orthogonal test

| 编号 | A | B | C | D | 感官评分 |
|-------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 78.47 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 83.66 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 78.12 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 81.57 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 1 | 86.59 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 2 | 84.33 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 2 | 80.25 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 3 | 81.22 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 1 | 79.53 |
| k_1 | 80.083 | 80.097 | 81.340 | 81.530 | |
| k_2 | 84.163 | 83.823 | 81.587 | 82.747 | |
| k_3 | 80.333 | 80.660 | 81.653 | 80.303 | |
| R | 4.080 | 3.726 | 0.313 | 2.444 | |

感细腻,质构分析结果表明具有较适宜的硬度 0.9 N,弹性0.98,韧性 117 g·s,咀嚼性 89 mJ,感官评分为 87。在此最优条件下,葛根软糖总黄酮的含量为 126.1 $\mu\text{g/g}$,对 DPPH、ABTS、OH 自由基清除率分别为 46.3%,33.7%,62.1%。

3 结论

以明胶作为胶凝剂的软糖具有弹性大,咀嚼性、透明性好,容易消化吸收的特点。明胶分子和葛根提取液中淀粉分子相互作用使得葛根软糖具有更好的质构特性和口感,但是依然存在热稳定性较差,明胶添加量多生产成本升高以及口感单一等问题。因此,接下来的研究中需要在简化工艺的基础上适当地添加其他胶凝剂来改善葛根软糖热稳定性,丰富葛根软糖口感。另外,葛根软糖的体外抗氧化活性还较低,也可进一步提高。

参考文献

[1] 赵国平,戴慎,陈仁寿,等. 南京中医药大学, 中药大辞典: 上册[S]. 2006 年版. 上海: 上海科学技术出版社, 2006: 689-690.
[2] 曹毅. 中药葛根的相关药理药效研究综述[J]. 中国处方药, 2018(2): 27-28.

[3] 李昕,潘俊娟,陈士国,等. 葛根化学成分及药理作用研究进展[J]. 中国食品学报, 2017, 17(9): 189-195.
[4] 曾祥伟,冯倩,张莹莹,等. 葛根素对炎症相关疾病研究进展[J]. 中国药理学通报, 2018(1): 8-11.
[5] 张建新,杜双奎,段旭昌,等. 超高压处理对太白葛根淀粉理化特性的影响[J]. 农业工程学报, 2007, 23(4): 269-271.
[6] 尹乐斌,夏秋良,张臣飞,等. 葛根全原粉沸腾造粒工艺优化[J]. 农业工程学报, 2016, 32(19): 296-301.
[7] 徐莉莉,刘静. 黑加仑葛根饮料的研制及其抗疲劳作用研究[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(22): 132-137.
[8] 赵百华. 一种葛根饮料的工艺与配方: 中国, 106261308A[P]. 2017-01-04.
[9] 黄敏,郑建仙,董庆亮,等. 葛根复合固体饮料保护化学性肝损伤的研究[J]. 食品与机械, 2017, 33(2): 126-129.
[10] 涂雪令,吕芬. 葛根软糖的研制[J]. 食品工业, 2010(1): 32-33.
[11] 杨岚,李华峰,刁海鹏,等. 蒲公英花中总酚酸和总黄酮含量测定及其抗氧化性能研究[J]. 食品科学, 2011, 32(17): 160-163.
[12] MOYO B, OYEDEMI S, MASIKA P J, et al. Polyphenolic content and antioxidant properties of *Moringa oleifera* leaf extracts and enzymatic activity of liver from goats supplemented with *Moringa oleifera* leaves/sunflower seed cake[J]. Meat Science, 2012, 91(4): 441-447.
[13] RE R, PELLEGRINI N, PROTEGGENTE A, et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay[J]. Free Radic Biol Med, 1999, 26(9/10): 1231-1237.
[14] SMIRNOFF N, CUMBES Q J. Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes[J]. Phytochemistry, 1989, 28(4): 1 057-1 060.
[15] 谢苜萸,杨晓波,肖英宏. 不同因素对明胶凝胶特性的影响研究[J]. 食品工业, 2009(1): 51-53.
[16] OAKENFULL D, SCOTT A. Stabilization of gelatin gels by sugars and polyols[J]. Food Hydrocolloids, 1986, 1(2): 163-175.
[17] CHOI Y H, LIM S T, YOO B S, et al. Measurement of dynamic rheology during ageing of gelatine-sugar composites[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2010, 39(9): 935-945.
[18] 黄远芬,王欣,刘宝林. 不同处理条件对明胶体系凝胶特性的影响[J]. 江苏农业学报, 2015(3): 673-678.
(本文系 2018 年湖南省研究生创新论坛二等奖论文)