仙草提取物对贡丸质构特性、食用品质和抗氧化特性的影响

栗俊广[1]，李增[1]，蒋爱民[1]，尹贝贝[1]，刘晓艳[2]

（1. 华南农业大学食品学院，广东广州 510640）（2. 仲恺农业工程学院轻工食品学院，广东广州 510225）

摘要：本实验的目的在于研究仙草提取物添加量对猪肉贡丸品质变化和抗氧化特性的影响。采用物理的方法测定了仙草贡丸质构特性和色泽，采用感官评定方法分析了贡丸的食用品质，并用化学的方法测定了 4 ℃下储藏期间贡丸的硫代巴比妥酸反应物值（TBARS）和挥发性盐基氮（TVBN）变化情况。结果表明：随着仙草胶添加量的增加，贡丸的硬度、咀嚼性和弹性呈现先增加后降低趋势，色泽上 L 值、b 值显著降低（P<0.01），a 值逐渐升高；与对照组相比，随着贮藏时间的增加，添加了仙草提取物的各处理组贡丸的脂肪和蛋白氧化速度显著降低（P<0.05）。当仙草提取液添加量为总肉重的 10%时，贡丸感官品质评分最高，与对照组相比，其硬度，弹性和咀嚼性分别提高了 17.73%、9.33%和 16.38%，同时还改善了风味，显著抑制了脂肪和蛋白氧化（P<0.05），效果与 0.02% BHA 相近。

关键词：仙草提取物；贡丸；质构特性；抗氧化

文章篇号：1673-9078(2014)3-76-80

Effects of Hsian-tsao Extracts on Textural Property, Sensory Quality and Antioxidant Activity of Chinese-style Meatball

LI Jun-guang[1], LI Zeng[1], JIANG Ai-min[1], YIN Bei-bei[1], LIU Xiao-yan[2]

(1.College of Food Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510640, China) (2.College of Food Science and Technology, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China)

Abstract: The effects of hsian-tsao extracts (HE) addition on textural property, color and sensory quality of the meatball were investigated. The changes of Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) and total volatile basic nitrogen (TVB-N) in the meatball added with HE at different levels was determined at 4 ℃ for seven days. The results indicated that addition of HE significantly delayed lipid oxidation and protein oxidation when compared with control. With the increase of HE levels, the hardness, chewiness and springiness of meatballs initially increased and then decreased and a* value kept increasing, while L* and b* were gradually decreased. The textural property and sensory quality were the highest in the treatment of adding 10% HE, and it also showed a good antioxidant property. The results revealed that the hsian-tsao extracts could be used as a natural antioxidant, flavour enhancer and modifier in production of meatballs.

Key words: Hsian-tsao extracts; Chinese-style meatball; texture property; antioxidation

贡丸是一种具有中国传统特色的乳浊式低温肉制品，它以猪肉为主要原料，经过绞切、擂溃、煮制、成型、冷却、速冻等一系列工艺制成，在低温下储藏销售[1]。贡丸因其独特的脆、香特点和极好的口感，极受消费者的欢迎，在亚洲和部分欧洲地区都有具广阔的市场。

仙草又名仙人草、凉粉草，为唇形科仙草属一年生草本植物，广泛种植于我国的广东、福建、广西和台湾等地，是一种药食两用的特色资源。近年来，随着一些知名凉茶品牌的崛起，其主要原料仙草也受到人们的广泛关注。Lii 和 Chen[2]以 0.14 M 碳酸氢钠溶液提取 4 h，再将所得提取液加入 2%的淀粉，结果发现提取液与木薯、豌豆、绿豆和玉米淀粉可以形成凝胶，并推测淀粉与仙草提取物能否胶凝以及所成凝胶的强度与淀粉的直链淀粉的含量有关。Chen and Lai[3]利用仙草提取物与淀粉混合制备可食性膜，发现其具有良好的凝胶强度和水蒸气阻隔性。Gow-Chin Yen 等

收稿日期：2013-09-09

基金项目：国家自然科学基金资助项目(31171710)；博士学科点专项科研基金项目（20114404110013）

作者简介：栗俊广(1987-)，男，博士研究生，研究方向为畜禽产品加工与质量安全控制

通迅作者：蒋爱民(1957-)，男，博士，教授，研究方向为畜产食品加工及质量控制

[4]研究表明仙草提取物具有良好的清除自由基及抗氧化能力。此外，有研究表明仙草提取液还具有治疗中暑、感冒、高血压、糖尿病等药用功能[5]。然而，目前仙草在食品中的研究还主要集中在凉茶和仙草-淀粉凝胶上，在肉制品中的应用鲜有报道。

贡丸加工的核心基础理论是肌肉凝胶形成机理与控制，其生产中常加入淀粉类物质以提高其质构和保水特性。脂质氧化是影响贡丸质量的重要因素，它能导致变色、产生异味，甚至产生一些有毒化合物。而仙草提取物既能与淀粉结合产生良好的凝胶特性[2]，又具有显著的抗脂质过氧化和抑菌等功能性作用[4]，若将其应用于贡丸的生产中，或许有利于解决贡丸食品品质不佳、储藏期短和添加剂滥用等问题。因此，本实验在贡丸中添加仙草提取物，研究其对贡丸质构特性、色泽、感官品质的影响及抗氧化和抑菌保鲜效果，为仙草在贡丸生产中的开发利用提供一定理论依据。

1 材料与方法

1.1 原料与试剂

原料：猪瘦肉、肥肉，均购于华南农业大学三角市场，瘦肉为猪背最长肌肉，剔除筋腱、脂肪膜，切成 50 g 小块，肥肉去皮后切成 50 g 小块，分别密封包装后置于-18 ℃冻藏，使用前于 4 ℃下解冻；仙草产地为广东梅州，晒干后切成 1 cm 左右小段，真空包装后置于-18 ℃保藏备用；食盐、味精、白砂糖、木薯淀粉，购于华南农业大学奇康超市；多聚磷酸钠、焦磷酸钠、六偏磷酸钠等试剂均为食品级。其他所有试剂最低为分析纯。

1.2 主要仪器设备

质构仪（TA-XT plus），英国 SMS 公司；紫外分光光度计，苏州岛津 UV1800；高速冷冻离心机，德国 Eppendorf 5804R；色差仪（X-Rite SP60），美国爱色丽公司；凯式定氮仪（KjeltecTM 8100），丹麦 Foss；脂肪测定仪（2043 型），丹麦 Foss；精密 pH 计（PHS-3C），上海雷磁仪器厂；真空选择蒸发仪，上海荣华。

1.3 试验方法

1.3.1 仙草贡丸的制作

1.3.1.1 仙草提取物的制备

干仙草→清洗后 40 ℃烘干 24 h→粉碎后过 60 目筛→取 40 g 仙草，加 800 mL 的 0.14 mol/L $NaHCO_3$ 溶液 90 ℃煮制 3 h→200 目纱布过滤三次→离心取清液→稀盐酸调节 pH 为 7→旋转蒸发浓缩至 200 mL→4 ℃储藏备用

空白液为不添加仙草，只加入 0.14 mol/L $NaHCO_3$，90 ℃煮制 3 h，调节 pH 为 7 后浓缩至 200 mL 备用。

1.3.1.2 仙草贡丸加工工艺流程

原料肉预处理→解冻→绞肉→斩拌→加入仙草提取物等其他辅料→乳化→成型→煮熟→冷却→包装→4 ℃储藏

1.3.1.3 贡丸基础配方

瘦肉 75，脂肪 25，食盐 2.0，白糖 1.5，味精 0.1，磷酸盐 0.3，胡椒粉 0.4，小苏打 0.3，木薯淀粉 6，合计：110.6（单位：g）。

1.3.1.4 贡丸仙草提取物添加量各水平设计

在基础配方的基础上加入以下溶液，对照组：Control-空白液 20 g，第一组：G1-空白液 15 g+仙草液 5 g，第 2 组：G2-空白液 10 g+仙草液 10 g，第三组：G3-空白液 0 g+仙草液 20 g，0.02% BHA：在对照组的基础上添加 0.02%的 BHA。

1.3.2 仙草成分测定

多糖含量的测定采用苯酚硫酸法[6]；干仙草蛋白含量的测定采用凯式定氮法[7]，仙草提取物蛋白含量测定采用考马斯亮蓝法[8]；脂肪含量的测定采用索氏抽提法[9]；黄酮含量：干仙草黄酮采用醇提，仙草提取物为碱提，测定均采用亚硝酸钠-硝酸铝络合分光光度法[10]。

1.3.3 质构的测定[11]

将肉丸切成直径：25 mm，高：15 mm 圆柱，置于 TA-XT 型质构仪载样台的中央做质构剖面分析（Texture Profile Analysis，简称 TPA 分析）。基本参数：圆柱形探头 P36R，直径 36 mm，测试前速度 1.0 mm/s，测试速度 1.0 mm/s，测试后速度 1.0 mm/s，试样变形 50%，两次压缩中停顿 5 s。

1.3.4 感官评定

挑选食品专业评委 10 人，从色泽、口感、滋味、组织、弹性 5 个方面评价仙草贡丸的风味品质，各方面分别下设次级指标，满分为 25 分。评分结果以样品平均分显示（样品平均分=总评分/评价员数）。具体标准见表 1。

1.3.5 色泽测定方法

将肉丸切成直径 25 mm，高 15 mm，光滑、平整的圆片，使用 X-Rite SP60 型色差仪测定，记录亮度（L*）、红度（a*）和黄度（b*）值。

1.3.6 TBARS[12]

准确称取粉碎后样品 10 g，置于 100 mL 具塞三角瓶内，4 ℃冰箱保存。TBARS 测量参照 Witte 的方

法，加入50 mL的7.5%三氯乙酸溶液(含0.1% EDTA)，均质机均质30 s，然后置于摇床中速振摇30 min，双层滤纸抽滤。移取滤液5 mL加入5 mL TBA溶液(0.02 mol/L)，混匀后100 ℃加热40 min，冷却1 h，离心5 min (2000 r/min)，移取上清液加入5 mL氯仿，532 nm和600 nm波长处比色（同时做空白实验）记录吸光值，并用以下公式计算TBA值：

$$TBA值（mg/100g）=\frac{(A_{532}-A_{600})}{155}\times\frac{1}{10}\times72.6\times100$$

表1 贡丸感官评定标准

Table 1 The main components of the sample

项目	评分标准	喜好	分值
色泽	灰白色	喜欢	5
	较黄	一般	3
	色泽褐变，不正常	厌恶	1
口感	鲜嫩爽口，柔软不硬实	喜欢	5
	爽口，较实，不够柔软	一般	3
	松软无咬劲	厌恶	1
滋味	具有猪肉的鲜味，可口	喜欢	5
	口味正常，肉味不够浓	一般	3
	肉腥味较重	厌恶	1
组织	切面细密，气孔细小均匀	喜欢	5
	切面较细密，基本无大气孔	一般	3
	切面不均匀，膨松	厌恶	1
弹性	指压不破裂，30 cm落下能弹跳2次	喜欢	5
	指压不破裂，30 cm落下能弹跳1次	一般	3
	指压即破裂	厌恶	1

注：分值为20~25很好，18~20较好，15~18好，10~15可接受，10以下为差，不可接受。

1.3.7 挥发性盐基氮测定

GB/T 5009.44-2003 肉与肉制品卫生标准分析的定氮法[7]。

1.4 统计分析

数据采用软件Excel 2010和SPSS Statistics 17.0方差分析处理，并用Duncan法进行多重比较分析。

2 结果与讨论

2.1 仙草提取液主要成分的研究

从表2可以看出，仙草提取液和干仙草一样，其主要化学成分均为多糖，黄酮含量次之，蛋白质和脂肪含量都很低。仙草提取液经旋转蒸发浓缩后，测得多糖含量有所减少，损失率为7.6%。黄酮类化合物因结构及存在状态不同而在不同溶剂中的溶解度有很大的差异，本实验碱提液的黄酮仅占提取液的0.86%，占干仙草的4.3%，低于干仙草醇提取测得的5.58%。

表2 仙草提取液主要成分

Table 2 Study on the main components of the sample

项目	多糖/%	蛋白质/%	脂肪/%	黄酮/%
干仙草	23.00±0.77	0.94±0.05	0.63±0.02	5.58±0.02
仙草提取液	4.25±0.15	0.06±0.00	0.04±0.00	0.86±0.02

2.2 仙草提取液添加量对猪肉丸质构特性的影响

表3 不同仙草提取物添加量的质构特性分析

Table 3 The textural properties of meatball added with HE at different levels

添加水平	硬度/g	弹性	咀嚼性/g
Control	1071.32±22.37^{b}	0.75±0.032^{d}	647.88±3.53^{a}
G1	1164.32±10.03^{ab}	0.81±0.065^{b}	734.73±8.16^{b}
G2	1261.61±50.56^{a}	0.82±0.012^{a}	754.42±3.46^{a}
G3	1136.08±33.93^{b}	0.79±0.0017^{c}	653.32±4.71^{c}

注：a、b、c、d、e在同列字母中，相同表示差异不显著，不同则表示差异显著（P<0.05）

质构和食品的外观、风味、营养一起构成食品四大品质要素。由表3可以看出，添加仙草提取物处理组贡丸的硬度、弹性和咀嚼性较未添加仙草处理组有显著提高（P<0.05），实验组1和2的硬度、弹性都较好，其中以实验2的样品为最佳样品。随着仙草提取物添加量的增加，贡丸的硬度、弹性和咀嚼性均呈现先升高后降低的趋势，当仙草提取液添加量为总肉重的10%时，达到最高，其硬度为1261.61 g，弹性为0.82 g，咀嚼性为754.42 g，比不添加仙草提取物分别增加了190.29 g、0.14 g、106.54 g。当仙草提取物添加量继续增加时，贡丸的质构特性反而降低。

Tostloguozv等[13]研究发现，溶液中蛋白质与多糖的相互作用对蛋白质凝胶性有很大影响，在温度、pH、离子强度等理化条件适宜时，多糖能与蛋白发生作用，促进蛋白网络结构形成，增强凝胶强度，提高肉糜品质。当提取液浓度适宜时，多糖与蛋白交互作用，共同维持三维网络结构的稳定，有利于贡丸质构特性的提高，而当浓度较高时，多糖也可能与肌肉蛋白发生拮抗作用，不利于乳化作用和蛋白的凝胶，从而导致肉丸食用品质的下降。

2.3 仙草提取物添加量对猪肉丸色泽的影响

色泽是评价贡丸感官品质的重要指标，也是影响消费者购买力的重要因素。由表4可知，仙草提取物

添加量对肉丸 L*值、a*值、b*值均有极显著影响（P<0.01）。同对照组相比，随着仙草提取物添加量增加，贡丸颜色逐渐加深，L*值、b*值逐渐降低，a*值逐渐提高。这可能是因为仙草富含咖啡色素，仙草经高温碱提后呈棕褐色，加入肉中引起贡丸的色泽的变化，导致亮度和红度降低。当仙草提取物添加量增加到总肉重的 20%时，贡丸颜色变得暗和黑，不易被食者接受。

表 4 仙草提取物添加量对贡丸色泽的影响

Table 4 Effects of adding HE at different levels on color evaluation of meatball

实验组	L*值	a*值	b*值
Control	76.88±0.21^{a}	0.60±0.12^{b}	15.08±0.52^{a}
G1	53.63±0.55^{b}	3.66±0.18^{b}	14.64±0.39^{a}
G2	44.62±0.69^{c}	4.50±0.13^{a}	13.09±0.25^{b}
G3	38.71±0.52^{d}	4.11±0.04^{a}	10.83±0.23^{c}

注：a、b、c、d、e 在同列字母中，相同表示差异不显著，不同则表示差异显著（p<0.05）。

2.4 仙草提取液添加量对猪肉丸感官评定的影响

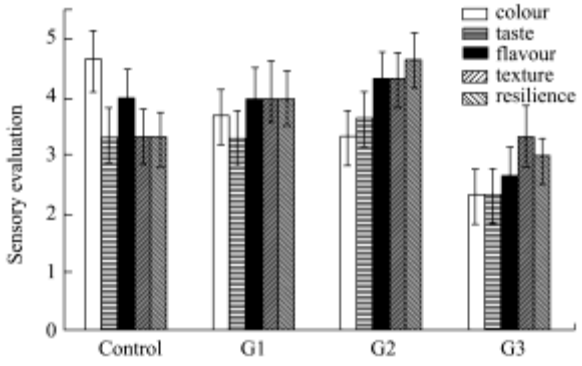


图 1 仙草贡丸感官评定结果

Fig.1 Sensory evaluation results of hsian-tsao meatballs

贡丸的感官评分如图 1 所示，四组贡丸的总评分分别为对照组 18.67 分，第 1 组 19 分，第 2 组 20.33 分，第三组 13.67 分。随着仙草提取物添加量的增加，贡丸的感官评分呈现先增加后降低的趋势，第 2 组（仙草提取液添加量为 10%）总评分达到最大值，显著高于其他组别（P<0.05），当仙草提取物添加量继续增加，贡丸的感官评分反而下降。第 3 组贡丸样品色泽褐变，缺乏咬劲，仙草气味较重，切面不均匀，膨松，已不为食用者接受，对贡丸的组织状态和感官起反作用，其原因可能是仙草提取物添加过多，仙草与肌肉蛋白竞争水分，破坏蛋白质分子间的相互作用力，不利于肌球蛋白分子三维网状结构形成和凝胶化作用，导致贡丸品质变差。而第 2 组贡丸虽然色泽较对照组有所变暗，但稳定均匀，被食用者接受，贡丸鲜嫩爽口，柔软不硬实，具有猪肉的鲜味和仙草的特殊香味，切面细密，气孔细小均匀，指压不破裂，30 cm 落下能弹跳 2 次，整体评价最高。

2.5 仙草提取物添加量对贡丸抗氧化效果的影响

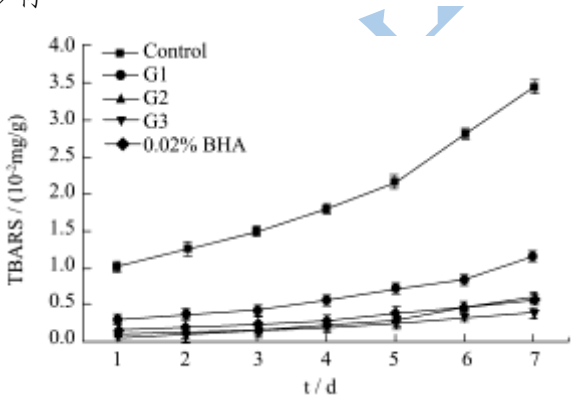


图 2 添加不同量仙草贡丸在 4 ℃贮藏过程中 TBA 值的变化

Fig.2 Change of TBAvalue when adding HG at different levels during 4 ℃

TBARS 值是指动物性油脂中不饱和脂肪酸氧化分解所生成的衍生物如丙二醛（MDA）与 TBA 反应的结果，其高低表明脂肪氧化终级产物的形成，是脂肪氧化后期的判定指标[14]。从图 2 可以看出，随贮藏时间的延长，各处理组贡丸的 TBA 值呈上升趋势，但添加仙草提取物贡丸的 TBA 值明显低于对照组，差异显著（P<0.05）。随着仙草提取物添加量的增加，贡丸的 TBARS 值逐渐减小，证明仙草提取物能有效抑制猪肉脂肪氧化，提高贡丸品质和抗氧化能力。添加 10%仙草提取液抑制效果与 0.02% BHA 的处理组差异不显著(P>0.05)，但是在添加 20%的仙草提取液组 TBARS 值小于添加 0.02% BHA 的处理组，说明高浓度仙草提取物对抑制脂肪氧化初级产物生成的效果比 0.02% BHA 的效果好。

图 3 反映了不同仙草提取物添加量贡丸在储藏期间 TVB-N 值的变化。挥发性盐基氮（TVB-N），是肉制品新鲜度的一个重要的化学指标，其变化与肉制品中微生物及酶的含量及活性及蛋白质的稳定性有关，微生物及酶的含量越大，活性越高，TVB-N 的增加趋势越明显。从图 3 可以看出，随着时间的延长，所有处理组 TVB-N 值均逐渐升高，其中不添加仙草提取物的对照组 TVB-N 值升高最快，添加 0.02% BHA 组上升最慢。添加仙草提取物贡丸 TVB-N 值明显小于对照组，这可能是因为仙草中含有的多糖、黄酮、和

酚类等功能性成分具有抑菌作用[4]，可降低由细菌引起的蛋白质分解产生氨以及胺类等碱性含氮物质的速度，从而减缓抑制肉丸制品中蛋白质被分解为挥发性碱性含氮物质。而第 3 组贡丸 TVB-N 值高于第 2 组，这可能是因为第 3 组贡丸仙草添加量较大，多糖与肌肉蛋白竞争水分，导致凝胶作用较弱，内部网络结构不致密，质构和弹性均较差，且多糖含量高有利于微生物生长繁殖，导致 TVB-N 值上升较快。

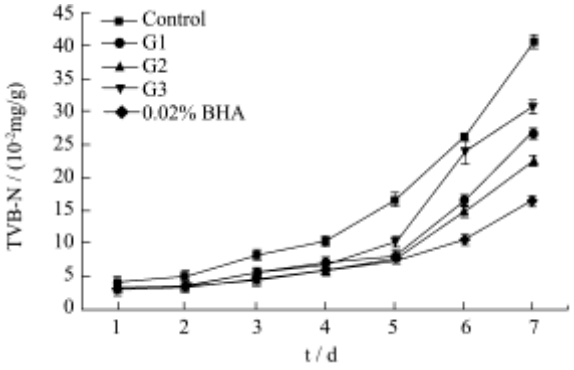


图 3 添加不同量仙草贡丸在 4 ℃贮藏过程中 TVB-N 值的变化

Fig.3 Change of TVB-N value when adding HG at different levels during 4 ℃

3 结论

仙草提取物既能改善猪肉贡丸的质构特性和感官品质，又可以增强贡丸的抗氧化能力。当仙草提取液添加量为总肉重的 10%时，此时仙草多糖添加量占到总肉重的 0.43%，不仅有效改善了贡丸的质构特性，使其硬度、弹性和咀嚼性分别提高了 17.73%、9.33%和 16.38%，同时贡丸的感官品质也达到最佳。仙草提取物具有较强的抗氧化活性，将其添加到贡丸中，与对照组比较，能显著减缓贡丸 TBARS 值和 TVB-N 值的上升速度，抑制贡丸中脂肪和蛋白的氧化。

参考文献

[1] 林向阳,邱丽聪.贡丸制品品质改良的研究[J].食品科学,2008,29(11):278-281
LIN Xiang-yang, QIU Li-cong, BIAN Zhi-ying. Study on Quality Improvement of Pork Balls [J]. Food science, 2008, 29(11): 278-281

[2] Li i C Y, Chen L H. The factors in the gel-forming properties of Hsian-tsao Extraction conditions and different starches [J]. Proc. Nat.l Sc.i Coun c. ROC, 1980, 4(4): 438-442

[3] Chen C H, Kuo W S, Lai L S. Water barrier and physical properties of starch /decolorized hsian-tsaoleaf gum films: impact of surfactant lamination [J]. Food Hydrocolloids, 2010, 24(2): 200-207

[4] Gow-Chin Yen, Chien-Ya Hung. Effects of alkaline and heat treatment on antioxidative activity and total phenolics of extracts from Hsian-tsao (Mesona procumbens Hemsl.) [J]. Food Research International, 2000, 33(6): 487-492

[5] Yang C C, Huang S H. The gel-forming properties and chemical compositions of the gum extract from leaf, stem and root of the hsian-tsao herb Meson procumbent Hems [J]. Food Sci. (Taipei), 1990, 17(4): 260-265

[6] Chen C H, Lai L S. Mechanical and water vapor barrier properties of tapioca starch/decolorized hsian-tsao leaf gum films in the presence of plasticizer [J]. Food Hydrocolloids, 2008, 22(8): 1584-1595

[7] GB 5009.5-2010.肉与肉制品卫生标准的分析方法[S].中华人民共和国国家标准
GB 5009.5-2010. National food safety standard Determination of protein in foods [S]. State Standard of the People's Republic of China

[8] Siebert K J. Protein-poly phenol haze in beverages [J]. Food Technology, 1999, 53(1): 54-57

[9] GB/T 9695.01-2008.肉与肉制品游离脂肪含量测定[S].中华人民共和国国家标准
GB/T 9695.01-2008. Meat and meat products - Determination of free fat content [S]. State Standard of the People's Republic of China

[10] 刘南波,郑穗平,邹江冰,等.西番莲叶总黄酮的提取工艺研究[J].现代食品科技.2009,25(6):622-624
LIU Nan-bo, ZHENG Sui-ping, ZOU Jiang-bing. Optimization of Extraction of Total Flavonoids from Passiflora Leaves [J]. Modern Food Science and Technology, 2009, 25(6): 622-624

[11] Liu R, Zhao S M, Xiong S B, et al. Role of secondary structures in the gelation of porcine myosin at different pH values [J]. Meat Science, 2008, 80(3): 632-639

[12] Witte V C, Krause G F, Bailey M E. A new extraction method for determining 2-thiobarbituricacid values of pork and beef during storage [J]. Food Science, 1970, 35: 582-585

[13] Tolstoguzov V B. Functional properties of food proteins and role protein-polysaccharide interaction [J]. Food Hydrocolloid, 1991, 4(6): 429-468

[14] Guo J T, Lee H L, Chiang S H, et al. Antioxidant properties of the extracts from different parts of Broccoli in Taiwan [J]. Food Drug Anal. 2001, 9(2): 96-101