

# 柑橘类副产物在乳化香肠中的应用研究进展

单兵<sup>1</sup>, 李兴民<sup>1</sup>, 张昊<sup>1</sup>, 甄少波<sup>2</sup>, 李宝珍<sup>3</sup>, 任发政<sup>1,\*</sup>

(1. 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083; 2. 中国劳动关系学院, 北京 100048;

3. 北京顺鑫鹏程食品公司, 北京 101316)

**摘要:** 乳化型香肠由高度斩拌的肌肉和脂肪组成, 出水、出油问题一直是乳化型香肠主要的质量问题。富含果胶等膳食纤维的柑橘类副产物可以改善乳化型香肠的蒸煮品质, 提高乳化型香肠的功能性质, 近年来得到广泛的研究。本文综述了柑橘类副产物改善乳化型香肠品质的应用研究进展, 为国内柑橘类副产物改善肉制品品质的相关应用研究提供一定的指导。

**关键词:** 乳化型香肠; 柑橘类副产物; 膳食纤维; 应用

## A Review on Recent Applications of Citrus Byproducts in Emulsion-Type Sausages

SHAN Bing<sup>1</sup>, LI Xing-min<sup>1</sup>, ZHANG Hao<sup>1</sup>, ZHEN Shao-bo<sup>2</sup>, LI Bao-zhen<sup>3</sup>, REN Fa-zheng<sup>1,\*</sup>

(1. College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. China Institute of Industrial Relations, Beijing 100048, China;

3. Beijing Shunxin Pengcheng Food Co. Ltd., Beijing 101316, China)

**Abstract:** Emulsion-type sausages are of fairly homogeneous texture upon heat denaturation of the finely comminuted mixture of muscle proteins and fat particles. Emulsion-type sausages are characteristic of high fat and calories. Water and oil exuding of emulsion-type sausages have always been a practical quality problem for many manufacturers. Citrus byproducts with enriched diet fiber such as pectins have been widely researched in recent years for its technological and functional benefits to emulsion-type sausages. This article reviews recent applications of citrus by-products in emulsion-type sausages aiming to provide some guidelines to improve the quality of meat products with citrus by-products.

**Key words:** emulsion-type sausages; citrus by-products; diet fiber; application

中图分类号: TS251.6

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123(2013)05-0022-04

乳化型香肠的基础肉馅是由高度斩拌的肌肉、脂肪和水、腌制剂和调味料等组成。常见的乳化型香肠基本上可以分为两类, 一类是由均一基础肉馅组成, 如维也纳香肠、法兰克福香肠等; 另一类是在均一基础肉馅中拌入碎度较小的瘦肉或脂肪或者其他食物如奶酪、蔬菜、蘑菇等, 如啤酒肠、啤酒火腿。这种香肠肉质较细且含有相对高的脂肪, 充分发挥了肉的保水力, 结合力。作为主要肉制品之一, 每年世界范围内有数以千万计的消费者食用<sup>[1]</sup>。

乳化型香肠中脂肪含量在20%~30%之间, 是高能量、高脂肪产品, 缺乏膳食纤维<sup>[2]</sup>, 而流行病学调查显示这种饮食习惯与直肠癌、肥胖、心血管疾病等慢性病有一定相关性<sup>[3-4]</sup>, 因此有科学家建议提高日常饮食中膳食纤维的

摄入量<sup>[5]</sup>。对健康担忧的不断加增使食品工业开始考虑改变传统的香肠配方, 着力于增加香肠中膳食纤维的含量。

许多研究报道了天然的植物纤维添加于肉制品中的应用研究, 膳食纤维来源主要有麦麸<sup>[6]</sup>、柠檬纤维<sup>[7-9]</sup>、酸橙纤维<sup>[10-11]</sup>、米糠纤维<sup>[12-13]</sup>、向日葵木髓<sup>[11]</sup>等。其中应用比较成功的是果胶含量较高的柑橘类纤维, 其不仅能利用纤维的营养价值, 还能提高肉制品的功能特性和加工特性。为指导新型乳化型香肠制品的开发, 本文综述了柑橘类副产物改善乳化型香肠品质的应用研究进展。

## 1 柑橘类副产物在乳化型香肠中的应用

柑橘属水果属于芸香科, 包括橘、柑、柚、橙、柠

收稿日期: 2013-03-24

基金项目: 北京市生猪产业技术体系项目(2012BAD28B01)

作者简介: 单兵(1989—), 男, 硕士研究生, 研究方向为农产品加工。E-mail: shanbingright@126.com

\*通信作者: 任发政(1962—), 男, 教授, 博士, 研究方向为功能乳品、干酪加工理论与技术、肉品与蛋品加工技术。

E-mail: renfazheng@263.net

檬等，在世界上主要分布在北纬35°以南的区域<sup>[14]</sup>。据FAO数据统计，柑橘是世界第一大水果。2009年世界柑橘栽培面积872万hm<sup>2</sup>，年产量1.24亿t，占水果总产量的20%，为第3大国际贸易农产品。我国是世界柑橘生产大国，种植面积和产量均居世界首位，2009年柑橘种植面积为200.18万hm<sup>2</sup>，产量达2506.4万t，约占世界柑橘总产量的20%(FAO统计)<sup>[15]</sup>。随着快速消费品的流行，果汁、果酱等的产量逐年扩大，柑橘加工过程中固体废弃物(皮渣、籽渣、囊叶、树叶)的比例高达30%~50%，与其他水果相比比例相对较大，因此，每年都会产生相当可观的柑橘类副产物。柑橘类副产物是膳食纤维、果胶、植物精油、VC、柠檬苦素以及多酚类物质很好的来源<sup>[16]</sup>，如果将其充分利用，不仅能解决其带来的环境问题，还能提高资源利用率、增加功能性食物的种类、改善企业生产效益等。

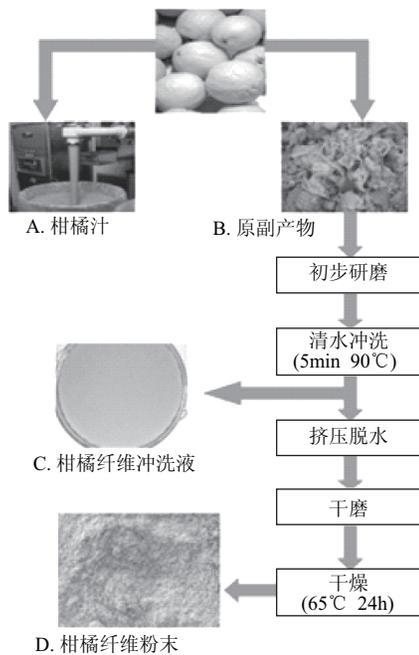


图1 柑橘纤维粉末制作流程图

Fig.1 Flow chart for preparation of citrus fiber powder

目前柑橘纤维加入肉制品中主要有两种添加方式，将柑橘类副产物制备成纤维粉末添加或者直接加入果皮白层纤维组织。制备膳食纤维粉末可以直接用果汁、果酱加工的副产物包括外皮、白层纤维、果肉等，也可以直接用白层纤维组织制备。白层纤维组织是柑橘类水果主要是柠檬、柚等的果皮中外皮下的白色海绵状纤维组织，也是柑橘类副产物中的主要成分。相对其他膳食纤维来源的物质，白层纤维组织富含果胶及具抗氧化性的相关功能性物质如黄酮、VC等，会产生更好的健康促进效果<sup>[11]</sup>。图1是利用果汁副产物制作膳食纤维的流程<sup>[17]</sup>，柑橘制作果汁后剩余的废渣等经研磨、冲洗、干燥等工艺最后得

到一定粒度大小的柑橘膳食纤维粉末，直接添加于肉制品中，用于改善肉制品的品质。

## 2 柑橘类副产物对乳化型香肠品质的影响

### 2.1 提高香肠中的膳食纤维含量

膳食纤维系指不能被人体小肠消化吸收、但可以在大肠内全部或部分发酵的植物可食部分和类似碳水化合物，包括多糖、寡聚糖、木质素和植物基质<sup>[18]</sup>。根据能否在100℃、pH6~7的水中溶解，总膳食纤维可以分为可溶性膳食纤维和不可溶膳食纤维两类，两者都有益人类健康<sup>[19]</sup>。不溶性膳食纤维主要与肠动力有关，食用可溶性膳食纤维能延缓胃排空<sup>[20]</sup>，增加肠内有效的没有被搅动食物层的厚度，进而减慢小肠中营养吸收的进度，增加饱腹感<sup>[21]</sup>。Cummings<sup>[22]</sup>报道膳食纤维能减少粪便在肠内的运输时间、增加粪便质量、降低结肠内压，因而能够降低人类患肠胃疾病的风险。可溶性膳食纤维主要与降低血液胆固醇水平和延缓葡萄糖肠道吸收有关。可溶性膳食纤维能够增加胆汁酸和胆固醇的排泄，进而降低血液中胆固醇的水平<sup>[23]</sup>。膳食纤维能够延缓碳水化合物、脂肪等大分子营养物质的吸收，从而可以增加胰岛素的敏感度<sup>[24]</sup>，降低三酰甘油的浓度<sup>[25]</sup>，这两者都能一定程度降低患冠心病的风险。

柑橘果皮膳食纤维主要由果胶、半纤维素、纤维素及木质素等组成。人体摄入膳食纤维的种类需要维持一定的平衡，即可溶性膳食纤维应占纤维总摄入量的30%~50%<sup>[26]</sup>，而柑橘类副产物中可溶性膳食纤维含量为33%左右，与其他膳食纤维来源的食物如谷物(麦麸中仅占7%)相比，更加符合人体摄入需求。Fernández-Ginés等<sup>[17]</sup>研究了柑橘类纤维对保加利亚香肠品质的影响，随着纤维含量的增加，保加利亚香肠中的膳食纤维含量不断增加，含2%柑橘纤维的保加利亚香肠中膳食纤维的含量达到0.217%。Fernández-Ginés等<sup>[9]</sup>将柠檬白层纤维组织作为新的膳食纤维来源添加到保加利亚香肠中，含2.5%、5%、7.5%、10%的柠檬白层纤维的香肠中纤维含量分别为0.37%、0.39%、1.33%及2.01%。

### 2.2 对香肠持水、持油能力的影响

香肠的持水、持油能力代表肉糜结合水以及乳化稳定脂肪的能力，通常由蒸煮损失及乳化稳定性指征<sup>[27]</sup>。香肠蒸煮损失越大说明香肠的持水、持油能力越差。香肠的乳化稳定性是将肉糜加热到一定温度凝胶后离心，测量离心出去的可渗透汁液和汁液中脂肪的含量所占的比例。肉糜的持油、持水能力越好则可渗透汁液及汁液中脂肪的含量也相对越少。

Aleson-Carbonell等<sup>[7]</sup>研究了4种处理方式，分别为粉

碎(raw albedo, RA)、粉碎+蒸煮(cooked albedo, CA)、粉碎+干燥(dried raw albedo, DRA)、粉碎+蒸煮+干燥(dried cooked albedo, DCA), 其对应的柠檬白层纤维组织添加量分别在0%、2.5%、5%、7.5%水平对牛肉汉堡品质的影响。研究发现RA、CA能显著增加产品中的水分含量, 并且随着添加量的增加, 水分含量随之增加。含干燥处理的纤维组织对汉堡的水分没有显著性的影响。纤维处理方式与添加量对汉堡的脂肪含量都没有显著性的影响。纤维添加能降低产品蒸煮损失但不同添加量间没有显著差异, 改善蒸煮损失效果从小到大依次为: RA<CA<DRA<DCA。

Sarıçoban等<sup>[28]</sup>以油/水乳化体系模型为对象, 研究了柠檬白层纤维组织对去骨鸡肉乳化体系的功能特性主要是乳化容量(emulsion capacity, EC)、乳化稳定性(emulsion stability, ES)以及乳化黏度(emulsion viscosity, EV)的影响。蛋白质具有双亲性, 在油水体系中能起到乳化剂的作用乳化油类物质。乳化剂都有一定的乳化能力, 当添加的油超过乳化剂的乳化能力, 体系会从水包油乳化体系转变成油包水体系。柑橘类纤维含有一定量的果胶等可溶性膳食纤维, 其分子带负电荷, 能与肌肉蛋白质上的带正电荷基团发生静电作用, 改变肌肉蛋白质的构向从而改善肌肉蛋白的乳化能力。含柠檬纤维的样品的乳化容量与对照组相比明显提高, 最大值出现在纤维添加量为5%的时候达到388.9mL油/g蛋白质, 比对照组提高19.2%。当添加量超过10%时, 由于体系pH值下降, 导致逼近肌肉蛋白质的等电点(肌原纤维蛋白的等电点pI4.8~5.2), 体系的乳化容量与对照组相比有所降低。体系的乳化稳定性的结果与乳化容量类似, 含原纤维的肉糜乳化稳定性有所增强, 呈现先上升后下降的趋势, 含5%纤维的样品的乳化稳定性最强; 含脱水纤维的样品的乳化稳定性要比含原纤维的高, 且含不同添加量纤维的样品之间没有显著性的差异。乳化黏度与纤维添加量呈正相关, 含10%纤维的样品乳化黏度最大。纤维添加不会改变样品的流动性质, 假塑性有所增加, 对高脂肪含量的乳化型肉制品的加工特性有利。Sarıçoban等<sup>[1]</sup>在同样富含果胶的向日葵木髓应用于牛肉油/水乳化体系模型中也得到了类似的结论。

### 2.3 对香肠感官品质的影响

由于柑橘类副产物中含有一定量的胡萝卜素等物质, 具有较高的黄度值及亮度值, 因此添加柑橘类副产物会对香肠的色泽产生一定的影响。Fernández-Ginés等<sup>[9]</sup>发现纤维组织的添加增加了香肠的亮度值, 且原纤维的增加效果比蒸煮后纤维更为显著, 说明添加柠檬纤维得到颜色更亮的保加利亚香肠。当添加量超过5%时, 亮度又有所降低, 说明蛋白质基质的乳化作用会掩盖纤维的一部分增亮作用。含柠檬纤维组织的保加利亚香肠红度

与对照组相比有所降低, 但高质量分数(7.5%、10%)时比低质量分数(2.5%、5%)的红度值要高, 这与水分含量具有一定的相关性。最高水分含量的香肠具有最低的红度值, 水分对红度有一定的稀释作用。柠檬白皮纤维组织对香肠的黄度值没有影响, 考虑到纤维组织具有较高的黄度值, 可推测纤维的黄度值增加效应被肉糜乳化所掩盖。感官评价实验得出含2.5%、5%的原纤维以及含2.5%、5%、7.5%蒸煮后纤维的香肠与对照组的感官性质相似, 可以被消费者接受。

### 2.4 对香肠功能性质的影响

柑橘副产物中的功能活性成分主要是具有抗氧化性的VC、胡萝卜素和黄酮、柠檬苦素、柠檬苷等多酚类物质以及具有抗菌性能的亚油酸甲酯、香豆酸、咖啡酸等酸类物质, 赋予柑橘果皮渣膳食纤维更高的营养价值。因此, 含柑橘副产物的香肠也具备了一定的功能性质, 主要表现在降低香肠中残余亚硝酸盐的含量, 抗菌、抗氧化能力增强, 延长了香肠的货架期等方面。

Fernández-Ginés等<sup>[9]</sup>研究发现含柠檬白层纤维的香肠中的残余亚硝酸盐水平显著下降, 且随着纤维添加量的增加而不断降低, 含原纤维的香肠中的残余亚硝酸盐水平比含同浓度的蒸煮后纤维的低很多。作者推测是香肠中的残余亚硝酸盐与纤维中的功能活性成分发生了一定的作用的缘故, 由于一些功能活性成分是热不稳定性的, 因此蒸煮后的纤维中功能活性成分含量降低, 影响降低残余亚硝酸盐的能力。亚硝酸盐是致癌物质亚硝胺类物质的前体, 因此柠檬纤维组织添加降低了亚硝胺类物质形成的风险, 对人体健康有重要的意义。除了乳化型香肠, Alesón-Carbonell等<sup>[8]</sup>、Fernández-Ginés等<sup>[9]</sup>、Yalınkılıç等<sup>[29]</sup>研究干腌香肠及发酵香肠也得到相同的结果。

由于乳化型香肠中的脂肪含量较高, 因此储藏过程中油脂氧化很难避免, 如果不适当控制就影响产品的质量, 缩短产品的保质期。柑橘类副产物中具有的功能活性物质如VC、多酚类物质等具有一定得抗氧化性, 能延缓香肠中油脂的氧化。李焕霞<sup>[30]</sup>分析发现柑橘膳食纤维中含有香风草苷、橙皮苷和、柚皮素、川皮苷等多氧基黄酮。柑橘中类胡萝卜素组分极其复杂, 目前已经确定的结构就约有30种。环氧结构的类胡萝卜素含量很高, 约占总胡萝卜素的70%, 且主要集中在果皮部分<sup>[31]</sup>。李大峰等<sup>[32]</sup>研究了柚皮果胶水解物的抗菌活性研究, 发现适度水解的柚皮果胶对大肠杆菌、枯草芽孢杆菌和金黄色葡萄球菌均具有明显的抗菌活性。Mokbel等<sup>[33]</sup>报道了柚皮白层纤维组织的甲醇提取物的抗氧化性及抗菌性, 发现中性条件下的纤维甲醇粗提取液的抗氧化性及抗菌性最强, 用己烷、乙酸乙酯、丙酮等在硅胶柱上洗脱粗体液, 制备薄层色谱发现抑菌物质主要是异橙皮内酯水合物、咖啡酸、*p*-香豆酸等。



Alesón-Carbonell等<sup>[8]</sup>就不同处理及添加量纤维对牛肉汉堡的脂肪氧化情况做了一定的研究,通过TBA(硫代巴比妥酸)实验发现样品的TBARS值与添加的纤维处理方式有关,含不同纤维添加量的样品间没有显著性差异,且仅含RA的样品的TBARS值比对照组小,说明柠檬白层纤维中具有抗氧化性的功能活性物质是热不稳定的物质。Fernández-Ginés等<sup>[17]</sup>研究了含脐橙纤维粉末的保加利亚香肠在光照和黑暗两种存储条件下不同时间后样品中的脂肪氧化情况,含2%纤维香肠的TBA值在任何储藏条件及任何时间段都显著低于对照组。在7~14d时,光照储藏下含2%纤维的香肠TBA值增加速度要低于对照组,21~28d时避光储藏下的含2%纤维的香肠TBA值增长速度也显著低于对照组。说明添加柑橘类副产物能抑制存储时香肠中脂肪的氧化。

### 3 结 语

随着生活水平的提高,人们对功能性食品的需求越来越大,如何使食品更加健康已经是新型食品开发中很重要的一部分。柑橘类副产物因其富含功能性的膳食纤维及抗氧化性成分,将其应用于新型食品开发具有广阔的前景,同时也能够提高资源的利用率,解决潜在的环境污染问题。目前国内应用柑橘类副产物的研究还很有限,同时我国是产柚大国,不可食部分比重大,具有很大的应用空间。为开发出更加健康的食品,将柑橘副产物应用到其他食品如其他肉制品、乳制品、烘焙食品有待进一步的研究。

### 参考文献:

[1] SARIÇOBAN C, YILMAZ M T, KARAKAYA M, et al. The effect of different levels of sunflower head pith addition on the properties of model system emulsions prepared from fresh and frozen beef[J]. Meat Science, 2010, 84(1): 186-195.

[2] PAPANICOLAOU S, BLOUKAS J. Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Greek sausages[J]. Meat Science, 1999, 51(2): 103-113.

[3] BEECHER G R. Phytonutrients' role in metabolism: effects on resistance to degenerative processes[J]. Nutrition Reviews, 1999, 57(9): 3-6.

[4] KAEFERSTEIN F, CLUGSTON G. Human health problems related to meat production and consumption[J]. Fleischwirtschaft, 1995, 75(7): 857-863.

[5] EASTWOOD M A. The physiological effect of dietary fiber: an update[J]. Annual review of nutrition, 1992, 12(1): 19-35.

[6] HUANG S, TSAI Y, CHEN C. Effects of wheat fiber, oat fiber, and inulin on sensory and physico-chemical properties of Chinese-style sausages[J]. Asian-Aust Journal of Animal Science, 2011, 24(6): 875-880.

[7] ALESON-CARBONELL L, FERN NDEZ-L PEZ J, REZ-ALVAREZ P J, et al. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2005, 6(2): 247-255.

[8] ALESON-CARBONELL L, FERN NDEZ-L PEZ J, SAYAS-BARBER E, et al. Utilization of lemon albedo in dry-cured sausages[J]. Journal of Food Science, 2006, 68(5): 1826-1830.

[9] FERNANDEZ-GINES J M, FERNANDEZ-LOPEZ J, SAYAS-BARBERA E, et al. Lemon albedo as a new source of dietary fiber: application to bologna sausages[J]. Meat Science, 2004, 67(1): 7-13.

[10] FERNANDEZ-LOPEZ J, SENDRA E, SAYAS-BARBERA E, et al. Physico-chemical and microbiological profiles of "salsichon" (Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber[J]. Meat Sciennnce, 2008, 80(2): 410-417.

[11] FERN NDEZ-L PEZ J, VIUDA-MARTOS M, SENDRA E, et al. Orange fibre as potential functional ingredient for dry-cured sausages[J]. European Food Research and Technology, 2007, 226(1): 1-6.

[12] BLOUKAS J, PANERAS E. Quality characteristics of low - fat frankfurters manufactured with potato starch, finely ground toasted bread and rice bran[J]. Journal of Muscle Foods, 2007, 7(1): 109-129.

[13] CHOI Y-S, CHOI J-H, HAN D-J, et al. Effects of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fiber on the quality of reduced-fat frankfurters[J]. Meat Science, 2010, 84(3): 557-563.

[14] 王同翠. 鲜果中的良方: 柑橘[J]. 大众健康, 2006 (12): 56-57.

[15] 何李, 李绍振, 高彦祥, 等. 柑橘属果皮渣制备膳食纤维的研究进展[J]. 食品科学, 2012, 33(7): 310-317.

[16] BRADDOCK R. By-products of citrus fruit[J]. Food Technology, 1995, 49: 74-77.

[17] FERNANDEZ-GINES J, FERN NDEZ-L PEZ J, SAYAS-BARBER E, et al. Effect of storage conditions on quality characteristics of bologna sausages made with citrus fiber [J]. Journal of Food Science, 2003, 68(2): 710-714.

[18] Panel on the Definition of Dietary Fiber, Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Dietary reference in-takes proposed definition of dietary fiber[M]. Washington DC: National academy Press, 2001: 3-11.

[19] FERN NDEZ-L PEZ J, FERN NDEZ-GIN S J, ALESON-CARBONELL L, et al. Application of functional citrus by-products to meat products[J]. Trends in Food Science & Technology, 2004, 15(3): 176-185.

[20] ROBERFROID M. Dietary fiber, inulin, and oligofructose: a review comparing their physiological effects[J]. Critical Reviews in Food Science & Nutrition, 1993, 33(2): 103-148.

[21] BERGMANN J, CHASSANY O, PETIT A, et al. Correlation between echographic gastric emptying and appetite: influence of psyllium[J]. Gut, 1992, 33(8): 1042-1043.

[22] CUMMINGS J. Nutritional management of diseases of the gut[J]. Human nutrition and dietetics, 2000, 10(5):47-73.

[23] BOSAEUS I, CARLSSON N, SANDBERG A, et al. Effect of wheat bran and pectin on bile acid and cholesterol excretion in ileostomy patients[J]. Human nutrition Clinical nutrition, 1986, 40(6): 429-430.

[24] HALLFRISCH J, SCHOLFIELD D J, BEHALL K M. Diets containing soluble oat extracts improve glucose and insulin responses of moderately hypercholesterolemic men and women[J]. The American Journal of Clinical Nutrition, 1995, 61(2): 379-384.

[25] RIVELLESE A, GIACCO A, GENOVESE S, et al. Effect of dietary fibre on glucose control and serum lipoproteins in diabetic patients[J]. The Lancet, 1980, 316(8192): 447-450.

[26] MARTIN EASTWOOD M. Dietary fiber and the risk of cancer[J]. 1987, 45(9):193-198.

[27] LURUENA-MARTINEZ M, VIVAR-QUINTANA A, REVILLA I. Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters[J]. Meat science, 2004, 68(3): 383-389.

[28] SARIÇOBAN C, ÖZALP B, YILMAZ M, et al. Characteristics of meat emulsion systems as influenced by different levels of lemon albedo[J]. Meat science, 2008, 80(3): 599-606.

[29] YALINKILIC B, KABAN G, KAYA M. The effects of different levels of orange fiber and fat on microbiological, physical, chemical and sensorial properties of sucuk[J]. Food Microbiol, 2012, 29(2): 255-259.

[30] 李焕霞. 柑橘膳食纤维制备工艺技术及品质分析研究[D]. 重庆: 西南大学, 2007.

[31] MESBAHI G, JAMALIAN J, FARAHNAKY A. A comparative study on functional properties of beet and citrus pectins in food systems[J]. Food Hydrocolloids, 2005, 19(4): 731-738.

[32] 李大峰, 贾冬英, 陈潇, 等. 柚皮果胶水解物的抗菌活性研究[J]. 氨基酸和生物资源, 2010, 32(2): 63-65.

[33] MOKBEL M S, SUGANUMA T. Antioxidant and antimicrobial activities of the methanol extracts from pummelo (*Citrus grandis* Osbeck) fruit albedo tissues[J]. European Food Research and Technology, 2006, 224(1): 39-47.