

# 工艺条件对猪皮提取物质构和微观结构影响的初步研究

唐琳<sup>1</sup>, 李春保<sup>1\*</sup>, 胡玉香<sup>1</sup>, 董玉玉<sup>1</sup>, 史晓媛<sup>1</sup>, 徐幸莲<sup>1</sup>

(农业部农畜产品加工与质量控制重点实验室, 教育部肉品加工与质量控制重点实验室, 南京农业大学食品科技学院, 南京 210095)

**摘要:** 为了给猪皮提取物在肉制品加工中的应用创造条件, 采用单因素试验, 分别测定不同提取条件(煮沸时间、料液比、pH值、盐浓度)下凝胶质构和微观结构的变化, 在此基础上, 采用正交试验优化提取条件。单因素试验表明煮沸时间、料液比、提取液pH值对猪皮提取物的质构特性都有显著影响, 煮沸时间为60 min、料液比为1: 5、提取液pH值为5时形成的凝胶最好, 盐浓度对质构特性无显著影响。正交试验表明, 料液比1: 5, 盐浓度为3%, 煮沸时间60 min, pH=6的提取条件下获得的提取物凝胶的质构特性及微观结构最好。

**关键词:** 提取物, 质构特性, 微观结构, 猪皮

**中图分类号:** S872

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-6819(2008)-12-0269-06

唐琳, 李春保, 胡玉香, 等. 工艺条件对猪皮提取物质构和微观结构影响的初步研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(12): 269-274.

Tang Lin, Li Chunbao, Hu Yuxiang, et al. Effects of technology conditions on texture properties and microstructure of pork skin extracts [J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(12): 269-274.(in Chinese with English abstract)

## 0 引言

猪皮是猪肉加工中的重要副产品, 其蛋白质含量高达33%, 其中胶原蛋白含量占蛋白质总量的87.8%<sup>[1]</sup>。胶原蛋白具抗衰老、提高免疫力、活化细胞机能、抑制癌细胞和活化筋骨等功能<sup>[2]</sup>。

猪皮中的蛋白质具有较好的凝胶特性(凝胶指适度变性的蛋白质分子聚集, 形成一个有规则的蛋白质网状结构<sup>[3-5]</sup>), 可添加到西式香肠、火腿肠等肉类制品中, 提高产品的持水性和肉制品的嫩度, 改善制品切片性等<sup>[6]</sup>。目前国外猪皮的利用率比较高, 如德国的赫斯特公司已发明了一种猪皮软化剂, 经软化处理的猪皮质地柔软, 很容易进行加工处理成多种猪皮食品; 此外德国的汉诺威袋装香肠中猪皮的添加量竟高达36%。而在我国猪皮的利用率还不到10%, 在食品中的利用率更低, 造成很大浪费, 其中一个关键原因是缺乏必要的技术手段, 使猪皮在肉糜制品中难发挥其最大作用, 因此有必要加强对猪皮提取物凝胶质构特性的研究, 为其在肉制品中的应用奠定基础。

质构特性是糜类肉制品的重要特性, 包括脆性、硬度、凝聚性、弹性和胶黏性等指标, 是影响食品可接受性的重要因素之一, 在肉制品品质的评价中具有重要意义, 对猪皮提取物进行质构分析可以更好的指导其在肉品中的应用, 微观结构的观察可以更直观的了解猪皮提取物中蛋白质形成的凝胶特有的网状结构, 探讨微观结

构与质构的关系。但目前主要研究的是猪皮中胶原蛋白提取得率<sup>[7]</sup>、溶出率<sup>[8,9]</sup>、电泳分析<sup>[10]</sup>等, 关于质构特性的研究较少, 如杨铭铎等人<sup>[11]</sup>研究了通电技术制备皮胶凝胶, 认为这种皮胶具有较好的弹性、韧性和爽滑度。但尚无研究报道工艺条件对猪皮提取物质构特性的影响。本研究通过比较不同工艺条件对猪皮提取物质构特性和微观结构的影响, 确定最佳的提取条件, 获得具有较好质构特性的猪皮提取物, 为其进一步在肉制品中添加应用创造条件。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

宰后12 h内的鲜猪皮, 冷冻备用。

### 1.2 预处理

#### 1.2.1 修整

解冻, 将猪皮去污, 在30~40℃温水中漂洗1 min, 剔除脂肪, 再在30~40℃温水中漂洗一次。

#### 1.2.2 去脂(碱液浸泡)

将猪皮置于1000 mL烧杯中, 加入质量为原料4倍的5% NaHCO<sub>3</sub>溶液, 加热至30~40℃, 浸泡10 min, 并不断搅拌, 加速除去污物及残余脂肪。

#### 1.2.3 清洗

用35℃温水充分清洗去脂后的猪皮, 去除其表面残留的碱液。

### 1.3 猪皮提取物的制备

#### 1.3.1 切丁

将清洗干净的猪皮切成约1 cm×1 cm×1 cm皮丁, 为了尽量的搅碎猪皮, 更易提取其中的蛋白质, 用搅拌机22000 r/min搅拌10 s后间隔10 s, 再重复3次。

#### 1.3.2 试验设计

本研究分别考察煮沸时间、料液比、提取液pH值和

收稿日期: 2008-03-14 修订日期: 2008-09-10

基金项目: 国家十一五支撑计划项目(2006BAD05A03); 南京农业大学SRT计划项目(0708A03)

作者简介: 唐琳(1984-), 女, 河北人。南京 南京农业大学食品科技学院, 210095。Email: ld\_tang\_lin@yahoo.cn

\*通讯作者: 李春保(1978-), 男, 安徽无为, 博士, 主要从事肉品加工与质量控制研究。南京 南京农业大学食品科技学院, 210095

盐浓度 4 个因素对猪皮提取物的质构特性及其微观结构的影响。

1) 煮沸时间: 采用单因素试验设计, 将皮糜和蒸馏水按 1:5 (质量比) 混合, 之后等分成 4 份, 煮沸状态下分别保持 15, 30, 60 和 90 min, 并不断搅拌, 及时补充水分, 保持总体积不变。将煮制好的混合液趁热经双层纱布过滤, 滤液置于 80 L 的离心管中, 冷却至 4℃。

为了考察提取效果, 确保下面试验的提取率, 采用凯氏定氮法测定了原料和粗提取物中的蛋白质含量, 并根据蛋白质含量计算提取率 (提取率=提取物中粗蛋白含量(g)/原料中粗蛋白含量(g)×100%)。选取提取率最高的煮沸时间作为下面试验的时间标准。

2) 料液比: 采用单因素试验设计, 将皮糜与蒸馏水按 1:4、1:6、1:8 和 1:10 (质量比) 混合, 煮沸并保持 60 min (为保证提取率在 90% 以上, 沸时间 60min 时提取率最高达到 97.4%), 加热过程中不断搅拌, 并及时补充水分, 保持总体积不变。将煮制好的混合液趁热经双层纱布过滤, 滤液置于 80 L 的离心管中, 冷却至 4℃。

3) 提取液 pH 值: 采用单因素试验设计, 将皮糜和蒸馏水按 1:5 (质量比) 混合, 等分成 4 份, 分别调节 pH 值至 3.0、5.0、7.0 和 9.0。煮沸并保持 60 min (为保证提取率在 90% 以上, 煮沸时间 60 min 时提取率最高达到 97.4%), 加热过程中不断搅拌, 并及时补充水分, 保持总体积不变。将煮制好的混合液趁热经双层纱布过滤, 滤液置于 80 mL 的离心管中, 冷却至 4℃。

4) 提取液盐浓度: 采用单因素试验设计, 将皮糜和蒸馏水按 1:5 (质量比) 混合, 之后添加不同量的氯化钠, 使盐浓度分别为 1%、2%、3% 和 4%, 煮沸并保持 60 min (为保证提取率在 90% 以上, 煮沸时间 60 min 时提取率最高达到 97.4%)。加热过程中不断搅拌, 并及时补充水分, 保持总体积不变。将煮制好的混合液趁热经双层纱布过滤, 滤液置于 80 mL 的离心管中, 冷却至 4℃。

5) 提取条件优化: 根据单因素试验结果, 采用正交试验设计 ( $L_9(4^3)$ ), 对盐浓度、pH 值和煮沸时间 3 个因素进行优化。具体因素和水平见表 1 (三因素三水平试验采用四因素三水平的正交设计表)。

表 1 四因素三水平正交设计表 ( $L_9(4^3)$ )

Table 1 Four factors and three levels of orthogonal design

试验序号	盐浓度/%	煮沸时间/min	pH 值	空列
1	2	30	4.0	
2	2	60	5.0	
3	2	90	6.0	
4	3	30	5.0	
5	3	60	6.0	
6	3	90	4.0	
7	4	30	6.0	
8	4	60	4.0	
9	4	90	5.0	

注: 空列为无试验因素组。

## 1.4 提取物凝胶的质构特性分析

### 1.4.1 质构分析

参照李俐鑫等人<sup>[12]</sup>法稍作修改。采用质构仪 (TAXT<sub>2i</sub>, 英国 Stable Micro Systems Ltd) 的 Texture Profile Analysis (TPA) 分析猪皮提取物凝胶的质构特性。

TPA 的测定过程是模仿人口腔咀嚼食物的运动过程, 测定结果包括: 硬度、脆性、弹性、凝聚性和胶黏性等, 在肉制品的评价中重点关注前三项指标。对本研究而言, 硬度、脆性、弹性等指标越大意味着猪皮提取物的质构特性越好。测定条件: 测前速度: 2.0 mm/s, 测中速度: 0.5 mm/s, 测后速度: 5.0 mm/s, 压缩距离: 5 mm, 两次下压间隔时间: 5.0 s, 探头类型: P5 (5 mm CYLINDER STAINLESS), 测定时环境温度: 10~15℃。

### 1.4.2 电镜观察

根据质构分析结果, 选取具有代表性 (质构特性最好、最差和中等) 的样品进行电镜观察。首先将各样品切成 1 cm×1 cm×1 cm 的方块, 置于 4% 戊二醛固定液中固定 72 h, 用磷酸缓冲液反复清洗样品表面的附着物, 再用 2%~3% 的戊二醛溶液固定 2 h, 清洗后用锇酸固定 1.5 h, 再用磷酸缓冲液清洗 3 次, 每次 10 min, 用 50%, 70%, 80%, 90% 的乙醇梯度脱水各 15 min, 100% 乙醇脱水 3 次, 每次 30 min, 用叔丁醇置换 3 次, 每次 30 min, 用冷冻干燥仪干燥样品, 用双面胶带将样品粘到样品台上, 用离子溅射仪给样品镀 10 nm 金膜, 然后进行扫描电镜 (日本日立, S-300N) 观察<sup>[13]</sup>。

### 1.5 统计分析

采用单因素方差分析法分析煮沸时间、pH 值、盐浓度及料液比对猪皮提取物凝胶质构 (硬度、脆性、弹性、凝聚性、胶黏性) 的影响。当  $P<0.05$ , 再采用多重比较法分析不同水平间的差异 (使用 SAS system for windows 9.0 软件)。对于方法的优化, 采用正交软件 (正交设计助手 II V3.1) 进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 煮沸时间的影响

不同煮沸时间时的提取率分别为 15 min (36.5%±4.2%), 30 min (73.8%±8.36%), 60 min (97.4%±4.36%), 90 min (94.11%±6.2%)。可见, 60 min 时原料中的粗蛋白基本被完全提取。因此, 下面各试验中的提取时间均选为 60 min, 这样就能保证在高提取率的基础上分析各条件下提取物的质构特性, 从而选取最佳的条件。

如表 2 所示, 煮沸时间对猪皮提取物物质构特性的各项指标均有显著影响 ( $P<0.01$ ), 60 min 以内, 猪皮凝胶的脆性、硬度和弹性随煮沸时间的延长而逐步增加, 60 min 之后硬度、脆性、弹性明显下降。而凝聚性随着煮沸时间的延长明显下降。煮沸 15~30 min 时, 胶黏性明显下降, 之后变化不大。上述变化主要与加热过程中胶原蛋白的热变性有关。皮糜中含有丰富的胶原, 胶原是具有共价键连接三股肽链的蛋白质, 结构紧密, 亲水能力较差, 在加热过程中胶原的三条螺旋肽链之间的氢键减弱, 逐渐解螺旋, 分子伸展, 然后是变性胶原蛋白分子的有规律地排列, 形成三维网状结构, 少量胶原蛋白就能够固定大量水, 具有良好的凝胶特性, 但 60 min

后继续加热，由于温度过高破坏了凝胶的三维网状结构，使交联减弱，Johnstone 等<sup>[14]</sup>研究胶原蛋白的热水提取时，发现由于热水提取过程导致了链内共价键数量减少，刚性结构减弱，从而引起溶液浓度的降低。这也是煮制时间过长导致质构特性不好的原因。由此，煮沸时间 60 min 时猪皮提取物的质构特性最佳。

表 2 煮沸时间对猪皮提取物质构特性的影响  
Table 2 Effects of cooking time on texture properties of pork skin extracts

质构特性	煮沸时间/min				P 值
	15	30	60	90	
脆性/g	15.75c	26.92b	34.23a	15.69c	<0.0001
硬度/g	16.61c	28.44b	42.77a	18.87c	<0.0001
弹性/g	0.91bc	0.98b	1.05a	0.90c	0.0006
凝聚性	0.688a	0.68ab	0.63b	0.52c	<0.0001
胶黏性	11.42a	0.68b	0.63b	0.52b	<0.0001

注：同一行中标有不同字母的表示差异显著。

## 2.2 料液比的影响

如表 3 所示，料液比对猪皮提取物凝胶的脆性和硬度有显著影响 ( $P<0.01$ )。随着料液比的降低，猪皮提取物的浓度下降，凝胶脆性和硬度均下降，其中料液比 1:4 和 1:6 之间变化幅度最大，达到 81%。料液比对猪皮提取物凝胶凝聚性和胶黏性有极显著的影响 ( $P<0.01$ )，随着料液比的降低，提取物凝胶的凝聚性和胶黏性先增加后下降。料液比对猪皮提取物凝胶的弹性无显著影响 ( $P>0.05$ )。胶原蛋白凝胶强度受溶液浓度的影响较大，在浓度较低的情况下不能形成凝胶，只有在浓度很高时才具有形成凝胶的能力。随着蛋白质浓度升高，蛋白分子间的距离缩短，增加了蛋白质间凝聚的机会，也提高了蛋白质与水分间相互作用的机会，凝胶中交联数目增加，使凝胶更稳固<sup>[15,16]</sup>。Ferry<sup>[17]</sup>报道，胶原的凝胶强度几乎与溶液浓度的平方成正比。随着胶原溶液浓度的增加，凝胶强度明显增大。从本试验来看，料液比介于 1:4 和 1:6 之间时质构特性较好，接近于香肠的脆性、硬度和弹性。

表 3 料液比对猪皮提取物质构特性的影响  
Table 3 Effects of ratio of skin to water on texture properties of pork skin extracts

质构特性	料液比（质量比）				P 值
	1:4	1:6	1:8	1:10	
脆性/g	126.56a	23.89b	17.12bc	7.14c	<0.0001
硬度/g	131.89a	24.82b	18.92bc	7.76c	<0.0001
弹性/g	1.043a	0.75a	0.83a	0.67a	0.3834
凝聚性	0.71b	0.90a	0.78ab	0.51c	0.0036
胶黏性	0.01d	22.76a	12.05b	6.18c	0.0036

注：同一行中标有不同字母的表示差异显著。

## 2.3 提取液 pH 值的影响

如表 4 所示，提取液 pH 值对猪皮提取物质构特性有显著影响 ( $P<0.01$ )。pH 值低于 5 时，猪皮提取物质构特性的各项指标随 pH 值升高而增加；pH 值高于 5 时，

质构特性的各项指标逐渐下降。胶原蛋白的等电点为 4.2，在偏离等电点时形成的凝胶较好，蛋白质的净电负荷增多，加强了蛋白质与水的相互作用，而减弱了蛋白质与蛋白质的相互作用<sup>[18,19]</sup>，有利于形成三维网状结构，提取充分，凝胶的保水性增加<sup>[20,21]</sup>，而提取液过酸或过碱都会导致胶原蛋白强烈变性<sup>[22]</sup>。因此，pH 5 时形成的凝胶效果最佳。

表 4 提取液 pH 值对猪皮提取物质构特性的影响  
Table 4 Effects of pH value on texture properties of pork skin extracts

质构特性	pH 值				P 值
	3	5	7	9	
脆性/g	11.66b	32.51a	16.81b	12.91b	0.0001
硬度/g	12.23b	39.54a	22.92b	17.83b	0.0026
弹性/g	0.71b	0.95a	0.83ab	0.69b	0.0449
凝聚性	0.47b	0.59a	0.49ab	0.44b	0.0286
胶黏性	5.69b	23.12a	11.29b	7.92b	0.0004

注：同一行中标有不同字母的表示差异显著。

## 2.4 盐浓度的影响

如表 5 所示，提取液盐浓度对猪皮提取物质构特性无显著影响 ( $P>0.05$ )。胶原蛋白在 0.10~0.15 mol/L 盐浓度下，具有较好的溶解性，此次试验根据实际生产需要选取的盐浓度 (0.17~0.68 mol/L) 超过了上述范围。因此，本试验中盐浓度对质构特性基本没有影响。

表 5 盐浓度对猪皮提取物质构特性的影响  
Table 5 Effects of salt concentration on texture properties of pork skin extracts

质构特性	盐浓度/ mol · L <sup>-1</sup>				P 值
	0.17	0.34	0.51	0.68	
脆性/g	26.11a	25.70a	27.49a	24.95a	0.7200
硬度/g	29.82a	27.53a	31.25a	28.28a	0.5908
弹性/g	0.98a	0.94a	0.97a	0.93a	0.1718
凝聚性	0.62a	0.64a	0.61a	0.63a	0.5605
胶黏性	18.66a	17.66a	16.83a	17.89a	0.5319

注：同一行中标有不同字母的表示差异显著。

## 2.5 正交试验结果

在正交试验中因要考虑到各因素间的相互作用，及食盐对口味的影响，把单因素试验中对质构影响不显著的盐浓度也作为一个因素进行考察，而料液比对猪皮提取物质构特性的影响规律很显著，为突出其他因素的影响效果而没有将其作为考察对象。

如表 6 所示，极差分析表明，pH 值对提取物凝胶的影响最大，其次是盐浓度，加热时间影响最小，这与单因素试验的影响程度不完全一致，可能是由于各因素间相互作用的结果。从结果来看，猪皮提取物质构特性的 5 项指标都是第 5 组（盐浓度为 3%，煮沸时间 60 min，pH 值为 6）最好。在此条件下 pH 值偏离等电点，使得胶原蛋白净电负荷增多，保证了适当的保水性，同时盐浓度是单因素试验中效果较好的，煮沸时间也是单因素试验时综合效果最佳的，这样，盐浓度为 3%，加热时间

60 min, pH 6 (第 5 组) 的条件下制备的猪皮提取物质构特性最佳。

表 6 猪皮提取物提取条件优化结果

Table 6 Optimized results for extraction conditions of pork skin extracts								
试验组	盐浓度 /%	时间 /mn	pH 值	脆性 /g	硬度 /g	凝聚性	弹性 /g	胶黏性
1	2	30	4.0	22.69	24.73	0.59	0.89	14.91
2	2	60	5.0	15.27	18.30	0.57	0.85	10.41
3	2	90	6.0	24.51	28.25	0.61	0.94	17.11
4	3	30	5.0	15.89	20.07	0.58	0.89	11.59
5	3	60	6.0	38.01	41.96	0.65	0.96	27.14
6	3	90	4.0	—	—	—	—	—
7	4	30	6.0	16.04	20.51	0.57	0.90	11.52
8	4	60	4.0	—	—	—	—	—
9	4	90	5.0	16.04	18.59	0.58	0.87	11.18
脆性均值 /g	1	20.82	18.21	7.56				
	2	17.96	17.76	15.73				
	3	10.69	13.52	26.19				
硬度均值 /g	1	23.76	21.77	8.25				
	2	20.67	20.09	18.98				
	3	13.03	15.61	30.24				
凝聚性均值	1	0.59	0.58	0.20				
	2	0.41	0.40	0.57				
	3	0.38	0.39	0.61				
弹性均值 /g	1	0.89	0.90	0.30				
	2	0.62	0.60	0.87				
	3	0.59	0.60	0.93				
胶黏性均值	1	14.14	12.68	4.97				
	2	12.91	12.52	11.06				
	3	7.57	9.43	18.59				
极差	脆性	10.13	4.69	18.62				
	硬度	10.73	6.16	21.99				
	凝聚性	0.21	0.19	0.41				
	弹性	0.31	0.29	0.64				
	胶黏性	6.57	3.25	13.62				

注 “—” 表示未测出。

如表 7 所示, 通过方差分析可以看出盐浓度对提取物的脆性、硬度、凝聚性及胶黏性影响显著, 对弹性的影响极显著; 煮沸时间对提取物的凝聚性和弹性影响极显著, 而对脆性、硬度和胶黏性影响不显著; pH 值对这 5 项指标影响都极显著。

表 7 正交试验方差分析结果

Table 7 Results of variance analysis for orthogonal experiments					
显著性	脆性	硬度	凝聚性	弹性	胶黏性
盐浓度	*	*	*	**	*
煮沸时间			**	**	
pH 值	**	**	**	**	**

2.6 微观结构观察

2.6.1 煮沸时间的影响

煮沸 15 min 时获得的提取物能形成网孔结构, 但网孔结构不均匀 (图 1a), 质构不佳 (表 2); 煮沸 60 min 时获得的提取物能形成均匀的三维网状结构, 网格大小适中, 网格中有粗丝状网格结构, 能维持其稳定及弹力, 凝胶结构稳定 (图 1b); 但煮沸时间更长时如 90 min, 获

得的提取物仍能形成凝胶, 但凝胶网络结构粗糙 (图 1c), 导致质构特性较差 (表 2), 因此煮沸时间 60 min 时形成的凝胶结构最好。

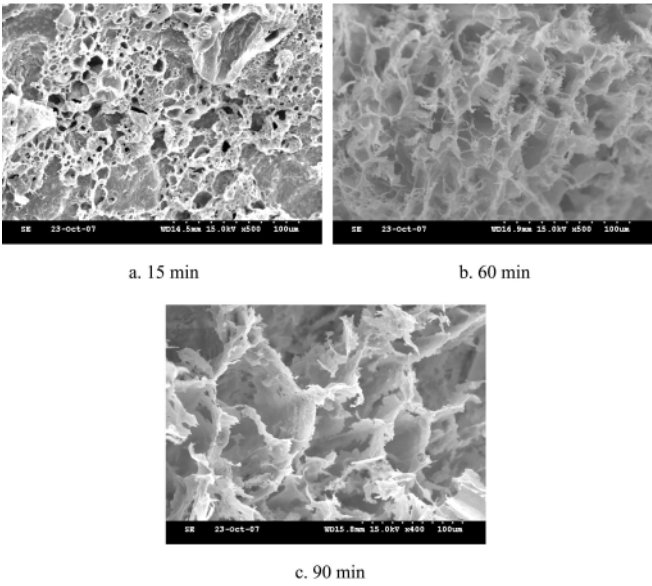


图 1 不同煮沸时间对猪皮提取物凝胶微观结构的影响

Fig.1 Effects of cooking time on gel microstructure of pork skin extracts

2.6.2 料液比的影响

随着料液比的下降, 形成的凝胶结构越来越不明显, 在料液比 1:5 的条件下形成凝胶结构 (图 1b), 有均匀的三维网状结构, 网格大小适中, 网格中有粗丝状网格交联, 能维持其稳定及弹力, 凝胶结构稳定; 但随着料液比的下降, 料液比 1:7 时形成的凝胶网格小且非常不均匀, 甚至有的部分不形成网格结构 (图 2a); 在料液比 1:9 时, 不形成网格结构, 凝胶不稳定, 质地松软 (图 2b)。由此可以看出随着料液比的降低, 即水的加入量增多, 使得蛋白质浓度降低, 不能充分的靠近并相互作用, 这与单因素试验中各条件下的质构特性影响一致。因此, 料液比为 1:5 时形成的凝胶结构最好。

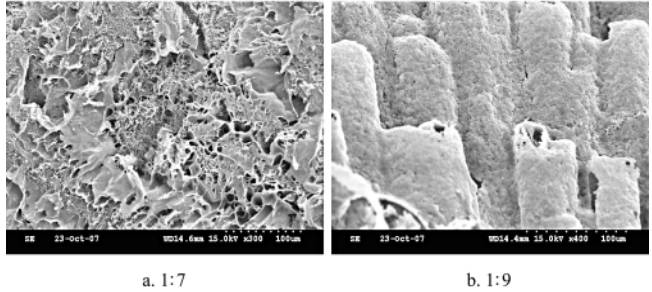


图 2 不同料液比对猪皮提取物凝胶微观结构的影响

Fig.2 Effects of ratio of skin to water on gel microstructure of pork skin extracts

2.6.3 pH 值的影响

pH=4 时由于过酸, 使得凝胶局部有很多不均匀的微丝网孔, 基本无凝胶特有的三维网状结构 (图 3a); pH 5 时形成的凝胶有均匀的三维网状结构, 并且大小适中,

在大网格中还有少量的微丝网格，但网格交联不够紧密（图 3b）；pH 6 时形成的凝胶有形状不规则的网孔，局部有细丝状网孔，但网格壁较薄。由此可以看出，在 pH 值 5~6 之间形成的凝胶结构较好（图 3c）。

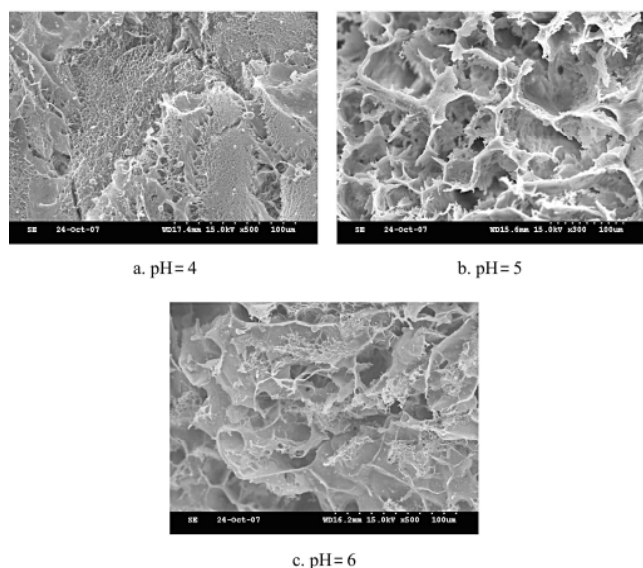


图 3 pH 值对猪皮提取物凝胶微观结构的影响

Fig.3 Effects of pH value on gel microstructure of pork skin extracts

#### 2.6.4 盐浓度的影响

由图 4 可知，盐浓度 2% 的提取条件下形成的凝胶有较均匀的网格结构，大小适中，但大网格中形成的交联结构过于紧密（图 4a）；盐浓度 3% 的提取条件下形成的凝胶有均匀的网格结构，大小适中，网格内有松散的小网格，有利于维持凝胶结构（图 4b）；盐浓度 4% 的提取条件下形成的凝胶有网格结构，但不是很均匀，网孔的壁较厚，有很多细丝状网孔，综合来看 3% 盐浓度的凝胶结构较好（图 4c）。

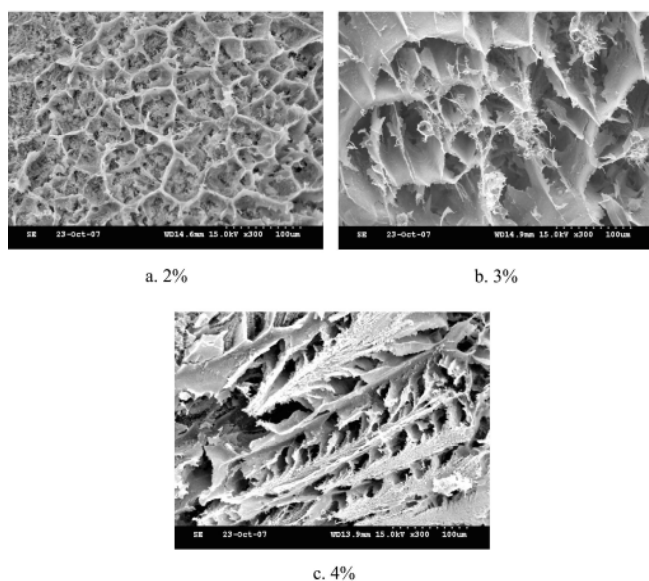


图 4 不同盐浓度对猪皮提取物凝胶微观结构的影响

Fig.4 Effects of salt concentration on the gel microstructure of pork skin extracts

#### 2.6.5 优化工艺条件的结果

盐浓度 3%，加热时间 60min，pH=6（正交试验 5，图 5a）的凝胶有较均匀的网格结构，网格大小适中，在网格内部有丝状物交联，维持凝胶的稳定；盐浓度 3%，加热时间 90 min，pH=4（正交试验 6，图 5b）的凝胶无网格结构，形成很多丝状网孔，并且很不均匀，这种结构硬度非常低，极不稳定，与质构分析中的正交试验结果一致。

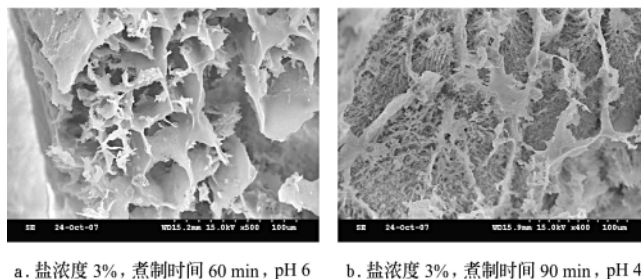


图 5 不同提取条件下的猪皮提取物凝胶微观结构比较

Fig.5 Comparison of gel microstructure of pork skin extracts under two different extraction conditions

### 3 结 论

1) 单因素试验表明煮沸时间、提取液 pH 值、料液比对猪皮提取物物质及其微观结构有显著影响，盐浓度对其影响不显著。

2) 单因素试验中煮沸时间 60 min 时猪皮中的蛋白质能够基本提取完全，煮沸时间 60 min、提取液 pH=5 和料液比为 1:5 时猪皮提取物的质构特性及微观结构分别最好。

3) 正交试验表明优化工艺条件为料液比 1:5，盐浓度为 3%，煮沸时间 60 min，pH=6 获得的提取物凝胶的质构特性及微观结构最好，对猪皮凝胶的制备具有指导作用。

在对猪皮提取物进行评价时应根据实际的需要及用途选取评价指标，如要将猪皮提取物添加到肉制品中作为添加剂时应以研究其质构特性为主，本文通过考察设定工艺条件下猪皮提取物的质构特性和微观结构，得出了最优的提取条件，为猪皮提取物的制备提供了指导，而将其添加到肉糜产品中的具体工艺有待于进一步的研究。

#### [参 考 文 献]

- [1] 李开雄, 赵志远, 刘 霞. 猪皮中胶原蛋白的提取及其应用[J]. 肉类研究, 1996, (4): 43—48.
- [2] Valkova V, Salakova A, Buchtova H, et al. Chemical, instrumental and sensory characteristics of cooked pork ham[J]. Meat Science, 2007, 77(4): 608—615.
- [3] Oscar Mendieta-Taboada, Paulo José do A Sobral, Rosemary A Carvalho. Thermomechanical properties of biodegradable films based on blends of gelatin and poly[J]. Food Hydrocolloids, 2008, 22(8): 1485—1492.
- [4] Ashley A Weiner, Marc C Moore, Amanda H Walker, et al. Modulation of protein release from photicrosslinked netw-



- orks by gelatin microparticles[J]. International Journal of Pharmaceutics, 2008, 360(1): 107—114.
- [5] Gomez Guillen M C, Turnay J, Fernandez diaz M D, et al. Structural and physical properties of gelatin extracted from defferent marine species:a comparative study[J]. Food hydrocolloids, 2002, (16): 25—34.
- [6] 郭兴凤, 张艳红, 陆惠, 等. 大豆分离蛋白凝胶制备和凝胶质构特性研究[J]. 肉类研究, 2005, 20(6): 44—47.
- [7] 胡二坤, 郭兴凤, 谭凤艳, 等. 猪皮中胶原蛋白的提取[J], 河南工业大学学报, 2006, 27(1): 50—53.
- [8] 李岩, 斑玉凤, 郭洪臣, 等. pH值渐变条件下双酶协同水解猪皮制备胶原蛋白寡肽的研究[J]. 食品科学, 2003, 24(7): 74—79.
- [9] 罗发兴, 薛新顺, 罗志刚. 酸溶液对猪皮中胶原蛋白溶出率的影响[J]. 中国酿造, 2006, (9): 9—11.
- [10] 王川, 李燕, 马志英, 等. 几种酶法从猪皮中提取原蛋白的对比研究[J]. 食品科学, 2007, 28(1): 201—204.
- [11] 杨铭铎, 张春梅, 李钢. 基于通电加热技术的猪皮凝胶工艺[J]. 食品与发酵工业, 2008, 34(2): 149—151.
- [12] 李俐鑫, 迟玉杰, 孙波. 蛋清蛋白质凝胶特性的研究[J]. 食品工业科技, 2007, 28(8): 57—63.
- [13] 林加涵, 魏文铃, 彭宣宪. 现代生物学试验[M]. 北京: 高等教育出版社, 施普林格出版社, 2000.
- [14] Tornberg E. Effects of heat on meat proteins – implications on structure and quality of meat products[J]. Meat Science, 2005, 70: 493—508.
- [15] 黄鸿兵, 徐幸莲, 周光宏. 兔骨骼肌肌球蛋白分子形成凝胶过程[J]. 食品科学, 2004, 15(7): 47—51.
- [16] 曾名勇, 张联英, 刘尊英, 等. 几种鱼皮胶原蛋白的理化特性及其影响因素[J]. 中国海洋大学学报, 2005, 35(4): 608—612.
- [17] Ferry J D. Mechanical prop-erties of substances of high molecular weight. Rigidities of gelatin gel: dependence on concentration temperature and molecular weight [J]. J Am Chem Soc, 1984, 70: 2244—2249.
- [18] 李继红, 彭增起. 鸡胸肉盐溶蛋白质热诱导凝胶保水性的研究[J]. 肉类工业, 2004(8): 26—28.
- [19] Soung-Hun Cho, Michael L Jahncke, Koo-Bok Chin, et al. The effect of processing conditions on the properties of gelatin from skate (Raja Kenoei) skins[J]. Food Hydrocolloids, 2006, 20: 810—816.
- [20] Lan Y H, Sebranek J G. Functional protein component in lean finely textured tissue from beef and pork[J]. Food Sci, 1996, 61(6): 1155—1159.
- [21] Samejima K, Egelanddsal B, Fretheim K. Heat gelation properties and protein extractibility of beef myofibrils[J]. Food Sci, 1985, 50: 1540—1543.
- [22] 永井裕, 藤本大三郎. 胶原蛋白实验方法[M]. 上海: 上海中医院出版社, 1988.

## Effects of technology conditions on texture properties and microstructure of pork skin extracts

Tang Lin<sup>1</sup>, Li Chunbao<sup>1\*</sup>, Hu Yuxiang<sup>1</sup>, Dong Yuyu<sup>1</sup>, Shi Xiaoyuan<sup>1</sup>, Xu Xinglian<sup>1</sup>

(Key Lab of Food Processing and Quality Control, Ministry of Agriculture, Key Lab of Meat Processing and Quality Control, Ministry of Education, College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

**Abstract:** In order to create conditions for application of pork skin extracts in meat processing, the effects of different extraction conditions such as cooking time, ratio of skin to water, pH value, and salt concentration on texture properties and microstructure of pork skin extracts were conducted by single factor experiments. Then the orthogonal design was used to optimize the extraction conditions. The results of single factor experiments show that cooking time, ratio of skin to water and pH value have significant effects on textural properties and microstructures of pork skin extracts, but salt concentration has no significant effects on those. The property of the gel extracted under the conditions of cooking time 60 minutes, ratio of skin to water 1 : 5, and pH5 is the best. The results of orthogonal experiments show the optimal extraction conditions are as follows: ratio of skin to water 1 : 5, salt concentration 3%, cooking time 60 minutes and pH6.

**Key words:** extraction, texture, microstructure, pork skin