

基于通电加热技术的猪皮胨凝胶工艺

杨铭铎, 张春梅, 李 钢

(哈尔滨商业大学中式快餐研究发展中心博士后科研基地, 黑龙江哈尔滨, 150076)

摘 要 利用猪皮为主要原料, 采用通电加热的方法研制出皮胨凝胶。文中主要研究了: (1) 以不同食盐添加量、不同电压条件下对皮胨汤汁加热速率和电导率的影响; 通电加热制成的皮胨凝胶与传统工艺制作而成的皮胨凝胶在物理特性及成胨微观结构方面的比较; 并在实验的基础上进行了猪皮胨凝胶通电加热技术的深层次数据挖掘。结果表明: 随着食盐浓度的升高及电压强度的增强, 皮胨汤汁加热速率越快, 即皮胨凝结速度越快; (2) 通电加热技术制作的皮胨凝胶其弹性、韧性、滑爽程度优于传统工艺制作而成的皮胨凝胶, 且其保水性和强度都得到了提高。

关键词 通电加热, 猪皮胨凝胶, 数据挖掘

食品的通电加热作为一种新型的食品加工手段, 近年来在食品加工领域中越来越受到广泛的关注。猪皮约占猪胴体的 10% 左右, 其蛋白质量为 21.6%, 比瘦肉 (含蛋白质 16.7%) 高。其主要成分是角蛋白、白蛋白、球蛋白、弹性蛋白、胶原蛋白及少量肌红蛋白等, 属于结缔组织。其中胶原蛋白对人体的皮肤、筋膜、软骨、骨骼具有重要的生理作用^[1]。

传统制作猪皮胨的工艺主要是采用煮制的方法, 耗时长并且浪费能源^[2]。本实验以猪皮为主要原料, 采用通电加热的方法研制出皮胨凝胶, 制作过程快速简便, 同时对通电加热过程中猪皮胨的相关品质进行了测定。本研究为将猪皮综合利用开发成为名优小吃, 为工业化大生产提供了一个很好的开发前景。

1 试验材料与方法

1.1 材料与仪器

主要材料: 猪肉皮 (市售), 蒸馏水, 食盐 (市售)。

主要仪器: 通电加热装置 (自行设计制造^[2]), 扫描电子显微镜 (H430 型、日本日立公司), 质构分析仪 (TAXT2i 型、英国质构技术公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 通电加热技术制备猪皮胨凝胶和传统工艺生产的工艺流程

(1) 传统工艺生产猪皮胨工艺流程

原料→预煮 10 min→整形→加水熬制→冷凝成型→成品

(2) 通电加热技术制备猪皮胨凝胶工艺流程

原料→预煮 10 min→整形→通电加热→成品

通过 2 种工艺流程的比较可知, 在传统工艺制造过程中, 加水熬制凝胶在中火下约需 2 h 左右, 不仅浪费时间, 更增加了能源成本, 在后续工艺中还需经过冷却成型阶段; 而采用通电加热技术制备猪皮胨凝胶, 在适宜的条件下 (在文章后续部分进行讨论), 约需 3 min 就可完成整个过程, 大大降低了能耗, 并且成品品质也优于传统工艺制作而成的猪皮胨凝胶。

1.2.2 不同食盐添加量对皮胨汤汁加热速率和电导率的影响

将猪皮在沸水中预煮 10 min 以去除猪皮表面油脂, 将煮好的猪肉皮切成 5 cm、宽 2 cm 的细丝, 采用猪皮与蒸馏水质量比为 1:2 加入容器中, 在电压为 100 V 条件下, 以猪皮和蒸馏水混合物的总量为基础, 分别添加 0.8%、0.6%、0.4%、0.2% 的食盐, 进行通电加热实验, 总量为 1 200 g。每隔 10 s 记录 1 次温度, 每隔 10℃ 纪录 1 次电流, 并利用公式计算出电导率。

1.2.3 电压对皮胨汤汁加热速率和电导率的影响

将猪皮在沸水中预煮 10 min 以去除猪皮表面油脂, 将煮好的猪肉皮切成 5 cm、宽 2 cm 的细丝, 采用猪皮与蒸馏水质量比为 1:2 加入容器中, 添加 0.6% 的食盐, 总量为 1 200 g, 在电压分别为 50、100、140、220 V 条件下进行通电加热实验。每隔 10 s 记录 1 次温度, 每隔 10℃ 纪录 1 次电流, 并利用公式计算出电导率。

1.2.4 通电加热制成皮胨凝胶与传统工艺物理特性的检测与比较

第一作者: 博士, 教授。

收稿日期: 2007-12-10, 改回日期: 2007-01-29

1.2.4.1 柔嫩度检测依据

用柔嫩度测试仪测试凝胶的柔嫩度。将凝胶切割成(1×1×1)cm块状,以被机械切割刀切开时的切割力或剪切阻力(g/cm^2)来判定凝胶体的柔嫩度。剪切阻力值越小,凝胶的干物质含量越少,也就越柔嫩。

1.2.4.2 弹性测试依据

用凝胶压缩仪测试凝胶的压缩高度(cm)和压缩强度(g/cm^2)来判定凝胶的弹性。其数值是定量切割成(2×2×2)cm的凝胶在压缩力的作用下,凝胶刚好被压迫时的压缩高度和压缩强度的大小。凝胶的压缩高度和所承受的压缩强度越大则弹性越好。

1.2.4.3 韧性测试依据

用食品流变仪测试凝胶的拉伸长度(cm)和拉伸强度(g/cm^2)来判定凝胶的韧性。其数值是定量切割成(1×1×5)cm的凝胶在拉伸引力的作用下,凝胶刚好被拉断裂时的拉伸长度和拉伸强度的大小。拉伸长度和所承受的拉伸强度越大则弹性越好。

1.2.4.4 皮胨凝胶物理特性检测方法

将通电加热后的皮胨汤汁在常温下放置形成的皮胨凝胶及市售皮胨凝胶,每个样品准确称取350 g,分别在20、10℃的环境中测试其物理特性。

1.2.5 通电加热制成皮胨与传统工艺成胨微观结构的比较

取通电加热煮制20 min后的皮胨汤汁,冷却后制成皮胨,将通电加热制成的皮胨凝胶与传统工艺制成的皮胨凝胶在真空冷冻干燥机中进行干燥,将冻干后的凝胶沿中心横切成薄片,对其进行电镜扫描观察,比较2种加热方式下皮胨凝胶微观结构的变化,通过比较得出通电加热制成皮胨凝胶的优越性。

1.2.6 猪皮胨凝胶通电加热技术的深层次数据挖掘

为了深入研究通电加热技术在凝胶类食品应用过程中的效果,本文对猪皮胨凝胶这种物质进行综合考虑,收集其实验数据,并进行趋势面分析,试图得到其在通电加热过程中的主要影响因素及其影响程度。

2 结果与讨论

2.1 食盐添加量对皮胨汤汁加热速率和电导率的影响

在电压为100 V条件下,不同食盐浓度对皮胨汤汁的加热速率和电导率的影响如图1、图2所示。

由图1可以看出,当食盐浓度为0.8%时,皮胨汤汁的加热速率为51.3℃/min,当食盐浓度为0.2%

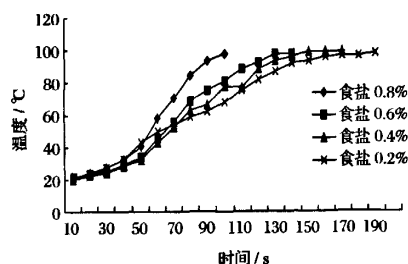


图1 不同食盐浓度条件下皮胨汤汁温度随时间的变化
时,皮胨汤汁的加热速率为25.9℃/min,可见,食盐浓度越高加热速率越快。图2可以看出,食盐浓度对电导率的影响很大,电导率随食盐含量的增大而增大,并且食盐含量较高时(0.8%),电导率变化明显,食盐含量较低时(0.2%),电导率变化较平缓。这主要是由于食盐含量高时,溶液中的导电粒子增加的缘故。

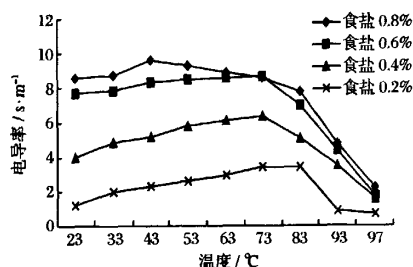


图2 不同食盐浓度条件下皮胨汤汁电导率随温度的变化
2.2 不同电压对皮胨汤汁加热速率和电导率的影响
在食盐含量为0.6%的条件下,不同电压对皮胨汤汁加热速率和电导率的影响如图3、图4所示。

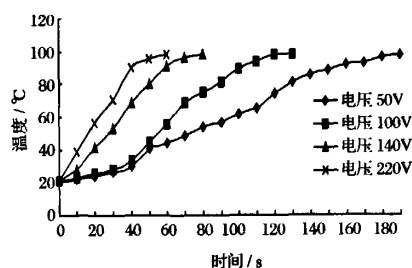


图3 不同电压条件下皮胨汤汁温度随时间的变化规律

由图3可以看出,当电压为220 V时,皮胨汤汁的加热速率为76.9℃/min,当电压为50 V时,皮胨汤汁的加热速率为23.5℃/min,可见,电压越高,加热速率越快。图4可以看出,电压对皮胨汤汁的电导率影响很大,随着电压的增大,皮胨汤汁的电导率呈下降趋势。这主要是由于在高电压条件下,猪皮汤汁

中的胶原蛋白迅速形成凝胶,阻碍了导电粒子的运动,从而使皮豚汤汁的电导率下降^[3,4]。

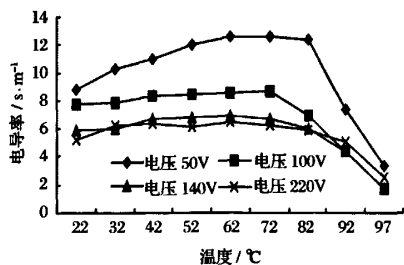


图4 不同电压条件下皮豚汤汁电导率随温度的变化

2.3 通电加热制成皮豚凝胶与传统皮豚凝胶物理特性的比较

2种不同皮豚凝胶物理特性比较结果见表1。

表1 猪皮豚凝胶物理特性检测分析结果

凝胶类型	温度/°C	柔嫩度 剪切力 /g·cm ⁻²	弹性		韧性	
			压缩 高度 /cm	压缩 强度 /g·cm ⁻²	拉伸 长度 /cm	拉伸 强度 /g·cm ⁻²
传统市售皮豚凝胶	20	100	1.0	2 200	0.8	110
传统市售皮豚凝胶	10	108	1.0	2 220	0.8	111
通电加热皮豚凝胶	20	141	1.6	2 509	2.2	92
通电加热皮豚凝胶	10	298	1.4	3 230	2.4	232

从表1中数据可知,传统工艺制作的皮豚凝胶,受热无可逆性,并且由于加热时间长使其营养价值降低。其凝胶物理特性在10~20℃的柔嫩度、弹性、韧性不受温度的变化而变化。而通电加热制成的皮豚凝胶在拆除压力后可完全恢复到原来的状态,属于完全弹性凝胶。在压力或拉力的作用下凝胶的屈服点和断裂点相距很远,因此通电加热制成的猪皮豚属于延性断裂。与传统工艺制作的凝胶相比,其弹性、韧性要好得多,其滑爽程度也比传统工艺制作的皮豚凝胶要强。并且随温度的升高,凝胶所承受的剪切力降低,即柔嫩度增加,单位面积能承受的压力降低,能承受的抗断裂能力降低^[5]。

2.4 通电加热工艺与传统工艺制成凝胶微观结构的比较

2种工艺制作的凝胶微观结构见图5、图6。由图5可以看出,由传统工艺制作的皮豚凝胶保水性很低,凝胶网状结构粗糙、疏松、不均匀、有团状结构出现,且蛋白质交联。而通过图6可以看出,通电加热技术制作的皮豚凝胶保水性较好,组织状态也相对较好,凝胶的网格比较均匀、细致、蛋白质平滑。通过对图5、图6的分析可知,皮豚凝胶的三维立体网状空

间结构和其凝胶的制备工艺有着直接的关系,而网状结构又影响着凝胶的保水性和流变性等特性^[6]。由通电加热技术制作的皮豚凝胶,其功能性蛋白较多,网络蛋白束较粗,形成的蛋白质三维立体网状结构均匀、致密,其凝胶可以固定大量的水分,保水性和强度得到提高^[7]。

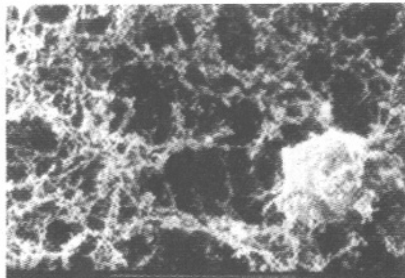


图5 传统工艺制作凝胶扫描电镜照片

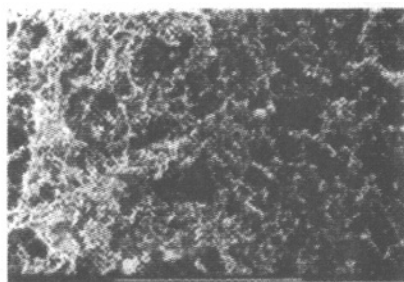


图6 通电加热制作凝胶扫描电镜照片

2.5 猪皮豚凝胶的通电加热实验数据的收集及其处理

根据猪皮豚凝胶的通电加热内容,本实验主要考虑了温度、食盐浓度、电压3个影响因素并设计随机实验,具体实验结果如表2所示。

对该实验进行趋势面分析,得到的回归方程为:

$$y = 882.676 - 0.5427x_1 - 0.0026x_1^2 - 16.8331x_2 + 0.0806x_2^2 - 0.0167x_3 - 0.0002x_3^2 + 0.0078x_1x_2 + 0.0003x_1x_3$$

$$R^2 = 0.9269, R_{adj}^2 = 0.910655, SS = 24.31127, MS = 38.53289, F = 57.05930$$

其中: y 为电导率(s/m), x_1 为温度(°C), x_2 为食盐浓度(%), x_3 为电压(V)。

从实验分析结果中可以看出,食盐浓度对猪皮豚凝胶电导率的影响是比较显著的,其次是温度。

表 2 猪皮豚凝胶通电加热实验数据

处理号	温度/℃	食盐浓度/%	电压/V	电导率/ $s \cdot m^{-1}$
1	25	0.1	50	8.575
2	25	0.2	80	7.7
3	25	0.4	100	6.2
4	25	0.6	150	3.937 5
5	25	0.8	200	1.225
6	35	0.1	50	8.75
7	35	0.2	80	7.875
8	35	0.4	100	7.2
9	35	0.6	150	4.812 5
10	35	0.8	200	2.012 5
11	45	0.1	50	9.625
12	45	0.2	80	8.312 5
13	45	0.4	100	7.8
14	45	0.6	150	5.162 5
15	45	0.8	200	2.275
16	55	0.1	50	9.32
17	55	0.2	80	8.487 5
18	55	0.4	100	8
19	55	0.6	150	5.775
20	55	0.8	200	2.625
21	65	0.1	50	8.9
22	65	0.2	80	8.575
23	65	0.4	100	8.1
24	65	0.6	150	6.125
25	65	0.8	200	2.975
26	75	0.1	50	8.6
27	75	0.2	80	8.662 5
28	75	0.4	100	8.2
29	75	0.6	150	6.387 5
30	75	0.8	200	3.412 5
31	85	0.1	50	7.8
32	85	0.2	80	7
33	85	0.4	100	6.8
34	85	0.6	150	5.075
35	85	0.8	200	3.412 5
36	95	0.1	50	4.8
37	95	0.2	80	4.375
38	95	0.4	100	5
39	95	0.6	150	3.5
40	95	0.8	200	0.875
41	98	0.1	50	2.23
42	98	0.2	80	1.75
43	98	0.4	100	1.5
44	98	0.6	150	1.575
45	98	0.8	200	0.7

3 结 论

(1) 食盐浓度、电压越高,皮豚汤汁加热速率越快,同时,电导率随食盐含量的增大而增大,随电压的升高呈下降趋势。

(2) 通电加热制成的皮豚凝胶在拆除压力后可完全恢复到原来的状态,属于完全弹性凝胶。而且,由通电加热技术制作而成的皮豚凝胶,其蛋白质三维立体网状结构均匀、致密,凝胶可以固定大量的水分,保水性和强度都得到了提高。可见,猪皮豚凝胶的通电加热技术研究具有很好的应用前景。

(3) 在实验的基础上最终建立的通电加热制作皮豚凝胶的数学模型为:

$$y = 882.676 \ 1 - 0.542 \ 7x_1 - 0.002 \ 6x_1^2 - 16.833 \ 1x_2 + 0.080 \ 6x_2^2 - 0.016 \ 7x_3 - 0.000 \ 2x_3^2 + 0.007 \ 8x_1x_2 + 0.000 \ 3x_1x_3$$

从实验分析结果中可以看出,实验中各数据相关度较好,实验结果较为准确,可以比较准确地反应出通电加热技术在猪皮豚凝胶中的应用情况,其中系数为每个因素对电导率的影响作用与程度。

随着科学技术的进步,食品物料的热处理过程也在向着高效率、低能耗、高品位方向发展。但如何进一步降低能耗,提高加工品位,仍是技术改进的焦点^[8]。但随着通电加热技术的出现,这一问题有望得到解决。通电加热技术是利用电流通过物料时在物料内部产生焦耳热,从而达到加热的目的,由于不受物料厚度的限制,并且加热均匀,通电加热技术将受到人们的广泛关注^[9]。

参 考 文 献

- 1 赵连友. 中国饮食文化[M]. 北京:中国铁道出版社,1997
- 2 杨铭铎,邓云. 食品的通电加热技术研究[J]. 食品科学,2000,12:146~155
- 3 Wang W C, Sastry S K. Changes in electrical conductivity of selected vegetables during multiple thermal treatment [J]. Journal of Food Process Engineering, 1997 (20): 499~516
- 4 Yanyun Zhao, Edward Kolbe. A method to characterize electrode corrosion during ohmic heating [J]. Journal of Food Process Engineering, 1999, (22): 81~89
- 5 李修渠,李里特. 肉的电导率研究[J]. 肉类工业,2001, 12:19~22
- 6 Sudhir K. Sastry, Jeffrey T Barach. Ohmic and inductive Heating[J]. Journal of Food Science65, 2000 (4):42~46
- 7 Ljamieson, Pwillamson. The potential of electro- technologies for processing of foods [J]. Food Science and Technology Today, 1999. 2: 13
- 8 陈霞,杨铭铎. 通电加热技术及其在食品加工中的应用 [J]. 哈尔滨商业大学学报,2003(6):700~704
- 9 李修渠. 通电加热在食品加工中的应用[J]. 食品科技, 2001,6:10~13

(下转第 156 页)

- 10 姚 成, 叶爱英, 徐永林, 等. 一种从植物油沥青中提取植物甾醇的方法[P]. CN, 1807444. 2006-07-26
- 11 李晓光, 王三永, 李春荣, 等. 植物油沥青或塔尔油沥青中提取植物甾醇的方法[P]. CN, 1301704. 2001-07-04
- 12 蒙哥马利著 D C. 汪仁官, 陈荣昭译. 实验设计与分析(第三版)[M]. 北京: 中国统计出版社, 1998. 591~640
- 13 姜绍通, 邵 平, 潘丽军. 菜籽油脱臭馏出物中甾醇分离的甲酯化过程优化研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(2): 164~167
- 14 王 军, 王 敏, 于智峰, 等. 基于响应曲面法的苦荞麸皮总黄酮提取工艺优化[J]. 农业机械学报, 2007, 38(7): 205~208
- 15 Cunha S S, Fernandes J O, Oliveira M B. Quantification of free and esterified sterols in Portuguese olive oils by solid-phase extraction and gas chromatography-mass spectrometry[J]. Journal of Chromatography A, 2006, 1128(1~2): 220~227
- 16 陈茂彬, 吴谋成. 混合植物甾醇标样的精制及其在分析中的应用[J]. 食品科学, 2004, 25(07): 125~128

Optimization of Extraction of Sterols in Plant Pitch by Response Surface Methodology

Lu Dingqiang¹, Wu Yashuang¹, Chen Jianhui²,
Duan Liu¹, Ling Xiuquan¹

1(State Key Laboratory of Materials-Oriented Chemical Engineering, College of Life Science and Pharmaceutical Engineering, Nanjing University of Technology, Nanjing 210009, China)
2(Zhejiang Medicine Co. Ltd., Shaoxing 312500, China)

ABSTRACT Study was made on extracting sterol from plant oil pitch. Response surface methodology was applied to investigate the effects of the ratios of solution to solid, extraction temperature and time on the extraction yield of sterols. And a mathematical regression model for extraction of sterols was presented. Results showed that the optimal extraction parameters were :the ratio of solution to solid 10.4 : 1, 2.5h, at 50℃. Under those conditions, the predicted extraction yield of sterols was 77.53%, which was very close to real value. This extraction process was simple and feasible with high extraction yield which met the industrial requirements.

Key words plant oil pitch, sterols, response surface methodology, extraction

(上接第 152 页)

The Application of Ohmic Heating Technology on the Processing of Ping Skin Gelatin

Yang Mingduo, Zhang Chunmei, Li Gang

(Chinese Style Fast Food and Development Center of Har Bin Commerce University of
Postdoctoral Programme, Harbin 150076, China)

ABSTRACT The ohmic heating technology can make the heating equally, faster, easy controlling and high efficiency. The processing of pig skin gelatin by this method was simple and easy to operate. The different dosage of salt and voltage's influence on heating speed and conductivity of the pigskin peptone gelatin juice was studied. The physical property as well as microscopic structure of the skin peptone gelatin made by circular telegram heating and traditional process was compared. The result indicated that, as the salt density or the voltage increase, the heating speed increased. Meanwhile, the conductivity of pigskin peptone gelatin juice increased along with the salt content, and decreases along with the voltage increase; Compared with the traditional process, its elasticity, toughness, smooth degree and water retention property and the intensity were improved; Based on the experimental data, a model which served as the foundation of the ohmic heating of the pigskin gelatin was established.

Key words ohmic heating, the pigskin gelatin, data process