

超细粉碎盐焗鸡骨泥 流变学特性的研究

蔡蕊¹,周厚源¹,李汴生^{1*},阮征¹,郭伟波²,林光明²

(1.华南理工大学轻工与食品学院,广东广州 510640; 2.广东无穷食品有限公司,广东饶平 515726)

摘要:采用R/S+型数字流变仪对不同温度(10、25、40、55、70、85℃)下不同粒径水平(A1、A2、A3、A4平均粒径分别为51.722、62.276、70.654、81.675μm)的超细粉碎盐焗鸡骨泥的流变特性进行研究。结果表明,鸡骨泥为非牛顿流体,典型的剪切变稀,具有屈服应力。A1、A2、A3、A4四种鸡骨泥分布中随着大颗粒的逐渐增多,平均粒径的增大,鸡骨泥粘度下降,触变性先减弱(A1~A2)后趋于平缓(A2~A4),屈服应力先增大(A1~A2)后减小(A2~A4);随着温度的升高,鸡骨泥粘度和屈服应力下降,触变性无显著变化。

关键词:超细粉碎,盐焗鸡骨泥,粒径,温度,流变学特性

Study on rheological properties of superfine-smashed salt-baked chicken bone paste

CAI Rui¹, ZHOU Hou-yuan¹, LI Bian-sheng^{1*}, RUAN Zheng¹, GUO Wei-bo², LIN Guang-ming²

(1.College of Light Industry and Food Sciences, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;

2.Guangdong Wuqiong Food Co., Ltd., Raoping 515726, China)

Abstract: Rheological properties of superfine-smashed salt-baked chicken bone paste were studied at different temperature (10, 25, 40, 55, 70, 85℃) and different particle size (A1, A2, A3, A4 which average particle size was 51.722, 62.276, 70.654, 81.675μm) by the R/S+ Rheometer. The result showed that the chicken bone paste was non-Newtonian and exhibited typical shear-thinning behavior and yield stress. The distribution of large particles increased in the four kinds of chicken bone paste, the viscosity of chicken bone paste decreased with the average particle size increasing. The thixotropy declined (A1~A2) first, then changed slightly with the average particle size increasing (A2~A4), yield stress first increased (A1~A2) then declined (A2~A4). As the temperature increased, the viscosity and yield stress of chicken bone paste decreased, while no significant change in thixotropy.

Key words: superfine-smashed; salt-baked chicken bone paste; particle size; temperature; rheological properties

中图分类号: TS201.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2012)07-0112-04

鸡骨是一种由蛋白质和钙(主要是羟磷灰石)组成的网状结构,含有蛋白质、脂肪、矿物质、骨胶原以及维生素等,尤其是钙磷比接近2:1,是适合人体吸收的最佳比例,是理想的天然钙源^[1]。目前对鸡骨骼利用率很低,主要是因为骨骼硬度较高,不易加工,普通方法无法提高骨中钙的利用率^[2]。超细微粉碎既不破坏营养物质,又能提高钙的吸收。超细微粉体具有独特的物理和化学性质,如良好的溶解性、分散性和化学活性等^[3-4]。骨泥是我国近年来开辟的食品源,骨泥中含有丰富的矿物质,其游离的氨基酸和钙可被人体直接吸收^[5]。且骨泥可作为肉类的代替品,其

营养成分要比肉类丰富^[6]。广东特色盐焗鸡生产过程中的副产物—盐焗鸡骨(架),具有盐焗风味浓郁,成本低,营养组分(尤其是骨钙质)含量较高等特点,可加工为鸡骨泥,填充到火腿肠等食品中^[7],不仅能变废为宝,也能提高食品的营养价值。在实际生产过程中,鸡骨泥的生产是一个复杂的过程,生产和运输受到很多因素的影响,而流变特性是其中一个重要的因素^[8]。夏杨毅在猪骨的研究中发现,在10~40℃下,骨泥粘度随着温度升高而降低,相同温度下含水量越高,粘度越低,而骨泥粘度随着粒度的减小而不断增加^[9]。刘小玲等人研究鸡骨明胶的流变特性,发现0.5%鸡骨明胶为塑性流体,2%的鸡骨明胶的粘度与温度的关系符合Arrhenius模型^[10]。本文通过探讨鸡骨泥流变参数随温度、粒度的变化规律,力求在探索鸡骨泥生产工艺、设计设备及管道的布置、控制产品的品质、提高产品的稳定性、评价鸡骨泥的感官等方面

收稿日期:2011-07-25 * 通讯联系人

作者简介:蔡蕊(1987-),女,在读硕士,研究方向:食品加工与保藏。

基金项目:广东省教育部产学研结合项目(2009B090300002)。

提供指导意义。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

盐焗鸡骨架 广东无穷食品有限公司提供。

JS12型绞肉机 广东恒联食品机械有限公司;
JML50型胶体磨 上海市贤华集团;SYQ-DSX-280B
手提式不锈钢压力蒸汽灭菌器 上海中安医疗器械
厂;R/S+型数字流变仪 美国Brookfield公司;CX31
型奥林巴斯生物显微镜 配有奥林巴斯数码成像装
置及spot测量软件,日本奥林巴斯株式会社。

1.2 制备工艺

原料冻鸡骨架→解冻→切块→高温蒸煮软化(骨水比1:2,
121℃,30min)→粗粉碎→胶体磨磨制→超细骨泥→4℃冷藏

1.3 实验方法

1.3.1 实验设计 以相同的高温蒸煮软化、粗粉碎
和胶体磨磨制等生产条件为基础,通过控制胶体磨
动静磨片间距调节四种不同磨制孔径(A1、A2、A3、
A4),将粗粉碎骨渣分别配制相同质量、相同浓度
在四种不同的胶体磨孔径下磨制相同的时间,得到
四种不同粒度水平的同一浓度的超细盐焗鸡骨泥。
采用单因素实验,通过显微照相直观地表现鸡骨泥
粒径的大小,并统计其分布情况,通过仪器测定不同
温度条件下鸡骨泥的流变学特性,研究不同粒度和
不同温度对鸡骨泥流变学特性的影响。

1.3.2 盐焗鸡骨泥粒度表现特性的测定 将实验制
得的鸡骨泥样品制成玻片进行显微观察并照相,放
大倍数为100倍,直观地分析不同研磨孔径对鸡骨泥
粒度大小及分布的影响。从骨粒的显微照片中数出
100颗轮廓可辨的颗粒,用粒度测量软件测量求出平
均粒径,作为颗粒粒径,并统计粒径分布范围。

1.3.3 盐焗鸡骨泥流变学特性的测定 采用R/S+型
流变仪,选择同轴圆柱测量系统,同轴圆心套筒杯和
CC48转子,测定流变特性。触变性测定:剪切速率从
100s⁻¹增加到2000s⁻¹,再从2000s⁻¹减小到100s⁻¹,完成
一次循环,测定鸡骨泥剪切应力随剪切速率的变化;
粘度测定:剪切速率100~2000s⁻¹,测定鸡骨泥粘度随
剪切速率的变化;屈服应力测定:剪切应力0~100Pa,
测定鸡骨泥剪切速率随剪切应力的变化。

2 结果与讨论

2.1 不同孔径磨制骨泥的粒度表征

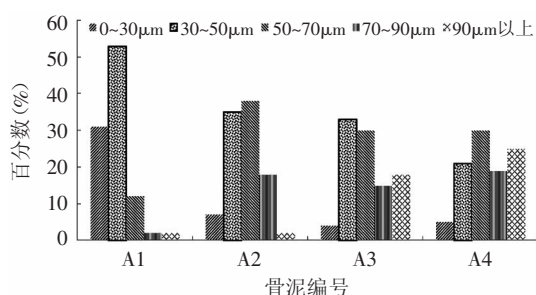


图1 不同孔径磨制鸡骨泥的粒径分布

Fig.1 Granularity distribution of chicken bone paste in different milling apertures

胶体磨细磨是骨泥制作过程中的关键环节,通

过控制胶体磨孔径可以得到不同粒度水平的骨泥,
本实验所得四种骨泥(A1、A2、A3、A4)的粒径分布如
图1所示,A1骨泥平均粒径最小为51.722μm,粒径分
布主要集中在0~50μm,占84%,70μm以上颗粒分布
极少,仅为4%;A2骨泥平均粒径增大到62.276μm,0~
50μm 粒径分布减少到42%,50~90μm粒径分布增加
到56%,90μm以上颗粒仍较少,仅2%;A3骨泥90μm
以上分布显著增大到18%,平均粒径增大至
70.654μm;A4骨泥分布中小颗粒继续减少,70μm以
上的粒径分布增大到44%,平均粒径增至81.675μm。

2.2 不同粒度对骨泥流变特性的影响

2.2.1 不同粒度对骨泥触变性的影响

由图2可以看出,鸡骨泥的流变曲线为一条凸向
剪切应力轴的曲线,且随着剪切速率的增大(上升
线)和减小(下降线)这样一个循环,形成了一个滞回
环,表明了骨泥的粘度会随着时间的变化而发生改
变,并且剪切速率减慢时的曲线在剪切速率增加时
的曲线下方,这些现象表明鸡骨泥是一种触变性流
体。滞回环面积大小不同,主要反映物系内部结构受
到剪切破坏后的恢复程度不一致,结构恢复所需时
间愈长,滞回环的面积愈大^[9]。A1骨泥的触变环较
大,A2、A3、A4均有减小,但是差别并不明显,可能
是由于A1骨泥的粒度较小,胶体颗粒更容易形成网
状结构,网状结构较难破坏,一经破坏则很难恢复,
滞回环的面积越大,触变性越大,而A2、A3、A4骨泥
均有70μm以上的大颗粒存在,大颗粒与大颗粒之间
较难聚集,网状结构相对难以形成和稳定,滞回环的
面积较小,触变性较小,但三者的差异并不显著。

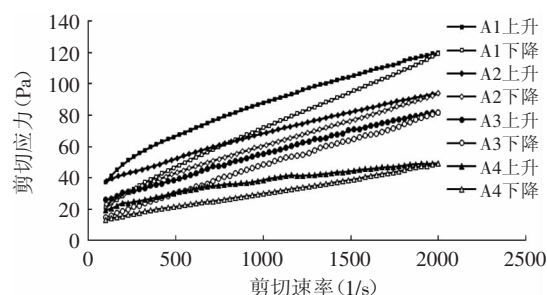


图2 25℃不同粒径骨泥的触变性

Fig.2 Thixotropy of different granularity range of chicken bone paste at 25°C

2.2.2 不同粒度对骨泥粘度的影响 由图3可以看
出,鸡骨泥的表观粘度随着剪切速率的增大而减小,

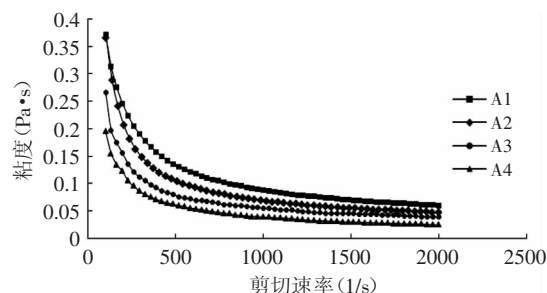


图3 25℃不同粒径骨泥的粘度

Fig.3 Viscosity of different granularity range of chicken bone paste at 25°C

具有明显的剪切稀化特征,为假塑性流体^[1]。随着骨泥平均粒径的增大,骨泥粘度下降,这可能是由于大颗粒破坏了骨泥胶体微粒形成稳定的网状结构,相互间作用力减弱,随着剪切速率的增大,表现出更易流动的特性。

2.2.3 不同粒度对骨泥屈服应力的影响 如图4所示,不同粒度的骨泥分别具有一定的屈服应力值,这证实了鸡骨泥中,颗粒与颗粒相互聚集,形成了一定的网状结构,破坏这种结构需要克服屈服应力。随着骨泥粒径的增大,屈服应力由A1到A2变大,A3略有减小,A4屈服应力回到A1的水平,这可能是由于由A1到A2骨泥分布中大颗粒增多,胶体颗粒更容易形成网状结构,破坏这种结构所需克服的屈服应力就大,而A3、A4颗粒继续增大,且大颗粒越来越多,胶体颗粒难以相互聚集,网状结构的稳定性降低,屈服应力会相对减小。

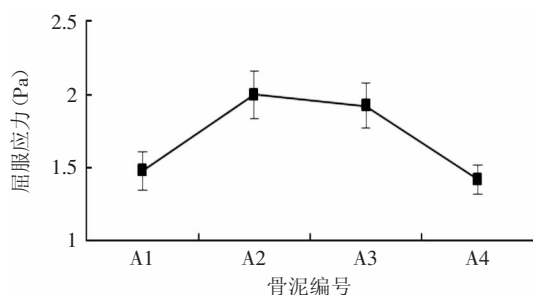


图4 25℃不同粒径骨泥的屈服应力

Fig.4 Yield stress of different granularity range of chicken bone paste at 25℃

2.3 不同温度对骨泥流变特性的影响

2.3.1 不同温度对骨泥触变性的影响 由图5可以看出,不同温度下鸡骨泥均为触变性流体,随着温度的升高,剪切应力随剪切速率增大而增大的趋势变弱,但是滞回环的面积大小并没有显著差别,这可能是因为温度对骨泥粘度有影响,温度升高,骨泥粘度下降,因此相同剪切速率对应的剪切应力减小,但是并没有影响物系内部结构受剪切破坏后的恢复程度,因而对触变性的影响并不显著^[12]。

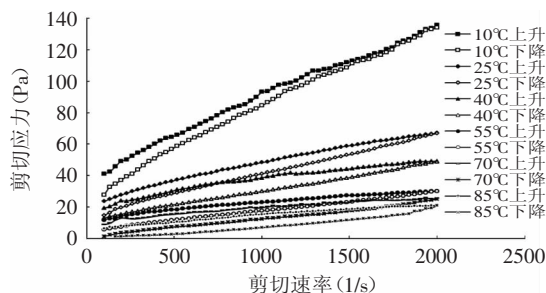


图5 不同温度下A3骨泥的触变性

Fig.5 Thixotropy of chicken bone paste A3 at different temperature

2.3.2 不同温度对骨泥粘度的影响 由图6可见,不同温度下鸡骨泥的表观粘度随着剪切速率的增大而减小,具有明显的剪切稀化特征,为假塑性流体。在相同剪切速率下,随着温度的升高,粘度都逐渐减小,

说明温度对骨泥的粘度有较大影响。原因可能是温度升高使分子获得较大能量,分子间束缚力相对减少,致使分子运动更自由,宏观体现为粘度降低^[13]。

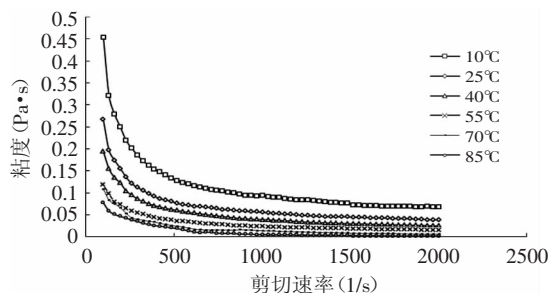


图6 不同温度下A3骨泥的粘度

Fig.6 Viscosity of chicken bone paste A3 at different temperature

2.3.3 不同温度对骨泥屈服应力的影响 由图7可见,温度对鸡骨泥的屈服应力具有显著影响,温度升高,屈服应力降低。可能是由于温度升高使分子获得较大能量,分子间束缚力相对减少,致使颗粒与颗粒较难聚集,结构不稳定,破坏物系稳定结构所需克服的屈服应力相应减小。

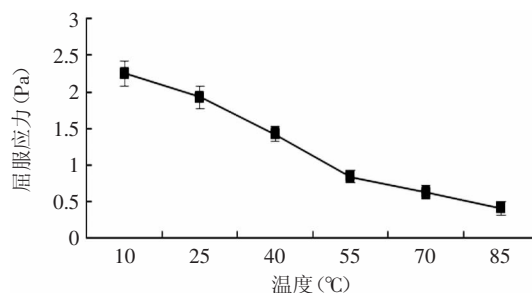


图7 不同温度下A3骨泥的屈服应力

Fig.7 Yield stress of chicken bone paste A3 at different temperature

3 结论

3.1 超细粉碎盐焗鸡骨泥为非牛顿流体,典型的剪切变稀,具有屈服应力。

3.2 A1、A2、A3、A4四种鸡骨泥分布中大颗粒逐渐增多,平均粒径增大,鸡骨泥粘度下降,触变性先减弱(A1~A2)后趋于平缓(A2~A4),屈服应力先增大(A1~A2)后减小(A2~A4)。

3.3 随着温度的升高,鸡骨泥粘度和屈服应力下降,触变性无显著变化。

参考文献

- [1] 夏文水. 肉制品加工原理与技术[M]. 北京工业出版社, 2003.
- [2] 丁小燕, 张雯, 陈延锋, 等. 复合风味蛋白酶水解鸡骨泥工艺条件的研究[J]. 中国食品学报, 2006, 6(1): 88-92.
- [3] Young B D, Bryson A W, Van vliet B M. An evaluation of the technique of Polygonal harmonics for the characterization of particle shape[J]. Powder Techno, 1990, 63(2): 157-168.
- [4] Traylor S L, Cromwell G L, Lindemann M D. Effects of particle size, ash content, and processing pressure on the bioavailability of phosphorus in meat and bone meal for swine[J].

(下转第118页)

由基途径对机体产生影响,而猕猴桃多糖对自由基有很好的清除作用^[8],这与猕猴桃中含有的活性物质中华猕猴桃多糖(ACPS)、谷胱甘肽、抗氧化物质抗坏血酸(维生素C)等有直接的关系。猕猴桃中维生素C含量超过100mg/100g果肉,有的品种甚至高达300mg/100g果肉以上。维生素C在腌肉中既能加速高铁肌红蛋白还原,使亚硝酸生成NO的速度加快,促进腌肉发色,又能减少腌肉中NO₂⁻残留,减少NO₂⁻与二胺反应生成亚硝胺。本研究表明,猕猴桃汁浸提液对肉制品中亚硝酸盐有很强的清除作用,清除率可达81%以上。

4 结论

猕猴桃汁浸提液对清除亚硝酸盐的最佳工艺参数为:55℃水浴中浸提猕猴桃30min,取9mL浸提液在50℃下反应5min对亚硝酸钠的清除效果最好,体外清除率达到96.18%。猕猴桃汁浸提液对肉制品中亚硝酸盐有很强的清除作用,可以达到81%以上。本研究为提高肉制品的食用安全性提供了理论依据。

参考文献

- [1] 丁之恩. 亚硝酸盐和亚硝胺在食品中的作用及其机理[J]. 安徽农业大学学报, 1994, 7(2): 95-96.
- [2] 魏法山, 徐幸莲, 周光宏. 腌肉制品中N-亚硝基化合物的研究进展[J]. 肉类研究, 2008(3): 8-12.
- [3] 中华人民共和国国家标准GB 2760-2011. 食品安全国家标准·食品添加剂使用标准[S]. 中华人民共和国卫生部, 2011: 77-78.
- [4] 张颖琦, 杨佩燕, 张建安, 等. 2008年上海市某区市售熟肉制品中亚硝酸盐残留量抽样分析[J]. 上海农业学报, 2010, 26(2): 120-122.
- [5] 李春艳. 熟肉制品中亚硝酸盐残留量的剖析[J]. 中国卫生检验杂志, 2008, 18(7): 1450.
- [6] 张洁, 于颖, 徐桂花. 降低肉制品中亚硝酸盐残留量的方法及研究进展[J]. 肉类工业, 2010(2): 49-52.
- [7] 楼鼎鼎, 张英, 戚炯炯, 等. 竹叶抗氧化物在双汇西式肉制品中的应用研究[J]. 中国食品学报, 2006(3): 111-114.
- [8] 宁正祥, 张水华, 高建华. 一些果蔬对活性自由基和亚硝酸盐的清除作用[J]. 食品与发酵工业, 1995(2): 31-34.
- [9] 张庭廷, 聂刘旺, 陶瑞松, 等. 三种植物多糖抗氧化活性研究[J]. 安徽师范大学学报: 自然科学版, 2002, 25(1): 56-58.
- [10] 郑立红, 刘秀凤, 梁建兰, 等. 3种活性成分对低温香肠中亚硝酸钠残留的影响[J]. 中国食品学报, 2010, 10(3): 157-162.
- [11] 冯翠萍, 洪建华, 张弋凡. 果汁对亚硝酸盐清除作用的研究[J]. 山西农业大学学报: 自然科学版, 2009, 29(3): 261-264.
- [12] 赵云斌, 胡樱, 王增珍, 等. 大葱清除亚硝酸盐的实验研究[J]. 食品科学, 2001, 22(5): 76-77.
- [13] Jun Liu, Songyi Lin, Zuozhao Wang, et al. Supercritical fluid extraction of flavonoids from Maydis stigma and its nitrite-scavenging ability[J]. Food and Bioproducts Processing, 2011, 89: 333-339.
- [14] Takahama Umeo, Tanaka Mariko, Hirota Sachiko. Proanthocyanidins in buckwheat flour can reduce salivary nitrite to nitric oxide in the stomach[J]. Plant Foods for Human Nutrition, 2010, 65(1): 1-7.
- [15] Sun Young Choi, Mi Ja Chung, Sung-Joon Lee, et al. N-nitrosamine inhibition by strawberry, garlic, kale, and the effects of nitrite-scavenging and N-nitrosamine formation by functional compounds in strawberry and garlic[J]. Food Control, 2007(18): 485-491.
- [16] Viuda-Martos M, Fernández-López J, Sayas-Barbera E, et al. Citrus co-products as technological strategy to reduce residual nitrite content in meat products[J]. Journal of Food Science, 2009, 74(8): 93-100.
- [17] 张书芳, 王培席, 张发义. 中华猕猴桃对亚硝酸盐、亚硝胺毒性作用影响的研究[J]. 河南预防医学杂志, 1996, 7(4): 213-215.
- [18] 阎家麒, 王九一, 赵敏. 中华猕猴桃多糖的提取及其对自由基的清除作用[J]. 中国生化药物杂志, 1995(1): 12-14.
- [19] 张平, 陈君石, 等译. 功能性食品的科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2002: 252-253.
- [20] 汪东风. 食品质量与安全实验技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2004: 118.
- [21] 秦卫东, 王忠. 芦荟清除亚硝酸盐的能力及其在肉制品中的作用[J]. 食品科技, 2005(12): 20-22.
- [22] 张平, 叶文慧, 石志华. 姜汁对亚硝酸盐清除作用的研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2005, 17(4): 73-75.
- [23] 刘世民. 洋葱对亚硝酸盐清除作用的研究[J]. 食品工业科技, 2004(2): 81-82.

(上接第114页)

- Journal of Animal Science, 2005, 83(11): 2554-2563.
- [5] Marie C, Martin C, Eric D, et al. Characteristics of industrial and laboratory meat and bone meal ashes and their potential applications[J]. Journal of Hazardous Materials, 2008, 150(3): 522-532.
- [6] Eric D, Richard G, Stephanie S, et al. Physical and chemical characterisation of crude meat and bone meal combustion residue: "waste or raw material?" [J]. Journal of Hazardous Materials, 2005, 121(1-3): 141-148.
- [7] 刘媛, 蔡蕊, 阮征, 等. 添加超细粉碎盐焗鸡骨泥对鸡肉肠品质的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(3): 224-226.
- [8] 夏杨毅. 超微粉碎骨泥的流变学特性研究[D]. 西南农业大学, 2005: 24-30.

- [9] 刘小玲, 许时婴. 鸡骨明胶的流变性研究[J]. 食品与机械, 2005, 21(1): 1-3.
- [10] 许晖. 水蜜桃果浆的流变学特性 [J]. 食品工业, 2005, 11(1): 13-15.
- [11] Fernandez C, Alvarez M D, Canet W. Steady shear and yield stress data of fresh and frozen or thawed mashed potatoes—effect of biopolymers addition[J]. Food Hydrocolloids, 2008, 22(7): 1381-1395.
- [12] Leslaw J, Teresa F. Viscosity of concentrated strawberry juice effect of temperature and soluble solids content[J]. Food Science and Technology, 2003, 6(2): 20-26.
- [13] 王昭, 李云康, 潘思轶. 浓缩柑橘汁流变特性研究[J]. 食品科学, 2006(12): 99-102.