

远红外油炸对鸡肉品质的影响

范大明¹, 严青¹, 陈卫^{1,*}, 马申嫣¹, 马文睿¹, 庞珂², 赵建新¹, 张灏¹
(1.江南大学食品学院, 食品科学与技术国家重点实验室, 江苏无锡 214122;
2.无锡华顺民生食品有限公司, 江苏无锡 214218)

摘要:主要研究了远红外辅助油炸和普通热传导式油炸两种方式对鸡肉油炸品质的影响。实验选用新鲜市售鸡胸肉, 油炸温度为 $(165\pm 2)^{\circ}\text{C}$, 考察其在70~110s油炸时间段内色泽、质构、中心温度、水分含量、含油量和失重率的变化规律。结果表明:除鸡肉的硬度值外, 不同的油炸方式和油炸时间对鸡肉各项测定指标均影响显著($P<0.05$)。以普通热传导式油炸为对照, 远红外油炸的鸡肉明度(L^*)降低, 红度(a^*)和黄度(b^*)增加; 硬度值变化不显著, 弹性值略有增加; 内部的温度上升均匀、波动小; 最高含油量降低33%, 最大失重率降低10.21%。因此, 远红外油炸促进了鸡肉色泽的变化, 使内部受热均匀, 降低了含油量, 减少油炸损失, 对油炸品质的提高起到积极作用。

关键词:远红外, 油炸, 品质, 鸡肉

Effect of far-infrared frying on the quality characteristics of chicken

FAN Da-ming¹, YAN Qing¹, CHEN Wei^{1,*}, MA Shen-yan¹, MA Wen-rui¹, PANG Ke²,
ZHAO Jian-xin¹, ZHANG Hao¹

(1.National Key Laboratory of Food Science and Technology, School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2.Wuxi Huashun Minsheng Food Co. Ltd., Wuxi 214218, China)

Abstract: The effect of quality change in frying chicken was evaluated by far-infrared sources and common heat conduction. Surface colour, texture, core temperature, moisture content, oil content and cooking loss of the chicken samples fried at $(165\pm 2)^{\circ}\text{C}$ for 70~110s were investigated. Results indicated that the type of frying and frying time had significant effect on the quality ($P<0.05$), except for hardness. Taking the common frying chicken as comparison, far-infrared frying decreased product lightness (L^*), whereas redness (a^*), yellowness (b^*) and spring increased. In addition, far-infrared frying had been shown to decreased obviously temperature fluctuation. The maximum oil content and cook loss were reduced by 33%, 10.21% over that for conventional frying. Far-infrared frying promoted the change of colour, raised the temperature evenly, reduced the oil content and cooking loss remarkably and had a beneficial effect on characteristics during frying.

Key words: far-infrared; frying; quality; chicken

中图分类号: TS251.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2012)03-0056-04

远红外线加热是利用加热元件所发出来的红外线照射到被加热物体上, 其热能以电磁波的形式被物体分子均匀吸收, 是一种以辐射为主的加热过程^[1]。远红外加热具有加热速度快、热损失小、温度易控制、受热均匀性良好、热辐射效率高等特点^[2]。基于远红外线的特性, 国内外食品专家正在着力研究这一技术在食品工业中的应用。目前, 远红外技术被广泛应用于果蔬、粮食、茶叶的脱水干燥; 奶制品、豆制品等的防腐杀菌和香肠、猪排等肉制品的烹饪和烘烤。另外在促进食品成熟、榨油、酿酒加工中也有所应用^[3]。

Naret Meeso^[4]采用远红外干燥技术对谷物的干燥进行研究, 干燥效率明显提高, 并建立了湿度与辐射强度的数学模型。Yeu-Pyng Lin^[5]研究了远红外技术与冷冻干燥结合对马铃薯干燥特性的影响, 远红外辐射使马铃薯组织内水分子处于激活状态, 引起振动使水分子脱附, 缩短了干燥的时间, 提高了干燥的效率。P.Sheridan^[6]将远红外技术用于牛肉馅饼的加工, 研究发现馅饼的中心温度随脂肪含量的增加而升高, 远红外线减少了肉饼表面的干燥和由于温度过高而引起的碳化, 与其它加热方式相比节省能耗55%。远红外技术应用于油炸领域可以提高热效、节约电能、防止油因过度加热而导致的过快老化和发黑的现象。本研究选用远红外油炸机替代传统的油炸设备, 以辐射加热结合传导加热, 初步探讨了远红外油炸对鸡肉品质的影响。

收稿日期: 2011-03-14 * 通讯联系人

作者简介: 范大明(1983-), 男, 博士研究生, 主要从事农产品加工研究。

基金项目: 国家科技部农业科技成果转化资金项目(2008GB2B200083);
国家科技支撑计划(2008BAD91B03)。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

新鲜鸡肉、食盐、白砂糖、香辛料、调和油 购自无锡家乐福超市;复合磷酸盐 上海化学试剂总厂,化学纯;石油醚 国药集团化学试剂有限公司,分析纯。

电子精密天平EL-204、电子天平PB2002-N 梅特勒托利多公司;数字型温度测定仪 深圳金达通仪器仪表公司;质构仪TA-XT2i 英国Stable Micro System公司;色差计CR-400 日本ONICA MINOLTA公司;索氏抽提仪 瑞士BUCHI公司;电热恒温鼓风干燥箱 上海博迅实业有限公司;远红外油炸机NHTA-700 日本纳赛公司。

1.2 实验方法

1.2.1 基本配方及工艺 辅料:食盐1.5%,蔗糖1.4%,椒盐0.1%,烧烤粉2.5%,复合磷酸0.3%,水30%(按原料肉重计)。原料肉分割成2cm×2cm×1.5cm左右的块状,加入辅料滚揉15min,腌制2h。

1.2.2 油炸参数的确定 将腌制好的鸡肉块放入远红外油炸机内,设定油炸温度为165℃,油炸时间为70~110s,油炸后沥油、冷却。普通油炸作为对照,每种实验条件重复实验3次,样品数为30个。

1.2.3 肉品表面色度的测定 分别测定鸡肉块的L*、a*、b*,每个样品经一次测定后,分别旋转120°、240°后各再测一次,重复测定3次,取平均值。

1.2.4 肉品质构的测定 室温下采用质构仪测定样品的硬度和弹性。质构仪测定参数:测定前探头速度:3.00mm/s;测定时探头速度:5.00mm/s;测定后探头速度:5.00mm/s;测定距离:10.0mm;探头两次测定间隔时间:5.00s;触发类型:自动;触发力:5.0g;探头型号:P/36R。

1.2.5 水分含量的测定 采用直接干燥法测定,参照GB/T 9695.15-2008。

1.2.6 脂肪含量的测定 采用索氏提取法测定,参照GB/T 9695.1-2008。

1.2.7 中心温度的测定 油炸后将温度测定仪探头立刻插入油炸鸡肉块的中心位置,记录样品的温度。

1.2.8 油炸失重率的测定 腌制后的肉样重量记为 m_1 ,将肉样按实验设计的温度和时间油炸,油炸后取出肉样,沥油,冷却至室温后称重记为 m_2 。

油炸失重率(%)=(m_1-m_2)/ m_1 ×100%。

1.3 数据处理

采用Excel和SPSS13.0中单变量多因素方差分析法对实验结果进行统计分析。

2 结果与讨论

2.1 产品色泽的比较

色泽参数L*、a*和b*是反映样品颜色的重要指标。油炸过程中测得的L*值的变化如图1所示。随着油炸时间的延长,L*值逐渐降低,在油炸前期L*下降速率较快。Baik和Mittal^[7]研究发现,一级动力学反应方程构建的数学模型可以预测豆腐油炸过程中色泽变化。Krokida^[8]对法式薯条油炸色泽变化的研究也应用了上述数学模型。本实验对测定数值进行曲线拟合,L*随时间的变化规律符合一级动力学反应方程

模型,与Baik等的研究结果一致,见式(1)和式(2)。方差分析表明油炸方式和时间对鸡肉L*值影响显著($P<0.05$)。相同油炸时间下,远红外比普通油炸的L*值低,油炸110s远红外油炸的L*值为61.9,普通油炸的L*值为64.2。

$$\text{远红外油炸: } L^* = 73.978e^{-0.02t} \quad (R^2=0.989) \quad \text{式(1)}$$

$$\text{普通油炸: } L^* = 74.100e^{-0.01t} \quad (R^2=0.955) \quad \text{式(2)}$$

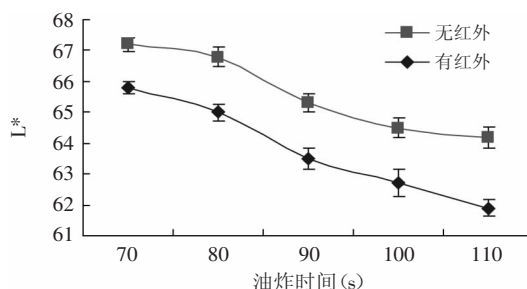


图1 不同油炸条件对L*值的影响

Fig.1 Effect of different frying conditions on the L* value

油炸鸡肉的a*值变化如图2所示,随着油炸时间的延长,a*值增加。a*随时间的变化符合一级动力学反应方程模型,见式(3)和式(4)。方差分析表明不同的油炸方式对鸡肉a*值影响显著($P<0.05$),油炸时间对鸡肉a*值影响极显著($p<0.01$)。相同油炸时间下,远红外油炸的a*值略高于普通油炸,但这种差异随着油炸时间的增加而减小。

$$\text{远红外油炸: } a^* = 3.358e^{0.007t} \quad (R^2=0.981) \quad \text{式(3)}$$

$$\text{普通油炸: } a^* = 2.895e^{0.008t} \quad (R^2=0.957) \quad \text{式(4)}$$

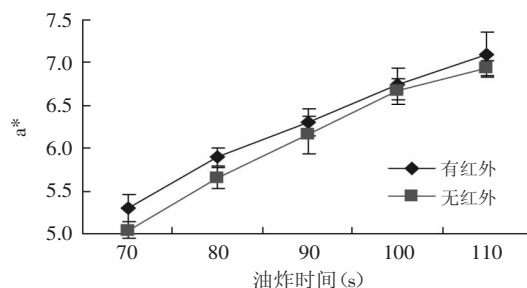


图2 不同油炸条件对a*值的影响

Fig.2 Effect of different frying conditions on the a* value

由图3可以看出油炸时间的延长会使b*增加,油炸90s后b*增加速率趋于平缓。b*随时间的变化符合一级动力学反应方程模型,见式(5)和式(6)。方差分析结果表明不同的油炸方式和时间都对鸡肉b*值影响显著($p<0.05$)。在远红外油炸条件下,b*的增长速率高于普通油炸。综合L*、a*和b*的变化情况来看,

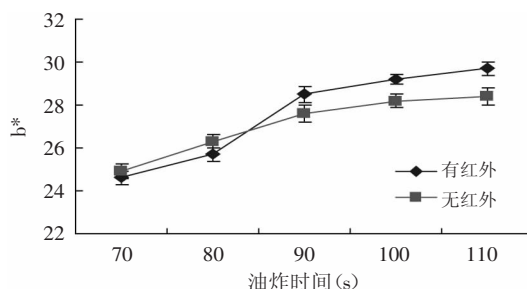


图3 不同油炸条件对b*值的影响

Fig.3 Effect of different frying conditions on the b* value

在相同的油炸时间下,远红外油炸使鸡肉在色泽上具有更明显的油炸特征,可能和远红外线改变炸油和鸡肉接触面的性质有关。

远红外油炸: $b^*=17.442e^{0.005t}$ ($R^2=0.916$) 式(5)

普通油炸: $b^*=21.190e^{0.003t}$ ($R^2=0.939$) 式(6)

2.2 产品质构的比较

由图4可以看出,随着油炸时间的延长鸡肉硬度显著增加,这是由油炸过程中水分散失、蛋白质变性等物理和化学变化决定的,肉品表面与热油接触,温度迅速升高,水分汽化,易形成油炸的干燥层^[9]。油炸时间对鸡肉硬度影响显著,但不同油炸方式下,鸡肉硬度的差异不显著。从图5可见,两种油炸方式的弹性变化都呈现下降-上升-下降的趋势,普通油炸在90s时弹性最强,远红外油炸100s时弹性最强,且远红外油炸的弹性值整体上高于普通油炸,这与肉品的水分含量和内部组织微结构等因素相关,方差分析表明不同的油炸方式和时间均对鸡肉的弹性影响显著($p<0.05$)。

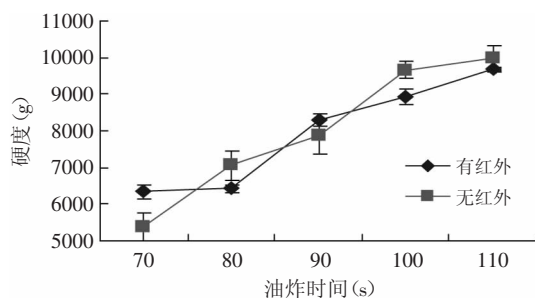


图4 不同油炸条件对硬度的影响

Fig.4 Effect of different frying conditions on hardness

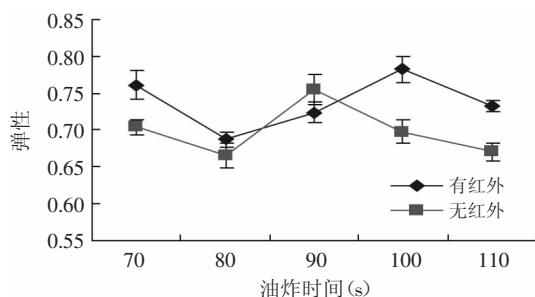


图5 不同油炸条件对弹性的影响

Fig.5 Effect of different frying conditions on spring

2.3 水分含量的比较

水分含量是决定油炸食品质构特征的主要因素之一,据文献报道:油炸的温度、样品的厚度和炸油的性质均能影响样品的水分含量^[10]。由图6可以看出,

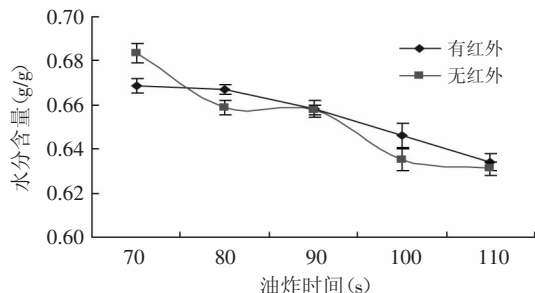


图6 不同油炸条件对水分含量的影响

Fig.6 Effect of different frying conditions on moisture content

水分含量随油炸时间的延长而减少,远红外油炸的水分含量变化随时间延长呈均匀下降的趋势,普通油炸水分含量的变化波动较大,70~80s和90~100s两个阶段下降较快。方差分析表明不同的油炸方式和时间对鸡肉的水分含量影响显著($p<0.05$)。

2.4 含油量的比较

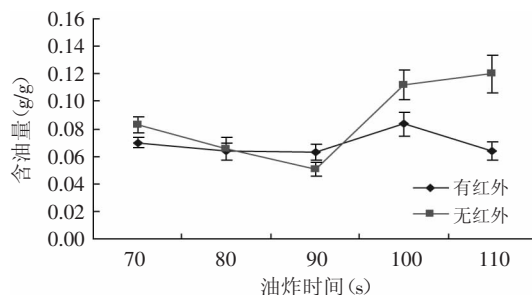


图7 不同油炸条件对含油量的影响

Fig.7 Effect of different frying conditions on oil content

Sosa-Morales^[11]对油炸猪肉的品质研究中发现,猪肉的含油量与油炸时间呈线性正相关,Dina Dana^[12]报道含油量与油炸时间的关系符合一级动力学模型,因此,含油量与油炸时间之间的关系因油炸对象和条件的改变而不同。本实验中油炸时间和含油量的关系与文献报道并不一致。由图7可以看出,含油量在70~90s之间逐渐减小,90s后开始增加,100s出现吸油峰值,普通油炸含油量的峰值比远红外油炸高出33%。结合中心温度的变化推测,90~100s普通油炸强烈的温度波动促进内部水分的迅速迁移,黏附在食品表面的油通过多孔结构进入食品内部,取代水和水蒸气占有的空间^[13],使鸡肉的含油量增加。方差分析表明不同的油炸方式和时间对含油量影响显著($p<0.05$)。控制食品的含油量一直是油炸食品研究关注的焦点,远红外油炸与普通油炸相比减少了鸡肉对油的吸收。

2.5 中心温度的比较

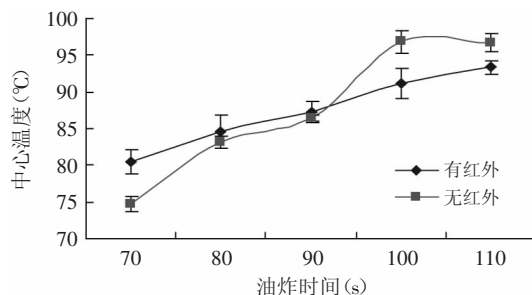


图8 不同油炸条件对中心温度的影响

Fig.8 Effect of different frying conditions on the type of frying

图8可以看出,在油炸过程中,鸡肉中心温度不断升高,远红外温度曲线上升均匀。普通油炸整体呈上升趋势,但波动较大,70~80s和90~100s两个时间段温度有明显的突增。方差分析表明油炸方式和时间对鸡肉中心温度的影响显著($p<0.05$)。远红外油炸的加热方式除传导和对流作用外,其热辐射效应使鸡肉内部受热均匀。随着炸制过程的深入,温度的升高使蛋白质发生变性,网状凝胶的凝聚在食品内部形成了多孔微结构。油炸物质多孔结构的形成会影响水分的流失和油的渗入^[14-15]。温度变化的不稳定性使多

孔结构分布不规则,孔隙变大,从而影响油炸品质。

2.6 失重率的比较

在肉品的加工过程中,出品率的高低是直接影响经济效益的一个重要因素。生产者希望通过选用添加剂和改变加工工艺减小热加工造成的肉品质量损失^[16]。图9可以看出,在油炸过程中,普通油炸的失重率增加较快,在80~100s的时间里,失重率比远红外油炸分别高出6.43%、10.23%和10.21%。油炸过程中的质量转移是食品汁液损失与油脂渗入之间的一个动态平衡过程^[17],方差分析表明不同的油炸方式和时间对鸡肉的失重率影响显著。远红外油炸有效的降低了鸡肉的失重率,进而提高了出品率。

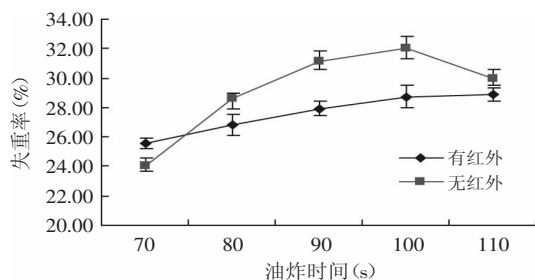


图9 不同油炸条件对失重率的影响

Fig.9 Effect of different frying conditions on cook loss

3 结论

不同油炸方式对鸡肉的色泽、弹性、中心温度、水分含量、含油量和失重率影响显著。与普通油炸相比,远红外油炸的优势在于使鸡肉内部受热均匀,温度波动显著减少;在降低吸油率的同时,减少了油炸损失。因此,将远红外加热法应用于油炸鸡肉的加工过程,对提高油炸鸡肉的品质和产率具有积极的意义。

参考文献

- [1] 黄鸣. 微波与远红外线加热在食品加工中的应用[J]. 广州食品工业科技, 2002(2): 60-63.
- [2] Sakai N, Hanzawa T. Applications and advances in far-infrared heating in Japan[J]. Trends in Food Science and Technology, 1994, 5(11): 357-362.
- [3] Suzuki A, Watanabe M, Iwamura K, et al. Effect of high pressure treatment on the ultrastructure and myofibril protein of beef skeletal muscle[J]. Agricultural and Biological Chemistry, 1990, 54: 3085-3091.
- [4] Ruan K, Lange R, Meersman F, et al. Fluorescence and FTIR study of the pressure-induced denaturation of bovine pancreas trypsin[J]. European Journal of Biochemistry, 1999, 265: 79-95.
- [5] Boyer C, Joandel S, Ouali A, et al. Determination of surface hydrophobicity of fast and slow myosin from rabbit skeletal muscle: implication in heat-induced gelation[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1996, 72: 367-375.
- [6] 小幡明雄, 松浦腾, 福岛男. 2,2-Dithiobis-(5-nitropyridine)

- [3] 徐苇. 红外技术在食品工业中的应用[J]. 中国食品添加剂, 2005, 1: 86-89.
- [4] Meeso N. Modelling of far-infrared irradiation in paddy drying process[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 78(4): 1248-1258.
- [5] Lin Y P, Tsen J H. Effect of far-infrared radiation on the freeze-drying of sweet potato[J]. Journal of Food Engineering, 2005, 68(2): 249-255.
- [6] Sheridan P, Shilton N. Application of far infra-red radiation to cooking of meat products[J]. Journal of Food Engineering, 1999, 41(3-4): 203-208.
- [7] Baik OD, Mittal GS. Kinetics of tofu color changes during deep-fat frying[J]. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 2003, 36(1): 43-48.
- [8] Krokida M K, Oreopoulou V. Colour changes during deep fat frying[J]. Journal of Food Engineering, 2001, 48(3): 219-225.
- [9] Blumenthal M M. A new look at the chemistry and physics of deep-fat frying[J]. Food Technology, 1991, 45: 68-71.
- [10] Math R G, Velu V, Nagender A. Effect of frying conditions on moisture, fat, and density of papad[J]. Journal of Food Engineering, 2004, 60(4): 429-434.
- [11] Sosa-Morales M E. Mass, thermal and quality aspects of deep-fat frying of pork meat[J]. Journal of Food Engineering, 2006, 77(3): 731-738.
- [12] Dana D, Saguy I S. Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth[J]. Advances in Colloid and Interface Science, 2006, 128: 267-272.
- [13] 张国治. 油炸食品生产技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 34-35.
- [14] 杨铭译, 邓云. 油炸过程与油炸食品品质的动态关系研究[J]. 粮油学报, 2006, 21(5): 93-97.
- [15] Kassama L S, Ngadi M O. Pores structure characterization of deep-fat-fried chicken meat[J]. Journal of Food Engineering, 2005, 66(3): 369-375.
- [16] Sheridan P S, Shilton NC. Analysis of yield while cooking beefburger patties using far infrared radiation[J]. Journal of Food Engineering, 2002, 51(1): 3-11.
- [17] 陈复生. 油炸食品吸油率控制机理的研究[J]. 食品科技, 2000(6): 13-15.

(上接第55页)

680-685.

- [13] Suzuki A, Watanabe M, Iwamura K, et al. Effect of high pressure treatment on the ultrastructure and myofibril protein of beef skeletal muscle[J]. Agricultural and Biological Chemistry, 1990, 54: 3085-3091.
- [14] Ruan K, Lange R, Meersman F, et al. Fluorescence and FTIR study of the pressure-induced denaturation of bovine pancreas trypsin[J]. European Journal of Biochemistry, 1999, 265: 79-95.
- [15] Boyer C, Joandel S, Ouali A, et al. Determination of surface hydrophobicity of fast and slow myosin from rabbit skeletal muscle: implication in heat-induced gelation[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1996, 72: 367-375.
- [16] 小幡明雄, 松浦腾, 福岛男. 2,2-Dithiobis-(5-nitropyridine)

を用いる豆乳中のSH基の吸光度定量[J]. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 1989, 36: 707-711.

- [17] Alizadeh-Pasdar N, Li-chun, E C Y. Comparison of protein surface Hydrophobicity measured at various pH values using three different fluorescent probes[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2000, 48: 328-334.
- [18] Wittrup K D. Disulfide bond formation and eukaryotic secretory productivity[J]. Current Opinion in Biotechnology, 1995, 6: 203-208.
- [19] Letrer SS. Intramolecular crosslinking of tropomyosin via disulfide bond formation: Evidence for chain register[J]. Proceedings of the National Academy of Science of the United State of America, 1971, 72: 3371-3381.