

气体射流冲击北京烤鸭鸭皮的色泽和酥脆性

戚彪, 曲超, 郭爱菊, 陈文华
(中国肉类食品综合研究中心, 北京 100068)

摘要: 研究加工条件和保藏条件对北京烤鸭鸭皮色泽和酥脆性的影响。以气体射流冲击的北京烤鸭为研究对象, 研究了烤制温度、烤制时间和饴糖溶液浓度等加工条件对烤鸭鸭皮色泽的影响, 以及温度和含水率等对烤鸭鸭皮酥脆性的影响。结果表明, 烤制温度、烤制时间和饴糖溶液浓度对北京烤鸭色泽影响显著。在实验条件范围内, 随着烤制温度的上升, 烤制时间的延长, 烤鸭鸭皮色泽亮度值(L^*)逐渐下降, 红绿值(a^*)上升, 黄蓝值(b^*)上升, 在烤制温度190℃、烤制时间45min、水和饴糖比为12:1(m/m)时鸭皮色泽较佳。鸭皮的酥脆性与鸭皮的温度和含水率相关, 温度低于鸭油凝固温度时, 鸭皮的色泽变浅, 酥脆性降低; 随着含水率的增大, 鸭皮酥脆降低。

关键词: 烤鸭鸭皮; 气体射流冲击; 色泽; 酥脆性

Effect of Different Processing and Storage Conditions on the Color and Crispness of Beijing Roast Duck Skin

QI Biao, QU Chao, GUO Ai-ju, CHEN Wen-hua
(China Meat Research Centre, Beijing 100068, China)

Abstract: The effects of the concentration of maltose sprinkled onto duck carcasses and air-jet impingement roasting conditions (temperature and time) on the color of Beijing roast duck skin were studied as well as the effects of storage temperature and moisture content on the crispness. The results showed that all roasting temperature and time as well as maltose concentration had significant effects on the color of roast duck skin. As the roasting temperature increased and roasting time was extended, the brightness value L^* decreased, whereas redness value a^* and yellowness value b^* increased. In the range of experimental conditions investigated, maltose concentration of 12:1 (water/maltose ratio, m/m) and roasting at 190 °C for 45 min provided the best color of roast duck skin. The crispness of roast duck skin was related to storage temperature and moisture content. When the storage temperature was lower than the freezing point, the color of roast duck skin became lighter gradually, and the crispness reduced. The higher the moisture content, the crispness of roast duck skin got worse.

Key words: roast duck skin; air-jet impingement; color; crispness

中图分类号: TS251.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123(2013)12-0005-03

烤鸭是北京饮食文化的名片, 有着悠久的历史。关于烤鸭的记载, 早在南北朝的《食珍录》就有描述^[1]。烤鸭作为一种传统风味肉制品, 以其独特的风味和品质, 深受国内外消费者喜爱。目前, 传统的烤鸭加工工艺还采用果木明火烤制, 这种烤制方法温度偏高, 易生成杂环胺和3,4-苯并芘等有毒有害物质^[2-3]。

本实验采用气体射流冲击技术加工烤鸭, 气流冲击速度高, 气流与鸭皮之间可产生较高的传热系数^[4-5], 鸭皮在短时间内能吸收大量热量, 水分迅速蒸发^[6], 有利于鸭皮充分膨胀, 产生更好的膨化效果。膨化的鸭皮酥脆轻绵、入口即化, 深受消费者喜爱, 因此, 鸭皮酥脆性是决定烤鸭品质的一个重要指标。烤鸭鸭皮色泽是决定烤鸭品质的另一重要指标, 采用气体射流冲击技术加工烤鸭, 由于气流的流动性好, 烤鸭的表面色泽会更加均

匀^[7-8], 避免了传统加工技术中色泽分布不均的现象。烤鸭鸭皮色泽和酥脆性是决定烤鸭品质的重要指标, 为了提高烤鸭鸭皮的色泽品质, 保持鸭皮最佳的酥脆性, 本实验基于气体射流冲击技术对北京烤鸭鸭皮的色泽和酥脆性进行了实验研究, 以期烤鸭工艺研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

冷冻充气鸭坯(质量约2.0kg) 北京金星鸭业有限公司; 饴糖 北京饴糖厂。

1.2 仪器与设备

TA.XT.Plus型物性仪 英国Stable Micro Systems公

收稿日期: 2013-10-12

作者简介: 戚彪(1985—), 男, 工程师, 硕士, 研究方向为肉制品加工与贮藏。E-mail: qibiao5630@126.com

司; CR-400型色差计 日本Konica公司; HWS-150恒温恒湿箱 上海森信实验仪器有限公司; 气体射流冲击烘烤机 中国农业大学农业机械化装备实验室研制。

1.3 方法

1.3.1 气体射流冲击烤鸭的制作方法^[9-10]

解冻: 新鲜冻鸭胚室温条件下解冻约6h。

烫皮: 解冻后, 用沸水淋浇鸭皮, 先烫开口处, 使开口处收缩, 然后烫其他部位。

浇饴糖: 将配制好的饴糖溶液均匀浇淋在鸭坯全身, 饴糖中含有葡萄糖、麦芽糖和糊精, 具有吸湿作用^[11]。稀释的饴糖能封住鸭皮的毛孔, 有利于鸭皮的膨化, 同时使鸭皮表面光滑。烤制时糖脱水变脆, 增加了鸭皮的酥脆感。饴糖中的糖分在烤制时发生焦糖化反应和美拉德反应, 是鸭皮形成诱人枣红色的重要原因。

晾坯: 在一定的温度和湿度下, 利用风机将浇过饴糖的鸭坯表皮吹干。

烤制: 烤制前30min再浇一次饴糖溶液。设定好温度和时间, 将鸭坯挂入气体射流冲击烤鸭机内。

表1 烤鸭的烤制条件

Table 1 Arrangement of cooking conditions for roast duck

序号	烤制温度/℃	烤制时间/min	水和饴糖比(m/m)
1	170	45	12:1
2	180	45	12:1
3	190	45	12:1
4	200	45	12:1
5	190	30	12:1
6	190	60	12:1
7	190	45	8:1
8	190	45	10:1

1.3.2 样品制备

烤鸭烤制完成后, 用手术刀将鸭胸处的膨化鸭皮取下, 对鸭皮进行相关指标测定。

1.3.3 鸭皮色泽测定

膨化后鸭皮的色泽测定采用CIE的 L^* 、 a^* 、 b^* 法。采用色差计测定不同条件下鸭胸处鸭皮的 L^* (亮度)、 a^* (红绿值)、 b^* (黄蓝值), 每个样品测定6次, 取平均值作为该样品的色度值。

1.3.4 鸭皮酥脆性测定

采用物性仪对烤鸭膨化鸭皮进行剪切和穿刺测试, 测定时使用HDP/KBS和P/2两种探头, 测定条件: 测试前速度1mm/s, 测试速度0.5mm/s, 测试后速度2mm/s, 压缩样品距厚度的98%, 每个样品测定6个值, 取平均值。

1.3.5 不同温度和含水率下色泽和酥脆性测定

将烤制后的鸭皮放入恒温恒湿箱中, 分别设定不同温度和湿度, 待恒温或质量恒定后, 分别测定不同温度和含水率条件下鸭皮的色泽和酥脆性。

1.3.6 实验数据处理

每组实验重复3次, 结果以 $\bar{x} \pm s$ 的形式表示。采用

SPSS 17.0软件对实验数据进行统计分析。采用 t 检验分析两独立样品均数的差异性, 采用最小显著差异方差分析检验单因素多个独立样品均数的差异显著性($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 水和饴糖比对烤鸭色泽的影响

表2 水和饴糖比对烤鸭色泽的影响

Table 2 Effect of maltose concentration on color of roast duck skin

水和饴糖比(m/m)	L^*	a^*	b^*
8:1	28.30±0.47 ^a	13.76±0.15 ^a	13.41±0.83 ^a
10:1	30.06±0.55 ^b	12.71±0.24 ^b	14.36±0.26 ^a
12:1	31.85±0.73 ^c	10.55±0.52 ^b	14.31±0.21 ^a
1:0	31.33±0.47 ^c	7.67±0.15 ^c	13.06±0.83 ^b

注: 同列不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 下同。

从表2可看出, 水和饴糖比对烤鸭色泽影响显著。在实验范围内, 随着饴糖用量的升高, 烤鸭鸭皮色泽的亮度(L^*)降低, 红度值(a^*)升高, 黄度值(b^*)变化不明显。烤鸭色泽主要来源于美拉德反应和焦糖化反应, 饴糖用量是影响美拉德反应和焦糖化反应的重要因素之一^[12], 饴糖用量会直接影响烤鸭的色泽, 饴糖用量越高, 美拉德和焦糖化反应越剧烈, 烤鸭色泽越深。通过感官对比分析后发现, 水和饴糖比为12:1(m/m)时烤鸭色泽最佳。

2.2 烤制温度对烤鸭鸭皮色泽的影响

表3 烤制温度对烤鸭鸭皮色泽的影响

Table 3 Effect of roasting temperature on color of roast duck skin

烤制温度/℃	L^*	a^*	b^*
170	32.80±0.25 ^a	9.06±0.46 ^a	17.27±0.18 ^a
180	32.16±0.47 ^a	10.71±0.38 ^b	14.36±0.76 ^b
190	31.85±0.73 ^a	10.55±0.52 ^b	14.31±0.21 ^b
200	28.11±0.66 ^b	12.60±0.15 ^c	14.27±0.80 ^b

由表3可知, 烤制温度对北京烤鸭色泽影响显著。在实验所设定的温度范围内, 随着烤制温度的上升, 烤鸭色泽的 L^* 值降低, a^* 值上升, b^* 值下降。分析原因, 烤鸭色泽的形成主要是因为鸭皮表面糖发生的焦糖化和蛋白与糖类发生羰氨反应^[13], 随着温度升高, 羰氨反应和焦糖化反应速度加剧^[14], 色泽逐渐变深, 随着温度继续升高, 焦糖化反应将占据主导地位, 烤鸭的色泽向棕黑色发展。感官对比后发现, 气流温度为190℃时, 烤鸭的色泽最佳。

2.3 烤制时间对鸭皮色泽的影响

从表4可看出, 烤鸭鸭皮色泽的 L^* 值和 a^* 值和 b^* 值受烤制时间影响显著, 在实验所列条件下, 随着烤制时间的延长, 烤鸭亮度逐渐下降, 红度逐渐上升, 黄度逐渐下降。烤制30min时, 烤鸭鸭皮亮度较高, 但红度值较低, 产品呈现金黄色; 烤制60min时, 鸭皮色泽很深, 呈现暗红色; 在烤制时间为45min时, 鸭皮亮度较高, 红

度适宜, 呈现诱人的亮红色。烤鸭色泽来自于羰氨反应和焦糖化反应, 在烤制过程中, 随着烤制时间的延长, 鸭皮表面的羰氨反应和焦糖化反应不断进行, 鸭皮的色泽从白色到金黄色, 从金黄色再到亮红色, 随着反应的不断加剧, 亮红色最终变为棕色, 所以当烤制时间较长时, 烤鸭表皮的色泽会变暗变黑。通过对比, 在烤制温度190℃, 水和饴糖比为12:1(m/m), 烤制时间45min的烤鸭色泽最佳。

表4 烤制时间对鸭皮色泽的影响

Table 4 Effect of roasting time on color of roast duck skin

烤制时间/min	L*	a*	b*
30	36.30±0.58 ^a	7.60±0.15 ^a	13.21±0.69 ^a
45	31.85±0.73 ^b	10.55±0.52 ^b	14.31±0.21 ^b
60	26.30±0.57 ^c	12.60±0.15 ^c	11.27±0.33 ^c

2.4 温度对鸭皮色泽和酥脆性的影响

表5 温度对鸭皮色泽和酥脆性的影响

Table 5 Effect of storage temperature on color and crispness of roast duck skin

温度/℃	色泽			剪切力/g	韧性值
	L*	a*	b*		
60	31.85±0.73 ^a	10.55±0.52 ^a	14.31±0.21 ^a	284.64±10.05 ^a	15352.60±238.55 ^a
50	32.16±0.55 ^{ab}	10.71±0.38 ^a	14.36±0.76 ^a	277.36±6.55 ^a	16453.71±553.26 ^a
40	32.35±0.63 ^{ab}	10.87±0.52 ^a	14.50±0.21 ^b	276.85±8.87 ^a	16502.09±460.12 ^b
30	33.11±0.66 ^b	10.63±0.15 ^a	14.91±0.30 ^c	281.33±11.47 ^b	16758.53±537.62 ^c
20	34.35±0.57 ^b	8.06±0.38 ^b	16.45±0.34 ^d	294.57±15.11 ^c	17356.67±615.12 ^d
10	40.80±0.25 ^c	4.06±0.46 ^c	17.27±0.18 ^e	339.64±13.35 ^d	18188.33±438.30 ^e

从表5可看出, 温度对鸭皮色泽和酥脆性影响显著。在实验范围内, 温度从60℃下降到30℃, 色泽和酥脆性变化不显著。随着温度的继续下降, 鸭皮L*值升高, 亮度增加, a*值减小, 红度降低, b*值升高, 黄度增强。温度的降低, 鸭皮剪切力和韧性值升高^[15], 酥脆性下降。分析原因, 鸭皮膨化后, 显微镜观察呈现蓬松的蜂窝状结构^[9], 由于蜂窝结构中充满了鸭油, 当温度逐渐降低到鸭油的凝结点, 鸭油开始凝结, 凝结后的鸭油呈乳白色固态, 使鸭皮表面色泽变白, 红度减弱, 黄度增强。鸭皮的剪切力和韧性值增大, 酥脆性消失。

2.5 含水率对鸭皮色泽和酥脆性的影响

表6 含水率对鸭皮色泽和酥脆性的影响

Table 6 Effect of moisture content on color and crispness of roast duck skin

含水率/%	色泽			剪切力/g	韧性值
	L*	a*	b*		
0.2	33.11±0.66 ^a	10.63±0.15 ^a	14.91±0.30 ^a	281.33±11.47 ^a	16758.53±537.62 ^a
2.0	34.57±0.58 ^b	10.56±0.26 ^b	16.45±0.34 ^b	294.57±15.11 ^a	179525.67±615.12 ^a
4.0	34.80±0.25 ^b	10.30±0.34 ^c	17.27±0.18 ^b	298.64±13.35 ^a	198165.37±543.14 ^b
6.0	36.16±0.55 ^c	9.89±0.45 ^c	16.86±0.38 ^b	290.21±18.57 ^a	24357.68±439.23 ^c

从表6可看出, 鸭皮含水率对鸭皮色泽和酥脆性影响显著。在实验范围内, 随着含水率的上升, 鸭皮色泽和酥脆性逐渐变化。当鸭皮含水率大于4%时, 鸭皮色泽L*值升高, 亮度增加, a*值减小, 红度值降低。分析原因可能是鸭皮表面的游离水分增加了鸭皮的亮度。当含水率开始升高时, 鸭皮剪切力变化不明显, 当含水率升至4%时, 韧性值上升明显, 烤鸭脆性降低。分析原因可能

是, 水分含量不高时, 纤维组织空间结构受水分影响较小, 但水分继续增加后, 膨化后的鸭皮纤维不再蓬松, 而形成有规律的排列, 韧性增大^[16], 剪切时间延长, 因而酥脆性降低。

3 结论

通过研究烤制温度、烤制时间、水和饴糖比对北京烤鸭鸭皮色泽和酥脆性等指标的影响, 同时分析了在不同温度和含水率条件下鸭皮色泽和酥脆性的变化, 研究发现: 由于烤鸭色泽的主要来源于羰氨反应和焦糖化反应, 因此, 烤鸭的烤制温度、烤制时间和饴糖溶液浓度对烤鸭表皮色泽影响很大, 在实验范围内, 气体射流冲击烤鸭在烤制温度190℃、烤制时间45min、水和饴糖比12:1(m/m)时, 色泽最佳, 酥脆性较好。温度和含水率对烤鸭鸭皮色泽和酥脆性有显著影响, 温度低至鸭油凝点以下, 烤鸭的色泽和酥脆性变化迅速, 烤鸭诱人色泽和酥脆性消失。当烤鸭含水率升高到4.0%以上, 酥脆感消失。

综上所述, 气体射流冲击技术可通过对烤制温度、烤制时间和水和饴糖比等加工条件的控制使烤鸭的色泽达到最佳, 烤鸭食用时的温度和含水率会影响烤鸭的色泽和酥脆性, 建议在一定的温度范围内食用。关于较长时间保持烤鸭色泽和酥脆性等感官品质的研究还需要进一步开展。

参考文献:

- [1] 杨合超. 中国传统名优肉制品: 北京烤鸭[J]. 肉类研究, 2003, 17(3): 26-27.
- [2] THIEBAUD H P, KNIZE M G, KUZMICKY P A. Airborne mutagens produced by frying beef, pork and a soy-based food[J]. Food and Chemical Toxicology, 1995, 33(10): 821-828.
- [3] 杨文侠, 张世湘, 姜新杰, 等. 气体射流冲击烤鸭加工技术及抑制多环芳烃研究[J]. 食品科技, 2009, 34(7): 90-94.
- [4] WALKER E. Air impingement drying and toasting of ready-to-eat[J]. Cereal Food World, 1991, 36(10): 871-877.
- [5] WALKER E. Impingement in food processing[J]. Food Technology, 1998, 52(4): 46-50.
- [6] 隋美丽, 高振江, 方晓明, 等. 基于气体射流冲击技术北京烤鸭机的实验研究[J]. 食品科技, 2008, 33(8): 88-90.
- [7] 隋美丽, 高振江, 倪志江, 等. 气体射流冲击“北京烤鸭”烤制过程皮下温度与膨化关系的研究[J]. 食品科技, 2008, 33(10): 68-70.
- [8] 马玲娟, 高振江, 姜新杰, 等. 微探针法测定“北京烤鸭”皮下导热系数的研究[J]. 食品科技, 2006, 31(9): 232-234.
- [9] 马玲娟, 高振江, 姜新杰, 等. 气体射流冲击“北京烤鸭”鸭皮膨化试验研究[J]. 食品科技, 2006, 31(8): 142-144.
- [10] 郑海洲, 冯改霞, 何孟晓, 等. 传统烤鸭的加工方法[J]. 肉类研究, 2001, 14(4): 32-33.
- [11] 周彦斌, 张小勇, 王莹莹, 等. 以玉米淀粉为原料生产饴糖的工艺探讨及其应用[J]. 现代食品科技, 2005, 21(2): 103-105.
- [12] 阚建全. 食品化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 49-57.
- [13] 张超, 施建辉. 关于北京烤鸭工艺特点及创新的研究[J]. 广东食品工业科技, 2004, 20(3): 86-88.
- [14] 吴少雄, van BOEKE M A J S, MARTINS S I F S, 等. 温度对美拉德反应的研究[J]. 食品科学, 2005, 26(7): 63-66.
- [15] 李里特. 食品物性学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009: 119-121.
- [16] 贾艳华, 杨宪时, 许钟, 等. 水分含量对软考扇贝质构和色泽的影响[J]. 食品与机械, 2010, 26(3): 47-50.