不同滚揉腌制工艺处理对猪肉腌制过程中色泽的影响

钱灵燕,郇延军*,刘成林
(江南大学食品学院生鲜食品加工与保藏研究室,江苏无锡 214122)

摘　要:滚揉是很多肉制品,特别是西式火腿生产过程中必不可少的一道工序,具有促进发色、加快腌制、改善质构等作用。文中通过色差仪、发色率、肌红蛋白含量的测定结合感官评定,对猪肉腌制过程中色泽受不同滚揉工艺处理的影响作了初步研究,发现猪后腿肉各项色泽指标发生了显著的变化。其中加压滚揉腌制时间比传统的真空滚揉腌制时间降低了33.3%,时间由传统的真空滚揉腌制12h缩短至加压滚揉腌制8h,使得猪后腿肉的色泽达到了传统工艺水平。

关键词:滚揉,猪肉,腌制,色泽

Effect of different tumbling crafts on the color in pork curing process

QIAN Ling-yan, HUAN Yan-jun*, LIU Cheng-lin
(Laboratory of Fabiractiong and Refreshing on Fresh Food, School of Food Science, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: Many meat products, in particular the production of western-style ham will adopt a rolling massage technique which can promote hair color, speed up the curing and improve the texture and so on. In this study, the pork color during pickling by different tumbling crafts was analyzed employing color difference meter, hair color rate, myoglobin content. The results showed that the color of the pork changed significantly. Pickling time by pressure-increasing tumbling craft reduced by 33.3% comparing to the traditional vacuum tumbling craft. 8h pressure-increasing tumbling made the color of pork reach after the level of the traditional crafts while traditional vacuum tumbling craft needed 12h.

Key words: tumbling; pork; pickling; color
中图分类号:TS251.4　　**文献标识码:**A　　**文 章 编 号:**1002-0306(2010)04-0125-04

腌肉在我国由来已久,传统的腌制方法包括干腌法、湿腌法、混合腌制法等,但是这些传统腌制方法已不适合肉类加工业的发展要求,取而代之的是机器化生产,其腌制过程是:a.腌制液(盐水)配制;b.盐水注射;c.滚揉[1]。滚揉腌制指经过盐水注射的肉或预腌过的肉块放在滚揉机中,通过转动的圆桶进行"动态腌制"的过程[2],滚揉腌制是通过滚揉对肉块进行机械处理,促进了液体介质(盐水)的分布、改善了肉的嫩度、提高了盐溶性蛋白质的提取和向肉块表面的移动[3-4],加速腌制液在肉块中的渗透,使腌制液更均匀分布的一项技术。滚揉赋予肉品的功能性是多方面的,与制品的质构、色泽、风味均有相关性[5]。色泽是肉类最重要的特性之一,是消费者判断肉质最直观的标准。腌制过程中,约5%~10%的亚硝酸盐与肉中的肌红蛋白发生反应,对颜色有一定影响[6]。肉色评价主要有感官评定法、仪器测定法和化学测定法[7],近年来又出现了计算机辅助肉色预测模型的检测方法[8-12]。国内外关于不同滚揉腌制工艺对原料肉在腌制过程中色泽变化的报道涉及很少。文中采用感官评定、色差计、发色率和肌红蛋白含量测定腌制过程中原料肉的色泽变化情况,初步研究不同滚揉腌制处理对猪肉腌制过程中颜色的影响。同时探讨猪肉颜色随滚揉腌制时间变化的规律,为深入研究滚揉腌制对猪肉的颜色作用机理和腌腊肉制品的实际生产加工提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　实验辅料

后腿肉　去骨、去皮、修去硬筋、淋巴腺、脂肪、淤血以及其它杂质,每组实验所用样品1500g,每组实验所用的腌制液的配方为食盐2%、复合磷酸盐0.3%、抗坏血酸钠250mg/kg、亚硝酸钠150mg/kg、注射率25%。

1.2　实验方法

收稿日期:2009-06-02　*通讯联系人
作者简介:钱灵燕(1985-),女,硕士研究生,研究方向:肉类加工与保藏工艺。
基金项目:江苏省科技厅科技转化项目。

将注射好的肉放在滚揉机内滚揉。滚揉温度控制在2~4℃,四种滚揉腌制均采用间歇式滚揉,即滚揉腌制30min,停10min再滚揉,反复数次,直至达到实验要求,滚揉机转速为20r/min。

a.常压滚揉:常压滚揉→静置→常压滚揉不断循环的方式进行;

b.真空滚揉:真空滚揉→静置→真空滚揉不断循环的方式进行,滚揉条件为真空度为80%,滚揉30min,每滚揉30min停歇10min;

c.呼吸滚揉:真空滚揉→静置→常压滚揉→静置→真空滚揉不断循环的方式进行,滚揉条件为真空度为80%,滚揉30min,真空度恢复到0%,滚揉30min,每滚揉30min停歇10min;

d.加压滚揉:真空滚揉→静置→加压滚揉→静置→真空滚揉不断循环的方式进行,滚揉条件为真空度为80%,滚揉30min,充入惰性气体N_2加压0.08MPa,滚揉10min,每滚揉30min停歇10min;

在滚揉腌制时间0~12h内每隔2h每组均匀取100g左右样品,用于感官评定、色差计测定、发色率、肌红蛋白含量测定。

1.3 色差计测定

用色差计分别测定不同滚揉腌制处理的猪肉0~12h内每隔2h的明度(CIE L^*值)、红度(a^*值)和黄度(b^*值)。色差计开机预热1h后,用标准黑筒校零,再用标准白板校准。然后将探测器测量口垂直置于肉面上进行测量,每组样品随机测定,5次取平均值[13]。

1.4 发色率测定

按照Hornsey(1956)的方法进行测定[14-15],分别测定不同滚揉腌制猪肉0~12h内每隔2h的发色率。配制提取液A[丙酮:水=40:3(v/v)],提取液B[丙酮:水:盐酸=40:2:1(v/v/v)],均匀称取两份5g绞碎的肉样,第一组加入21.5mL提取液A,第二组加入21.5mL提取液B,各搅拌20s使其混匀,第一组静置10min,第二组静置1h,以3000r/min离心5min,过滤。将第一组所得到的滤液在540nm波长测定吸光值E_1(用提取液A做空白);将第二组所得到的滤液在640nm波长测定吸光值E_2(用提取液B做空白),按下式计算:

亚硝基血红素(mg/kg)=E_1×290

总色素(mg/kg)=E_2×680

发色率(%)=亚硝基血红素÷总色素×100%

1.5 肌红蛋白含量测定

应用Krazywieki介绍的方法[16],略有修改。分别测定不同滚揉腌制猪肉0~12h内每隔2h的肌红蛋白含量。均匀取样品约20g,加入20mL,0.04mol/L,pH6.8的磷酸钠缓冲溶液,用韦林氏快速搅拌器(Waring blender)在室温下以转速10800r/min均质25s。置均质液于冰浴中放置1h,然后于1000×g、5℃下离心30min。将上清液通过滤纸过滤,用同样的缓冲液补足至25mL。使用Unicam UV2分光光度计测定在525、545、565和572nm处的吸光率。肌红蛋白总量及脱氧肌红蛋白(DeoxyMb)、氧合肌红蛋白(MbO_2)和高铁肌红蛋白(MetMb)各部分的比例按照Krzywicki方法用下列公式计算。

肌红蛋白总量(mmol/L)=$-0.166A_{572}+0.086A_{565}+0.088A_{545}+0.099A_{525}$

脱氧肌红蛋白(%)=$(0.369R_1+1.140R_2-0.941R_3+0.015)\times100$

氧合肌红蛋白(%)=$(0.882R_1-1.267R_2+0.809R_3-0.361)\times100$

高铁肌红蛋白(%)=$(-2.541R_1+0.777R_2+0.800R_3+1.098)\times100$

式中:R_1、R_2、R_3分别是吸光率比值A_{572}/A_{525}、A_{565}/A_{525}、A_{545}/A_{525}

1.6 色泽感官评定

色泽的感官评定在实验室完成,由10位有感官评定经验的专业人士组成评定小组,采用1~6分制评定不同滚揉腌制处理的猪肉0~12h内每隔2h的颜色。其中:1表示灰白色;2表示淡粉红色;3表示粉红色;4表示深红色;5表示紫红色;6表示暗红色[17]。

1.7 统计分析

用Microsoft Office Excel分析软件绘制实验中各参数与时间的散点图,用Orange统计分析软件对各参数进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 色差计测定

腌制过程中的颜色变化见图1~图3。用色差仪测出的L^*值(亮度,0=黑色,100=白色);a^*表示红色度(a^*越大表示越红,a^*越小表示越绿);b^*表示黄色度(b^*越大表示越黄,b^*越小表示越蓝)[14]。

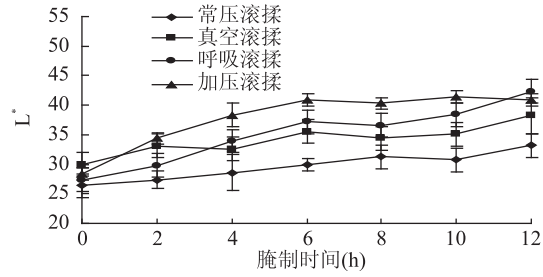

图1 滚揉腌制过程中L^*值的变化

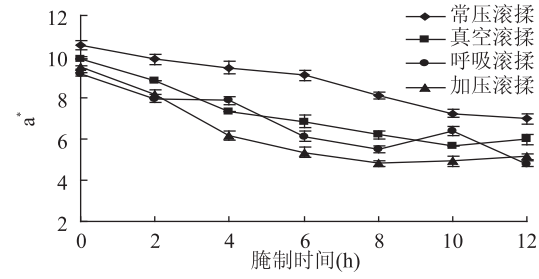

图2 滚揉腌制过程中a^*值的变化

从图1中可以看出,在0~12h腌制时间内,四种不同的滚揉腌制处理过后的猪肉L^*值均呈增大趋势,但是常压滚揉处理过后的猪肉的L^*变化不大,而真空滚揉、呼吸滚揉、加压滚揉处理过后的猪肉的L^*增加明显,其中加压滚揉处理后的猪肉的L^*增大幅度最大,差异显著($p<0.05$)。

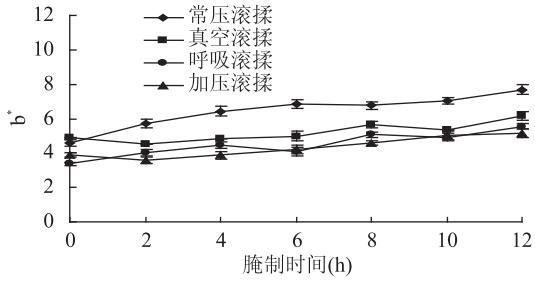

图 3　滚揉腌制过程中 b* 值的变化

从图 2 中可以看出，在 0~12h 腌制时间内，四种不同的滚揉腌制处理过后的猪肉 a* 值明显降低，其中表明加压滚揉处理的猪肉 a* 值降低最明显，结合感官评定发现，a* 值在 10 以上肉块呈深红色，a* 值在 5.5 左右时，肉块呈现出粉红色，说明加压滚揉更好地促进了腌制液的渗透，加快了亚硝酸盐的发色作用。

从图 3 中可以看出，在 0~12h 腌制时间内，不同滚揉腌制处理的猪肉 b* 值都略有增加，但差异不显著。

2.2　发色率测定

由图 4 中的发色率变化可以看出，腌制过程中由于不同的滚揉工艺，加快肉块与肉块，肉块与滚揉桶之间的机械作用，促进了腌制液，特别是其中亚硝酸盐的吸收，在 0~12h 腌制时间内，腌制液吸入挤出这样的运动幅度越大，发色效果越明显；加压滚揉腌制，发色率明显上升，差异显著（$p < 0.05$）。说明加压滚揉腌制促进了亚硝酸盐在相对较短的时间内与肉糜的化学成分发生发应，对颜色产生显著的影响。

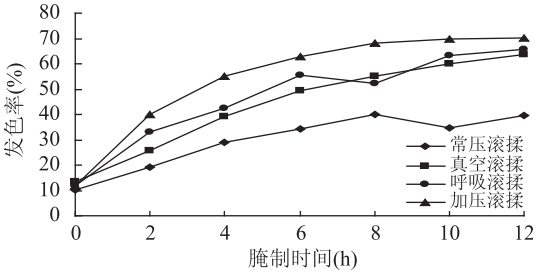

图 4　滚揉腌制过程中发色率的变化

2.3　肌红蛋白含量测定

通常人们观察到的肉色主要取决于肉中色素－肌红蛋白和残留血红蛋白的含量、它们的化学状态和各化合状态的比例及其光散射特性，肉颜色的稳定性是由二价铁的肌红蛋白的保持程度所决定的。如图 5~图 7 所示，随着滚揉腌制时间的增加，在不同滚揉腌制处理过后的猪后腿肉的肌红蛋白总量和 3 种肌红蛋白比例，都发生了明显的变化，其中常压滚揉和呼吸滚揉的 MbO_2 增加，DeoxyMb 减少，MetMb 变化不显著，出现这样的结果可能是由于常压滚揉和呼吸滚揉腌制过程中桶内空气含量较高，导致 MbO_2 增加，一部分 DeoxyMb 与 NO 作用，一部分被氧化为 MetMb，导致 DeoxyMb 减少，而腌制液中的异抗血酸钠又加速了 MetMb 的还原，在这些共同因素的作用下，使得 MetMb 变化不显著。同时真空滚揉和加压滚揉处理的肉块的 MbO_2、MetMb 减少，DeoxyMb 减少不显著，出现这样的结果可能是由于加压滚揉使肉块不断的收缩、膨胀的程度增大，大大增加了腌制液与肉块的接触面积，腌制液中的亚硝酸盐与第 6 位上的铁原子反应稳定了二价铁离子的形式，发色助剂异抗血酸钠加速了高铁肌红蛋白的还原，同时真空和加压滚揉经过抽真空的过程，滚揉桶内空气含量极少，使得 MetMb 和 MbO_2 转变为 DeoxyMb；随着腌制的进行，由亚硝酸盐反应生成的 NO 不断地与 DeoxyMb 反应，使 DeoxyMb 减少，在这些共同因素的作用下，使得 MetMb、MbO_2 下降，DeoxyMb 变化不显著。

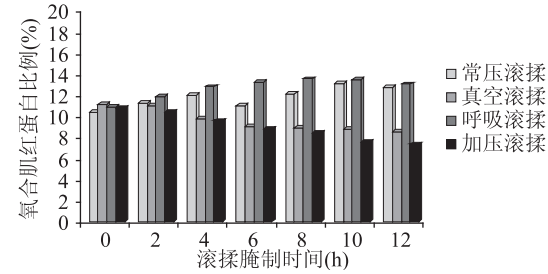

图 5　滚揉腌制过程中氧合肌红蛋白的变化

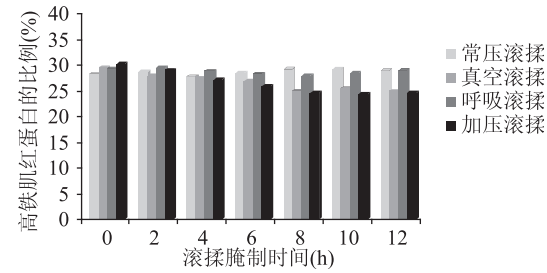

图 6　滚揉腌制过程中高铁肌红蛋白的变化

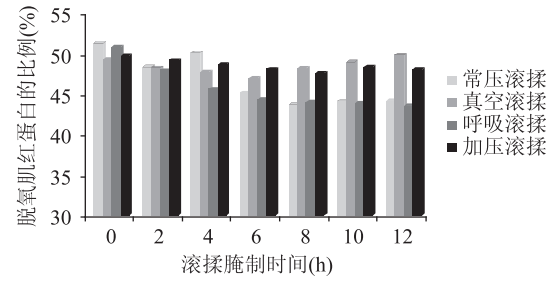

图 7　滚揉腌制过程中脱氧肌红蛋白的变化

2.4　色泽感官评定

从图 1 可以看出，腌制过程中颜色的感官评分变化随着腌制时间的增加，评定者对不同的滚揉腌制工艺处理的猪肉色泽的评分有着很明显的差异。从图 8 可知，在 0~12h 时间内，不同滚揉腌制处理过后的猪肉随着腌制时间的增加，感官评分均呈不同程度的下降，说明滚揉工艺促进了亚硝酸盐在腌制过程中参与化学反应，本实验中加压滚揉工艺处理的猪肉感官评分降低幅度最大，差异显著（$p < 0.05$）。

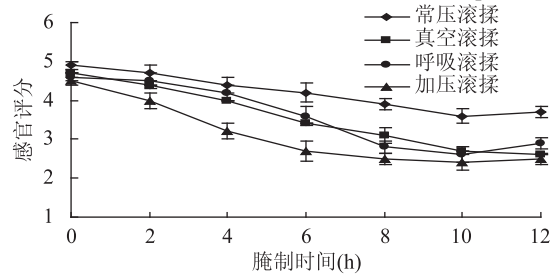

图 8　滚揉腌制过程中感官评定的变化

3 讨论与结论

滚揉腌制是近年来很多西式肉制品现代工艺采用的技术方法，是一个比较年轻的工艺，滚揉腌制是机械作用和化学作用有机融合的典型工序。本实验通过对四种不同滚揉腌制工艺处理过后的猪肉色泽进行分析比较发现，加压滚揉腌制时间比传统的真空滚揉腌制时间降低了33.3%，时间由传统的真空滚揉腌制12h缩短至加压滚揉腌制8h，使得猪后腿肉的色泽达到了传统工艺水平，表明加压滚揉腌制能更有效地提高内部水分传质渗透速度，加速腌制液的渗透和吸收，促进腌制液中各个成分发挥作用，有效缩短工艺时间。

从本实验的结果看，猪后腿肉在滚揉腌制过程中，明度值 L^* 上升，红度值 a^* 下降，肉块呈现亮红色，亚硝酸盐与肌红蛋白等成分发生了反应，其中脱氧肌红蛋白、高铁肌红蛋白（MetMb）和氧合肌红蛋白发生了互变，常压和呼吸滚揉处理的肉块 MbO_2 增加，DeoxyMb 下降，MetMb 变化不显著；真空和加压滚揉处理的肉块 MbO_2、MetMb 减少，DeoxyMb 减少不显著。而腌制过程中发色率上升明显，推测有亚硝基血红素的生成。其中加压滚揉处理时，腌制液吸入挤出的程度最大，影响最显著。

参考文献

[1] 刘宏祥.肉类腌制设备与工艺的改进[J].肉类工业，2000:1-3.
[2] 张瑞宇.物理新技术改进肉类肌肉质构的机理和应用[J].重庆工商大学学报，2005，22(1):44-48.
[3] 吴亚杰.滚揉技术浅析[J].肉类工业，2005(4):45-46.
[4] 冯改霞.滚揉技术在肉制品中的应用[J].肉类工业，2002(3):10-11.
[5] 焦晓霞.西式火腿加工的技术要点[J].肉类工业，2001(3):14-115.
[6] Cassens R G.Use of sodium nitrite in cured meats today[J].Journal of Food Technology，1995(7):72-80.
[7] 周光宏，徐幸莲，等.肉品学[M].北京：中国农业科技出版社，1999:221-236.
[8] Gerrard DE, et al. Beef marbling and color score determination by image processing[J].Journal of Food Science，1996，61(1):145-148.
[9] Lu J，Tan J.Application of nonlinear transforms to the image processing[J].Paper No.983016，ASAE，1998，St.Joseph，ML.
[10] Lu J，et al.Evaluation of pork color by using computer vision[J].Meat Science，2000(56):57-60.
[11] Tan FJ, et al. Assessment of fresh pork color with color machine vision[J].Journal of Animal Science，2000(78):3078-3085.
[12] 孙京新.冷却猪肉肉色质量分析与评定及肉色稳定性研究[D].南京农业大学博士论文，2004.
[13] Norman J L，Berg E P，Ellersieck M R，et al.Prediction of color and pH measurement throughout boneless center-cut pork lions[J].Meat Science，2004(66):273-278.
[14] 张伟力.猪肉肉色与酸度测定方法[J].养猪，2002(1):30-31.
[15] Hornsey HC.The color of cooked cured pork[J].Journal of the Science of Food and Agriculture，1956(7):534-540.
[16] Krzywicki K.Assessment of relative content of myoglobin，oxymyoglobin and metmyoglobin at the surface of beef[J].Meat Science，1979(3):1-10.
[17] AMSA. Guidelines for meat color evaluation [C].In Proceedings 44th Annual Reciprocal Meat Conference，Kansas，USA，1991(6):1-17.

（上接第124页）

在实验条件下，随着壳聚糖浓度的增大，鲜切苹果外观和内部品质综合指数都呈先上升后下降的趋势，表明并不是壳聚糖浓度越大，就为最佳的浓度，而是超出或低于某浓度，保鲜效果就会下降，这与王娟慧等人[12]的研究结果相似。综合鲜切苹果外观品质和内部品质角度考虑，得出实验条件下最佳配方为 $A_3B_2C_1$：即2.0%柠檬酸和1.0%壳聚糖配制涂膜液，0.5%抗坏血酸作为护色液。

参考文献

[1] 高愿军，南海娟，郝亚勤.鲜切苹果品质保持研究[J].食品科学，2006，27(8):254-258.
[2] Rolle R S，Chism G W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables[J].Journal of Food Quality，1987，(10):157-177.
[3] 张志健，李新生.食品防腐保鲜技术[M].上海：科学技术文献出版社，2006:73-75.
[4] 蒋挺大.壳聚糖[M].北京：化学工业出版社，2006:265-268.
[5] 潘永贵，段琪，陈维信.壳聚糖涂膜处理对鲜切杨桃的保鲜效果[J].热带作物学报，2008，29(2):145-149.
[6] 曾文兵.可食性复合涂膜保鲜剂对延长鲜切苹果货架期的研究[J].食品科学，2006，27(2):262-265.
[7] Pilar Herna′ndez-Muñoz，Eva Almenar，Valeria Del Valle，et al.Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry（*Fragaria ananassa*）quality during refrigerated storage[J].Food Chemistry，2008，110:428-435.
[8] 卫文星，张红，卫双玲.芝麻品种的综合评价法[J].中国油料，1994，16(3):19-21.
[9] Reddy MVB，Belkacemi K，Corcuff R，et al.Effect of pre-harvest chitosan sprays on post-harvest infection by Botrytis cinerea and quality of strawberry fruit [J].Postharvest Biology and Technology，2000，20(1):39-51.
[10] 季方，赵希荣.壳聚糖-柠檬酸复合物的制备与研究[J].中国食品添加剂，2004(6):38-45.
[11] E A Baldwin，M O Nisperos，X Chen，et al. Improving storage life of cut apple and potato with edible coating[J].Postharvest Biology and Technology，1996(9):151-163.
[12] 王娟慧，谭兴和，熊兴耀，等.壳聚糖涂膜对鲜切马铃薯保鲜效果的影响[J].食品工业科技，2007，28(8):218-215.