

真空包装冷却猪肉低剂量辐照后的理化和感官特性变化

马丽珍^{1,2}, 南庆贤², 戴瑞彤²

(1. 山西农业大学食品学院, 太谷 030801; 2. 中国农业大学食品学院, 北京 100083)

摘要: 研究真空包装冷却猪肉经保鲜液处理或未经保鲜液处理, 再分别经 0 kGy, 0.5 kGy, 1 kGy 和 2 kGy 低剂量辐照后的理化和感官特性变化, 进而确定最佳的辐照处理方式以延长冷却猪肉的货架期。结果表明: 经 2 kGy 辐照的真空包装冷却猪肉在 (3 ± 1) 下贮存 21 d 时, TVB-N 值、TBARS 值和汁液流失率分别为 20.17 mg/(100 g)、0.347 mg/kg、9.69%; 而同样条件下, 冷却猪肉首先用保鲜液处理, 再经 2 kGy 辐照, 其 TVB-N 值、TBARS 值和汁液流失率分别为 17.43 mg/(100 g)、0.237 mg/kg 和 9.18%。试验说明保鲜液处理可以在一定程度上提高辐照效果。在本试验设定的辐照剂量范围内, 随着辐照剂量的增加, 冷却猪肉的色泽逐渐变红, 当辐照剂量达到 2 kGy 时, 冷却猪肉的色泽达到最佳的鲜红状态, 而且在贮存过程中鲜红色泽始终保持稳定, 但其 TBA 值比对照组高 ($\alpha < 0.05$), 不过大大小于 1.0 mg/kg 的脂肪氧化酸败临界范围值。冷却猪肉经过保鲜液处理+真空包装+2 kGy 剂量辐照+冷藏, 可以最大程度地延长冷却猪肉的货架期。

关键词: 冷却猪肉; 辐照; 感官特性; 理化特性; 真空包装; 色泽

中图分类号: TS206.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2003)04-0184-04

1 引言

应用低剂量辐照是杀灭畜禽肉类及其制品中各种致病菌和腐败菌(尤其是沙门氏菌、寄生虫等病原微生物)的良好途径, 经过辐照消毒处理后的肉类制品既提高了卫生质量又有效延长了其保质期, 不会造成辐射污染, 不会产生感应放射性, 其营养价值不会降低。美国 FDA 正式批准低剂量辐照畜禽肉类, 国际 ICGFI^[1,2] 制订了辐照包装畜禽肉类标准, 积极推广辐照肉类, 我国制订了《辐照冷却包装畜禽肉类卫生标准》^[3], 为发展辐照肉类提供了“法”的保证。目前我国对于熟肉制品进行辐照以延长其货架期的报道较多^[4-9], 对于生肉主要研究辐照对冷冻猪肉的致病菌和寄生虫的杀灭情况, 而研究辐照对真空包装冷却猪肉的保鲜效果报道较少^[10,12], 并且他们所用的辐照剂量多为 3~8 kGy 范围。本试验旨在达到保鲜目标的前提下, 结合保鲜液的协同作用, 尽可能降低辐照剂量, 所以最高辐照剂量设为 2 kGy。关于辐照对冷却肉的色泽和 TBA 值有何影响, 国外学者^[13,14] 报道真空包装的冷却肉(鸡胸肉和猪肉)经辐照后色泽变为鲜红, 而有氧包装的猪肉辐照后容易造成色泽差、氧化不稳定的现象^[15]。为研究低剂量辐照(0, 0.5 kGy, 1 kGy, 2 kGy)后的真空包装冷却猪肉在冷藏(3 ± 1)过程中质量特性的变化, 并将保鲜液处理和辐照结合起来, 观察其综合保鲜效果, 以便为实际生产提供切实可行的冷却肉辐照保鲜的最佳处理方式。

2 材料与方法

2.1 主要试剂和设备

2.1.1 试剂

三氯乙酸、硼酸、盐酸、2-硫代巴比妥酸、碳酸钾、EDTA 等均为分析纯。

2.1.2 设备

DZ-400/2L 型真空包装机(山东诸城正泰机械有限公司)、上海棱光 S22PC 分光光度计、康威氏皿、微量滴定管(最小刻度 0.1 mL)、温度可调式冰箱、超净工作台、高压灭菌锅和恒温培养箱等。

2.1.3 包装材料

尼龙/聚乙烯真空包装袋, 氧气透过率 90 mL/(m²·24 h·atm), 在 23℃, 60% RH。

2.2 试验方法

2.2.1 原料猪肉

新鲜的(屠宰后 12 h 以内)去骨猪后臀尖, 购自当地农贸市场销售的热鲜肉, 先将鲜猪肉在 (3 ± 1) ℃ 冰箱中冷藏 12 h 后, 切成 1.5 cm 厚的肉块(100 g 左右), 各试验组的设计安排见表 1。为了使汁液流失具有可比性, 需要保鲜液处理的先在 1# 保鲜液(已研究出的由壳聚糖、茶多酚、Nisin 和香辛料等组成的天然生物保鲜液)中浸泡 30 s, 沥干 5 min, 再进行真空包装, 随机分 4 组, 每组 12 袋。不需保鲜液处理的用无菌蒸馏水浸泡 30 s, 沥干 5 min, 直接真空包装, 随机分 4 组, 每组 12 袋。根据试验设计, 将需要辐照的 72 袋真空包装冷却猪肉放在纸箱中, 送到山西农业大学辐照中心立即开始辐照, 本次试验对辐照的冷却肉未做降温处理, 辐照温度是当时的气温 34~35℃。对于不进行辐照的 24 袋对照组(分 2 组, 一组经保鲜液处理, 另一组不经保鲜液处理)始终处于 (3 ± 1) ℃ 冰箱中冷藏。目的是更接近生产实际, 想了解在较高温度下辐照的保鲜效果。

2.2.2 辐照和冷藏

辐照剂量是按照被辐照的原料肉放置在离辐照源的距离和照射时间来计算的, 辐照剂量设为 0.5 kGy、1 kGy 和 2 kGy 3 个不同剂量, 具体作法是将被辐照的真空包装冷却猪肉放置在距离辐照源 ⁶⁰Co 的距离分别为

收稿日期: 2002-11-11 修订日期: 2003-04-10

基金项目: 国家“十五”科技攻关项目(2001BA501A11)部分内容

作者简介: 马丽珍(1963-), 副教授, 博士生, 主要从事肉类科学
研究。山西省太谷县 山西农业大学食品学院, 030801

100 cm、75 cm 和 25 cm, 照射时间为 5~ 6 h, 采用静态辐照, 中间进行一次翻身, 以确保辐照剂量的均匀性。各组的设计安排见表 1。辐照结束后立即将样品放入 (3 ± 1) 的冰箱中贮藏至 21 d。未经辐照的对照组一直在 (3 ± 1) 的冰箱中贮藏至 21 d。

表 1 试验设计安排

Table 1 Experimental design

组别	代码	处理方法和辐照剂量
1	CK	无菌蒸馏水浸泡 30 s, 沥干 5 min 真空包装, 不经辐照处理
2	PA	保鲜液浸泡 30 s, 沥干 5 min 真空包装, 不经辐照处理
3	0.5 kGy	无菌蒸馏水浸泡 30 s, 沥干 5 min 真空包装, 经 0.5 kGy 辐照处理
4	1 kGy	无菌蒸馏水浸泡 30 s, 沥干 5 min 真空包装, 经 1 kGy 辐照处理
5	2 kGy	无菌蒸馏水浸泡 30 s, 沥干 5 min 真空包装, 经 2 kGy 辐照处理
6	PA + 0.5 kGy	保鲜液浸泡 30 s, 沥干 5 min 真空包装, 经 0.5 kGy 辐照处理
7	PA + 1 kGy	保鲜液浸泡 30 s, 沥干 5 min 真空包装, 经 1 kGy 辐照处理
8	PA + 2 kGy	保鲜液浸泡 30 s, 沥干 5 min 真空包装, 经 2 kGy 辐照处理

2.2.3 指标测定

样品在第 0、7、14、21 d 分别测定各项理化指标和进行感官评定。

1) 挥发性盐基氮 (TVB-N): 按照 GB/T 5009.44-96 半微量扩散方法测定。

2) 汁液流失率: 汁液流失量与原料肉的质量比值为汁液流失率 (%)。

3) TBARS 值: 取 10 g 肉样研细, 加 50 mL 7.5% 的三氯乙酸 (含 0.1% EDTA, 振荡 30 min, 双层滤纸过滤两次。取 5 mL 上清液加入 5 mL 0.02 mol/L 2-硫代巴比妥酸溶液, 沸水浴中保温 40 min, 取出冷却 1 h 后, 以 1 600 r/min 离心 5 min, 上清液中加 5 mL 氯仿摇匀, 静置分层后取上清液分别在 532 nm 和 600 nm 处比色, 记录消光值并用以下公式计算 TBA 值。

$$TBA \text{ 值 (mg/100 g)} = (A_{532} - A_{600}) / 155 \times (1/10) \times 72.6 \times 100$$

与 TBA 反应的物质的量 (TBARS) 以每 kg 肉中丙二醛的毫克数来表示。

4) 感官指标评价: 由 7 位专家组成, 按 10 分制分别对肉色、气味和组织状态评定, 最后综合判定。

2.2.4 数据分析

所得数据均为 3 次的平均值, 用 SPSS 软件 (8.0 版) 进行邓肯氏新复极差。

3 结果与分析

3.1 理化指标测定结果

TVB-N 值、TBA 值和汁液流失率在不同测定时间的结果见图 1、图 2 和图 3。

由图 1 可知, 在贮存的前 2 周, 3、4、6 和 7 组的 TVB-N 值快速增长, 到第 14 d 时分别上升到 23.03、29.61、27.23 和 21.44 mg/(100 g), 已超过国标规定的最高限 20 mg/(100 g)。经保鲜液处理的 2 组在前 14 d TVB-N 值变化平缓。而对照 1 组的 TVB-N 值在贮存过程中一直保持上升趋势, 到贮存第 21 d 时 TVB-N 值已达 32.83 mg/(100 g), 保鲜液处理并经 2 kGy 辐照的第 8 组在贮存第 21 d 时 TVB-N 值为 17.43 mg/(100 g)。未经保鲜液处理而经 2 kGy 辐照的 5 组在贮存第 21 d 时 TVB-N 值为 20.17 mg/(100 g)。

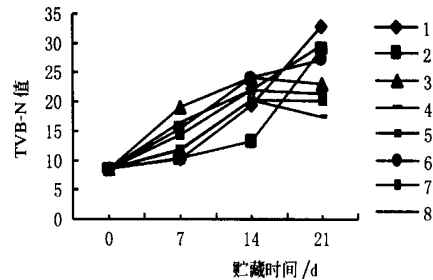


图 1 各组在冷藏过程中的 TVB-N 值变化 (3 ± 1)

Fig 1 TVB-N value of chilled, irradiated and vacuum packaged chilled pork stored at (3 ± 1)

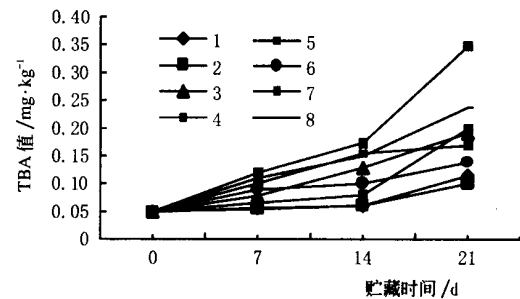


图 2 各组在冷藏过程中的 TBA 值变化 (3 ± 1)

Fig 2 TBA value of chilled, irradiated and vacuum packaged chilled pork stored at (3 ± 1)

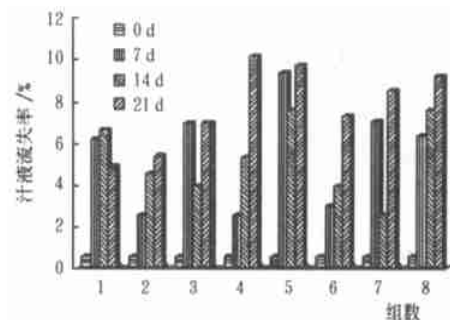


图 3 各组在冷藏过程中 (3 ± 1) 的汁液流失率变化

Fig 3 Drip loss rate of chilled, irradiated and vacuum packaged chilled pork stored at (3 ± 1)

从图 2 可看出, 所有经过辐照的 3、4、5、6、7、8 组, 其 TBARS 值均高于未辐照的 1 组和 2 组, 而且随着辐照剂量的增加, TBARS 值也随之增加, 所以 TBARS 值变化最明显的是经 2 kGy 辐照的组, 其次是保鲜液处理后 2 kGy 辐照的第 8 组。另外, 经相同剂量的辐照, 凡

是保鲜液处理组,其TBARS值都比未处理组低,这说明保鲜液具有一定的抗氧化作用。

从图3可看出,汁液流失率没有规律性变化,在贮存末期大致在5%~10%范围内变动,随着辐照剂量的增加,汁液流失率逐渐增加,2 kGy辐照剂量的汁液流失率要明显高于对照组($\alpha < 0.05$),这一结果肯定了Shay et al^[15]的试验结果。他们均认为辐照将提高鲜肉的汁液流失率。这是因为辐照改变了肌肉蛋白质的二级和三级结构,从而影响到肌肉组织的保水能力。

3.2 感官指标的变化

真空包装的猪肉的感官变化见表2。随着辐照剂量的增加,与未辐照的对照组相比,肉的色泽逐渐变红,辐照剂量提高到2 kGy时冷却猪肉的鲜红色增加到最理想的状态,而且这种鲜红的色泽在冷藏贮存中保持稳定。从贮存第14 d和30 d的色泽变化来看,随着贮存时间的延长,经0.5和1.0 kGy辐照的3、4、5、和7组在贮存过程中,鲜红色逐渐褪去,贮存到第14 d时,3、4、6和7组色泽变为灰白,有腐败味。对照组色泽变为淡紫色,而经2 kGy辐照的冷却猪肉色泽却保持鲜红,并且这种红色并不是分布在冷却肉表面,而是均匀地分布在整块肉中。贮存至14 d时为鲜红色,贮存至第30 d时只有轻微的变化,肉眼观察仍为鲜红色,试验说明经2 kGy剂量以上辐照所产生的鲜红色在贮存过程中能保持稳定。经1#保鲜液处理后再辐照的各组色泽变化与未经保鲜液处理的色泽变化相同,说明1#保鲜液并不影响真空包装冷却猪肉辐照后的色泽变化。

表2 各组在贮存过程中的感官变化情况

Table 2 Sensory changes of irradiated chilled pork during storage at (3±1)

组别	项目	贮存时间/d				感官评分
		0	7	14	21	
CK	色泽	紫红色	暗紫色	暗紫色	棕褐色	6
	气味	正常气味	正常气味	有微酸味	臭味	
PA	色泽	紫红色	暗紫色	暗紫色	棕褐色	8
	气味	正常气味	正常气味	正常气味	正常气味	
0.5 kGy	色泽	紫红色	暗紫色	暗褐色	棕褐色	5
	气味	正常气味	正常气味	酸味	臭味	
1 kGy	色泽	紫红色	暗紫色	暗褐色	棕褐色	5.2
	气味	微弱辐照味	微弱辐照味	酸味	臭味	
2 kGy	色泽	紫红色	鲜红色	鲜红色	鲜红色	8.6
	气味	辐照味	正常气味	正常气味	正常气味	
PA+ 0.5 kGy	色泽	紫红色	暗紫色	暗褐色	棕褐色	5
	气味	正常气味	正常气味	酸味	臭味	
PA+ 1 kGy	色泽	紫红色	暗紫色	暗褐色	棕褐色	5.6
	气味	微弱辐照味	微弱辐照味	酸味	臭味	
PA+ 2 kGy	色泽	紫红色	鲜红色	鲜红色	鲜红色	9
	气味	无辐照味	正常气味	正常气味	正常气味	

4 讨论

Mattison et al^[17]和Ehioba et al^[18]研究认为真空包装猪肉的TBARS值不受1 kGy辐照的影响。

Lebepe et al^[19]也报道3 kGy剂量的辐照并不影响真空包装猪肉的TBARS值,但含有20% O₂的气调包装猪肉经辐照后就会提高TBARS值。Zhao et al^[15]报道真空包装的辐照猪肉在2周的贮存过程中色泽保持桃红色,但TBARS值和汁液流失率相对较高。这些不同的试验结果与当时所用包装材料的透氧性、辐照剂量以及辐照温度均有关系。即使是真空包装,如果包装袋有一定的透氧率,慢慢透进包装袋内的氧与辐照所产生的自由离子结合形成氢过氧化物,进而分解成不同的分解物质,如乙醛。乙醛和丙二醛是主要的TBARS反应物质。Mattison et al^[17]试验认为TBARS值为1.0 mg/kg是感官能检测出酸败的临界线。在本研究中,虽然辐照会增加冷却肉的TBARS值,但未经保鲜液处理和经过保鲜液处理的真空包装冷却猪肉在最高剂量为2 kGy辐照后,冷藏到第21 d时的TBARS值分别为0.347 mg/kg和0.237 mg/kg,均未超过酸败的临界限。说明冷却猪肉真空包装+辐照+冷藏;或者冷却猪肉+保鲜液处理+真空包装+辐照+冷藏是很有发展前景的冷却肉保鲜方法。

随着辐照剂量的增加,肉的色泽逐渐变红,到2 kGy时,肉色泽变为鲜红,而且贮存过程中红色保持稳定。这种稳定的红色与原料肉的种类、辐照时冷却肉的包装形式(包装袋内有无氧气)以及辐照剂量有关。本试验利用真空包装猪肉进行辐照,产生了鲜艳的红色,进一步证明这种红色不是形成氧合型肌红蛋白所致,因为真空包装下袋内的氧分压很低。

冷却肉的色泽是由亚铁血红素的价态状态和第6配位键所结合的分子类型决定的。对于能代表辐照火鸡胸脯肉红色的色素来说,需要更多的还原条件来保持色素处于它的亚铁状态。所以,任何能够改变血红素铁的氧化状态和产生肉中新的配位基气体成分的条件都可影响冷却肉的色泽。Nam K C, et al^[13]研究表明肉的辐照可降低氧化还原电位(ORP),并产生气体成分CO,可作为肌红蛋白的第6配位基。所以辐照火鸡胸脯肉所增加的红度a值主要是因为ORP值的降低和羧基肌红蛋白的形成。辐照后的肉汁液的吸收谱带也显示出辐照火鸡胸脯的最高谱带与CO-肌红蛋白的谱带相似。

辐照味是由辐射分解和油脂氧化产生的挥发性成分结合而成^[16]。为保护猪肉风味的最高辐射剂量是1.75 kGy,高于此剂量就会因油脂的辐射分解而产生不愉快的气味。本试验经2 kGy辐照后的冷却猪肉有轻微辐照味,但贮存过程中这种“辐照味”逐渐降低。

5 结论

1) 经过2 kGy辐照的真空包装冷却猪肉在(3±1)下贮存21 d后,TVB-N值、TBARS值和汁液流失率分别为20.17 mg/(100 g)、0.347 mg/kg和9.69%;而同样条件下,冷却猪肉首先用保鲜液处理,再经2 kGy辐照,其TVB-N值、TBARS值和汁液流失率分别为17.43 mg/(100 g)、0.237 mg/kg和9.18%。保鲜液处理可在一定程度上提高辐照效果。

2) 在 0~2 kGy 辐照剂量范围内,随着辐照剂量的增加,冷却猪肉的色泽逐渐变红,当辐照剂量达到 2 kGy 时,冷却猪肉的色泽达到最佳的鲜红状态,而且在贮存过程中鲜红色泽始终保持稳定。

3) 冷却猪肉经过保鲜液处理+真空包装+2 kGy 剂量辐照+冷藏,可最大程度延长冷却猪肉的货架期。

[参 考 文 献]

- [1] ICGFI Irradiation of "red" cat [R]. IAEA-TECDOC. 1995.
- [2] ICGFI Code of good irradiation practice for prepackaged meat and poultry[S]. ICGFI document No 4 1991.
- [3] 辐照冷却包装畜禽肉类卫生标准 GB-148917-1997.
- [4] 彭凌,程刚,曹新志.猪肉脯的加工工艺与辐照杀菌[J].绵阳经济技术高等专科学校学报,2001,18(1):24~25,33.
- [5] 谢宗传,等.牛脯辐照保鲜试验[J].核农学通报,1995,16(6):278~280.
- [6] 于子厚,等.扒鸡辐照灭菌贮存保鲜的研究[J].核农学通报,1995,16(6):271~274.
- [7] 于子厚,等.酱牛肉辐射灭菌贮存保鲜的研究[J].核农学通报,1995,16(6):275~277.
- [8] 陈忠海,等.熟畜禽肉类食品辐照保鲜灭菌的工艺问题[J].核农学通报,1996,17(3):119~1207.
- [9] 刘伟,杨宗渠,等.低温肉制品辐照工艺剂量研究[J].核农学通报,2003,17(2):138~140.
- [10] 姜培珍,徐志成,等.辐照消毒技术在真空包装冷却肉中的应用研究[J].上海预防医学杂志,1999,11(8):352~356.
- [11] 林若泰,唐年鑫,等.辐照冷却包装分割猪肉研究[J].食品科学,1999,12:54~56.
- [12] 马丽珍,南庆贤,戴瑞彤.不同气调包装方式对冷却猪肉

在冷藏过程中的理化及感官特性的影响[J].农业工程学报,2003,19(3):156~159.

- [13] Nam K C, Ahn D U. Carbon monoxide-heme pigment is responsible for the pink color in irradiated raw turkey breast meat[J]. Meat Science, 2002, 60: 25~33.
- [14] Millar S J, Moss B W, MacDougall D B, et al. The effect of ionizing radiation on the CIELAB color coordinates of chicken breast meat as measured by different instruments[J]. International Journal of Food Science and Technology, 1995, 30: 663~674.
- [15] Zhao Y, Sebrsnek J G, Dickson J, et al. Bacteriological, physicochemical, and sensory quality of fresh pork chops with low-dose irradiation and modified-atmosphere packaging[J]. J of Food Protection, 1996, 59(5): 493~501.
- [16] Shay B J, Egan A F, Wills P A. The use of irradiation for extending the storage life of fresh and processed meats[J]. Food Technol Australia 1988, 40: 310~313.
- [17] Mattison M L, Kraft A A, Olson D G, et al. Effect of low dose irradiation of pork loins on the microflora, sensory characteristics and fat stability[J]. J of Food Sci, 1986, 51(2): 284~287.
- [18] Ehibba R M, Kraft A A, Molins H W, et al. Effect of low-dose (100krad) Gamma Radiation on the microflora of vacuum-packaged ground pork with and without added sodium phosphates[J]. J of Food Sci, 1987, 52(6): 1477~1480.
- [19] Lebepe S, Molins R A, Charoen S P, et al. Changes in microflora and other characteristics of vacuum-packaged pork loins irradiated at 3.0 kGy[J]. J Food Sci, 1990, 55: 918~924.

Changes in physicochemical and sensory characteristics of vacuum-packaged chilled pork irradiated at low-dose gamma ray

Ma Lizhen^{1,2}, Nan Qingxian², Dai Ruitong²

(1. Food College, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China;

2. Food College, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: The effects of chilled pork treated with or without preservative solution, irradiation dose (0, 0.5, 1.0 and 2.0 kGy) on the physicochemical and sensory characteristics of vacuum-packaged chilled pork stored at $(3 \pm 1)^\circ\text{C}$ for 21 days were studied, in order to determine the best method of irradiation to extend shelf life of chilled pork. The results show: the values of TVB-N, TBARS and drop loss of vacuum-packaged chilled pork treated with preservative solutions and 2.0 kGy irradiation were $20.17 \text{ mg} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$, $0.347 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and 9.69%, respectively and that of the same condition but untreated with preservative solutions were $17.43 \text{ mg} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$, $0.237 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and 9.18%, respectively. The color of chilled pork in our experiment was changed redder as the X-ray dose increased, and it became the bright red when the X-ray was 2 kGy. This chilled pork color is stable in the storage-life, but its TBA value is higher than that of the compared group ($\alpha < 0.05$), still far smaller than critical value of $1.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ spoilage of oxidized fat. The best method that can extremely extend shelf life of chilled pork is that the samples are treated with preservation solution, vacuum-package, 2.0 kGy irradiation and refrigeration.

Key words: chilled pork; irradiation by gamma ray; sensory characteristics; physicochemical characteristics; vacuum packaging; color