

^{60}Co γ 射线辐照对酱卤鸡爪杀菌效果及品质的影响

Effects of ^{60}Co γ ray irradiation on sterilization and quality of sauced chicken claw

彭玲^{1,2,3} 徐远芳^{1,2,3} 张祺玲^{1,2,3}

PENG Ling^{1,2,3} XU Yuan-fang^{1,2,3} ZHANG Qi-ling^{1,2,3}

周毅吉^{1,2,3} 毛青秀⁴ 李文革^{1,2,3}

ZHOU Yi-ji^{1,2,3} MAO Qing-xiu⁴ LI Wen-ge^{1,2,3}

(1. 湖南省农业科学院核农学与航天育种研究所, 湖南长沙 410125; 2. 湖南省农业生物辐照工程技术研究中心, 湖南长沙 410125; 3. 生物辐照技术湖南省工程研究中心, 湖南长沙 410125; 4. 湖南粮食集团有限责任公司, 湖南长沙 410012)

(1. Institute of Nuclear Agricultural Science and Space Breeding, Hunan Academy of Agriculture Sciences, Changsha, Hunan 410125, China; 2. Hunan Province Engineering Technology Research Center of Agricultural Biological Irradiation, Changsha, Hunan 410125, China; 3. Hunan Province Biological Irradiation Technology Engineering Research Center, Changsha, Hunan 410125, China; 4. Hunan Grain Group Co., Ltd., Changsha, Hunan 410012, China)

摘要:为探讨利用 ^{60}Co γ 射线辐照酱卤鸡爪保质的最适条件,分别采用不同剂量 ^{60}Co γ 射线对酱卤鸡爪进行辐照处理,分析辐照剂量与酱卤鸡爪菌落总数、营养成分、氨基酸和脂肪酸各组分、酸价(AC)、过氧化值(POV)、挥发性盐基氮(TVB-N)、亚硝酸盐及色度之间的关系。结果表明: ^{60}Co γ 射线辐照对酱卤鸡爪杀菌效果明显,样品初始菌落总数为 4.3×10^2 CFU/g,经4.09 kGy 剂量辐照后即可降至10 CFU/g以内;辐照对酱卤鸡爪中水分含量没有明显的影响;辐照前后蛋白质含量变化没有明显的规律;随着辐照剂量的增加,脂肪含量先升高后降低,5.74 kGy 以上显著高于对照样($P < 0.05$);辐照剂量与氨基酸和脂肪酸各组分含量的变化没有明显的相关性;辐照后的样品中均有新的脂肪酸生成;辐照样样的AC和POV均低于对照样($P < 0.05$);1.88 kGy 时,TVB-N 低于对照样($P < 0.05$),5.74 kGy 以上时,高于对照样($P < 0.05$);0.00~8.11 kGy 时,辐照对色度值L 无明显影响($P > 0.05$),0.00~4.09 kGy 时, a 值无明显变化($P > 0.05$),各试验组中 b 值均显著高于对照样($P < 0.05$),

5.74 kGy 以上时差异显著($P < 0.05$)。

关键词:酱卤鸡爪; ^{60}Co γ 射线;辐照;杀菌;品质

Abstract: The effects of the ^{60}Co γ ray irradiation preservation on the sauced chicken claw were investigated by using different irradiation doses. The relationship was analyzed between the irradiation dose and the total bacterial count, nutrients, the composition of amino acids and fatty acids, AC, POV, TVB-N, nitrite as well as chroma. The results showed that the ^{60}Co γ ray irradiation was effective on sterilization, and while the sample was irradiated at the dose of 4.09 kGy, with the total bacterial count reduced to no more than 4.09 kGy. However, no significant effect of the ^{60}Co γ ray irradiation on the moisture content was found. The protein content changed slightly before and after irradiation, while no correlation with the irradiation dose was detected. With the increasing of irradiation dose ($P < 0.05$), the fat content increased and then decreased, and it was significantly higher than that in the control group ($P < 0.05$) when 5.74 kGy. Though no significant changes in the contents of amino acids and fatty acids were found in the irradiated group, some new fatty acid components raised in all the irradiated groups. In the irradiated groups, the content of fatty acids in the irradiated group was significantly higher than that in the control ($P < 0.05$). In the 1.88 kGy group, TVB-N was lower than that in the control ($P < 0.05$), and higher than that in the control at 5.74 kGy ($P < 0.01$). No significant change in a value at 0.00~4.09 kGy ($P > 0.05$) was found, but b value was significantly higher in all irradiated groups than in the control ($P < 0.05$), and reached a significant level at 5.74 kGy ($P < 0.05$).

基金项目:湖南省科技厅重点研发计划(编号:2015NK3043)

作者简介:彭玲,女,湖南省农业科学院核农学与航天育种研究所副研究员,学士。

通信作者:李文革(1966—),男,湖南省农业科学院核农学与航天育种研究所研究员,博士。

E-mail: hnnklwg@163.com

收稿日期:2017-10-06

This study provided a reference for the establishment of irradiation sterilization technology and the application of irradiation technology in the industrialization of poultry meat products in China.

Keywords: sauced chicken claw; ⁶⁰Co γ ray; irradiation; sterilization; quality

鸡爪(又名凤爪)是鸡肉加工中的一种副产品,营养成分丰富,具有低脂肪、高蛋白的特点,富含胶原蛋白、谷氨酸以及Ca、Fe等矿物质元素,具有美容养颜、减肥降压的功效,对人体皮肤、骨骼组织、中枢神经和免疫系统的发育和功能都有重要影响^[1-2]。鸡爪一直是中国禽肉产品加工中的一种优质原料,被广泛地制作成不同风味的产品。

目前,中国禽肉制品微生物合格率较低,主要是由于肉类产品高度易腐,此外还可能存在一些食源性病原菌,因此,对加工过程中潜在微生物危害的控制备受关注^[3-5]。肉制品加工常用的灭菌方法是高温和添加防腐剂,但高温会破坏禽肉类如鸡爪中胶原蛋白的凝胶特性,影响产品的食用品质,防腐剂能有效地抑制微生物的生长,但不能起到杀灭的效果,过量使用则不利于人体健康。食品辐照技术是利用γ射线等与物质作用产生的物理、化学和生物效应,达到杀虫灭菌、防止霉变、提高食品的卫生质量、保持营养品质及风味、延长货架期的一种有效的食品非热杀菌技术^[6-10]。目前,已有报道辐照灭菌泡椒鸡爪^[11]、酱鸭^[12]、扒鸡^[13]、红烧鸡块^[14]等禽肉类制品的研究,而针对辐照酱卤鸡爪的研究尚未见诸于报道。酱卤鸡爪作为一种具有代表性的湘味熟食系列禽肉类制品,灭菌方法对其风味口感和色泽等品质保持尤为重要。本研究拟以酱卤鸡爪为研究对象,采用⁶⁰Co γ射线辐照技术,研究辐照杀灭酱卤鸡爪中微生物的效果及其品质的影响,为辐照技术在酱卤鸡爪及其他禽类肉制品加工中的产业化应用提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

酱卤鸡爪:由湖南省某禽类肉制品加工企业提供,样品的初始菌落总数为 4.3×10^2 CFU/g;

本研究中所使用的试剂均为分析纯,水为GB/T 6682—2008规定的三级水。

1.2 仪器与设备

电子天平:AL-204型,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;

电热鼓风干燥箱:DHG-9240A型,上海一恒科学仪器有限公司;

定氮仪:KDN-04A型,上海新嘉电子有限公司;

脂肪测定仪:SZF-06A型,上海精龙化工有限公司;

氨基酸自动分析仪:L-8900型,日本日立公司;

紫外可见分光光度计:UV-1700型,日本岛津公司;

GC-MS:7890A-5975C型,美国安捷伦科技公司。

1.3 试验方法

1.3.1 样品准备 酱卤鸡爪,在湖南省某禽类肉制品加工企业生产后,采用PE袋真空包装,每包约25g。将供试样品分为6份,每份约500g,在4℃下保存备用。

1.3.2 辐照处理 在常温运输条件下,将准备好的样品运送至湖南省农业科学院核农学与航天育种研究所浏阳辐照中心进行辐照处理,辐照剂量依次设定为0,2,4,6,8,10kGy。该中心辐照装置为⁶⁰Co γ辐照装置,放射性活度为 2.96×10^{16} Bq,单板源,采用动态步进辐照工艺。辐照剂量以剂量计跟踪实测值为准,所用剂量计为实验室自制重铬酸银剂量计,经中国剂量科学院丙氨酸剂量计(NDAS)比对,剂量测定误差小于±3%。

1.3.3 指标测定 辐照结束后,立即取样测定各项指标,并将其余样品保存在冰箱中(4℃)。其中,菌落总数测定按照GB 4789.2—2010进行;水分测定按照GB/T 5009.3—2010进行;蛋白质测定按照GB/T 5009.5—2010进行;脂肪测定按照GB/T 5009.37—2003进行;酸价测定按照GB/T 5009.37—2003进行;挥发性盐基氮测定按照GB/T 5009.44—2003进行;过氧化值测定按照GB/T 5009.37—2003进行;亚硝酸盐测定按照GB/T 5009.33—2010进行;脂肪酸测定按照GB/T 17377—2008和GB/T 17376—2008进行;氨基酸测定按照GB/T 5009.124—2003进行;色度采用色差计进行分析。每个样品重复测定3次,求平均值。

1.3.4 数据分析 试验数据用SPSS 20进行统计分析,计算标准偏差(±SD)并运用LSD检验进行显著性分析(P<0.05)。

2 结果与讨论

2.1 辐照对酱卤鸡爪菌落总数的影响

由表1可以看出,未辐照样品中菌落总数为 4.3×10^2 CFU/g,1.88kGy剂量辐照后菌落总数降至 4.0×10^1 CFU/g,4.09kGy时低于10CFU/g。结果表明,⁶⁰Co γ射线辐照对酱卤鸡爪具有明显的杀菌效果。通常影响辐照杀菌效果的主要因素包括辐照剂量、初始含菌量、D₁₀值(微生物对辐射的耐受性)、含水量、温度、含氧量、货物密度等。因此,在利用辐照技术对食品进行灭菌的应用过程中,应根据实际研究情况制定不同类型的辐照工艺^[15]。

2.2 辐照对酱卤鸡爪营养成分的影响

水分是酱卤鸡爪中重要的组成成分,含量达到60%以上,同时也是主要的辐射敏感因子,水分含量直接影响食品的品质。由表2可知,辐照对水分含量的影响不大,与对照相比没有明显的变化(P>0.05),与罗志平等^[16]的研究结论一致。但在辐照过程中,γ射线可引起水的辐射化学反应,使其分解为OH·和H·2种自由基。蛋白质和脂肪是

表1 辐照剂量对酱卤鸡爪菌落总数的影响

Table 1 Effects of irradiation on total bacterial count of sauced chicken claw

辐照剂量/kGy	CK	1.88	4.09	5.74	8.11	10.35
菌落总数/(CFU·g ⁻¹)	4.3×10^2	4.0×10^1	<10	<10	<10	<10

表 2 辐照剂量对酱卤鸡爪营养成分的影响[†]Table 2 Effects of irradiation on nutrition of sauced chicken claw ($n=3$)

辐照剂量/kGy	CK	1.88	4.09	5.74	8.11	10.35
水分/%	64.75±0.15	64.18±0.35	63.57±1.05	64.32±0.49	64.71±1.62	64.36±0.17
蛋白质/%	9.82±0.05	10.46±0.02*	9.82±0.01	12.41±0.04*	13.73±0.16*	9.81±0.08
脂肪/%	7.78±0.25	8.22±0.07	8.59±0.39	9.43±0.45*	8.51±0.51	6.82±0.25*

† 用 LSD 法进行多重比较分析,同一行中辐照样与对照样(CK)相比,*表示差异显著($P<0.05$)。

重要的营养和功能成分,其含量决定了食品的营养品质。经不同剂量辐照后,蛋白质含量变化没有明显的规律,当辐照剂量为 1.88,5.74,8.11 kGy 时蛋白质含量与对照样相比变化明显($P<0.05$),而 4.09,10.35 kGy 时变化不明显($P>0.05$);0.00~5.74 kGy 时随着辐照剂量的增加,脂肪含量逐渐升高,5.74 kGy 时其含量变化达到显著水平($P<0.05$);随后则逐渐减少,10.35 kGy 时明显低于对照样($P<0.05$)。研究表明:酱卤鸡爪蛋白质和脂肪含量变化与辐照剂量的增加没有明显的相关性,与已有的报道^[17-19]一致。在常用剂量范围内,辐照对食品中蛋白质的影响通常很小,不同的蛋白质几乎一样,具体的辐照效应与蛋白质的结构组成、天然或变性蛋白质、存在的状态,以及其他物质的存在与否有关。

2.3 辐照对酱卤鸡爪氨基酸组分的影响

氨基酸是组成蛋白质分子的基本单位,通常蛋白质的水解物中含有 20 种氨基酸。由表 3 可以看出,酱卤鸡爪中氨基酸种类丰富,共检测到 17 种氨基酸,其中苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸以及赖氨酸 6 种氨基酸为人体必需的氨基酸。氨基酸含量也较高,其中谷氨酸含量最高为

2.60 g/100 g,甘氨酸次之,蛋氨酸和组氨酸的含量相对较低,而胱氨酸和酪氨酸的含量均低于 1 mg/kg。与对照样相比,1.88 kGy 剂量辐照后,样品中氨基酸各组分的含量有所降低,其中脯氨酸的含量降低最明显($P<0.05$)。随着辐照剂量增加,氨基酸各组分含量的变化没有明显的规律。已有的研究表明,辐照会对个别氨基酸组分产生明显的影响。刘春泉等^[20]报道了冷冻羊肉中组氨酸的含量随着辐照剂量的增加而降低;冯敏等^[21]报道了辐照干制海兔中脯氨酸和胱氨酸含量显著降低的研究结论。但随着辐照剂量的增加,氨基酸各组分的含量没有明显的变化规律,表明辐照不会引起酱卤鸡爪中氨基酸各组分含量的明显变化,与胡鹏等^[13]的研究结论基本相似。蛋白质的营养价值在很大程度上取决于氨基酸的组成成分,辐照会使氨基酸发生变化,但在所用的剂量下通常不会使食品中的氨基酸组分发生明显的变化。

2.4 辐照对酱卤鸡爪脂肪酸组分的影响

脂肪酸是天然脂肪水解后所生成的脂肪族一元羧酸类成分。由表 4 可以看出,酱卤鸡爪中脂肪酸种类十分丰富,含有人体必需的亚油酸、 α -亚麻酸和花生四烯酸等不饱和脂肪酸。对照样中共检测到 17 种脂肪酸成分,其中含有 13 种

表 3 辐照剂量对酱卤鸡爪氨基酸组分的影响[†]Table 3 Effects of irradiation on the composition of amino acids of sauced chicken claw ($n=3$) g/100 g

辐照剂量/kGy	CK	1.88	4.09	5.74	8.11	10.35
门冬氨酸	1.04±0.008	0.98±0.007	1.06±0.038	1.00±0.005	1.05±0.068	1.06±0.036
苏氨酸	0.44±0.012	0.42±0.017	0.45±0.011	0.42±0.009	0.44±0.007	0.45±0.016
丝氨酸	0.45±0.003	0.42±0.013	0.46±0.010	0.43±0.012	0.45±0.007	0.46±0.014
谷氨酸	2.60±0.025	2.46±0.008	2.63±0.045	2.49±0.008	2.59±0.014	2.66±0.041
甘氨酸	2.53±0.021	2.35±0.009	2.62±0.026	2.42±0.020	2.64±0.000	2.57±0.025
丙氨酸	1.35±0.049	1.25±0.026	1.39±0.028	1.28±0.004	1.40±0.008	1.37±0.008
胱氨酸	0.00±0.000	0.00±0.000	0.00±0.000	0.00±0.000	0.00±0.000	0.00±0.000
缬氨酸	0.47±0.023	0.43±0.029	0.46±0.023	0.43±0.018	0.45±0.018	0.48±0.009
蛋氨酸	0.15±0.002	0.14±0.009	0.16±0.008	0.14±0.025	0.14±0.004	0.14±0.003
异亮氨酸	0.33±0.009	0.30±0.004	0.33±0.003	0.31±0.007	0.32±0.005	0.33±0.005
亮氨酸	0.82±0.019	0.74±0.015	0.84±0.011	0.79±0.019	0.83±0.016	0.86±0.011
酪氨酸	0.00±0.000	0.00±0.000	0.00±0.000	0.00±0.000	0.00±0.000	0.00±0.000
苯丙氨酸	1.22±0.015	1.22±0.039	1.22±0.009	1.20±0.035	1.23±0.008	1.26±0.023
赖氨酸	0.53±0.021	0.49±0.024	0.53±0.033	0.50±0.008	0.53±0.013	0.53±0.008
组氨酸	0.05±0.001	0.05±0.000	0.05±0.000	0.04±0.000	0.05±0.001	0.06±0.000
精氨酸	1.06±0.029	0.99±0.017	1.09±0.015	1.01±0.025	1.09±0.022	1.05±0.033
脯氨酸	1.22±0.005	0.92±0.006*	1.17±0.025	1.20±0.018	1.38±0.004	1.33±0.007

† 用 LSD 法进行多重比较分析,同一行中辐照样与对照样(CK)相比,*表示差异显著($P<0.05$)。

不饱和脂肪酸,4种饱和脂肪酸。脂肪酸各组分中,油酸含量最高,其次依次为亚油酸、棕榈酸、棕榈一烯酸、 α -亚麻酸和硬脂酸,这几种脂肪酸的含量占比高达96%。经不同剂量辐照后,随着辐照剂量的增加,酱卤鸡爪中肉豆蔻酸、棕榈一烯酸、硬脂酸、油酸以及 α -亚麻酸等脂肪酸各组分的含量变化有一定的波动,但各种脂肪酸组分含量没有明显的变化规律;棕榈一烯酸、 α -亚麻酸的含量先减少后增加再减少;1.88 kGy时油酸含量略有增加,4.09 kGy以上时均低于对照样。与对照样相比,经不同剂量辐照后的5种样品中均检测出十六碳二烯酸,其产生的原因可能是脂类在 γ 射线电离作用下,脂肪酸长链中C—C键发生断裂以及自由基的反应形成。此外,不同的剂量辐照后的样品中还出现了二十五烷酸、十七烷酸、二十三烷酸、二十四碳四烯酸、二十碳四烯酸

以及二十四烷酸等多种新的脂肪酸成分。

2.5 辐照对酱卤鸡爪 AC、POV、TVB-N 以及亚硝酸盐的影响

由表5可以看出,经不同剂量辐照后,酱卤鸡爪的酸价和过氧化值的变化规律较为相似。

酸价是样品中游离脂肪酸含量的标志,可作为脂肪酸败的指标,酸价越低,油脂质量、新鲜度越好。辐照样品的酸价显著低于对照样($P < 0.05$),与已有的研究结论不一致。冯敏^[22]、郭军^[14]等报道了辐照能减缓贮藏期间样品中酸价升高的趋势,酸价变化原因主要与微生物的生命活动有关。

过氧化值(POV)则反应样品中脂质的氧化程度,辐照会加速脂肪氧化的作用。本试验中,辐照样品的过氧化值显著低于对照样的($P < 0.05$),但没有明显的变化规律,可能是由于

表4 辐照对酱卤鸡爪脂肪酸组分的影响[†]

Table 4 Effects of irradiation on the composition of fatty acids contents of sauced chicken claw ($n=3$)

辐照剂量/kGy	CK	1.88	4.09	5.74	8.11	10.35	%
十二烷酸	0.02±0.000	0.02±0.002	0.02±0.000	0.02±0.001	0.03±0.001	0.02±0.000	
肉豆蔻酸	0.44±0.008	0.41±0.010	0.59±0.006*	0.48±0.019	0.50±0.005	0.39±0.007	
十五烷酸	0.05±0.002	0.05±0.000	0.06±0.001	0.05±0.000	0.07±0.002	0.05±0.001	
棕榈酸	13.02±0.029	12.67±0.067	14.22±0.033*	13.49±0.019	13.42±0.042	12.85±0.016	
棕榈一烯酸	6.53±0.063	6.31±0.058	8.18±0.024*	7.46±0.029*	6.73±0.015	6.41±0.057	
十七碳一烯酸	0.15±0.005	0.13±0.002	0.16±0.000	0.15±0.004	0.12±0.001	0.15±0.002	
硬脂酸	3.60±0.041	3.35±0.025	3.83±0.019	3.87±0.030	3.54±0.098	3.51±0.014	
油酸	47.09±0.355	47.80±0.408	44.04±0.205*	44.66±0.618*	45.96±0.430	46.85±0.174	
亚油酸	21.30±0.078	21.60±0.125	20.83±0.174	20.98±0.095	21.08±0.068	21.28±0.240	
α -亚麻酸	4.62±0.056	4.46±0.093	4.80±0.025	5.33±0.029*	5.13±0.045*	4.98±0.027*	
二十碳一烯酸	0.90±0.021	0.84±0.035	0.81±0.009	0.95±0.012	0.90±0.021	0.90±0.023	
二十碳二烯酸	0.21±0.014	0.18±0.007	0.21±0.008	0.19±0.006	0.17±0.008	0.18±0.004	
二十碳三烯酸	0.62±0.018	0.87±0.032*	0.18±0.009*	0.02±0.003*	0.76±0.025*	0.85±0.033*	
二十四烷酸	0.09±0.002	0.09±0.003	0.09±0.000	0.10±0.000	0.12±0.000	0.11±0.001	
花生四烯酸	0.34±0.008	0.36±0.015	0.25±0.009	0.40±0.006	0.41±0.011	0.41±0.010	
二十二烷酸	0.20±0.003	0.21±0.008	0.21±0.002	0.24±0.002	0.25±0.001	0.26±0.005	
二十四碳一烯酸	0.11±0.006	0.11±0.000	0.09±0.002	0.10±0.001	0.12±0.004	0.10±0.008	
二十五烷酸	—	0.01±0.000*	—	—	—	—	
十六碳二烯酸	—	0.08±0.000*	0.11±0.0002*	0.10±0.000*	0.10±0.003*	0.09±0.001*	
十七烷酸	—	—	0.12±0.001*	—	0.10±0.002*	—	
二十三烷酸	—	—	0.02±0.000*	—	—	—	
二十四碳四烯酸	—	—	0.69±0.008*	—	—	—	
二十碳四烯酸	—	—	—	0.65±0.011*	—	—	
二十四烷酸	—	—	—	0.09±0.001*	—	0.10±0.003*	

† 用LSD法进行多重比较分析,同一行中辐照样与对照样(CK)相比,*表示差异显著($P < 0.05$)。

表5 辐照剂量对酱卤鸡爪 AC、POV、TVB-N 以及亚硝酸盐的影响[†]

Table 5 Effects of irradiation on AC, POV, TVB-N and nitrite of sauced chicken claw ($n=3$)

辐照剂量/kGy	CK	1.88	4.09	5.74	8.11	10.35
酸价/(mg·g ⁻¹)	1.75±0.02	1.67±0.03*	0.80±0.01*	0.55±0.00*	0.13±0.00*	0.64±0.01*
过氧化值/(meq·kg ⁻¹)	2.48±0.01	2.20±0.02*	1.44±0.04*	1.18±0.01*	1.02±0.03*	2.02±0.04*
TVB-N值/(10 ⁻² mg·g ⁻¹)	3.37±0.07	3.04±0.13*	3.27±0.13	4.79±0.10*	5.75±0.05*	5.68±0.05*
亚硝酸盐/(mg·kg ⁻¹)	0.00±0.00	0.56±0.00*	1.78±0.11*	1.12±0.01*	1.12±0.01*	0.00±0.00

† 用LSD法进行多重比较分析,同一行中辐照样与对照样(CK)相比,*表示差异显著($P < 0.05$)。

鸡爪中的脂肪含量较低,过氧化值低,辐照后脂类发生轻微氧化,过氧化值的波动则会比较大^[23]。Feng X 等^[24]报道了 4.5 kGy 剂量辐照对熏制后的熟火鸡胸脯肉没有明显的影响。辐照剂量在 8.11 kGy 以内时,样品的酸价(AC)和过氧化值(POV)随着辐照剂量的增加有逐渐下降,而在 10.35 kGy 时略有增加,与对照样相比有明显差异($P < 0.05$)。

挥发性盐基氮(TVB-N)是指由于酶和微生物的作用,动物性食品在腐败过程中使蛋白质分解而产生氨以及胺类等碱性含氮物质。随着辐照剂量的增加,样品中挥发性盐基氮值(TVB-N)的变化呈现先降后升的趋势。前人对鲈鱼^[25]、红烧鸡块^[14]的研究结论表明,随着贮藏时间的延长,辐照能有效延缓其中挥发性盐基氮值的升高。对照样中未检出亚硝酸盐,而经 1.88~8.11 kGy 剂量辐照后,各试验组中均出现不同含量的亚硝酸盐($P < 0.05$),且随着辐照剂量的增加,亚硝酸盐的含量呈现出先增加后减少的趋势。1.88~4.09 kGy 时,酱卤鸡爪中亚硝酸盐含量的增加与李树锦^[26]、李淑荣^[17]等的研究结论相似。辐照剂量为 4.09~10.35 kGy

时,亚硝酸盐含量则逐渐降低,与毛青秀等^[27]的报道一致。亚硝酸盐含量的变化可能是辐照引起样品中氨、胺类等含氮物质与亚硝酸根离子之间的相互转换所致。

2.6 辐照对酱卤鸡爪色度的影响

由表 6 可以看出,未辐照的酱卤鸡爪颜色为深褐色,其对应的色差值 $L = 45.66, a = 11.27, b = 15.31$ 。其中, L 代表明暗度, a 代表红绿色, b 代表黄蓝色^[28]。经不同剂量辐照后,样品中色度指标的 L, a, b 值均有所差异。与对照样相比,1.88~8.11 kGy 剂量辐照对 L 值没有明显的影响($P > 0.05$),表明 8.11 kGy 以内剂量辐照对酱卤鸡爪的明暗度没有明显的影响,10.35 kGy 时影响显著($P < 0.05$)。辐照剂量 1.88~4.09 kGy 时, a 值没有明显变化($P > 0.05$),5.74~8.11 kGy 时变大($P < 0.05$),表明红色强度明显增大。辐照后的样品 b 值均明显高于对照样($P < 0.05$),表明辐照引起酱卤鸡爪黄色强度增加。对酱卤鸡爪的色度分析结果显示:辐照不会影响其明暗度,但可能会引起其色泽向红色和黄色转变,但样品的色度值与辐照剂量没有明显的相关性。

表 6 辐照剂量对酱卤鸡爪色度的影响[†]

Table 6 Effects of irradiation on chroma of sauced chicken claw ($n = 3$)

辐照剂量/kGy	CK(0)	1.88	4.09	5.74	8.11	10.35
L	45.66±0.99	46.80±0.06	46.93±0.29	46.42±0.52	46.93±0.78	47.89±0.99*
a	11.27±0.23	11.35±0.27	11.89±0.30	13.16±0.53*	13.77±0.20*	11.98±0.16
b	15.31±0.78	17.87±0.26*	17.92±0.40*	19.10±1.15*	20.21±1.19*	18.54±0.43*

† 用 LSD 法进行多重比较分析,同一行中辐照样与对照样(CK)相比,*表示差异显著($P < 0.05$)。

3 结论

⁶⁰Co γ 射线辐照对酱卤鸡爪有明显的杀菌作用,采用 4.09 kGy 剂量辐照即可使初始含菌量不超过 4.3×10^2 CFU/g 的样品含菌量降至 10 CFU/g 以内。10 kGy 以内剂量⁶⁰Co γ 射线辐照对酱卤鸡爪中水分、蛋白质、脂肪以及氨基酸和脂肪酸各组分的含量不会产生明显的破坏效果,能较好地保持食品原有的营养品质,同时辐照后的酱卤鸡爪中产生了多种新的脂肪酸成分。辐照抑制了酱卤鸡爪中酸价和过氧化值的升高,延缓了脂类物质酸败的速度,对挥发性盐基氮有一定的作用。辐照增强了酱卤鸡爪红色和黄色的强度,可能会使其颜色变深,但不会引起感官品质的明显变化。在实际应用中,可以根据酱卤鸡爪中微生物的初始含量,选择不超过 10 kGy 的适宜剂量进行辐照,以提高产品的卫生质量,延长货架期。

参考文献

- [1] 李思宁,卢晓黎. 去骨鸡爪凝胶特性影响因素的研究[J]. 食品与发酵科技, 2013, 49(6): 11-18.
- [2] 范春梅,刘学文. 鸡爪胶原蛋白凝胶强度的研究[J]. 食品工业, 2012, 33(5): 37-39.
- [3] 刘学铭,方少钦,唐道帮,等. 我国熟肉制品微生物安全现状与控制技术[J]. 现代食品科技, 2012, 28(1): 99-103.
- [4] 朱佳廷,冯敏,严建民,等. 熟肉制品辐照加工 HACCP 体系的建立与应用[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(12): 296-298.
- [5] MATZELT D, ORIOL-BOSCH A, VOIGT K D. Microbial risk assessment in poultry production and processing[J]. Food Safety Control in the Poultry Industry, 2005, 2(4): 255-272.
- [6] AHN D U, KIM I S, LEE E J. Irradiation and additive combinations on the pathogen reduction and quality of poultry meat[J]. Poultry Science, 2013, 92(2): 534-545.
- [7] SINGHA P K, VERMAB A K, RANJANC R, et al. Non thermal preservation of meat by irradiation: A review[J]. Journal of Food Research and Technology, 2015, 3(1): 7-13.
- [8] 严建民,高美须,冯敏,等. 辐照食品的卫生安全性研究现状[J]. 核农学报, 2010, 24(1): 88-92.
- [9] 徐远芳,邓钢桥,彭玲,等. 辐照对食用槟榔的杀菌效果及品质的影响[J]. 核农学报, 2014, 28(2): 240-244.
- [10] AL-BACHIR M, OTHMAN Y. Use of irradiation to control microorganisms and extend the refrigerated market life of chicken sausage[J]. Innovative Romanian Food Biotechnology, 2013, 13: 63-70.
- [11] 高美须,李淑荣,裴颖,等. 辐照对泡椒鸡爪感官品质的影响[J]. 核农学报, 2010, 24(6): 1 203-1 207.
- [12] 曹宏,翟建青,韩燕,等. 辐照对酱鸭保质期和营养品质的影响[J]. 核农学报, 2010(5): 996-1 000.
- [13] 胡鹏,张奇志,邓鹏,等. 辐照对扒鸡氨基酸及感官品质的影响[J]. 核农学报, 2011, 25(3): 506-509.
- [14] 郭军,吴小说,刘廷国,等. ⁶⁰Co- γ 辐照对红烧鸡块货架期及其感官品质的影响[J]. 核农学报, 2016, 30(3): 502-508.

(下转第 134 页)

绿茶水粗提物各成分组成、含量、抗衰老功能作用与机制还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 良石, 杨焕瑞. 中医话茶疗[M]. 哈尔滨: 黑龙江科技出版社, 2008: 扉页.
- [2] 连艳玲, 何东仪. 表没食子儿茶素没食子酸酯的免疫调节机制研究进展[J]. 上海预防医学, 2010, 22(10): 538-541.
- [3] 林勇, 刘仲华, 马蕊. 茶叶中表没食子儿茶素没食子酸酯抑制中波紫外线诱导 HaCaT 细胞氧化损伤研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2015(4): 1 224-1 228.
- [4] 林向飞. 不同剂型的光保护药物对 UVB 光损伤的干预作用及其对相关调控分子影响的实验研究[D]. 南京: 南京医科大学, 2005: 89-100.
- [5] 贺音. EGCG 缓解丙烯酰胺诱导的大鼠肝脏及神经损伤机理研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2017: 65-55.
- [6] 尹述婷. EGCG 对铅致大鼠海马神经元突触可塑性和氧化损伤的修复作用及机制[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2009: 64-65.
- [7] 梁治学, 胡燕, 李其忠, 等. “衰老”词源学探析[J]. 中国老年学杂志, 2015, 35(22): 6 619-6 620.
- [8] 马蕊. 茶叶水提物抗皮肤光老化的作用及机理研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2013.
- [9] 潘顺顺, 赖幸菲, 孙伶俐, 等. 不同季节翠玉品种 3 大茶类生化成分及抗氧化活性研究[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(9): 22-27.
- [10] 王舟, 曾令福, 肖元梅, 等. 绿茶抗辐射损伤作用研究[J]. 四川大学学报: 医学版, 2003, 34(2): 303-305.
- [11] 李军. 绿茶多酚抗衰老作用的实验研究[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2013: 40-14.
- [12] 冯强, 李毅, 王文洋, 等. 绿茶提取物对乳腺癌细胞株 MCF-7 的作用机制探讨[J]. 中国实验诊断学, 2016, 20(12): 1 999-2 002.
- [13] 刘安军, 郭丹青, 刘慧慧, 等. 绿茶提取物的降血脂及减肥作用研究[J]. 现代食品科技, 2012, 28(6): 601-605.
- [14] LI Jun, LIN Li-wen, XIN Qin, et al. Anti-aging effect of green tea polyphenols on D-galactose-induced subacute aging in mice [J]. Food & Drug, 2013, 15(2): 106-109.
- [15] LIU Hua, SHEN Xue-hui-zi, NIE Lan, et al. Study on Influence of se-enriched and zinc-enriched green tea on anti-oxidation and anti-aging of mice in guizhou[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2014, 42(28): 9 657-9 660.
- [16] 褚芳, 万筱荣, 周银平, 等. 两种茶叶对 SD 大鼠营养保健功能与抗衰老作用的研究[J]. 中国比较医学杂志, 2000, 10(2): 94-97.
- [17] 李琼, 李勇. 绿茶多酚预防老龄 C57BL/6J 小鼠学习记忆功能衰退实验研究[J]. 科技导报, 2009, 27(22): 26-31.
- [18] 初晓, 姚如泳, 韩志武. 茶多酚对 D-半乳糖致衰老小鼠免疫功能的调节作用[J]. 中国医院药学杂志, 2006, 26(5): 637-638.
- [19] 张健伟. 红茶提取物抗衰老效应研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2013: 17-19.
- [20] XIONG Li-gui, CHEN Yi-jun, TONG Jie-wen, et al. Epigallocatechin-3-gallate promotes healthy lifespan through mitochondrial hormesis during early-to-mid adulthood in *Caenorhabditis elegans*[J]. Redox Biol, 2017, 14: 305.
- [21] 高雅倩, 王曦, 金银珠, 等. 含灰树花子实体及绿茶提取物眼霜的抗衰老功效研究[J]. 中国美容医学杂志, 2014, 23(17): 1 404-1 407.
- [22] 陈文琦, 许惠娟, 毕志刚. UVB 照射诱导皮肤成纤维细胞早期衰老的研究[J]. 中华皮肤科杂志, 2010, 43(2): 98-100.
- [23] 胡明曦, 张栩, 陈畅. 细胞氧化还原调控与衰老[J]. 生物化学与生物物理进展, 2014, 41(3): 288-294.
- [24] 张军, 张敬, 石红军, 等. 茶多酚对紫外线引起的 DNA 损伤的保护作用[J]. 同济大学学报: 医学版, 2004(2): 91-92, 97.
- [25] 游庭活, 温露, 刘凡. 衰老机制及延缓衰老活性物质研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2015, 27(11): 1 985-1 990.
- [26] 韩小苗, 吴苏喜, 吴美芳, 等. 红花籽油对 D-半乳糖致衰老小鼠模型的抗衰老作用[J]. 食品与机械, 2016, 32(10): 127-131.
- [27] 赵海梅, 杨斌, 成蓓. 衰老血管内皮细胞线粒体膜电位与活性氧的变化[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(15): 2 729-2 734.
- (上接第 114 页)
- [15] 王玮琼, 熊光权, 陈玉霞, 等. 鲈鱼半成品辐照灭菌剂量研究[J]. 食品与机械, 2016, 32(11): 107-110.
- [16] 罗志平, 孟兰贞, 徐远芳, 等. ⁶⁰Co-γ 辐照对茶花蜂花粉的杀菌效果及品质影响[J]. 食品与机械, 2015, 31(3): 150-153.
- [17] 李淑荣, 冯敏, 李澧, 等. 辐照对泡椒凤爪在货架期中的营养品质的影响[J]. 核农学报, 2013, 27(10): 1 490-1 494.
- [18] 李澧, 朱佳廷, 冯敏, 等. 辐照灭菌对干制鸭肉品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(12): 278-280.
- [19] BAPTISTA R F, TEIXEIRA C E, LEMOS M, et al. Effect of high-dose irradiation on quality characteristics of ready-to-eat broiler breast fillets stored at room temperature[J]. Poultry Science, 2014, 93(10): 2 651-2 656.
- [20] 刘春泉, 冯敏, 李澧, 等. 辐照处理对冷冻羊肉品质的影响[J]. 核农学报, 2014, 28(6): 1 018-1 023.
- [21] 冯敏, 王玲, 杨萍, 等. 辐照处理对于制海兔杀菌效果及其营养成分的影响[J]. 核农学报, 2010, 24(5): 982-986.
- [22] 冯敏, 严建民, 李澧, 等. 辐照对宠物干粮食品酸价的影响[J]. 核农学报, 2012, 26(9): 1 260-1 264.
- [23] 高鹏, 王艳, 黄敏, 等. ⁶⁰Co-γ 射线辐照对凤爪罐头的灭菌作用和品质的影响[J]. 食品科学, 2009(21): 36-38.
- [24] FENG X, MOON S, LEE H, et al. Effect of irradiation on the parameters that influence quality characteristics of uncured and cured cooked turkey meat products[J]. Poultry Science, 2016, 95(12): 2 986-2 992.
- [25] 范凯, 廖李, 程薇, 等. 茶多酚结合辐照对鲈鱼冷藏品质的影响[J]. 核农学报, 2016, 30(9): 1 780-1 785.
- [26] 李树锦, 高美须, 刘超超, 等. 辐照对鲜切蔬菜维生素 C 及亚硝酸盐的影响[J]. 中国食品学报, 2015(9): 224-230.
- [27] 毛青秀, 邓钢桥, 李文革, 等. 辐照对水溶液中亚硝酸盐降解效果研究[J]. 激光生物学报, 2013, 22(3): 225-229.
- [28] 罗小虎, 齐丽君, 房文苗, 等. 电子束辐照降解玉米中黄曲霉毒素 B₁ 及对玉米品质的影响[J]. 食品与机械, 2016, 32(10): 111-114.