

休闲卤制鹌鹑蛋的辐照保质研究

李雨枫^{1,2}, 张江海^{1,2}, 彭家鲲^{2,3}, 蒋立文²

(1. 湖南农业大学食品科学技术学院, 湖南长沙 410128) (2. 食品科学与生物技术湖南省重点实验室, 湖南长沙 410128) (3. 湖南农业大学国际学院, 湖南长沙 410128)

摘要: 鹌鹑蛋是我国一大类蛋制品, 一般加工成休闲类蛋制品食用, 由于其营养丰富, 制品一般需要高压灭菌进行杀菌保质, 对产品口感有较大影响。通过对经不同辐照剂量及高温灭菌处理后的休闲卤制鹌鹑蛋进行细菌菌落总数、挥发性盐基氮、pH 值、以及挥发性成分的分析, 研究对休闲卤制鹌鹑蛋进行辐照保质的合适剂量。结果显示: 产品经贮藏后, 辐照剂量在 10 kGy 以上的细菌菌落总数与高压灭菌产品接近, 挥发性盐基氮含量的变化不大, 而辐照强度在 4 kGy 及以上 pH 值与对照样相近。挥发性成分分析发现, 共检出 130 种挥发性成分, 其中醛类 18 种、醇类 30 种、酯类 7 种、酮类 7 种、酸类 9 种、烯烃类 10 种、烷烃类 24 种、其它类 25 种, 三种方式共性挥发性成分 14 种。经高温高压处理的样品中的酸、醇类明显要高于经辐照处理的样品, 由于产品水分含量较高, 不同处理方式挥发性成分差异较大, 采取 10 kGy 剂量辐照处理鹌鹑蛋产品具有一定的可行性, 但需要进一步研究。

关键词: 卤制鹌鹑蛋; 细菌菌落总数; 挥发性盐基氮; 顶空固相微萃取-气质联用

文章编号: 1673-9078(2016)6-256-264

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2016.6.040

Evaluating Radiation Preservation for Pickled Quail Eggs

LI Yu-Feng^{1,2}, ZHANG Jiang-hai^{1,2}, PENG Jia-kun^{2,3}, JIANG Li-wen²

(1. Food Science and Technology College of Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China) (2. Hunan Provincial Key Laboratory of Food Science and Biotechnology, Changsha 410128, China) (3. International College of Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: The quail egg is a large class of egg products in China, and is often processed into leisure-time foods. Quail egg products are highly nutritious, and usually require high-pressure sterilization to sterilize and preserve their quality, but this can have a significant influence on taste. The total bacterial count, volatile basic nitrogen, pH value, and volatile compound content of pickled quail eggs irradiated with different irradiation dosages and treated with thermal sterilization were evaluated, and the appropriate irradiation dose for preserving pickled quail eggs as leisure-time food was studied. The results showed that after storage, the total bacterial count of the products irradiated with more than 10 kGy were close to bacterial counts of high-pressure-sterilized products, and no significant differences were seen in volatile basic nitrogen content. The pH values of the products treated with an irradiation intensity of 4 kGy and above were close to the pH value of the control. Volatile component analysis showed 130 types of compounds, among of which there were 18 aldehydes, 30 alcohols, 7 esters, 7 ketones, 9 acids, 10 alkenes, 24 alkanes, and 25 other compounds. There were 14 common volatile components in the products sterilized by the three methods. The content of acids and alcohols in the group processed with high pressure thermal sterilization were significantly higher than the levels in the groups preserved by irradiation. Furthermore, due to the high moisture content in the product, different treatments resulted in significant differences in volatile components. Irradiation with a dose of 10 kGy is feasible for preserving quail egg products, but further study is required.

Key words: pickled quail eggs; total bacterial count; volatile basic nitrogen; headspace solid-phase micro extraction-chromatography mass spectrometry (HS-SPME-GC-MS)

中国是世界上最大的鹌鹑蛋生产国和消费国, 每年人均消费约 50 枚, 中医认为, 鹌鹑蛋无毒、甘、平, 具有良好的补血、养神、降血压、健肾和益肺等功效,

收稿日期: 2015-07-24

基金项目: 长沙科技局重点项目 (K1205275-21); 湖南农业大学创新项目 (XCX14074)

作者简介: 李雨枫 (1993-), 男, 本科生

通讯作者: 蒋立文 (1968-), 男, 博士, 教授, 研究方向食品生物技术

鹌鹑蛋蛋白质含量高达 16%, B 族维生素、VE、磷脂含量大大高于鸡蛋, 特别是 VB₂ 的含量是鸡蛋的 2 倍, 具有促进生长发育、护肤、美肤和抗衰老作用。休闲类鹌鹑蛋产品是近几年快速发展一种鹌鹑蛋加工方式之一。传统卤制鹌鹑蛋通常使用高温高压灭菌, 能耗高且成本较高操作过程繁琐。辐照杀菌是一种冷杀菌方式, 目前在国际上很多食品中得到使用, 特别适用于用传统方法处理易失去风味、芳香性和商品价值的

食品,且可以最大限度的延长货架期^[1],在国内泡椒凤爪、脱水蔬菜、保健食品等领域内得到了很好的运用。微固相萃取结合气相色谱法具有高选择性、高灵敏度、高分离效能、分析速度快等优点^[2],因此,特别适用于挥发性成分的检测。

本试验结合感官评价、细菌菌落总数、挥发性盐基氮、pH值等指标测定确定合适的辐照强度范围,然后采用微固相萃取和气相色谱-质谱联用技术联合对选定的样品和高温高压灭菌样品进行挥发性成分测定,以期得到鹌鹑蛋休闲制品杀菌的合适的辐照强度,为创新鹌鹑蛋新的杀菌技术提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试验材料

鲜鹌鹑蛋及加工样品均来自于湖南湖湘贡食品有限公司。鹌鹑蛋产品三个鹌鹑蛋真空包装(每袋重量20g,水分含量65~70%,盐分1~3%)

1.1.2 主要试验仪器

PET/AL/ CPP 复合薄膜高温蒸煮袋:广东广州市永盛包装制品有限公司;真空封装: DZ-280/2SD 型,广东东莞市金桥科技电器制造有限公司;高温蒸汽灭菌锅: PCT-25 型,东莞市艾思荔检测仪器有限公司;恒温培养箱: HGP-600 型,常州市凯航仪器有限公司;集热式恒温加热磁力搅拌器: DF-101S 型河南郑州长城科工贸有限公司;固相微萃取装置(手动固相微萃取进样器、(DVB/CAR/PDMS)50/30 μm 萃取头、15 mL 顶空钳口样品瓶): SPME-GC 型,美国 Supelco 公司;气相色谱-质谱联用仪: GC/MS-QP2010 型,日本岛津公司;紫外可见分光光度计: UV1902PC 型,上海奥析科学仪器有限公司;钴-60(⁶⁰Co)辐照装置由湖南农业科学院辐照中心提供。

1.1.3 主要试验试剂

平板计数琼脂培养基、碱性酒石酸铜甲和乙液、乙酸锌、对硝基苯胺、盐酸、氢氧化钠、硫酸铵: 分析纯, 国药集团化学试剂有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 休闲卤制鹌鹑蛋的工艺流程

鹌鹑蛋采购→清洗→煮制→冷却→碎壳→冷却→剥壳→卤制→摊凉→真空包装→浮选→高温杀菌→二次浮选→静置→三次浮选→装箱

工艺流程简单操作要点: 新鲜鹌鹑蛋经过挑选后,进行清洗,在沸水中进行煮熟,然后迅速冷却,

采用自动脱壳机进行碎壳、剥壳,将破碎的鹌鹑蛋踢除后,放入含有香辛料的卤水中进行卤制入味(采用夹层锅保温煮制30min);冷却后将调味装入真空包装袋,每袋装3个鹌鹑蛋进行真空封口后,在温水中进行浮选,真空封口不到位的挑出,然后采用121℃/20min进行高压灭菌,进行浮选,挑出破包的产品。

1.2.2 试验方案设计

(1)辐照剂量的初步确定:按照同一批次生产产品,采用未辐照灭菌产品(即高温灭菌产品)作为对照,然后每个辐照剂量设计为2、4、6、10、12 kGy 几个梯度,按照设计好的辐照剂量进行处理后,辐照处理方式严格按照 GB/T18524 进行。将样品置于37℃恒温培养箱进行保温,以现有工艺的高温处理的样品作对照,进行感官评价,观察胀包的情况,出现产气情况的剂量在在下一步挥发性成分测定时不予考虑。

(2)从辐照完成开始为0d计,每隔12d测定产品细菌总数、pH值、挥发性盐基氮的变化,时间60d。

(3)在上述试验基础上,参照安全剂量范围,然后与高温高压处理产品对照,测定终产品的挥发性成分,进行差异性分析和比较。

1.3 测定方法

1.3.1 感官评价

参照《湖南省地方标准湘味熟食畜禽熟食》(DB43/160.2-2009)和 GB/T23970-2009 进行。

1.3.2 细菌菌落总数的测定

按照 GB/T 4789. 2-2010《食品安全国家标准食品微生物学检验菌落总数测定》进行。

1.3.3 pH值的测定

按照 GB/T 9695. 5-2008《肉与肉制品 pH 测定》进行。

1.3.4 挥发性盐基氮的测定

参照文献《分光光度法测挥发性盐基氮》^[3]进行。

1.3.5 气味物质分析

利用固相微萃取法和气相色谱-质谱联用技术测定经高温高压、10 kGy 及 12 kGy 辐照强度处理过的鹌鹑蛋的挥发性成分。

1.3.5.1 萃取头的活化

在固相微萃取前对萃取头进行活化以去除杂质,将(DVB/CAR/PDMS)50/30 μm 萃取头在270℃下活化1h,直至色谱检测无干扰峰出现。

1.3.5.2 固相微萃取

取3g处理好的鹌鹑蛋匀浆于20mL的螺口顶空进样瓶中,再加入6mL蒸馏水,用聚四氟乙烯隔垫密封,在65℃的条件下利用磁力搅拌器加热平衡15

min, 将已活化的萃取头通过隔垫插入顶空进样瓶中, 推出纤维头, 使之距样品液面约 5 mm, 顶空吸附 40 min, 插入 GC 进样口解析 5 min。

1.3.5.3 色谱条件

色谱柱: DB-5MS(30 m×0.25 mm,0.25 μm); 载气: He; 流速: 1.00 mL/min; 进样口温度: 250 °C; 进样方式: 不分流进样; 程序升温: 初温 40 °C 保持 2 min, 然后以 5 °C/min 升至 150 °C, 接着以 15 °C/min 升至 290°C。

1.3.5.4 质谱条件

离子源温度: 200 °C; 电离方式: EI; 电子能量: 70 eV; 灯丝电流: 150 μA; 扫描质量范围: 45~500 m/z。

1.3.5.6 数据统计分析

采用随机 Nist2008 标准谱库检索分析, 通过已有的参考文献资料对进行机检结果核对和确认; 定量: 采用峰面积归一化法计算各种成分的相对含量。

2 结果与分析

2.1 不同剂量辐照处理后产品细菌菌落总数

变化

辐照剂量对产品贮藏期内细菌菌落总数的影响结果如图 1 所示。

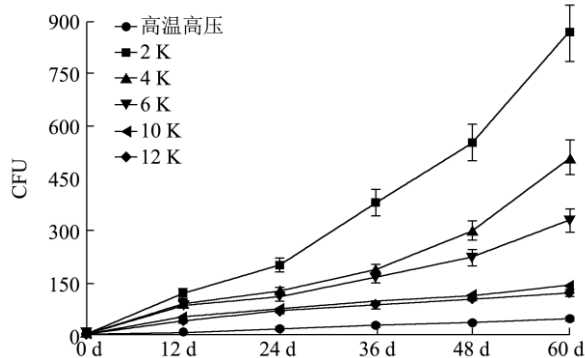


图 1 60d 中不同剂量产品贮藏过程中细菌总数变化

Fig.1 Changes in the total bacterial count of products treated with different radiation doses over 60 days of storage

鹌鹑蛋产品经过卤制包装后高压灭菌产品的细菌总数一般基本上没有检出 (<10 CFU/g), 辐照产品真空包装后微生物数量也很少。但随着时间的变化, 在加工包装辐照后, 随着储存期的延长, 卤制鹌鹑蛋的菌落总数在剂量 6 kGy 以内均出现明显增加趋势, 一定时间后超过 500 CFU/g, 辐照组中的 6、10、12 kGy 和高温灭菌对照组的菌落总数含量均低于 150 CFU/g, 高压灭菌微生物数量最少, 变化最小, 6 kGy 以上剂量微生物数量有变化, 但在 100 CFU/g 以内。

结合 1.2.1 鹌鹑蛋休闲制品的生产工艺, 在卤制完成后的冷却工序, 确保清洁生产, 直接包装后起始的微生物数量是很低的, 主要考虑到鹌鹑蛋制品没有添加防腐保鲜剂, 产品含水量较高, 且产品为常温保存销售, 真空包装后杀菌是必须的。

2.2 不同剂量辐照处理后产品 pH 值的测定

辐照剂量对产品贮藏期内 pH 值的影响如图 2 所示。

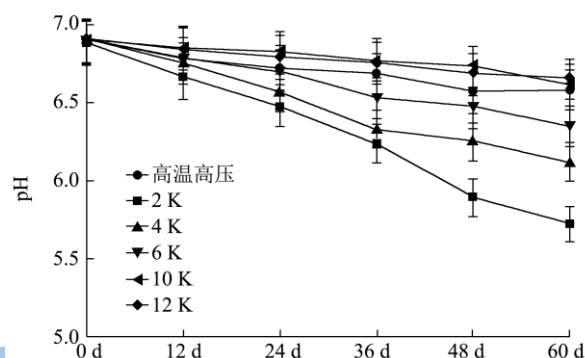


图 2 60 d 中不同剂量产品贮藏过程中 pH 值变化

Fig.2 Changes in pH of products treated with different radiation doses over 60 days of storage

图 2 中 pH 值有一定程度的下降有可能是微生物对蛋白质的腐败分解。其过程通常是先形成蛋白质的水解初步产物--多肽, 再水解成氨基酸, 氨基酸在微生物分解酶的作用下, 发生复杂的生物化学反应, 产生有机酸、生物胺、醇及其他各种有机物质。也有可能是脂肪出现的酸败。一方面为水解酸败。脂肪在水、高温、脂肪酶、酸或碱作用下发生水解, 形成三个分子的脂肪酸和一个分子的甘油。这种水解过程主要发生在油脂贮存在高温、含水、含杂质等不良环境中。另一方面为氧化酸败。脂肪中含有很多不饱和脂肪酸, 这些不饱和脂肪酸在光、热、催化剂的作用下被氧化成过氧化物低分子脂肪酸、醇、酸、醛、酮、缩醛及一些深度分解产物、CO₂、水等。结合图 1 细菌菌落总数以及表 1 感官观察结果可以看出, 贮存期间随着细菌菌落总数的增多以及 pH 值的下降, 2、4 kGy 卤蛋的真空软包装出现明显胀袋。而相对来说, 高压灭菌产品和 10 kGy 以及 12 kGy 辐照剂量处理下的卤鹌鹑蛋 pH 值变化小, 2、4 kGy 剂量辐照后 pH 值变化幅度较大, 差值达到 1.0 以上, 使产品出现明显酸败味道。

2.3 不同剂量辐照处理后产品挥发性盐基氮的测定

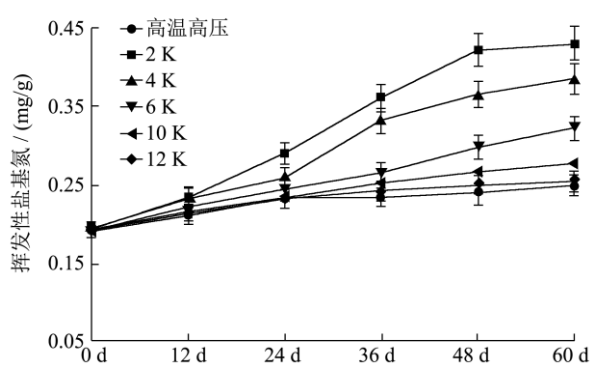


图3 60 d 中不同剂量产品贮藏过程中挥发性盐基氮含量的变化

Fig.3 Changes in volatile base nitrogen content of products treated with different radiation doses during 60 days of storage

挥发性盐基氮是判断鹌鹑蛋鲜度的重要指标之一，挥发性盐基氮的值与细菌和酶有关，鹌鹑蛋中的蛋白质会在两者作用下分解而产生氨和胺等碱性含氮物，在不同剂量条件下，挥发性盐基氮变化趋势不同，这和 pH 值得变化相类似。在 6KGy 以上的辐照剂量和高压灭菌处理样品的挥发性盐基氮的变化较小。按照保存 60d 结果来看，如果参照 GB14891.1-1997 的国家限量标准，挥发性盐基氮的含量还是很低的。

2.4 感官评价

辐照剂量对产品贮藏期内感官的影响如表 1 所示。

表 1 60d 中不同剂量产品贮藏过程中感官的变化

Table 1 Changes in sensory factors of products treated with different radiation doses during 60 days of storage

	2K	4K	6K	10K	12K	高温高压
0 d	未胀袋	未胀袋	未胀袋	未胀袋	未胀袋	未胀袋
	无异味	无异味	无异味	无异味	无异味	无异味
12 d	未胀袋	未胀袋	未胀袋	未胀袋	未胀袋	未胀袋
	无异味	无异味	无异味	无异味	无异味	无异味
24 d	半完全胀袋	未胀袋	未胀袋	未胀袋	未胀袋	未胀袋
	无异味	无异味	无异味	无异味	无异味	无异味
36 d	半完全胀袋	半完全胀袋	未胀袋	未胀袋	未胀袋	未胀袋
	略有异味	无异味	无异味	无异味	无异味	无异味
48 d	完全胀袋	半完全胀袋	未胀袋	未胀袋	未胀袋	未胀袋
	有异味	略有异味	无异味	无异味	无异味	无异味
60 d	完全胀袋	完全胀袋	半胀袋	未胀袋	未胀袋	未胀袋
	有异味	有异味	无异味	无异味	无异味	无异味
	蛋白组织有发白部分	蛋白组织有发白部分				

从表 1 中可以看出 2 kGy 辐照剂量处理的样品 24 d 的时候就开始出现胀袋，4 kGy 辐照剂量处理的样品 36 d 的时候开始出现胀袋，6 kGy 辐照剂量处理的样品 60 d 的时候开始出现轻微胀袋，剩下三组试验期内都没有出现变质迹象。一方面由于微生物代谢产生了气体，使包装出现涨袋鼓包的情况，第二是辐照剂量没有达到要求，使产品在保存过程中出现微生物增殖而出现色泽发生变化的情况，第三点就是没有添加防腐保鲜剂，而卤料和适当的食盐浓度不足以对残留微生物形成有效抑制。高压灭菌产品一直比较稳定，很少出现胀包产气的现象。另外经过辐照处理产品色泽相对稍微小些，高压灭菌产品色泽较深，这与高温处理促进美拉德反应有关。总体来说，辐照强度越高效果越好。但考虑到环保及安全性，10 kGy 以内的辐照剂量已经满足要求。

2.5 气味物质分析

不同处理方式产品气味物质成分如表 2 所示。

3 种样品中共检出 130 种挥发性成分，其中醛类 18 种、醇类 30 种、酯类 7 种、酮类 7 种、酸类 9 种、烯炔类 10 种、烷烃类 24 种、其它类 25 种。

从用高温高压处理的鹌鹑蛋中共检测出 77 种挥发性成分，主要挥发性风味成分包括乙基麦芽酚、2-氨基-6-甲基苯甲酸、3-甲基吡啶、茴香脑、1,4-二噻烷-2-酮、壬醛、癸醛、芳樟醇等。

从用 10 kGy 辐照处理的鹌鹑蛋中共检测出 99 种挥发性成分，主要挥发性风味成分包括乙基麦芽酚、茴香脑、1-十四烯、(2R,3R)-(-)-2,3-丁二醇、3-甲基吡啶、芳樟醇、苯醇等。

从用 12 kGy 辐照处理的鹌鹑蛋中共检测出 95 种

挥发性成分, 主要挥发性风味成分包括乙基麦芽酚、己醇、1-辛烯-3-醇、肉豆蔻醛等。茴香脑、己醛、2-正戊基呋喃、1-十三烯、苜醇、正

表2 不同灭菌处理产品挥发性成分比较

Table 2 Comparison of volatile components of products sterilized by different methods

种类	序号	保留时间	化合物中文名	相对含量/%		
				高温灭菌	10kGy	12kGy
醛	1	4.8	己醛	0.95	0.26	4.83
	2	7.443	庚醛	0.31		
	3	9.06	庚烯醛	0.14		0.17
	4	9.208	苯甲醛	0.86	0.58	1.23
	5	10.473	正辛醛	0.37	0.13	0.67
	6	11.735	苯乙醛	0.21	0.23	0.22
	7	12.17	反-2-辛烯醛			0.43
	8	13.61	壬醛	0.78	0.44	0.98
	9	15.275	反式-2-壬烯醛			0.23
	10	16.667	癸醛	0.56		
	11	16.945	2,4-二甲基苯甲醛			0.3
	12	17.05	2,6,6-三甲基-1-环己烯-1-羧醛			0.11
	13	18.068	对甲氧基苯甲醛	0.14	0.44	1.31
	14	18.286	反式-2-癸烯醛			0.13
	15	18.573	反式肉桂醛			0.51
	16	25.976	十三醛			0.13
	17	28.068	肉豆蔻醛	0.16	1.19	1.47
	18	29.645	正十八醛			0.23
烯	1	5.777	2,4-二甲基-1-庚烯	0.38		
	2	11.292	右旋萜二烯		0.17	
	3	13.202	1-十一烯		0.24	
	4	17.232	(4E)-1,4-十一碳二烯		0.16	
	5	19.083	1-十三烯			0.36
	6	21.353	顺式环十二烯	0.27	0.28	0.27
	7	21.448	1,11-十二碳二烯		0.14	
	8	21.801	1-十四烯		1.96	
	9	24.156	十五烯		0.35	
	10	25.451	环十二烯		1.03	
醇	1	4.656	2,3-丁二醇			0.5
	2	5.401	2,2,6-三甲基-6-乙基四氢-2H-呋喃-3-醇	0.59		
	3	5.536	4-庚炔-2-醇	0.32		
	4	6.506	正己醇		0.23	1.78
	5	9.444	庚醇			0.27
	6	9.765	1-辛烯-3-醇	0.73	0.57	1.66
	7	9.926	三甲基庚烷二醇	0.47		
	8	10.436	3,6-二甲基-3-庚醇	1.81		
	9	10.592	叶绿醇	0.32		
	10	11.267	2-乙基己醇	0.16		0.24

转下页

接上页

11	11.411	桉叶油醇	0.11		
12	11.416	苜醇		1	1.81
13	12.068	3-[苜基(甲基)氨基]-1,2-丙烷二醇	0.25		
14	12.2	2-辛炔-1-醇	0.17		
15	12.433	反式-2-辛烯-1-醇	0.69		0.24
16	12.582	反- α 反- α , α -5-三甲基-5-乙炔基四氢化-2-咪喃甲醇		1.59	1.59
17	13.46	芳樟醇	0.4	1.07	1.11
18	13.85	苯乙醇			0.39
19	15.608	1,2,2,3-四甲基-3-环戊烯-1-醇			0.33
20	15.929	4-萜烯醇		0.31	0.32
21	17.348	3-苯丙醇		0.14	0.34
22	18.695	17-十八碳烯-14-炔-1-醇			0.05
23	18.856	4-甲氧基苜醇			0.77
24	19.076	双环[2.2.1]庚烷-7-醇	0.16		
25	19.489	肉桂醇		0.29	0.58
26	21.442	十一烯醇		0.11	0.1
27	23.55	叔十六硫醇		0.09	
28	23.811	环十二醇		0.2	
29	23.917	十三醇		0.12	0.19
30	25.337	亚麻醇		0.74	
1	5.327	2,4-二甲基庚烷	0.63		
2	10.39	癸烷		0.24	0.38
3	10.942	5-甲基癸烷	0.2		
4	11.064	4-甲基-癸烷	0.17		
5	12.062	5-乙基-2-甲基辛烷		0.27	0.13
6	12.231	金合欢烷		0.25	
7	12.235	4,6-二甲基十二烷	0.16		
8	13.2	环丙基辛烷			0.19
9	16.833	3,6-二甲基十一烷		0.18	
10	17.089	4-甲基二十二烷		0.13	
11	17.217	11,11-二甲基二环[8.2.0]十二烷			0.1
12	17.605	3-乙基-3-甲基庚烷		0.09	
13	17.724	1,3-二噻烷		0.1	
14	18.237	异己烷		0.15	
15	18.589	2,6,10,15-四甲基十七烷	0.16		
16	18.592	5-丁基-壬烷		0.3	
17	22	十四烷			0.48
18	22.008	正十三烷		0.15	
19	23.803	9-二十烷炔			0.1

转下页

接上页

	20	24.051	十九烷		0.12	
	21	24.3	十五烷	0.06	0.92	
	22	25.802	十六烷	0.12		0.21
	23	26.954	二十一烷		0.33	
	24	30.628	二十八烷		0.56	
酸	1	1.767	草酸		0.47	
	2	2.323	3-甲基-4-氧代戊酸	0.27		
	3	3.355	乙酸	0.22		
	4	5.165	3,6-二氯氨基酸		0.31	
	5	5.233	辛酸	0.15		
		7.768	2-氨基-6-甲基苯甲酸	6.43		
	6	8.854	苯甲酸	0.29	0.15	
	7	13.283	3-羟基丙酸			0.11
	8	26.552	亚油酸			0.12
9	29.17	棕榈酸	0.2		0.25	
酮	1	1.085	环十六酮		0.64	
	2	13.192	2-壬酮	0.14		
	3	13.817	3-乙酰基庚烷-2,6-二酮	0.21		
	4	15.675	1,4-二噻烷-2-酮	1.07		
	5	21.552	对甲氧基苯基丙酮		0.31	
	6	26.942	2-十五烷酮	0.17		
	7	27.573	2-十九烷酮	0.06		
酯	1	9.904	己酸乙烯基酯			0.72
	2	21.217	8-(5-辛基-1,2,4-三氧杂环戊烷-3-基)辛酸甲酯	0.13		
	3	24.832	甘油双乙酸月桂酸酯			0.15
	4	24.833	二十二烷酸二十二烷基酯		0.13	
	5	25.036	己二酸, 2-乙基己酯		0.26	0.36
	6	26.638	(Z)-7-十二碳烯-1-醇乙酸酯		0.29	
	7	29.419	棕榈酸乙酯		0.13	0.14
其他	1	1.225	六硫化双五亚甲基秋兰姆		0.13	
	2	3.181	甲基磺酰氯	0.06		
	3	3.988	二甲基二硫			7.14
	4	5.069	1,2,4,6,7,9--六氯二苯并-对-二恶英		0.2	
	5	5.617	4-(1-甲基-4-哌啶基)-1,2-苯二酚	0.26		
	6	9.775	二甲基三硫			9.88
	7	10.098	2-正戊基咪喃	0.85	1	0.31
	8	12.483	4,6-二叔丁基间苯二酚		0.17	
	9	12.73	3-乙基-2,5-二甲基吡嗪	1.13		
	10	13.033	未知	0.19		
	11	15.078	2-乙酰-3-甲基噻吩	0.11		

转下页

接上页

12	15.638	α,α,α -四溴对二甲苯	0.02		
13	15.686	异龙脑	0.06		
14	16.11	3-甲氧基苯甲酰基乙腈	0.04		
15	16.588	乙基麦芽酚	54.15	46.67	43.32
16	16.672	对丙基苯甲醚	0.47		
17	17.029	2-乙基-5-(2-甲基丙基)-噻吩			0.08
18	17.381	二甲基四硫醚			0.75
19	17.857	1,3-二叔丁基苯	0.83		
20	18.001	4-烯丙基苯甲醚	0.11		
21	19.013	茴香脑	1.29	17.04	0.05
22	20.727	<i>o</i> -丁子香酚	0.22	0.28	
23	21.638	3-甲基吡啶	1.67	1.68	0.66
24	22.983	香豆素		0.1	
25	24.391	2,4-二叔丁基苯酚		0.37	

注: 空格部分为检出。

经高温高压处理的鹌鹑蛋的风味物质主要以醇类和醛类为主, 烯烴烷烴类次之, 酮类和酸类较少, 各五种。乙基麦芽酚在三份样品中都是检出量最高的物质, 可能在工艺中添加了该物质^[4], 是卤制鹌鹑蛋中对风味贡献最大的物质。3-甲基吡啶熔点 95~98℃, 浓度高时具有令人厌恶的臭气, 而在浓度极低时具有大灵猫香及茉莉香气。该物质在三个样品中都含有, 在高温处理和 10 kGy 辐照处理里样品之间差别不大, 12 kGy 辐照处理的样品含量略低。3-乙基 2, 5-二甲基吡嗪呈现出玉米、巧克力般的坚果香、焦香味。含量低但对风味也有一定的促进作用, 这一气味物质辐照产品中不含有^[5]。茴香脑作为天然的调味品和芳香类化学品被广泛应用^[6]。暴露在空气中很容易被氧化^[7,8]。经 10 kGy (17.04) 辐照处理过的样品明显比经高温 (1.29) 和 12 kGy (0.05) 辐照处理的要高, 原因可能是高的温度或者较强的辐照强度影响了茴香脑的稳定, 所以在茴香脑这一方面 10 kGy 及以下的辐照强度比较好。壬醛是猪油中的主要挥发成分, 具有强烈的油脂气味和甜橙气息, 其稀乙醇溶液有香草醛和香调, 用作食品添加剂, 也可用于调制玫瑰、橙花、香紫罗兰、香味等香精, 且阈值较低。三个样品中壬醛含量皆低于 1, 彼此之间差别不大。醛类对风味产生重要的贡献, 主要是由脂肪酸的氧化作用产生的, 升高温度能够显著加速脂肪热降解。己醛、辛醛、壬醛、癸醛是不同处理条件下共有的挥发性风味物质, 对鹌鹑蛋风味有着重要的影响。低分子质量的醛会有一种不愉快的难闻的气味, 但随着醛的分子质量的增加, 开始出现水果风味, 因此高浓度的醛应该对风味的贡献很大^[9]。芳樟醇具有典型的花香, 氧化芳樟醇、反

式氧化芳樟醇互为立体异构体, 它们一般具有木香、花香, 杂环化合物一般气味强烈, 阈值低。在样品中的含量分别是高温处理的 0.4, 10 kGy 辐照处理的 1.07, 12 kGy 辐照处理的 1.11。10 kGy 与 12 kGy 处理的在这一方面并没有太大差别, 但明显比高温高压处理要更能保留鹌鹑蛋的风味。

经 10 kGy 辐照处理的鹌鹑蛋的风味物质主要以醇类和烷烴及烯烴类为主, 醛类次之, 酸酮酯类较少。10 kGy 辐照处理的鹌鹑蛋有而高温高压处理的气味物质主要有苜醇。但不管是 10 kGy 辐照还是 12 kGy 辐照处理的样品醇类含量都不高, 这可能是醇类物质酯化反应或氧化反应的结果^[10]。醇类往往具有植物香、芳香和土气味, 虽然其阈值较高, 但是可以与有机酸形成酯类物质^[11]。烯烴的阈值较低并具有特殊香气, 而高温的烯、醇类相对来说更少一点很有可能是受温度的影响。

经 12 kGy 辐照处理的鹌鹑蛋的风味物质主要以醇类和醛类为主, 较前两个样均略为增加, 酸酮酯类与前两个样相持。2-正戊基呋喃主要来源于亚油酸或 2, 4-癸二烯醛的氧化, 阈值较低, 具有豆香和青草味^[12]。1-辛烯-3-醇是食用菌类的主要香气物质, 以亚油酸为生物合成前体, 经脂肪氧合酶及氢过氧化物裂合酶作用形成都为鹌鹑蛋的风味具有一定的贡献作用。

照射剂量不同, 挥发性成分有差异, 可能与加热处理和辐照对鹌鹑蛋成分分子之间的变化差异有关^[13]。

此外, 肖润^[14]曾指出对产生鸡蛋香气起关键作用的主要是一些杂环类化合物。蛋中的磷脂在加热的过程中会发生热降解, 产生游离脂肪酸。脂肪酸, 尤其

是不饱和脂肪酸能够继续氧化、分解、断裂生成小分子的醛类、酮类等,并且随着加热时间的延长而逐渐积累。所以经高温高压处理的鹌鹑蛋的检测结果显示醛酮类明显较另外两个样品要高。

3 结论

通过对休闲卤制鹌鹑蛋在经不同辐照剂量及高温灭菌处理后进行细菌菌落总数、挥发性盐基氮、pH值、以及气味物质含量的分析测定。细菌菌落总数、挥发性盐基氮及 pH 值的测定结果表明,在常温贮藏的条件下,10 kGy 及以上的辐照强度有比较好的保质效果,这一剂量与目前国际上 CAC 规定剂量范围相似,说明比较安全可靠。采用 GC/MS 技术测得的卤制鹌鹑蛋的挥发性成分的结果表明,卤制鹌鹑蛋的主要的气味物质为乙基麦芽酚、茴香脑及几种醛醇类物质。经高温处理的卤制鹌鹑蛋的酸酮类物质较多,而风味物质成分较经辐照处理的要少,主要因为可能是高温产生更多的挥发性成分,这间接说明辐照对产品本身风味影响不大。如果生产过程中严格按照操作要求和 GMP 设计,各工序衔接到位,可以认为 8-10 kGy 辐照强度处理卤制鹌鹑蛋可以获得较好的产品保质期,且风味较稳定,但这有待在下一步研究中进一步进行探索确认这一工艺的安全性。

参考文献

- [1] Wood O B, Bruhn C M, et al. Position of the American dietetic association: fund irradiation [J]. J. Am. Diet. Assoc., 2000, 100(2): 246-253
- [2] 顾赛麒,吴浩,张晶晶,等.固相萃取整体捕集剂-气相色谱-质谱联用技术分析中华绒螯蟹性腺中挥发性成分[J].现代食品科技,2013,29(12):3019-3025
GU Sai-lin, WU Hao, ZHANG Jing-jing, et al. Analysis of volatile components in gonad of eriocheir sinensis by monolithic material sorptive extraction coupled with gas chromatography and mass spectrometry [J]. Modern Food Science & Technology, 2013, 29(12): 3019-3025
- [3] 谢主兰,陈龙,雷晓凌,等.采用挥发性盐基氮动力学模型预测低盐虾酱的货架寿命[J].现代食品科技,2013,29(1):29-34
XIE Zhu-lan, CHEN Long, LEI Xiao-ling, et al. Shelf life prediction of low-salt shrimp sauce through kinetic models of total volatile basic nitrogen [J]. Modern Food Science & Technology, 2013, 29(1): 29-34
- [4] 舒俊生,余世科,陈开波,等.高效离子色谱法测定烟草及其制品中麦芽酚的含量[J].现代食品科技,2013,29(3):206-208
SHU Jun-sheng, SHE Shi-ke, CHEN Kai-bo, et al. Determination of maltol in tobacco and tobacco products by high-performance ion chromatographic [J]. Modern Food Science & Technology, 2013, 29(3): 206-208
- [5] Giri A, Osako K, Okamoto A, et al. Olfactometric characterization of aroma active compounds in fermented fish paste in comparison with fish sauce, fermented soy paste and sauce products [J]. Food Research International, 2010, 43(4): 1027-1040
- [6] 黎强,卢金清,郭胜男,等.SPME 与 SD 提取八角茴香挥发性风味成分的 GC-MS 比较[J].中国调味品, 2014, 39(7): 107-109
LI Qiang, LU Jin-qing, GUO Sheng, et al. GS-MS comparison of volatile constituents extracted from fructus anisi stellati by SPME and SD [J]. China Condiment, 2014, 39(7): 107-109
- [7] HE J, MA W H, SONG W, et al. Photo reaction of aromatic compounds at α -FeOOH / H₂O interface in the presence of H₂O₂: evidence for organic-goethite surface complex formation [J]. Water Research, 2005, 39(1): 119-128
- [8] Zanardi J, Leriverend C, Aubert D, et al. A catalytic cycle for the asymmetric synthesis of epoxides using sulfur ylides [J]. J. Org. Chem., 2001, 66(16): 5620-5623
- [9] Cheong M W, Chong Z S, Liu S Q, et al. Characterisation of calamansi (citrus microcarpa). part i: volatiles, aromatic profiles and phenolic acids in the peel [J]. Food Chemistry, 2012, 134(2): 686-695
- [10] Sun S Y, Jiang W G, Zhao Y P. Profile of volatile compounds in 12 Chinese soy sauces produced by a high-salt-diluted state fermentation [J]. Journal of the Institute of Brewing, 2010, 116(3): 316-328
- [11] 卢靖,刘平,张丽珠,等.腐乳发酵过程挥发性风味成分的变化[J].食品科学,2014,35(16):175-179
LU Jing, LIU Ping, ZHANG Li-zhu, et al. Changes in volatile flavor compounds in sufu during fermentation [J]. Food Science, 2014, 35(16): 175-179
- [12] Lorenzo J M, Franco D, Carballo J. Effect of the inclusion of chestnut in the finishing diet on volatile compounds during the manufacture of dry-cured "Laorn" from Celta pig breed [J]. Meat Science, 2014, 96(1): 211-223
- [13] 耿胜荣,熊光权,夏和舟,等.不同剂量率辐照对酵母抽提物自由基和挥发成分的影响[J].现代食品科技,2014, 6(30): 168-173,75
GENG Sheng-rong, XIONG Guang-quan, XIA He-zhou, et al. Effect of diferent dosage rates on radical content and volatile compounds Of irradiated yeast extract [J]. Modern

Food Science & Technology, 2014, 6(30): 168-173, 75

XIAO Run. Egg aroma components headspace gc/ms analysis [J].

[14] 肖润.鸡蛋香气成分的顶空 GC/MS 分析[J].食品研究与开发,2003,24(6):142-143

Food Research and Development, 2003, 24(6): 142-143

