

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2019.05.024

基于 α -生育酚抗氧化膜的冷鲜猪肉保鲜包装研究

Study on preservation packaging of chilled pork based on α -tocopherol antioxidant films

谢菁¹ 卢立新¹ 潘嘹^{1,2} 卢莉璟^{1,2}XIE Jing¹ LU Li-xin¹ PAN Liao^{1,2} LU Li-jing^{1,2}

(1. 江南大学机械工程学院, 江苏 无锡 214122;

2. 江苏省食品先进制造装备技术重点实验室, 江苏 无锡 214122)

(1. College of Mechanical Engineering, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China; 2. Jiangsu Key Laboratory of Advanced Food Manufacturing Equipment and Technology, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

摘要:制备了 α -生育酚质量分数为 1% 的 LDPE 抗氧化膜, 并通过改变膜中硅藻土的添加量(0%, 1%, 2%, 3%) 调节 α -生育酚的释放, 对冷鲜猪肉进行真空包装贮藏试验, 测定贮藏期间冷鲜猪肉的挥发性盐基氮(TVB-N)、硫代巴比妥酸值(TBARS)、红度值(a^*)、汁液流失率、菌落总数和 pH 值的变化, 以及抗氧化膜中 α -生育酚的释放量。结果表明, 与对照组相比, α -生育酚抗氧化膜可明显延缓冷鲜猪肉 TVB-N 和 TBARS 值的上升, 降低了汁液流失率, 提升了肉色, 但对 pH 值和菌落总数影响不显著。此外, 与未添加硅藻土的抗氧化膜相比, 通过添加硅藻土调节膜中 α -生育酚的释放, 可改善抗氧化膜对冷鲜猪肉的保鲜效果, 当硅藻土添加量为 1% 时, 保鲜效果最佳。

关键词:冷鲜猪肉; α -生育酚; 抗氧化活性膜; 释放; 保鲜

Abstract: LDPE antioxidant films containing 1% α -tocopherol was prepared, and adjusted the release of α -tocopherol by changing diatomite amount (0%, 1%, 2%, 3%) in the films. Chilled pork was vacuum-packed by these films. Determined the total volatile basic nitrogen (TVB-N), thiobarbituric acid (TBARS), redness value (a^*), juice loss, total bacteria counts, pH value of chilled pork, and the release of α -tocopherol from antioxidation films during the storage. The results showed that compared with the control, the antioxidant film of α -tocopherol significantly delayed the increase of TVB-N and TBARS in chilled pork, reduced the loss of juice and enhanced the color of meat, but had no significant effect on the pH value and the total bacteria counts. In addition, compared with the antioxidant films without diatomite,

adding diatomite to regulate the release of α -tocopherol in the films could improve the preservation effect of the antioxidant films on chilled pork. When the additional diatomite was 1%, the preservation effect was the optimal.

Keywords: chilled pork; α -tocopherol; antioxidant films; release; preservation

冷鲜猪肉因其口感好、营养价值高、卫生安全等特点, 深受消费者喜爱, 已成为目前中国肉类的消费趋势, 但由于其水分含量高、营养成分丰富, 容易发生微生物繁殖、脂肪氧化等腐败现象, 导致货架期较短^[1]。近年来, 采用活性包装对肉制品进行保鲜受到广泛关注, 抗氧化活性包装是通过在包装材料中添加抗氧化剂制成的, 其所需抗氧化剂浓度较低, 可以实现对抗氧化剂释放的控制, 还避免了将抗氧化剂直接添加到食品中产生的局部有效性问题, 因此保鲜效果具有明显优势^[2-3]。常用的肉制品抗氧化剂多为化学合成物质, 但由于其存在一定安全风险, 已逐渐被天然抗氧化剂所取代。

α -生育酚是一种天然断链抗氧化剂, 它通过提供氢原子, 将过氧自由基转化为氢过氧化物, 从而中断氧化过程^[4-5]。已有研究表明, α -生育酚可用于肉制品的保鲜, Verma 等^[6]将不同水平的 α -生育酚添加至山羊肉中, 研究表明 α -生育酚添加量为 100 mg/kg 时, 具有抑菌、抗氧化性, 使肉品具有更高的持水性、颜色评分和气味评分, 货架期可达到 7 d; Dimitrios 等^[7]研究发现, 在牛肉饼中添加 α -生育酚, 与对照组相比, α -生育酚具有显著的抗氧化效果, 有助于维持肉色。

α -生育酚易溶解于聚烯烃材料, 在聚合物加工条件下不会分解^[8], 因此, 可以将 α -生育酚添加到聚合物中制成活性膜用于保鲜包装。Wessling 等^[9]通过向低密度聚

基金项目:国家重点研发计划课题(编号:2016YFD0400701)

作者简介:谢菁, 女, 江南大学在读硕士研究生。

通信作者:卢立新(1966—), 男, 江南大学教授, 博导, 博士。

E-mail: lulx21@126.com

收稿日期:2019-01-26

乙烯膜(LDPE)中添加质量分数为1%的 α -生育酚,有效抑制了6℃条件下亚油酸的氧化。Barbosa等^[10]采用含生育酚的LDPE膜包装鲑鱼,使脂质氧化降低了40%。此外,也有一些研究关注调控 α -生育酚从包装膜中的释放以达到最佳抗氧化效果。Zhu等^[11]和Shen等^[12]研究了调控 α -生育酚的释放对延长亚油酸氧化诱导期的影响。

目前,国内外研究未见关于 α -生育酚抗氧化膜对冷鲜猪肉保鲜效果的报道,而膜中 α -生育酚释放量的不同,会导致对肉品保鲜效果的不同。本研究拟以LDPE为基材、 α -生育酚为抗氧化剂、硅藻土为无机填料制备抗氧化膜,并通过改变膜中硅藻土的添加量调节 α -生育酚从膜中的释放,将其应用于冷鲜猪肉的真空包装。测定贮藏期间抗氧化膜中 α -生育酚的释放量及冷鲜猪肉品质指标的变化,探讨 α -生育酚抗氧化膜对冷鲜猪肉的保鲜效果。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

冷鲜猪肉:无锡欧尚超市;

α -生育酚:美国Sigma-Aldrich公司;

硅藻土、硼酸、甲基红、亚甲基蓝、无水碳酸钾、盐酸、三氯乙酸、乙二胺四乙酸二钠、2-硫代巴比妥酸、95%乙醇:AR级,国药集团化学试剂有限公司;

无水乙醇:GR级,国药集团化学试剂有限公司;

甲醇:色谱纯,国药集团化学试剂有限公司;

平板计数琼脂培养基:国药集团化学试剂有限公司。

1.1.2 主要仪器设备

真空包装机:VA-400型,江苏腾通包装机械有限公司;

pH计:FE28型,梅特勒—托利多仪器(上海)有限公司;

彩色色差计:CR-400/410型,柯尼卡美能达控股株式会社;

紫外分光光度计:UV-1800型,日本岛津公司;

恒温恒湿箱:EDI-302JHHZ-485T型,昆山锦宏中环仪器设备有限公司;

生化培养箱:SHP-250型,上海精宏实验设备有限公司;

垂直层流洁净工作台:HCB-1300V型,海尔生物医疗有限公司;

高效液相色谱仪:UltiMate 3000型,美国戴安公司。

1.2 试验方法

1.2.1 α -生育酚抗氧化膜的制备 通过挤出流延法制得 α -生育酚质量分数为1%,硅藻土添加量不同(0%,1%,2%,3%)的LDPE基抗氧化膜(60 ± 3) μm ,设为处理组,

分别标记为M0组(不含硅藻土)、M1组(1%硅藻土)、M2组(2%硅藻土)和M3组(3%硅藻土)。另制备空白LDPE膜为对照组,标记为CK。制得薄膜手工裁切后真空密封保存备用。

1.2.2 冷鲜猪肉的处理 超市购买的冷鲜猪肉,在超净工作台内用无菌的刀具和案板去除筋膜、脂肪,切成10 cm \times 5 cm \times 1 cm的肉块,随机分组。用1.2.1中制备的5组薄膜分别对冷鲜猪肉进行真空包装,立即放入(4 \pm 1)℃条件下贮存,每3 d取样测定冷鲜猪肉的各项指标,每组设置3个平行样,取平均值。

1.2.3 抗氧化膜中 α -生育酚释放量的测定 薄膜随肉样定期取出,清洗并擦干,剪裁成碎片浸泡于无水乙醇中,超声30 min并40℃恒温振荡72 h,以提取出薄膜内残留的 α -生育酚,采用高效液相色谱法测定残留量,同时测定未用于包装的薄膜中 α -生育酚的初始量。 α -生育酚从抗氧化膜中的释放量即为薄膜内初始量与残留量差值。

1.2.4 α -生育酚抗氧化膜对冷鲜猪肉保鲜效果的测定

(1) 挥发性盐基氮值(TVB-N):按照GB 5009.228—2016《食品中挥发性盐基氮的测定》中的微量扩散法进行。

(2) 硫代巴比妥酸值(TBARS):按照GB/T 5009.181—2016《食品安全国家标准 食品中丙二醛的测定》中的分光光度法进行。

(3) 红度值(a^*):使用彩色色差计直接测定,测定前用标准比色板进行校正,记录肉样表面的红度值(a^*),每组3个平行,每个平行样随机取5个点,共15个测定值,取平均值用于品质评价。

(4) 汁液流失率:包装前对肉样称重,记为 m_1 ,对肉样进行包装封口。测定指标前打开包装,用无菌滤纸吸干肉样表面汁液后称重,记为 m_2 。按式(1)计算汁液流失率。

$$c = \frac{m_1}{m_2} \times 100\%, \quad (1)$$

式中:

c ——汁液流失率,%;

m_1 ——肉样初始重量,g;

m_2 ——测定指标时除去肉样表面汁液后肉样的重量,g。

(5) 菌落总数的测定:按照GB 4789.2—2016《食品微生物学检验 菌落总数测定》中的方法进行,结果用菌落总数的对数值表示。

(6) pH值的测定:按照GB 5009.237—2016《食品安全国家标准 食品pH值的测定》中的方法进行。

1.3 数据处理

应用SPSS Statistics 19进行显著性差异分析,以 $P < 0.05$ 作为差异显著的标准。应用Origin 8.5进行数据处

理及绘图。

2 结果与分析

2.1 抗氧化膜中 α -生育酚的释放量

贮藏期间抗氧化膜中 α -生育酚的释放量如图 1 所示,结果表明, M0 组 > M3 组 > M1 组 > M2 组。与未添加硅藻土的 M0 组相比,添加了硅藻土的抗氧化膜在贮藏期间的 α -生育酚释放量明显降低,可能是硅藻土使 α -生育酚在膜中的吸附性增强,扩散的迂曲度增大,从而导致 α -生育酚的释放量降低。处理组中,当 α -生育酚的添加量为 1%~2% 时,硅藻土在膜中的分散逐渐均匀, α -生育酚的释放量降低, M1 组 > M2 组;当添加量为 3% 时,硅藻土分散的均匀性变差,膜粗糙程度变大, α -生育酚的释放量变大,使 M3 组 > M1 组^[13]。

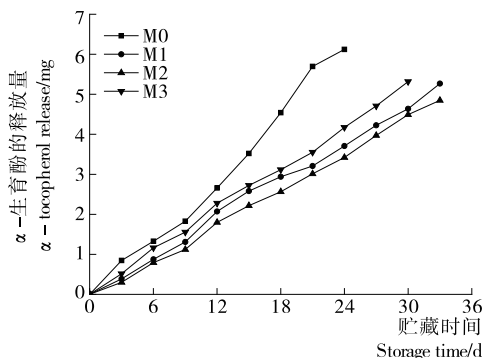


图 1 抗氧化膜中 α -生育酚的释放量随贮藏时间的变化
Figure 1 The change of α -tocopherol release in antioxidant film with storage time

2.2 挥发性盐基氮值的变化

由图 2 可知,所有试验组的 TVB-N 值均随贮藏时间的延长呈上升趋势,对照组在贮藏第 12 天即达到 15.17 mg/100 g,超过了 GB 5009.228—2016 标准限定值 (15 mg/100 g),肉品变质。与对照组相比,处理组可显著抑制 TVB-N 的增长 ($P < 0.05$),可能是 α -生育酚抗氧化

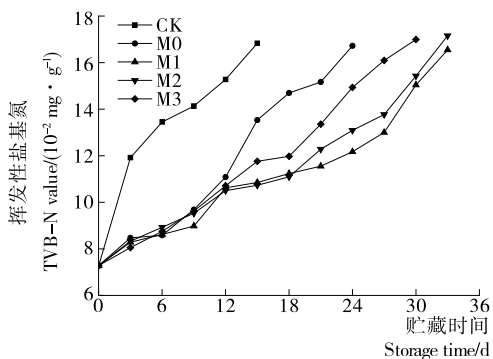


图 2 α -生育酚抗氧化膜对冷鲜猪肉 TVB-N 值的影响
Figure 2 Effect of α -tocopherol antioxidant films on TVB-N value of chilled pork

膜对肌原纤维蛋白降解有一定的抑制效果,从而抑制了 TVB-N 值的上升^[14]。在贮藏 12 d 内处理组间差异不显著 ($P > 0.05$),但在贮藏后期添加了硅藻土的抗氧化膜对 TVB-N 的抑制效果优于未添加硅藻土的 M0 组,其中 M1 组的抑制效果最好,肉品的 TVB-N 值在第 30 天才超标,达到 15.04 mg/100 g。

2.3 硫代巴比妥酸值的变化

从图 3 可以看出,在贮藏期间所有试验组的 TBARS 值均呈上升趋势,并在前 9 d 差异不显著 ($P > 0.05$)。之后对照组上升较为明显,在第 12 天开始显著高于 ($P < 0.05$) 处理组,说明 α -生育酚抗氧化膜可以有效抑制脂肪氧化。各处理组中, M1、M2 和 M3 组的 TBARS 值从第 9 天开始显著低于 ($P < 0.05$) M0 组,且 M1 组抗氧化效果最好,但 3 组间差异不显著 ($P > 0.05$),表明调节 α -生育酚的释放可以改善抗氧化膜的抗氧化效果。这可能是 α -生育酚的释放量较少时,释放出的 α -生育酚不足以清除肉样氧化产生的自由基,导致抗氧化效果不佳;当 α -生育酚的释放量过大时,释放出的 α -生育酚多于肉样氧化产生的自由基,而过量的 α -生育酚之间会形成二聚物或其他产物,从而降低可用于清除自由基的 α -生育酚含量,造成抗氧化效果减弱^[8]。

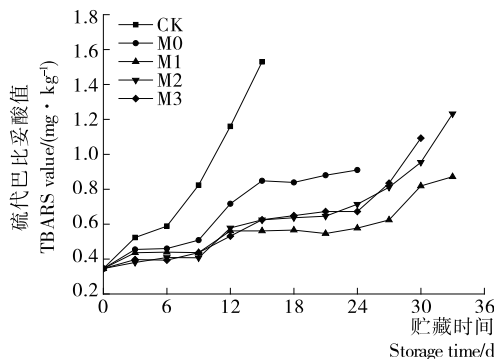


图 3 α -生育酚抗氧化膜对冷鲜猪肉 TBARS 值的影响
Figure 3 Effect of α -tocopherol antioxidant films on TBARS value of chilled pork

2.4 红度值的变化

肉的红度是消费者选择肉制品的重要感官依据。肉样的红度值 (a^*) 随贮藏时间呈先下降后上升再下降的趋势 (图 4)。在贮藏初期,脱氧肌红蛋白在真空包装条件下占主导地位,使肉呈现暗红色,所有试验组 a^* 值下降。随后,包装中残留氧气与肌红蛋白反应生成不稳定的氧合肌红蛋白, a^* 值回升。随着贮藏期的延长,肉中的肌红蛋白逐渐氧化形成高铁肌红蛋白,使肉色变差,对照组的 a^* 值下降,而处理组 a^* 值继续显著升高 ($P < 0.05$),之后下降,其中 M1 组的肉色较稳定。这可能是 α -生育酚对猪肉具有一定的提色作用^[15]。另一方面, α -生育酚对膜

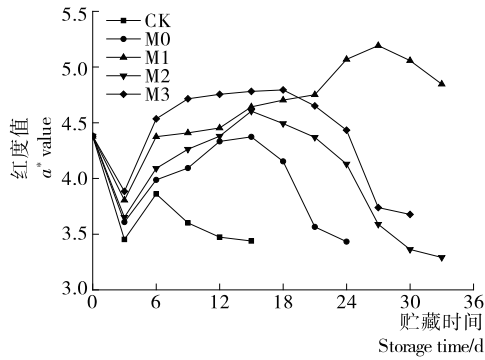


图4 α -生育酚抗氧化膜对冷鲜猪肉 a^* 值的影响
Figure 4 Effect of α -tocopherol antioxidant films on a^* value of chilled pork

脂的抗氧化作用会减少脂质氧化一级和二级化合物的形成,间接延缓肌红蛋白氧化^[4]。添加硅藻土改变了 α -生育酚的释放量以及膜的抗氧化效果,使抗氧化膜对维持肉色的效果也有所不同。

2.5 汁液流失率的变化

随着贮藏时间的增加,肉制品肌肉组织发生变化,持水性变差,导致汁液逐渐流失。由图5可知,贮藏期间所有试验组的汁液流失率均呈上升趋势,与对照组相比,各处理组的汁液流失率上升相对较慢,在贮藏3 d后显著低于($P < 0.05$)对照组。冷鲜猪肉出现汁液流失主要是因为膜脂氧化导致细胞膜透性增加,从而导致细胞液与血液渗出^[16]。因此,冷鲜猪肉汁液流失的降低可能是 α -生育酚抗氧化膜的抗氧化作用导致的,但 α -生育酚的释放量对其影响较小,各处理间差异不显著($P > 0.05$)。

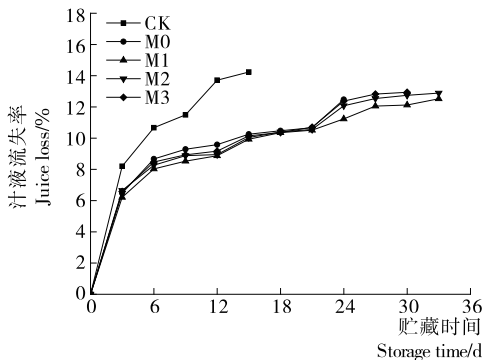


图5 α -生育酚抗氧化膜对冷鲜猪肉汁液流失率的影响
Figure 5 Effect of α -tocopherol antioxidant films on juice loss of chilled pork

2.6 菌落总数的变化

一般认为,菌落总数超过 10^6 CFU/g 时,肉样开始腐败。从图6可以看出,所有试验组的菌落总数随贮藏时间的延长呈不断增加趋势,但均未超过限定值,主要是由于真空包装的缺氧条件抑制了好氧菌的增长。但乳酸菌

和厌氧菌仍会在低氧环境下不断生长繁殖,造成冷鲜猪肉的品质下降^[1]。在贮藏期间,各处理组对菌落总数的影响未达到显著水平($P > 0.05$)且组间差异不显著($P > 0.05$),可能是 α -生育酚的抑菌活性较低造成的^[17]。

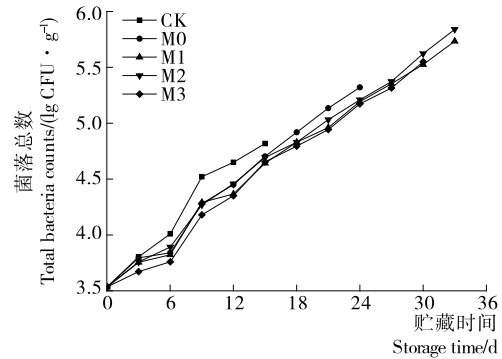


图6 α -生育酚抗氧化膜对冷鲜猪肉菌落总数的影响
Figure 6 Effect of α -tocopherol antioxidant films on total bacteria counts of chilled pork

2.7 pH 值的变化

如图7所示,在贮藏期间,所有试验组均可以使冷鲜猪肉的pH值保持在较低范围内,且各处理组对pH值无明显影响($P > 0.05$)。贮藏初期pH值下降,可能是肉样中糖原酵解产生乳酸,同时真空包装避免了贮藏期间肉样的二次污染^[18]。在贮藏中后期,所有试验组的pH值呈逐渐升高趋势,各处理间差异不显著($P > 0.05$)。处理组的pH值上升相对较慢,可能是处理组对TVB-N有一定抑制效果,减缓了氨和胺类等碱性物质的生成,使pH值上升缓慢,M1组对TVB-N的抑制效果最好,因此pH值相对较低。

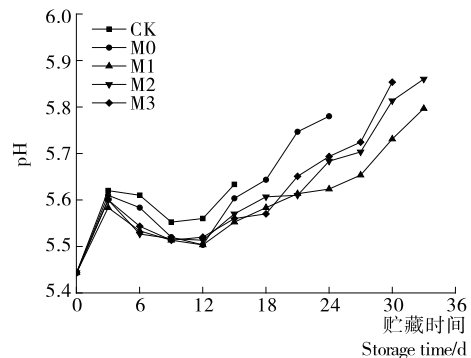


图7 α -生育酚抗氧化膜对冷鲜猪肉pH值的影响
Figure 7 Effect of α -tocopherol antioxidant films on pH of chilled pork

3 结论

含 α -生育酚的LDPE基抗氧化膜可显著延缓冷鲜猪肉TVB-N和TBARS值的增加,同时对改善肉色、降低汁液流失率有积极作用,但对pH值影响较低,且抑菌效果

不显著。此外,与未添加硅藻土的抗氧化膜相比,通过添加硅藻土调节膜中 α -生育酚的释放,可改善抗氧化膜对冷鲜猪肉的保鲜效果,当硅藻土添加量为 1% 时,膜的保鲜效果最佳,可有效延长冷鲜猪肉的货架期。本研究证明可将 α -生育酚加入到 LDPE 基质中制成抗氧化膜应用于冷鲜猪肉的保鲜包装,并且 α -生育酚的释放量不同,膜的保鲜效果不同,为冷鲜猪肉抗氧化活性包装的研究与发展提供了一定的理论依据。而本研究仅以 α -生育酚为活性物质,今后研究可在活性膜中添加 2 种或 2 种以上的活性物质,通过发挥协同作用对冷鲜猪肉保鲜,还可以通过建立膜中不同活性物质的释放性能、释放量与肉品质品的关系,进一步提高保鲜效果。

参考文献

- [1] 张玉琴, 齐小晶, 梁敏, 等. 冷鲜肉贮藏前处理及保鲜包装技术进展[J]. 肉类研究, 2016, 30(9): 35-39.
- [2] FANG Zhong-xiang, ZHAO Yan-yun, WARNER R D, et al. Active and intelligent packaging in meat industry[J]. Trends in Food Science & Technology, 2017, 61(Complete): 60-71.
- [3] 陈晨伟, 王佳熙, 杨福馨, 等. 活性包装薄膜中活性物质缓释技术研究进展[J]. 食品与机械, 2019, 35(1): 6-11.
- [4] BELLES M, DEL MAR CAMPO M, RONCALES P, et al. Supranutritional doses of vitamin E to improve lamb meat quality[J]. Meat Science, 2019, 149: 14-23.
- [5] 郑诗超, 张锐利, 汪学荣, 等. 天然抗氧化剂在油脂中的应用研究[J]. 食品与机械, 2003, 19(5): 7-8.
- [6] VERMA S P, SAHOO J. Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending[J]. Meat Science, 2000, 56(4): 403-413.
- [7] GEORGANTELIS D, BLEKAS G, KATIKOU P, et al. Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers[J]. Meat Science, 2007, 75(2): 256-264.
- [8] DIMITRIOS G, IOANNIS A, PANAGIOTA K, et al. Edible carboxymethyl cellulose films containing natural antioxidant and surfactants; α -tocopherol stability, in vitro release and film properties[J]. LWT-Food Science and Technology, 2017, 77: 21-29.
- [9] WESSLING C, NIELSEN T, LEUFVÉN A. The influence of α -tocopherol concentration on the stability of linoleic acid and the properties of low-density polyethylene[J]. Packaging Technology & Science, 2015, 13(1): 19-28.
- [10] BARBOSAPEREIRA L, JOSÉ MANUEL C, RAQUEL S, et al. Development of antioxidant active films containing tocopherols to extend the shelf life of fish[J]. Food Control, 2013, 31(1): 236-243.
- [11] ZHU Xun-tao, SCHAICH K M, CHEN Xi, et al. Target release rate of antioxidants to extend induction period of lipid oxidation[J]. Food Research International, 2012, 47(1): 1-5.
- [12] SHEN Lu-ni, CHEN Xi, LEE Dong-sun, et al. Effects of diffusion controlled release of tocopherol on lipid oxidation[J]. Food Packaging and Shelf Life, 2018, 17: 129-133.
- [13] 卢莉璟, 卢立新, 包俊青, 等. 硅藻土添加对 HDPE/LDPE 基抗氧化活性膜性能的影响[J]. 包装工程, 2016(15): 61-66.
- [14] 刘小莉, 彭欢欢, 夏秀东, 等. 外源抗氧化剂 α -生育酚在河蟹肌肉脂肪-蛋白质氧化体系中的作用[J]. 食品科学, 2018, 39(14): 51-56.
- [15] MCCARTHY T L, KERRY J P, KERRY J F, et al. Evaluation of the antioxidant potential of natural food/plant extracts as compared with synthetic antioxidants and vitamin E in raw and cooked pork patties[J]. Meat Science, 2001, 58(1): 45-52.
- [16] 郝教敏, 马丽珍, 王如福, 等. 多源复合天然保鲜剂对冷却猪肉的保鲜效果[J]. 中国食品学报, 2012, 12(6): 113-119.
- [17] DIMITRIOS G, IOANNIS A, PANAGIOTA K, et al. Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4 °C[J]. Meat Science, 2007, 76(1): 172-181.
- [18] 沈文娇, 何新益, 甄润英, 等. 辣椒籽油对肉糜低温贮藏特性的影响[J]. 食品与机械, 2017, 33(5): 128-133, 140.

信息窗

欧盟将呋喃-2(5H)-1 从调味物质清单中删除

据欧盟官方公报消息,2019 年 5 月 20 日,欧盟委员会发布(EU) 2019/799 号条例,将呋喃-2(5H)-1 从欧盟调味物质清单中删除,并修订法规(EU)No 1334/2008 附件一的第一部分。主要修订如下:

在第(EC)1334/2008 号条例附件 I A 部分第 2 节中,删除了以下条目:

*10.066	Furan-2(5H)-one	2	EFSA'
---------	-----------------	---	-------

(来源: <http://news.foodmate.net>)