

脂质和蛋白质氧化对肉品质的影响

李泽坤, 肖宇, 焦阳, 刘永峰*

(陕西师范大学食品工程与营养科学学院 西安 710062)

摘要 氧化反应是影响肉品质与加工属性的重要因素,主要来源于脂质氧化和蛋白质氧化,发生在宰后鲜肉成熟和肉类贮藏加工过程中。本文概述近年来脂质氧化和蛋白质氧化对肉品质影响的研究成果,分析肉中脂质和蛋白质发生氧化的内在机理,阐述引起两者氧化的多种因素,剖析脂质氧化对肉色泽、风味、营养价值等品质的影响和蛋白氧化对肉色泽、质构、持水性、风味、营养价值、可消化性等品质的影响,提出降低肉类氧化的控制措施,以期改善肉品质提供理论参考。

关键词 肉; 脂质氧化; 蛋白质氧化; 品质

文章编号 1009-7848(2024)07-0438-12 **DOI:** 10.16429/j.1009-7848.2024.07.042

肉和肉制品是人类饮食的基本组成部分,富含蛋白质以及不同数量和比例的贮藏脂类(甘油三酯)和结构脂类(磷脂),由于其中脂质和蛋白质本身的结构属性,因此常被活性氧(Reactive oxygen species, ROS)侵袭,使其自身结构发生变化而被氧化^[1-3]。

肉中的脂质氧化是由 ROS 攻击多不饱和脂肪酸,引起一系列次级反应的过程,导致脂质降解和氧化酸败,进而影响肉品质^[3]。虽然已经对肉的颜色和质地进行了广泛研究,但是忽略了蛋白质氧化对肉品质的影响^[4-5]。在肉和肉制品贮藏或加工过程中(切碎、烹饪、腌制和辐照),游离氧自由基的产生会破坏抗氧化防御系统,导致蛋白质氧化^[6]。有研究表明蛋白质氧化同脂质氧化反应一样也会发生自由基链式反应,即 ROS 攻击肌肉蛋白,氨基酸残基被破坏并生成羰基化合物。肽主链断裂、脂质氧化、还原糖生成的氨基酸侧链、羰基衍生物的直接氧化是该羰基化过程的主要途径^[1-5]。适度的氧化降解可以提高肉的营养价值,改善风味。Fallavena 等^[7]考察了温度和超声强度对牛肉嫩度的影响,发现超声促进了脂质氧化,而脂质氧化促进了风味物质的形成;反之,过度氧化则有损肉

的质构、保水性和风味等。Feng 等^[8]研究了氧化体系处理的肌浆蛋白对猪肉肌原纤维蛋白凝胶性能的影响,结果发现肌浆蛋白氧化使猪肉肌原纤维持水性下降。质量是影响肉品质选择的重要因素,而外观、颜色、质地、味道和香气是影响肉类接受度的关键质量属性^[9]。在肉类贮藏、加工过程中,控制或使氧化过程最小化的意义重大。本文概述脂肪氧化和蛋白质氧化对肉品质影响的研究成果,为改善氧化作用对肉品质的负面影响提供可行性措施。

1 肉类氧化机理

1.1 肉中脂质氧化机理

脂肪氧化是一种非常复杂的、自发的、不可避免的过程。其氧化化合物在成熟或腌制阶段的肉制品的典型香气形成中扮演着重要的角色^[9]。在屠宰后生化系统中,脂肪氧化主要有 3 个途径:自动氧化、酶促氧化和光氧化,见表 1。

1.2 肉中蛋白质氧化机理

蛋白质氧化是由蛋白质与 ROS 的直接反应或与氧化应激的二级副产物的间接反应诱导的蛋白质修饰^[13],相关机理见表 2。肌红蛋白、脂质氧化或金属催化剂主要攻击位于氨基酸侧链上的官能团,会导致不同的蛋白质自由基和羟基衍生物形成,进而引起蛋白质羰基化。肽的主链断裂、脂质氧化、氨基酸侧链直接氧化以及还原糖产生羰基衍生物是该羰基化过程的主要途径^[14]。氧化产物可以是 Strecker 醛的来源,特别是在没有氧化脂质的情况下^[1]。蛋白质氧化可以改变包括蛋白质的结构、构象、溶解度、蛋白水解的敏感性和酶活性

收稿日期: 2023-07-14

基金项目: 陕西省科技计划项目(2022ZDLNY04-09, 2022KXJ-010); 陕西省咸阳市科技项目(2021ZDZX-NY-0014); 西安市科技计划项目(22NYGG0012)

第一作者: 李泽坤,女,硕士生

通信作者: 刘永峰 E-mail: yongfeng200@126.com