

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

马丽珍^{1,2}, 南庆贤², 戴瑞彤²

(1. 山西农业大学, 太谷 030801; 2. 中国农业大学, 北京 100094)

摘要: 冷却猪肉分别采用真空包装、CO₂+CO₂+N₂ 气调包装、高浓度 O₂+CO₂+N₂ 气调包装和低浓度 O₂+CO₂+N₂ 气调包装后, 在 (4±1) °C 贮存至 21 d, 贮存过程中每周测定理化指标 (pH 值、TVB-N 值、TBA 值、汁液流失率), 并进行感官评定。实验结果表明: 1) CO₂-MAP 是目前冷却肉保鲜方法中比较理想的一种, 采用 CO₂-MAP 的冷却猪肉在 21 d 的贮存过程中, 不仅 TVB-N 值和 TBA 值低, 红色稳定, 而且无任何异味。2) 真空包装的冷却猪肉 TVB-N 值和 TBA 值也比较低, 但色泽呈淡紫色, 汁液流失率高。3) 含氧气调包装中, 冷却猪肉的 TVB-N 值和 TBA 值相对较高, 特别是脂肪氧化加速, 鲜红色泽 1 周后很快变为褐色, 并有不良气味产生, 但汁液流失率比较低, 所以含氧包装仅适合保质期在 1 周以内的冷却猪肉。

关键词: 冷却猪肉; 真空包装; CO₂-气调包装; 含氧气调包装

中图分类号: TS251.543

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2003)03-0156-05

1 引言

气调包装是延长各类食品 (包括冷却肉) 货架期的最常用最有效的方法之一。合理的气调包装不仅可以保证肉品的卫生质量, 延长货架期, 还可对冷却肉的感官质量产生良好影响^[1]。气调包装最常用的气体成分主要是 CO₂+O₂+N₂, 这三者之间的气体比例不同, 对冷却肉的保鲜效果差异较大^[2,3]。一般情况下, 气调包装内的 O₂ 含量为 50%~80%, CO₂ 含量为 20%~30%, 其余为 N₂^[4,5]。O₂ 主要是为了使肉形成氧合肌红蛋白而显红色, 并抑制厌氧微生物的繁殖, 但 O₂ 浓度高又会使肉中脂肪氧化加快, 好氧性微生物大量繁殖, 所以控制冷却肉颜色以及微生物和理化指标变化较难同时达到^[3,4]。Sørheim (1999)^[5]、Luno (2000)^[6] 和 Jayasingh (2001)^[7] 先后报道了在 CO₂+N₂ 气体比例中添加极低浓度的 CO, 利用 CO 与肌红蛋白结合可形成比 MbO₂ 更稳定的一氧化碳肌红蛋白 (MbCO), 而使冷却肉具有吸引人的樱桃红色。这样即保证了冷却肉在贮存过程中保持稳定的红色, 又发挥了 CO₂ 对微生物的抑菌作用^[9]。对于 CO₂-MAP 冷却肉, 国内学者比较深入的研究才刚刚起步, 还未能商业化运行。国内学者已研制出气调包装微机控制动态配气系统^[14], 并在水果冷藏保鲜中有应用^[15]。本实验主要对真空包装、微量 CO₂ 气调包装以及常用含氧气调包装对 (4±1) °C 下贮存的冷却猪肉的保鲜效果作一比较, 通过定期测定贮存过程中冷却猪肉的理化指标变化, 并进行感官评定 (主要是色泽变化), 确定最有效的冷却猪肉气调包装混合气体比例, 为冷却肉生产企业选择合适的保鲜方式以延长冷却肉在

冷链销售系统中的货架期提供有效依据。

2 材料与方法

2.1 材料

2.1.1 原料来源

从北京超市发超市购买的北京华都肉类集团公司生产的冷却猪通脊肉。

2.1.2 主要实验设备

DZ-400/2L 型真空充气包装机 (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; 恒温培养箱; 测微尺。

2.1.3 包装材料

聚偏氯乙烯真空包装袋 (23 °C 下透氧率 2 mL/(m²·h·atm))。

2.1.4 混合气体

由北京氮普北分气体工业有限公司按照要求配制的混合气体, 充气容量 10.0 MPa。

2.1.5 试剂

三氯乙酸、硼酸、盐酸、2-巯代巴比妥酸、碳酸钾、EDTA 等均为分析纯。

2.2 实验及检测方法

2.2.1 气调包装实验设计

将购回的冷却猪通脊肉用事先消毒过的刀具和案板去掉肉表层的筋膜和脂肪。然后切分成每块约 100 g 的肉块, 随机分成 4 组, 每组 15 块, 用真空充气包装机分别进行真空和充气包装, 充气包装的充气时间是 30 s, 充气压力是 0.2 Pa。包装后立即将样品放入 (4±1) °C 的冰箱中贮藏至 21 d, 每周分别测定各项理化指标, 并进行感官评定。实验的分组设计见表 1 所示。

2.2.2 挥发性盐基氮 (TVB-N)

按照 GB/T 5009-44-96 半微量扩散方法测定。

2.2.3 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 (%)。

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 (2001BA 501A 11) 部分内容

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

表 1 实验分组设计的气体组成

Table 1 Composition of different modified atmosphere packaging (MAP) used in the experiment

代号	混合气体组成
真空组	真空包装
CO 组	0.5% CO + CO ₂ + N ₂
高氧组	高浓度 O ₂ + CO ₂ + N ₂
低氧组	低浓度 O ₂ + CO ₂ + N ₂

2.2.4 TBA 值

取 10 g 肉样研细, 加 50 mL 7.5% 的三氯乙酸(含 0.1% EDTA, 振摇 30 min, 双层滤纸过滤两次。取 5 mL 上清液加入 5 mL 0.02 M TBA 溶液, 90 °C 水浴中保温 40 min, 取出冷却 1 h 后离心 5 min (16000 × g), 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。

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

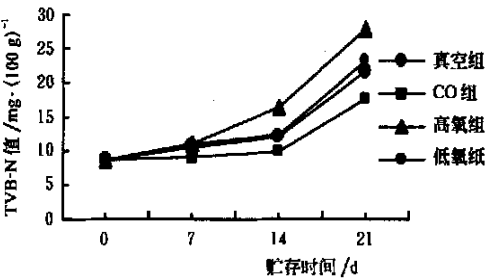


图 1 各组在冷藏过程中的 TVB-N 值变化(4 ± 1)

Fig. 1 Changes of the TVB-N value of different MAP chilled pork stored at (4 ± 1)

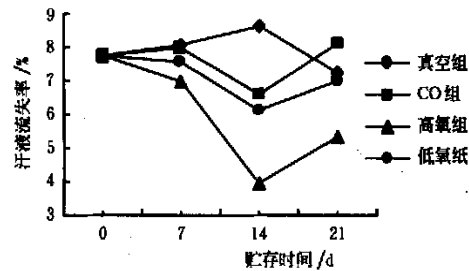


图 3 各组在冷藏过程中的汁液流失率(4 ± 1)

Fig. 3 Changes of the drip losses of different MAP chilled pork stored at (4 ± 1)

从图 1 可看出, 真空组、CO 组和低氧组在贮存前 14 d TVB-N 值基本处于缓慢的上升阶段, 14 d 后变化趋势加快。而高氧组在贮存第 14 d 时已超过 15 mg/(100 g), 贮存第 21 d 时高达 27.87 mg/(100 g)。这是因为高氧组中含有较高浓度的氧气适合于假单胞菌属和肠杆菌科菌的生长, 它们利用氨基酸作为生长基质, 生成带有异味的含硫化合物、胺类等^[8], 造成 TVB-N 值升高。

与 TBA 反应的物质的量(TBARS)以每 1 000 g 肉中丙二醛的毫克数来表示^[12]。

2.2.5 pH 值

按照 GB/T 9695.5-1998《肉与肉制品 pH 测定》进行。评价标准为新鲜冷却肉 pH 5.8~6.2, 次鲜冷却肉 pH 6.3~6.6, 变质冷却肉 pH 6.7 以上。

2.2.6 感官指标评价

采用由 7 位专家组成的小组, 以 5 分制进行, 分别对肉色、气味进行评定, 最后综合判定。

2.3 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分析。

3 结果与分析

3.1 各组在贮存过程中理化指标变化

各处理组在(4 ± 1) °C 冷藏过程中, 每周测定其 TVB-N 值、TBA 值、汁液流失率和 pH 值的变化, 结果见图 1、图 2、图 3 和图 4 所示。

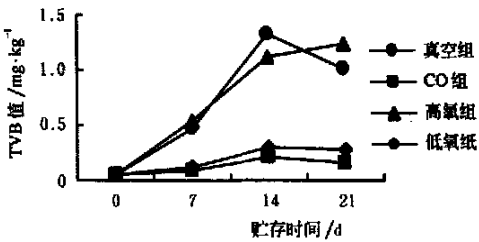


图 2 各组在冷藏过程中的 TBA 值变化(4 ± 1)

Fig. 2 Changes of the TBA value of different MAP chilled pork stored at (4 ± 1)

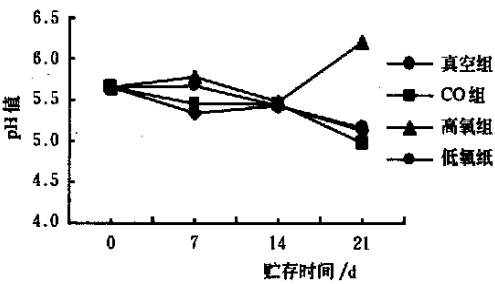


图 4 各组在冷藏过程中的 pH 值变化(4 ± 1)

Fig. 4 Changes of the pH value of different MAP chilled pork stored at (4 ± 1)

从图 2 可看出, 真空组和 CO 组在整个贮存期中 TBA 值变化很小, 在第 21 d 时分别为 0.28 mg/kg 和 0.16 mg/kg, 远低于 0.5 mg/kg 的脂肪酸败临界值。而高氧组和低氧组在贮存 21 d 时分别为 1.24 mg/kg 和 1.01 mg/kg, 与真空组和 CO 组差异达极显著水平(α < 0.01)。高氧组和低氧组的 TBA 值在前 14 d 急剧增加, 14 d 后有所减缓。含氧包装的细菌总数增加, 肉的红色值下降与肉的 TBA 增加三者是相对应的。这说明, 冷

却肉表面细菌的生长繁殖及高铁肌红蛋白的形成都可以引起冷却肉中脂肪的氧化^[18]。由本实验可得出结论,虽然高氧组可以使冷却猪肉保持鲜艳的红色,但这种红色最长只能维持 1 周的时间,反过来高氧的环境却极有利于肉中脂肪的氧化。冷却肉中脂肪氧化后,不仅产生氧化异味,同时,脂肪氧化产生的自由基还会破坏色素蛋白,更加速了冷却肉的变色。因此,有氧包装只适合于短时间就销售的产品。

从本实验还可看出,真空组和 CO 组可有效地抑制肉中脂肪的氧化,但 CO 组的 TBA 值要小于真空组,差异达显著水平($\alpha < 0.05$)。说明 CO 组中除 CO₂ 对微生物有较强的抑制作用外,CO 也有一定的抗氧化作用。CO 与 Mb 会形成很稳定的化合物,其可逆反应几乎不存在,所以呈色后,颜色会持久。O₂、CO₂ 和 CO 与 Myoglobin 中 Fe 离子反应靠扩散作用,没有酶参与反应,但 NADH 的产生等,含有氧化酶与还原酶的参与,所以 Besser and Kramer(1972)^[19]认为 CO 是一种酶抑制剂,但还需做进一步的实验认证。

从图 3 可看出,CO 组、高氧组和低氧组的汁液流失率在贮存前 2 周均比真空组低,差异达显著水平($\alpha < 0.05$)。高氧组在贮存第 14 d 时汁液流失率突然降低很多,这主要是肉块之间的误差引起的。CO 组、高氧组和低氧组中都含有一定比例的 N₂,这说明虽然 N₂ 只是一种惰性气体,一般只作充填物,但含有 N₂ 的包装可降低冷却肉的失重。这与 Seideman, et al (1979)^[10]的报道相一致。

从图 4 可看出,各组在贮存前的 2 周 pH 值变化不明显,14 d 后,高氧组 pH 值明显上升,这与高氧组在 14 d 后的 TVB-N 值明显升高相一致,高氧组到第 21 d 时 pH 值已超过 6.2,肉表现出色泽和味道的不良变化。

3.2 各组在贮存过程中感官指标变化

各处理组在贮存过程中感官评价见表 2 和图 5。

从表 2 和图 5 可看出:CO 组的冷却猪肉在气调包装后,(4±1) 贮存 12h 后表面色泽变为红色,这时

CO 穿透深度达 1.8 mm,这种红色随着时间延长还会逐渐向内部渗透,但因 0.5% CO 浓度较低,所以渗透很慢,到 50 h 也只渗透到 2.2 mm,以后仍以缓慢的速度变化。到第 3 周时已经分辨不出一块肉厚为 2.5 cm 肉块的红与不红的界限,这与 Jayasingh, et al (2001)^[7]报道结果相一致。由于 CO 与肌红蛋白结合可形成一氧化碳肌红蛋白(MbCO),MbCO 比氧合肌红蛋白更稳定,所以使 CO-MAP 组在贮存期内始终保持稳定的红色。

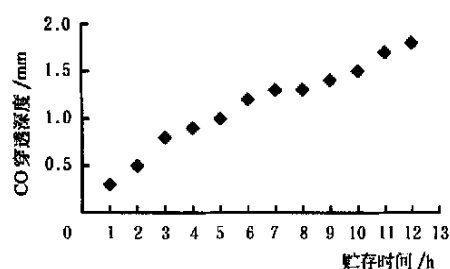


图 5 CO 组红色穿透肉表层的深度

Fig 5 CO penetration depth in CO-MAP chilled pork stored at (4±1)

真空组的色泽在贮存前 2 周基本为肌红蛋白的还原状态(Mb),呈现淡紫色,这时如打开包装,Mb 会很快被氧化成鲜红色 MbO₂。3 周时肉色变为灰褐色,这是因为有部分血红素处于 Mb 状态或由于成为优势菌群的乳酸菌产酸造成肉表面肌原纤维变性,使肉色变为灰褐。高氧组和低氧组的色泽在第 1 周时为鲜红色,但一周过后逐渐变为褐色。这是因为含氧包装中,较高的氧分压,使肌红蛋白很快变为氧合肌红蛋白,从而呈现鲜红色。但 1 周后氧合肌红蛋白在 O₂ 作用下氧化成高铁肌红蛋白,而使色泽逐渐变为褐色。

在肉的风味、鲜度方面,高氧组在贮存第 14 d 有微弱酸味,第 21 d 时有腐败臭味;低氧组在贮存第 21 d 时,肉的新鲜度明显下降,能闻到明显的酸败味;CO 组和真空组在贮存到第 21 d 时,肉的新鲜度有所下降,真空组能闻到微弱的酸味,但 CO 组无任何异味。

4 讨论

1) CO-MAP 组的色泽在贮存过程中始终保持鲜艳的红色。这主要是混合气体中含有 0.5% CO,而 CO 可以和肌红蛋白结合形成稳定的 Mb-CO 的缘故。随着混合气体中 CO 浓度(在的范围内)的增加,冷却肉的红色值增加,色泽更加稳定^[4,6]。但 CO 是一种有毒气体,气调包装袋内与肌红蛋白结合的 CO 量随着混合气体中所含的 CO 浓度的降低而降低,所以在保证达到稳定红色的前提下,CO 的浓度应尽可能降低。本实验混合气体中用 0.5% CO 足以满足红色稳定的要求。

2) 关于在混合气体中使用 CO 的毒性问题,挪威肉类专家按照有毒气体检测的国际标准 ISO^[13]在对气调包装冷却肉中使用 CO 气体的毒性检测后,得出结论:低浓度 CO 混合气体(0.5%~1.0%)对消费者并不

表 2 各组在贮存过程中的感官变化情况

Table 2 Changes of sensory value of MAP chilled pork stored at (4±1)

指标	组别	贮存天数/d			
		0	7	14	21
红色度	真空组	5	3	3	2
	CO 组	5	5	5	5
	高氧组	5	3	2	1
	低氧组	5	3	3	2
不良气味	真空组	4	4	4	3S
	CO 组	4	4	4	3
	高氧组	4	4	3S	2P
	低氧组	4	4	3S	2S

注: 1. 肉的红色度: 5= 鲜红; 4= 鲜红, 但鲜红程度稍弱, 亮度不够; 3= 紫红色; 2= 暗红色; 1= 褐色;

2. 不良气味的强度: 4= 无; 3= 轻微的; 2= 中等强度; 1= 强烈; S= 代表有酸味和不新鲜味; P= 腐败臭味。

存在任何有毒危害^[11]。Luno et al (2000)^[6] and Sørheim et al (1997)^[10]报道在含有低浓度CO的气调包装内残留的CO浓度非常低,含有极低量羧基肌红蛋白的肉类被消费者食用后,体内羧基血红蛋白的形成量可以忽略不计。所以挪威肉类工业使用含0.3%~0.4% CO的混合气体进行气调包装来延长鲜肉货架期,已经长达10年之久^[9,10]。实际上,挪威在销售的冷却肉中已经有50%~60%是采用含CO的气调包装。

3) 除了用含有低浓度CO气体进行气调包装外,将冷却肉先在100% CO气体中保持1h或5% CO气体中放置24h,然后真空包装^[7],也可达到同样的目的。但经过两次包装势必增加包装成本。

4) 本实验结果显示: CO-MAP包装的冷却猪肉色泽呈现一种“类似人造的粉红色”;如果在含CO混合气体中增加24% O₂,可以防止这一现象产生^[4]。因为24% O₂可以抑制厌氧菌的生长,促进氧合型肌红蛋白的形成,而且MbO₂和MbCO的混合可以防止冷却肉“人造”的红色。但在气调成分中增加氧气,势必会增强冷却肉的脂肪氧化和降低CO₂对微生物的抑制作用,具体在含0.5% CO混合气体中增加24% O₂后对延长冷却猪肉的保鲜效果如何将在下一个实验中进行。

5 结 论

1) CO-MAP是目前冷却肉保鲜方法中比较理想的一种。采用CO-MAP的冷却猪肉在21d的贮存过程中,不仅TVB-N值和TBA值低,红色稳定,而且无任何异味。

2) 真空包装组在贮存末期的TVB-N值和TBA值均比较低,但存在的主要问题是色泽呈现紫红色,影响消费者的购买欲望。

3) 含氧包装的混合气体中,因为含有一定浓度的O₂,使CO₂对微生物的抑菌作用大大减弱,致使TVB-N值和TBA值相对较高,特别是脂肪氧化加速,色泽很快变为褐色,并有不良气味产生,所以含氧包装仅适合保质期在1周以内的冷却肉。

[参 考 文 献]

- [1] David A. World view: modified atmosphere packaging [J]. Meat Processing, China Edition, 1996, 10: 16~ 19
- [2] Manu-Tawiah W, Ammann L L, Sebranek J G, et al Extending the color stability and shelf of fresh meat[J]. Food Technology, 1991, 45(3): 94~ 102
- [3] Madhavi D L, Carpenter C E. Aging and processing affect color, metmyoglobin reductase and oxygen consumption of beef muscles[J]. Journal of Food Science, 1993, 58: 939~ 942, 947.
- [4] Luno M, Beltran J A, Roncaló P. Shelf-life extension and colour stabilization of beef packaged in a low O₂ atmosphere containing CO [J]. Meat Science, 1998, 48: 75~ 84
- [5] Sørheim O, Nissen H, Nesbakken T. The storage life of beef and pork packaged in an atmosphere with low carbon monoxide and high carbon dioxide [J]. Meat Science, 1999, 52: 157~ 164
- [6] Luno M, Djenane D, Beltrán J A. Beef shelf life in low O₂ and high CO₂ atmospheres containing different low CO concentrations[J]. Meat Science, 2000, 55: 413~ 419
- [7] Jayasingh P, Cornforth D P, Carpenter C E, et al Evaluation of carbon monoxide treatment in modified atmosphere packaging or vacuum packaging to increase color stability of fresh beef[J]. Meat Science, 2001, 59: 317~ 324
- [8] Madamek in T A. Microbial spoilage of meats[M]. Ch. 1. In Developments in Food Microbiology. Vol. 1. R. Davies (Ed.), 1982, 1~ 40. Applied Science Publishers, London
- [9] Besser T, Kramer A. Changes in quality and nutritional composition of foods preserved by gas exchange [J]. J Food Sci, 1972, 37: 820
- [10] Seideman S C, Smith G C, Carpenter Z L, et al Modified atmospheres and changes in beef during storage[J]. J Food Sci, 1979, 44: 1036
- [11] Sørheim O, Nissen H, Nesbakken T. Technological, hygienic and toxicological aspects of carbon monoxide used in modified-atmosphere packaging of meat[J]. Trends in Food Science and Technology, 1997, 8: 307~ 312
- [12] Witte V C, Krause G F, Bailey M E. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage[J]. J Food Sci, 1970, 35: 582~ 585
- [13] ISO (International Organization for Standardization). ISO 10298 Determination of toxicity of a gas or gas mixture[S]. Geneva: ISO
- [14] 刘东红, 应铁进, 王小寒. 气调包装微机控制动态配气系统的研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(3): 5~ 7
- [15] 王兰菊, 胡莎. 猕猴桃低乙烯气调库的性能和贮藏效果[J]. 农业工程学报, 1998, 14(1): 218~ 221
- [14] 王仲礼. 关于鲜肉的包装技术研究[J]. 肉类研究, 1998, (1): 38~ 42
- [15] 杨富民. 鲜肉包装的研究[J]. 食品工业科技, 1995, (5): 57~ 59
- [16] 戴瑞彤. 冷却牛肉表面变色现象的控制及其机理研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2002

Physicochemical and sensory changes of chilled pork packaged in different modified atmosphere packaging (MAP)

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: Chilled pork loin packaged in a controlled atmosphere with CO + CO₂ + N₂ (CO-MAP), high oxygen level O₂ + CO₂ + N₂, (high O₂-MAP), low oxygen level O₂ + CO₂ + N₂ (low O₂-MAP) and vacuum packaging (VP) were stored at (4 ± 1) °C to study the effect of atmosphere composition on its physicochemical properties and sensory characteristics over a period of three weeks. The results show that: (1) CO-MAP was the best method to extend the shelf life of chilled pork. The metmyoglobin and fat oxidation were delayed and the meat color was bright red; (2) Vacuum packaged (VP) chilled pork had low TVB-N and TBA values, however, it was dark pink in color and had more pork extract loss; (3) Chilled pork packaged in O₂-MAP had high TVB-N and TBA values over 21 days of storage. The meat color turned to brownish after one week of storage. Off-flavor was observed after two weeks. This method may be only suitable for short-term (one week or less) storage.

Key words: chilled pork; vacuum packaging; CO-MAP; O₂-MAP