

文章编号: 1004-7271(2001)04-0328-05

草鱼段气调包装顶隙气体的动态变化

周冬香, 周培根, 陈 椒

(上海水产大学食品学院, 上海 200090)

摘 要:采用涂布聚偏二氯乙烯的聚酯与聚乙烯复合薄膜袋(KPET/PE)气调包装草鱼段,混合气体为:CO₂、O₂和N₂。实验测定五组气体配比不同的草鱼段气调包装袋内顶隙气体的动态变化。结果表明,KPET/PE具有很好的气体阻隔性。在0℃贮藏时,最初两天内草鱼段气调包装袋内CO₂浓度快速下降,随后下降缓慢,达到相对平稳;O₂浓度在最初两天内略有上升,随后缓慢小幅下降。在4℃贮藏时,CO₂浓度在贮藏后期有所上升;O₂浓度在贮藏后期下降速度加快。草鱼气调包装适宜的气体配比为:50%CO₂+10%O₂+40%N₂,在此配比下,气体体积(V_g)与草鱼段重量(W)之比为2:1和3:1时,均有较好的贮藏效果。

关键词:气调包装;草鱼;顶隙气体;动态变化

中图分类号:S983.05 文献标识码:A

Dynamic changes in headspace gases of modified atmosphere packaging of fresh grass carp steaks

ZHOU Dong-xiang, ZHOU Pei-gen, CHEN Jiao

(College of Food Science, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: Fresh grass carp steaks were packaged in high-barrier film(KPET/PE) bags filled with the mixed gases of CO₂, O₂ and N₂, and stored at 0℃ and 4℃ respectively. The dynamic changes in headspace gases of MAP of fresh grass carp steaks with five sets of mixed gases during storage were investigated. The results showed that the KPET/PE film was a high-barrier film to gas. The concentration of headspace CO₂ decreased quickly in the first two days of storage, then decreased slowly to stable level at 0℃. The concentration of O₂, however, increased slightly in the first two days of storage, then decreased slowly at 0℃. The concentration of CO₂ increased and the concentration of O₂ decreased for the later period of storage at 4℃. The optimum composition of the mixed gases for MAP of fresh grass carp steaks is 50% CO₂ + 10% O₂ + 40% N₂. When the proportion of the volume (V_g) of the headspace gases to the weight (W) of grass carp steaks is 2:1 or 3:1, the storage effects are both satisfactory.

Key words: modified atmosphere packaging; grass carp; headspace gases; dynamic change

气调包装(Modified Atmosphere Packaging, MAP)是以不同于空气组成的保护性混合气体置换包装内的空气,使食品处在保护性气体环境中,能抑制引起食品腐败的大多数微生物的生长繁殖,延长贮藏期。气调包装作为一种食品保鲜方法,应用广泛,在水产品保鲜方面也有较多的应用^[1]。然而,在应用该技术保鲜食品时,对于包装袋内气体组分动态变化的研究国内未见报道。本文主要研究草鱼段气调包装袋内顶隙气体(CO₂、O₂、N₂)组分的动态变化,包括测定不同气体配比、不同贮藏温度、气体体积与草鱼段

收稿日期:2001-07-11

第一作者:周冬香(1959-),女,江苏句容人,副教授,工学硕士,主要从事化学教学和水生生物资源利用的研究。

重量不同比例的情况下,顶隙气体组分的动态变化,为草鱼气调包装适宜条件的选定提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 原料鱼

市售鲜活草鱼,平均鱼重约 3kg/条。

1.1.2 包装材料

KPET/PE 复合薄膜,即涂布聚偏二氯乙烯(PVDC)聚酯(PET)/聚乙烯(PE)。(浙江富通塑料有限公司提供)。

1.2 实验方法

1.2.1 原料处理

鲜活草鱼击毙后,去鳞、内脏、腮、头和尾,用水冲洗干净,沥干后,切成鱼段并称重(约 150g/段),鱼段体积约为 150mL/段。

1.2.2 气调包装

将鱼段装入 KPET/PE 包装袋,每袋一段。采用 DZQ-280 型全自动真空充气包装机抽真空,充入混合气体(CO_2 、 O_2 、 N_2)后热封,置于不同温度下贮藏。混合气体按预先设定的气体比例用 GM-I 型气体比例混合器(上海水产大学食品学院)进行混合,采用五组不同的配比:

(1)70% CO_2 :10% O_2 :20% N_2

(2)50% CO_2 :10% O_2 :40% N_2

(3)30% CO_2 :10% O_2 :60% N_2

(4)50% CO_2 :15% O_2 :35% N_2

(5)50% CO_2 :5% O_2 :45% N_2

1.2.3 气体组分测定

气调包装袋内顶隙气体的测定采用气相色谱法(GC)进行。

仪器:103 型气相色谱仪(上海分析仪器厂);载气:He(99.995%),流速:20mL·min⁻¹;色谱柱:Porapak-Q 柱(80-100 目)+13X 柱(60-80 目);柱温:40℃;检测器:TCD,温度:70℃;进样温度:40℃。进样量,0.5mL;定量方法:外标法。

2 结果与讨论

2.1 包装材料的气体阻隔性能

包装袋内的气体与外部大气可能会通过包装材料进行交换,为了确定包装材料的阻隔性能,本实验采用三种不同材料,即 KPET/PE 复合薄膜、PET/Al/PP 铝塑复合薄膜,简称铝箔袋[聚酯(PET)铝(Al)聚丙烯(PP)]和 PET/PE 薄膜[聚酯(PET)聚乙烯(PE)]的包装袋,充入混合气体(50% CO_2 :10% O_2 :40% N_2),置于 $4\pm 0.5^\circ\text{C}$ 下,分别在第 0 天和第 15 天测定袋中混合气体组分的变化,以观察空袋中气体与外部大气的交换。测定结果如图 1 所示。

从图中可以看出,在 15d 后,KPET/PE 复合袋和铝箔袋中的 CO_2 分别下降了 1.4%、1.1%,而 PET/PE 袋中的 CO_2 却下降了 7.8%。KPET/PE 复合袋和铝箔袋中的 O_2 分别都仅上升了 0.1%,而 PET/PE 袋中的 O_2 却上升了 3.1%。因此,可以认为 KPET/PE 复合袋和铝箔袋中的气体与外部的交换很小,是比较理想的气体阻隔性包装材料。徐文达等^[2,3]的研究也表明了这一结果。KPET/PE 复合袋是无色透明的,便于观察袋中样品的外观品质,因此本实验采用 KPET/PE 复合袋作为气调包装袋。

2.2 草鱼段气调包装袋内顶隙气体的动态变化

本研究分别测定五组不同气体配比草鱼段气调包装在 0℃ 贮藏期间,袋内顶隙气体的动态变化。测定结果见图 2 和图 3。由图 2 看出,五组不同气体配比草鱼段气调包装的 CO₂ 在贮藏的最初内都快速下降,随后下降开始缓慢,达到相对平稳。这是由于草鱼肌肉中含有 80% 的水分^[4],CO₂ 在水中有较大的溶解度,贮藏初期 CO₂ 被鱼体表面迅速吸收^[5,6],导致袋中 CO₂ 浓度快速下降。而后,鱼体表面对 CO₂ 的吸收减少并趋于饱和,使袋中 CO₂ 的浓度下降缓慢,趋于平稳。

Pedrosa-Menadrito 和 Regenstein^[7] 认为, 40% ~ 60%CO₂ 气体能有效地保持鱼的新鲜度。Stammen 和 Gerdes^[8] 研究表明,CO₂ 浓度至少应保持在 25% 以上,才能有效抑制水产品中微生物的活动。从实验结果可以看出,初始 CO₂ 浓度为 30% 的包装袋内,两天后 CO₂ 浓度即下降至 21.6%,则不能对需氧菌产生较好的抑菌效果。然而, Parkin 等^[5] 的实验表明,过高含量的 CO₂ 溶于鲜鱼肌肉表面,会降低蛋白质的持水能力,导致较多的液汁流失。本实验也发现,CO₂ 浓度为 70% 的贮藏草鱼段无论从外观色泽,还是从液汁损失来看,都不够理想。当 CO₂ 浓度为 50% 时,两天后 CO₂ 浓度下降至 37.7%,并在贮藏期间始终保持在 25% 以上,有较好的抑菌效果。因此,得出草鱼气调包装采用 50% CO₂ 作为气调包装的 CO₂ 比例为宜。

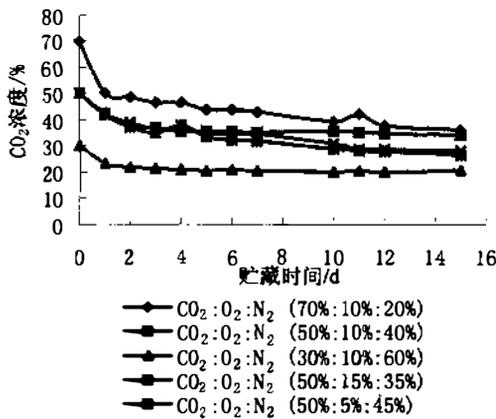


图2 不同气体配比的草鱼段气调包装在 0±0.5℃ 贮藏期间袋中 CO₂ 浓度的变化
Fig.2 The changes in concentration of CO₂ in pocket of grasscarp steaks under various gases proportion during storage at 0±0.5℃

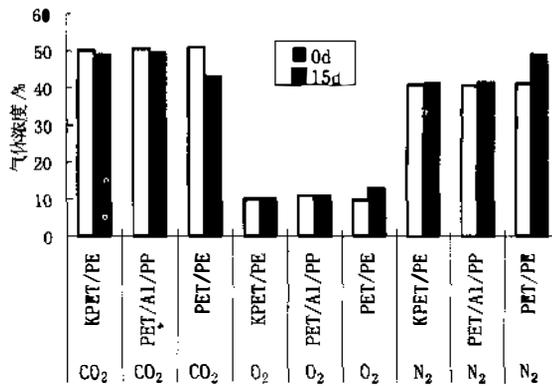


图1 空袋中气体组分在 4±0.5℃ 贮藏期间的变化
Fig.1 The changes in the concentration of gases in three empty pockets during storage at 4±0.5℃

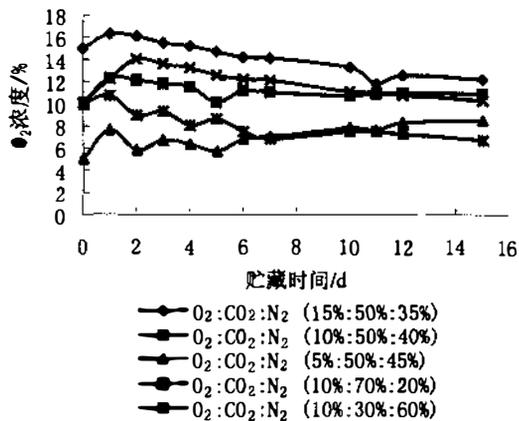


图3 不同气体配比的草鱼段气调包装在 0±0.5℃ 贮藏期间袋中 O₂ 浓度的变化
Fig.3 The changes in concentration of O₂ in pocket of grasscarp steaks under various gases proportion during storage at 0±0.5℃

由于草鱼属于少脂鱼^[4],在贮藏期间其肉质受脂肪氧化作用的影响较小。而在缺氧低温贮藏时,某些嗜冷性的病原厌氧菌,特别是肉毒梭状芽孢杆菌会敏感地产生有毒蛋白质或毒素,若在在有氧条件时可以减少或抑制厌氧菌的生长和繁殖。因此,Phillips^[9]建议,少脂鱼的气调包装中应充入 5-15% 的 O₂。

从图 3 看出,在贮藏最初的两天内,各组包装袋内的 O₂ 浓度均有所上升,其原因尚不清楚,随后呈缓慢下降趋势。其中 30%CO₂ 的这一组气调包装袋中的 O₂ 浓度下降幅度最大。这可能是因为该组中

CO₂ 浓度过低,不能有效抑制需氧菌的生长,使得 O₂ 浓度有较大幅度下降。15% O₂ 组的气调包装袋中的 O₂ 浓度下降幅度也较大,这可能是由于稍高浓度的 O₂ 会有利于某些需氧菌的生长。因此,可以认为采用 10% O₂ 作为草鱼段气调包装的 O₂ 比例较合适。

综合上述讨论,草鱼气调包装的合适气体配比为:50% CO₂ + 10% O₂ + 40% N₂。

2.3 气体体积(V_g)与样品重量(W)的比例和温度对气体组分变化的影响

鱼体对 CO₂ 的吸收量与鱼体的表面积有关,而吸收量的大小对气调包装的贮藏效果有直接的影响。Laura Pastoriza 等^[10]建议气调包装鱼,V_g/W 以 2/1 至 3/1 为宜,至少为 2/1。本实验分别测定 V_g/W 为 3/1 和 2/1 时,草鱼段气调包装(50% CO₂ + 10% O₂ + 40% N₂)分别在 0 ± 0.5℃ 和 4 ± 0.5℃ 贮藏期间,袋内顶隙气体的动态变化。同时以空气包装样品为对照组。测定结果如图 4 和图 5 所示。

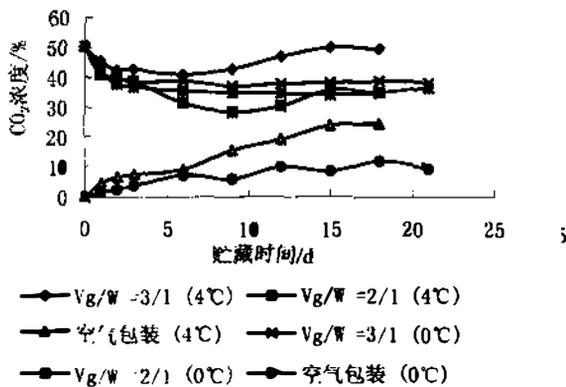


图 4 草鱼段气调包装在不同 V_g/W 和不同贮藏温度时袋内 CO₂ 的动态变化

Fig.4 The changes in concentration of CO₂ of MAP of grass carp steaks under various V_g/W and temperature during storage

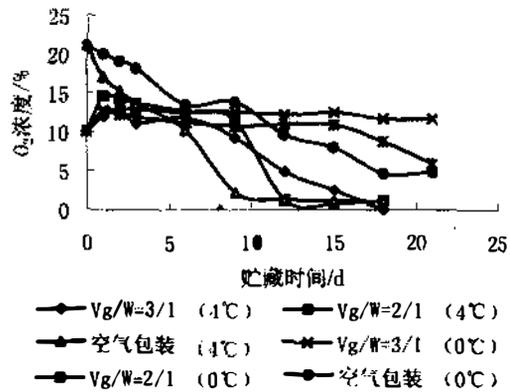


图 5 草鱼段气调包装在不同 V_g/W 和不同贮藏温度时袋内 O₂ 的动态变化

Fig.5 The changes in concentration of O₂ of MAP of grass carp steaks under various V_g/W and temperature during storage

从图 4 看出,在 0℃ 贮藏期间, V_g/W 为 3/1 和 2/1 时,最初的两天内,CO₂ 浓度都快速下降,分别下降为 40.0% 和 37.7%,说明 CO₂ 在 0℃ 时能较好被鱼体吸收,随后都下降很缓慢,且始终在 35% 以上,在整个贮藏期间,CO₂ 浓度无明显上升现象,说明 CO₂ 可以抑制需氧菌和某些微生物的生长^[11]。而空气对照组在 0℃ 贮藏期间,CO₂ 浓度从最初期的几乎为 0 上升至 10% 左右,说明微生物生长活跃。

当贮藏温度为 4℃ 时,贮藏的最初两天内,CO₂ 浓度分别下降至 42.3% 和 39.0%,下降幅度小于 0℃ 时的下降幅度。这是由于 CO₂ 在水中的溶解度随着温度升高而降低,被鱼体的吸收减弱。在第 12 天后,CO₂ 浓度开始有所上升,可以认为此时微生物的分解作用逐渐活跃起来,产生出 CO₂,使其含量逐渐增高。但是,空气对照组的 CO₂ 浓度从第 9 天就开始上升,且上升幅度更大,在第 9 天时,已从最初期的几乎为 0 上升至 15.5%;到第 18 天时,已上升至 24.2%,说明微生物活动很活跃。有关某些品质指标的测定结果待发表。

从图 5 看出,在 0℃ 贮藏期间,当 V_g/W = 3/1 时,袋中 O₂ 的浓度在贮藏最初期略有所上升(12%),随后缓慢下降至 11%,与最初的 O₂ 浓度(10%)相差不大。这也说明 CO₂ 对需氧菌的抑菌效果较好,同时延缓了某些微生物的生长,因此 O₂ 消耗量较小。当 V_g/W = 2/1 时,从第 15 天后,O₂ 浓度下降速度开始加快,说明需氧菌逐渐开始活动,消耗了 O₂,使其浓度开始下降。而空气对照组在贮藏的第 9 天起,O₂ 浓度即开始快速下降,第 21 天时,已从最初的约 21% 大幅下降至 4.8%,下降幅度为 77%,说明鱼体中微生物分解严重,需氧菌大量繁殖,消耗大量 O₂。

当贮藏温度为 4℃ 时,到第 9 天后,气调包装袋中的 O₂ 浓度开始有较大幅度的下降,说明此时某些

需氧菌的繁殖开始增加,消耗了 O_2 ,使其浓度开始下降。但是空气对照组从第3天起, O_2 浓度就开始大幅下降,第9天时,已从最初的约21%下降至2.2%,下降幅度为90%。

综上分析得出, $V_g/W = 2/1$ 和 $3/1$ 的气调包装,在 $0^\circ C$ 和 $4^\circ C$ 贮藏时,与空气包装组对照,都有较好的贮藏效果。

3 结论

KPET/PE袋内气体与外部气体的交换很小,具有很好的气体阻隔性。 CO_2 在样品贮藏最初两天,其浓度快速下降,随后缓慢下降,达到相对平稳。 O_2 浓度在贮藏后期下降速度加快。适用于草鱼气调包装的气体配比为:50% $CO_2 + 10\% O_2 + 40\% N_2$ 。气调包装袋内气体体积(V_g)与草鱼段重量(W)之比为2:1和3:1时,与空气包装组对照,均有较好的贮藏效果。

本实验得到了徐文达教授的热情帮助,还得到了1998级学生翁裕东等的大力协助。在此,表示真诚的感谢。

参考文献:

- [1] Church N. Feature MAP fish and crustaceans-sensory enhancement[J]. Food Sci Techn Today, 1998, 12(2):73-83.
- [2] 徐文达,李雅飞,耿杰. 即食海蜇皮气调包装技术和设备[J]. 上海水产大学学报,1993,2(4):193-199.
- [3] 徐文达,李雅飞,耿杰. 水产食品、熟食品和烘烤食品气调包装的研究[J]. 食品与机械,1996,2:11-13.
- [4] 陈舜胜,陈椒,俞鲁礼,等. 几种淡水商品鱼背、腹部一般成分的季节变化[J]. 上海水产大学学报,1995,4(2):99-105.
- [5] Pakin K L, Wells M J, Brown W D. Modified atmosphere storage of rockfish fillets[J]. J Food Sci, 1981, 47:181-184.
- [6] Statham J A, Bremner H A, Quannby A R. Storage of Morwong (*Nemadoctylus macropterus*) in combination with potassium sorbate, polyphosphate and carbon dioxide at $4^\circ C$ [J]. J Food Sci, 1985, 50:1580-1585.
- [7] Pedrosa-Menadrito A, Regenstein J M. Shelf-life extension of fresh fish: A review. Part. I. Spoilage of fish[J]. J Food Qual, 1988:117-127.
- [8] Stammes K, Gerdes B. Modified Atmosphere Packaging of seafood[J]. Crit Rev Food Sci Nov, 1990, 29:301-331.
- [9] Phillips C A. Review: Modified Atmosphere Packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce[J]. Int J Food Sci Techn, 1996, 31:463-479.
- [10] Laura Pastoriza, Gabriel Sampedro, Juan J Herrera, et al. Effect of modified atmosphere packaging on shelf-life of iced fresh hake slices[J]. J Sci food agric, 1996, 71:541-547.
- [11] Farber J M. Microbiological aspects of modified-atmosphere packaging technology[J]. J Food Prot, 1991, 54:58-70.