

气调储藏中不同平衡气体对鸡蛋保鲜品质的影响

袁晓龙¹,高婧娴¹,杜颖¹,姚学军²,陈飞¹,刘毅¹,王海文³,李兴民^{1,*}

(1.中国农业大学食品科学与营养工程学院,北京 100083;

2.昌平区动物疫病预防控制中心,北京 102200;

3.北京山寨柴鸡专业合作社,北京 102213)

摘要:采用高浓度的CO₂,以不同浓度的N₂、O₂、空气作为平衡气体储藏鸡蛋,以新鲜度指标中的失重率、蛋黄指数、哈夫单位、蛋白pH为指标,研究了气调包装对鸡蛋保鲜效果的影响。本实验结果表明:鸡蛋采用体积分数60%~100% CO₂的气调包装,在25℃条件下贮藏,质量损失率、蛋白pH保持相对较低水平,蛋黄指数、哈夫单位保持相对较高水平。贮藏28d后,不包装的对照组已经散黄,空气包装组鸡蛋降到了B级,而气调包装组鸡蛋仍保持AA级左右,各气调实验组保鲜效果差异不显著。

关键词:鸡蛋,气调,二氧化碳,哈夫单位

Effect of the balance gas of modified atmosphere packaging on the shelf-life of eggs

YUAN Xiao-long¹, GAO Jing-xian¹, DU Ying¹, YAO Xue-jun², CHEN Fei¹, LIU Yi¹,

WANG Hai-wen³, LI Xing-min^{1,*}

(1.College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2.The Animal Disease Prevention and Control Center of Changping District, Beijing 102200, China;

3.The Cooperatives of Beijing Cottage Chai-hens, Beijing 102213, China)

Abstract: This study used high concentration of CO₂ with different proportions of N₂, O₂, and air as equilibrium gas to store eggs. Freshness indicators such as weight loss, yolk index, Hough units, and pH of egg white were evaluated preservation effects of modified atmosphere packaging on shelf-life extension on eggs. Finally, weight loss, pH of egg white was significantly in lower level and yolk index, Hough units were in higher level for egg samples stored in MAP (60%~100% CO₂) under 25℃. After 28d of storage, the yolk of unpackaged samples in control group was loosed and Hough units of eggs in air package samples dropped to B grade. But egg samples kept in AA grade throughout the entire storage period in MAP, without significant difference ($p < 0.05$) among different gas mixtures.

Key words: egg; modified atmosphere packaging; carbon dioxide; Hough unit

中图分类号: TS253.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2014)02-0300-05

鸡蛋是自然界中营养成分最完善的动物性产品之一,能为人体提供丰富的蛋白质、脂肪、矿物质、磷脂和维生素^[1]。鸡蛋同时也是一种易腐败食品,主要表现为水分蒸发、重量减轻、哈夫单位降低、蛋黄系数减小、粘壳、散黄、泻黄等^[2]。鸡蛋的腐败主要是由其呼吸作用、水分蒸发及CO₂外逸引起的^[3]。鸡蛋在储藏期间的腐败变质给养殖户和经营者造成了大量的经济损失,所以鸡蛋储藏保鲜一直是学界研究的热点。

目前,常用的鸡蛋贮藏保鲜方法主要有液浸法、

冷藏法、涂膜法、气调法等^[4]。近年来,国内外有关涂膜保鲜剂对鸡蛋的保鲜作用的研究较多,而有关气调保鲜法对鸡蛋保鲜效果的研究较少。气调贮藏主要是指通过改变贮藏环境的气体成分使之不同于正常空气中的一种贮藏方法^[5]。主要是用CO₂抑制产品的呼吸作用从而延长产品的贮藏寿命,目前,气调储藏在水果、蔬菜及粮食的保鲜上均得到了良好应用。在鸡蛋气调保鲜的研究上, Moran和Cotterill等分别研究了CO₂对新鲜鸡蛋品质的影响,研究表明,储藏在CO₂中的鸡蛋保鲜效果显著好于储藏在空气的鸡蛋^[6-7]。Curtis等采用N₂和CO₂混合气体快速冷却处理鸡蛋^[8]。Aggarwal研究了不同比例的气调气体对新鲜鸡蛋品质与沙门氏菌的影响^[9]。Li等研究了室温条件下空气包装、15% CO₂包装、油涂膜与不包装四种不同处理

收稿日期:2013-06-17 * 通讯联系人

作者简介:袁晓龙(1990-),男,硕士研究生,主要从事畜产品加工与储藏方面的研究。

基金项目:现代农业产业技术体系北京市家禽创新团队。

对鸡蛋的品质和货架期的影响,认为在包装袋内加入15% CO₂气体与不包装处理相比,并不能更好得维持鸡蛋的品质^[10]。

在目前气调保藏的研究上,大多集中在对CO₂的研究上,而对平衡气体对鸡蛋保鲜效果的影响研究较少。本实验研究在25℃条件下,研究以高浓度的CO₂以及不同浓度的N₂、O₂、空气配比作为气调气体对鸡蛋储藏品质的影响,以期对鸡蛋气调保藏进一步应用提供依据。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

鸡蛋 产后24h内新鲜鸡蛋(“来航鸡”,鸡龄40周),由中国农业大学实验牧场提供;CO₂与O₂二元混合气、CO₂与N₂二元混合气、CO₂与空气二元混合气以及CO₂一元气体 纯度:99.5%,北京千禧京城气体销售有限公司。

PRX-350A型智能人工气候箱 宁波海曙赛福实验仪器厂;食品级真空包装袋 20cm×30cm×16丝;DZQ400-2D型真空(充气)包装机 上海鼎利轻工机械制造有限公司;游标卡尺(0~150mm,精度0.02mm)

上海申韩量具有限公司;标准筛 40目,孔径0.45mm,浙江上虞市道墟张兴沙筛厂;千分之一天平 美国新泽西奥豪斯仪器有限公司;FA25型匀浆机 上海弗鲁克流体机械设备有限公司;法克曼蛋清分离器 德国法克曼公司;pH211型台式酸度计 意大利汉纳科仪公司。

1.2 鸡蛋处理方法

鸡蛋在实验前经观测和灯光检验,之后选择蛋壳清洁、大小均一、无裂纹的新鲜鸡蛋465枚,随机抽出15枚鸡蛋测定各项理化指标,确定鲜蛋的基础值。将剩余的450个鸡蛋随机分成9组,每组50个鸡蛋。对分组后的鸡蛋进行称重、编号,之后将鸡蛋每袋5枚放入真空包装袋内。8个气调包装实验组分别为A组:80% CO₂+20% O₂,B组:60% CO₂+40% O₂,C组:80% CO₂+20% N₂,D组:60% CO₂+40% N₂,E组:100% CO₂,F组:80% CO₂+20%空气,G组:60% CO₂+40%空气,H组:100%空气。用真空充气包装机分别对各8个气调

实验组进行充气包装,对照组不包装,之后将充气包装之后的鸡蛋和对照组的鸡蛋放入智能人工气候箱内,在温度为25℃的条件下储藏,第3、7、14、21、28d取样测定。每次每组测定10个鸡蛋,每个指标测量3次重复。

1.3 测量项目及方法

1.3.1 失重率 采用重量法进行测定。失重率即为鸡蛋在贮藏前后的失重比,用精确度为0.01g的电子天平称重。失重率的计算公式如下:失重率(%)=(贮存前质量-贮存后质量)/贮存前质量×100。

1.3.2 哈夫单位 测量时先将鸡蛋称重,再将鸡蛋打开轻放于玻璃平面内,用游标卡尺测定蛋黄边缘与浓蛋白边缘的中点高度,避开系带,测定三个等距离中点的平均值。根据蛋白高度与质量,按下列公式计算鸡蛋的哈夫单位:HU=100×lg[H+7.57-1.7×(G^{0.37})],其中HU为哈夫单位;H为蛋白高度单位mm,G为质量单位g^[11]。美国农业部根据哈夫单位把鸡蛋分为四级:72以上为AA级,55~71为A级,31~45为B级,30以下为C级^[12]。

1.3.3 蛋黄指数 鸡蛋称重后,将蛋内容物轻轻倒在玻璃平板上,用蛋黄分离器分离蛋清与蛋黄,之后用游标卡尺测量蛋黄高度和蛋黄直径。蛋黄系数的计算公式如下:蛋黄指数=蛋黄高度/蛋黄直径。

1.3.4 蛋白pH 用蛋黄分离器将蛋黄与蛋清分离,之后用匀浆机将蛋清均质2min,用pH计测定其pH。

1.4 数据处理

实验采用SPSS 20.0统计分析软件对实验数据进行单因素方差分析(one-way ANOVA)分析,Duncan's法进行差异显著性检验。采用多重比较法,在α=0.05下进行分析,p<0.05代表显著性差异。

2 结果与分析

2.1 储存期间失重率的变化

由于蛋壳上存在气孔,随着储藏时间的增长,内容物的水分不断蒸发,鸡蛋的重量也会不断减少。鸡蛋的失重率与储藏环境的温度、湿度,蛋壳的大小、数量的多少以及蛋壳膜的透气程度有关^[13]。各实验组在25℃下储藏的失重率随时间的变化如表1所示。

表1 25℃下储藏各实验组28d内失重率(%)随时间的变化

Table 1 Changes in weight loss (%) of egg samples during storage of 28d at 25℃

实验组	储藏天数(d)				
	3	7	14	21	28
A	0.187±0.059 ^{hA}	0.349±0.019 ^{hB}	0.619±0.024 ^{hC}	1.189±0.112 ^{hD}	1.489±0.069 ^{hE}
B	0.206±0.074 ^{hA}	0.353±0.033 ^{hA}	0.660±0.083 ^{hB}	1.167±0.209 ^{hC}	1.540±0.262 ^{hD}
C	0.214±0.059 ^{hA}	0.338±0.030 ^{hA}	0.627±0.068 ^{hB}	1.135±0.191 ^{hC}	1.545±0.127 ^{hD}
D	0.160±0.050 ^{hA}	0.345±0.018 ^{hB}	0.652±0.042 ^{hC}	1.159±0.156 ^{hD}	1.532±0.148 ^{hE}
E	0.182±0.085 ^{hA}	0.349±0.038 ^{hB}	0.625±0.063 ^{hC}	1.192±0.145 ^{hD}	1.512±0.192 ^{hE}
F	0.174±0.053 ^{hA}	0.354±0.022 ^{hB}	0.637±0.039 ^{hC}	1.149±0.157 ^{hD}	1.531±0.147 ^{hE}
G	0.222±0.055 ^{hA}	0.338±0.082 ^{hB}	0.640±0.039 ^{hC}	1.212±0.025 ^{hD}	1.585±0.098 ^{hE}
H	0.184±0.045 ^{hA}	0.348±0.051 ^{hB}	0.639±0.039 ^{hC}	1.165±0.107 ^{hD}	1.559±0.104 ^{hE}
对照组	1.650±0.513 ^{aA}	3.476±0.568 ^{aB}	5.913±0.597 ^{aC}	8.185±0.823 ^{aD}	9.882±0.411 ^{aE}

注:表中的每一个值都是以平均值±标准差来表示。不同小写字母代表同一列内差异显著,不同的大写字母代表同一行内差异显著(p<0.05);表2~表4同。

由表1可以看出,各实验组鸡蛋的失重率随储藏时间的增加而增加。对照组鸡蛋失重率上升迅速,实验第3d对照组与各充气包装组的失重率出现了显著性差异($p < 0.05$)。第28d时对照组鸡蛋失重率达到9.882%(每枚鸡蛋的失重约6g)。与对照组相比,充气包装组鸡蛋的失重率上升缓慢,各气调包装组和空气包装组失重率均在1.6%以下,且各包装组失重率之间的差异不显著($p > 0.05$),气调包装组与空气包装组相比,并不能显著抑制鸡蛋失重率的增加。鸡蛋的失重率主要湿度与温度有关,气调保藏可以抑制鸡蛋的失重率的原因在于气调包装袋内是一个封闭的环境,鸡蛋在储存期内容物水分蒸发,气调袋的湿度升高会抑制鸡蛋的水分的进一步蒸发。在实验中,空气包装组在14d时,在蛋壳表面发现了霉菌,而各气调实验组并没有出现霉菌的生长,在高湿度的环境中使用高浓度CO₂保藏鸡蛋可以使鸡蛋避免微生物的侵染。湿度越接近饱和状态,鸡蛋在储藏期间的失重率越低,但在这种条件下,容易滋生微生物特别是霉菌的繁殖生长,高浓度的CO₂可以抑制大多数腐败细菌和霉菌生长、繁殖^[14]。

2.2 储存期间鸡蛋蛋黄指数的变化

蛋黄系数是反映蛋黄膜强度的指标,蛋黄膜是一层具有渗透性的膜。蛋白内的水分通过蛋黄膜向蛋黄扩散,蛋黄逐渐变稀,同时蛋黄膜弹性降低,蛋内水分的扩散作用与储藏时间和温度有关^[15]。在25℃条件下储藏,各实验组随时间的变化见表2。

由表2可知,随着储藏时间的增加,鸡蛋的蛋黄系数均呈下降趋势,对照组鸡蛋在第3d开始与各气调组出现显著差异($p < 0.05$),在第21d时降至0.21,在第28d蛋黄已经散黄。空气包装组相对对照组鸡蛋来说蛋黄指数下降缓慢,在第7d时与各气调组出现差异($p < 0.05$)。各CO₂气调包装组在28d时蛋黄指数均在0.40以上,系带出现模糊,但没有消失。从表2可以看出,各气调包装组之间并没有明显差异。蛋黄系数的减少是由于蛋黄隆起度下降所致,主要原因在于蛋黄内分解酶将一部分有机大分子被分解,产生游离水,使蛋黄内容物变稀,从而使蛋黄膜所承受的张力增大,当张力增大到蛋黄膜不能承受的时候,会引

起蛋黄膜破裂而散黄^[16]。气调包装组对蛋黄系数的下降有抑制作用,其机理可能在于CO₂在内容物中的溶解,改变了内容物的pH从而使酶活性降低,抑制了大分子物质的分解。Rocculi P等认为鸡蛋溶解CO₂的浓度是有限的,鸡蛋内容物吸收CO₂直到包装顶隙中CO₂与鸡蛋内容物中CO₂浓度相等时停止^[17],实验中各气调实验组的蛋黄指数差异不明显,可能是由于当CO₂浓度在60%以上时溶解到鸡蛋内容物的量相近,所以蛋黄指数差异不显著($p > 0.05$)。另外,从肉眼观察来看,对照组从第3d开始出现系带模糊,蛋黄膜褶皱的现象,空气包装组从第7d开始出现系带模糊,蛋黄膜褶皱的现象,而各气调实验组在21d时蛋黄出现褶皱,系带变得模糊,表明高浓度CO₂储藏鸡蛋可以维持较好的蛋黄表现特征。

2.3 储存期间鸡蛋哈夫单位的变化

哈夫单位是最常用的测定鸡蛋新鲜度的方法,与浓蛋白高度和鸡蛋重量有关,而浓蛋白高度与鸡龄,储藏时间和条件有关。在25℃条件下储藏,各实验组随时间的变化见表3。

由表3所知,鲜鸡蛋的哈夫单位为80.73,对照组鸡蛋储藏21d后哈夫单位降为42.95,到28d时鸡蛋已散黄,鸡蛋降为C级。空气包装组鸡蛋哈夫单位下降也比较迅速,在第7d与各气调实验组出现差异($p < 0.05$),在28d时降为B级。从结果看空气包装对鸡蛋的哈夫单位的下降有一定的抑制作用,可能由于鸡蛋的呼吸作用使包装袋内小环境的CO₂升高,从而抑制了鸡蛋内容物的CO₂进一步扩散。各气调实验组在28d内哈夫单位下降缓慢,在28d时哈夫单位仍处于72左右,即鸡蛋维持AA标准左右,这说明气调包装对鸡蛋哈夫单位的降低有显著抑制作用($p < 0.05$)。其中80% CO₂+20% O₂组与60% CO₂+40% O₂组降低最少,仍保持在AA级。刘美玉等^[18]认为在鸡蛋的保藏期间鸡蛋会进行呼吸作用,需要一定量的氧气,无氧条件可能影响鸡蛋的保鲜品质,但从本实验结果来看,这种影响不大。

2.4 储存期间鸡蛋蛋白pH的变化

鸡蛋蛋白的pH是描述储藏期间鸡蛋蛋白性质的重要指标,对鸡蛋维持较高新鲜度有着重要的作用^[19]。

表2 25℃下储藏各实验组28d内蛋黄指数随时间的变化

Table 2 Changes in yolk index of egg samples during storage of 28d at 25℃

实验组	储藏天数(d)					
	0	3	7	14	21	28
A	0.51±0.061 ^A	0.48±0.023 ^{dA}	0.48±0.023 ^{dA}	0.44±0.017 ^{eB}	0.43±0.020 ^{eB}	0.42±0.005 ^{eB}
B	0.51±0.061 ^A	0.48±0.012 ^{dAB}	0.45±0.019 ^{eBC}	0.44±0.028 ^{eC}	0.43±0.007 ^{eC}	0.42±0.007 ^{eC}
C	0.51±0.061 ^A	0.47±0.011 ^{cdAB}	0.45±0.027 ^{eBC}	0.43±0.040 ^{bcC}	0.42±0.027 ^{eC}	0.40±0.031 ^{bcC}
D	0.51±0.061 ^A	0.46±0.021 ^{cdB}	0.46±0.029 ^{eBC}	0.43±0.018 ^{bcC}	0.43±0.014 ^{eC}	0.42±0.009 ^{bcC}
E	0.51±0.061 ^A	0.46±0.019 ^{cdB}	0.46±0.007 ^{eBC}	0.44±0.016 ^{bcC}	0.44±0.033 ^{eBC}	0.42±0.021 ^{bcC}
F	0.51±0.061 ^A	0.44±0.023 ^{bcB}	0.43±0.030 ^{bcB}	0.42±0.039 ^{bcB}	0.42±0.025 ^{eB}	0.40±0.053 ^{bcC}
G	0.51±0.061 ^A	0.45±0.011 ^{cb}	0.45±0.017 ^{cb}	0.43±0.019 ^{bcB}	0.43±0.022 ^e	0.41±0.013 ^{bcC}
H	0.51±0.061 ^A	0.44±0.011 ^{bcB}	0.42±0.014 ^{bb}	0.40±0.012 ^{bb}	0.29±0.023 ^{bcC}	0.22±0.024 ^{bd}
对照组	0.51±0.061 ^A	0.42±0.018 ^{ab}	0.34±0.022 ^{ac}	0.26±0.028 ^{ad}	0.21±0.024 ^{ae}	-

注:“-”表示鸡蛋已散黄;表3、表4同。

表3 25℃下储藏各实验组28d内哈夫单位随时间的变化
Table 3 Changes in Hough units of egg samples during storage of 28d at 25℃

实验组	储藏天数(d)					
	0	3	7	14	21	28
A	80.73±2.25 ^A	78.43±1.92 ^{chAB}	77.38±2.28 ^{hBC}	75.92±3.91 ^{cBC}	75.53±3.35 ^{cC}	73.89±3.30 ^{hd}
B	80.73±2.25 ^A	78.01±2.19 ^{abcAB}	77.45±2.19 ^{hBC}	75.45±2.78 ^{cBCD}	74.74±4.30 ^{cCD}	73.37±4.08 ^{hd}
C	80.73±2.25 ^A	78.75±1.53 ^{chAB}	77.12±0.33 ^{hBC}	76.46±2.01 ^{cC}	71.22±1.49 ^{cd}	71.08±2.63 ^{hd}
D	80.73±2.25 ^A	77.11±2.31 ^{abcBC}	77.28±3.74 ^{hb}	76.33±3.20 ^{cBC}	73.87±4.72 ^{cCD}	71.83±2.33 ^{hd}
E	80.73±2.25 ^A	77.27±1.92 ^{abcBC}	76.18±3.23 ^{hb}	75.05±2.47 ^{cC}	74.47±3.88 ^{cCD}	72.39±4.02 ^{hd}
F	80.73±2.25 ^A	77.53±3.39 ^{abcB}	76.34±3.87 ^{hb}	74.64±4.64 ^{cBC}	75.67±3.38 ^{cBC}	72.59±2.59 ^{hc}
G	80.73±2.25 ^A	77.41±3.05 ^{abcB}	75.21±2.56 ^{hb}	75.21±3.69 ^{cB}	74.95±3.69 ^{cB}	71.61±2.05 ^{hc}
H	80.73±2.25 ^A	76.01±2.61 ^{abB}	70.11±4.20 ^{ac}	62.96±5.97 ^{bd}	60.91±4.01 ^{bd}	41.99±3.68 ^{ac}
对照组	80.73±2.25 ^A	75.75±1.84 ^{ab}	68.83±3.40 ^{ac}	46.66±4.36 ^{ad}	42.95±5.52 ^{ae}	-

表4 25℃下储藏各实验组28d内蛋白pH随时间的变化
Table 4 Changes in pH of egg white of egg samples in 28d of storage at 25℃

实验组	储藏天数(d)					
	0	3	7	14	21	28
A	8.73±0.095 ^A	7.92±0.154 ^{cB}	7.41±0.103 ^{deC}	7.30±0.072 ^{cC}	7.42±0.120 ^{cdC}	7.31±0.050 ^{abC}
B	8.73±0.095 ^A	7.72±0.113 ^{deBC}	7.53±0.095 ^{cdCD}	7.68±0.132 ^{cBC}	7.76±0.243 ^{cB}	7.43±0.185 ^{hd}
C	8.73±0.095 ^A	7.68±0.187 ^{dB}	7.45±0.092 ^{deC}	7.65±0.084 ^{cB}	7.49±0.143 ^{cC}	7.46±0.124 ^{bc}
D	8.73±0.095 ^A	7.77±0.142 ^{cdkC}	7.54±0.178 ^{cdD}	7.32±0.037 ^{eE}	7.96±0.074 ^{cdB}	7.27±0.070 ^{bcE}
E	8.73±0.095 ^A	7.54±0.044 ^B	7.30±0.103 ^{cC}	7.45±0.094 ^{dB}	7.50±0.067 ^{dB}	7.20±0.106 ^{cC}
F	8.73±0.095 ^A	7.79±0.183 ^{cdkB}	7.47±0.096 ^{bcC}	7.47±0.075 ^{dc}	7.79±0.037 ^{dB}	7.29±0.117 ^{bcD}
G	8.73±0.095 ^A	7.89±0.103 ^{cdC}	7.63±0.086 ^{dD}	7.30±0.081 ^{cE}	7.52±0.260 ^{dB}	7.48±0.059 ^{bcE}
H	8.73±0.095 ^A	8.70±0.161 ^{hA}	8.74±0.061 ^{hA}	8.63±0.057 ^{hA}	8.38±0.187 ^{hb}	8.84±0.179 ^{ab}
对照组	8.73±0.095 ^A	9.03±0.130 ^{ab}	9.46±0.181 ^{ac}	9.86±0.121 ^{ad}	9.07±0.054 ^{ab}	-

各实验组随时间的变化见表4。

由表4可知,新鲜鸡蛋的pH的为8.73,对照组蛋白pH从储存开始就急速上升,第3d升到9.03,之后在14d时达到最高值,之后由缓慢下降的趋势,一直维持在一个较高的pH水平。蛋白pH的升高是由于CO₂通过蛋壳向外扩散的缘故^[20]。空气包装组与对照组相比pH上升较慢,且都在9.0以下。各气调实验组在第3d都降低到8.0以下,并且在储存期内pH一直维持在较低水平。各气调实验组中蛋清pH主要受CO₂浓度的影响,不同的平衡气体对蛋清pH的影响不大。蛋白pH下降是由于气调包装中高浓度CO₂融入蛋白中。另外,从表4结果上看,除C组外,各气调实验组在21d时pH呈升高趋势,这可能是由于鸡蛋在储藏过程中受到酶和细菌的作用,蛋白质被分解成脯和胨等物质,CO₂的蒸发也减少,使蛋白pH呈升高趋势。Benton and Brake研究认为蛋白pH与鸡蛋的哈夫单位呈负线性关系^[21]。CO₂在鸡蛋的扩散降低了蛋白的pH,这也是气调储藏鸡蛋可以维持较高的哈夫单位的原因,具体机理有待进一步的研究。

3 结论

在25℃条件下,以高浓度(≥60%)的CO₂作为气调气体对鸡蛋的保鲜均具有显著作用,储藏28d鸡蛋的哈夫单位可以维持在AA左右且蛋黄指数可以维持在0.40以上,气调储藏鸡蛋可以使鸡蛋蛋白的pH处于较低水平。气调气体中的平衡气体O₂、N₂、空气

对鸡蛋的失重率、蛋黄指数、哈夫单位、pH的影响均不显著,今后在鸡蛋气调储藏中应重点考虑CO₂浓度这一因素。

参考文献

- [1] 乔秀红. 烤蛋加工工艺研究及成分分析[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2007.
- [2] 倪辉,杨扬帆. 蜂胶对鸡蛋保鲜作用的研究[J]. 食品工业科技,2001,22(4):12-14.
- [3] Caner C. The effect of edible eggshell coatings on egg quality and consumer perception[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture,2005,85(1):1897-1902.
- [4] 马美湖. 我国蛋与蛋制品加工重大关键技术筛选研究报告(一)[J]. 中国家禽,2004,26(23):3-5.
- [5] 刘兴华,饶景萍. 果蔬贮藏运销学[M]. 北京:地图出版社,1997.
- [6] Moran T. Gas storage of eggs[J]. Journal of the Society for Industrial Chemistry,1937,56:96-97.
- [7] Cotterill O J, Gardner F. Retention of interior shell egg quality with carbon dioxide[J]. Poultry Science,1956,35:1138.
- [8] Curtis P A, Anderson K E, Jones F T. Cryogenic gas for rapid cooling of commercially processed shell eggs before packing[J]. Journal of Food Protection,1995,58:389-394.
- [9] Aggarwal B S. Growth in shell eggs packed in modified atmosphere packaging[D]. Texas:Texas Tech University,2008.

(下转第307页)

性最高,这与图2所显示的该组最高的褐变程度相一致。真空包装能够有效抑制PPO的活性,但真空包装组与纳米真空包装组二者之间无显著差异($p>0.05$),然而两组间的颜色有差异(图2、图3),说明甘蔗的颜色变化不只受PPO活性的影响,可能纳米真空包装还抑制了除PPO以外的其他生理变化。在贮藏末期,各处理组的PPO活性差异不明显($p>0.05$),说明真空包装对鲜切甘蔗PPO活性的抑制受时间影响,在贮藏初始阶段的抑制效果最为明显。

3 结论

本研究分析不同的包装材料与方法(含纳米抗菌剂的真空包装、普通真空包装以及普通聚乙烯保鲜袋包装)对鲜切去皮甘蔗的保鲜效果。研究发现,普通的真空包装就能够减缓甘蔗硬度、色泽、SSC和pH的变化,一定程度上抑制微生物的生长和PPO酶的活性,从而延长鲜切甘蔗的贮藏期。添加了1%抗菌剂的纳米真空包装处理表现出比普通真空包装更好的作用效果,抑制甘蔗品质的劣变,延缓营养物质的损耗;同时,更好的抑制了微生物的生长,保持鲜切甘蔗的安全性。可见,该纳米保鲜包装方法可以应用于鲜切甘蔗的保鲜中,具有较大的应用前景。

参考文献

- [1] 韦华全,李凯,周少基. 甘蔗保鲜初步研究[J]. 广西轻工业, 2001(2):38-39.
- [2] 郑林彦,韩涛,李丽萍. 国内切割果蔬的保鲜研究现状[J]. 食品科学, 2005, 26(s):125-127.
- [3] 陈言楷,陆东和. 切割果蔬保鲜研究现状及发展趋势[J]. 福建果树, 2003(1):24-27.
- [4] 茅林春,刘卫晓. 甘蔗采后生理变化及其保鲜技术的研究[J]. 中国农业科学, 2000, 33(5):41-45.
- [5] 石贵玉,陈明娟. 壳聚糖涂膜对果蔗鲜切后某些生理的影响[J]. 广西科学, 2008, 15(1):67-69.
- [6] 沈勇根,上官新晨,蒋艳. 去皮果蔗保鲜实验研究[J]. 食品工业科技, 2003, 24(12):79-80.
- [7] 边晓琳,刘扬,冯莉,等. 纳米包装材料对冷藏金针菇品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2010(6):463-465.
- [8] Hu Q H, Fang Y, Yang Y T, *et al.* Effect of nanocomposite-based packaging on postharvest quality of ethylene-treated kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) during cold storage[J]. Food Research International, 2011(44):1589-1596.
- [9] 李红梅,吴娟,胡秋辉,等. 食品包装纳米材料对酱牛肉保鲜品质的影响[J]. 食品科学, 2008, 29(5):461-464.
- [10] Camps C, Guilermin P, Mauget J C, *et al.* Data analysis of penetrometric force/displacement curves for the characterization of whole apple fruits[J]. Journal of Texture Studies, 2005, 36:387-401.
- [11] Yusof S, Shian L S, Osman A. Changes in quality of sugarcane juice upon delayed extraction and storage[J]. Food Chemistry, 2000, 68:395-401.
- [12] Galeazzi MAM, Sgarbieri V C, Constantinides S M. Isolation, purification and physicochemical characterization of polyphenoloxidases (PPO) from a dwarf variety of banana (*Musa cavendishii*, L.) [J]. Journal of Food Science, 1981, 46:150-155.
- [13] Mao L C, Xu Y Q, Que F. Maintaining the quality of sugarcane juice with blanching and ascorbic acid[J]. Food Chemistry, 2007, 104:740-745.
- [14] Wojtezak M, Biernasiak J, Papiewska A. Evaluation of microbiological purity of raw and refined white cane sugar[J]. Food Control, 2012, 25(1):136-139.
- [10] Li Liyao, Lai C C, Gilbert S G. Keeping quality of eggs packaged in acrylonitrile pouches[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 1985, 9(3):179-187.
- [11] Haugh RR. The Haugh unit for measuring egg quality[J]. Egg Poultry Magazine, 1937, 43:552-555.
- [13] Bornstein S, Lipsiein B. Study on thermostabilization of shell eggs[J]. Poultry Science, 1962(4):1192-1196.
- [13] Jones D R, Musgrove M T, Northcutt J K, *et al.* Variations in External and Internal Microbial Populations in Shell Eggs during Extended Storage[J]. Journal of Food Protection, 2004, 67(12):2657-2660.
- [14] 胡长利,郝慧敏,刘文华,等. 不同组分气调包装牛肉冷藏保鲜效果的研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(7):241-246.
- [15] Berardinelli A, Donati V, Giunchi A, *et al.* Effect of sinusoidal vibration on quality indices of shell eggs[J]. Animal Production Technology, 2003, 86(3):347-353.
- [16] 阎锡海. 禽蛋储存保鲜技术及其展望[J]. 中国家禽, 1996(11):42.
- [17] Rocculi P, Tylewicz U, Pekoslawska A, *et al.* MAP storage of shell hen eggs Part 1: Effect on physico-chemical characteristic of the fresh product[J]. LWT-Food Sci Technol, 2009, 42:758-762.
- [18] 刘美玉,连海平,任发政. 贮藏温度和气调包装对鸡蛋保鲜效果的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(12):378-382.
- [19] Sharp P F. The pH of the white as an important factor influencing the keeping quality of hens' eggs[J]. Science, 1930, 69:278.
- [20] Keener K M, La Crosse J, D Curtis, *et al.* The influence of rapid air cooling and carbon dioxide cooling and subsequent storage in air and carbon dioxide on shell egg quality[J]. Poultry Science, 2000, 79:1067-1071.
- [21] Benton C E, Jr Brake J. Effects of atmospheric ammonia on albumen height and pH of fresh broiler eggs[J]. Poultry Science, 2000, 79:1562-1565.

(上接第303页)