

物流保鲜

气调包装对生湿面条保鲜效果的影响

张春红¹, 史依沫¹, 王丽², 崔晓瑞³, 石菲菲³, 李淑荣², 徐毓谦²

(1.沈阳农业大学, 沈阳 110866; 2.北京农业职业学院, 北京 102442; 3.福建农林大学, 福州 350002)

摘要: **目的** 为了减少防腐剂在食品中的使用, 利用包装来保鲜生湿面条。 **方法** 选取不同气调包装与普通包装进行对比, 研究其对生湿面条的保鲜效果和品质的影响。 **结果** CO_2 (50%) + N_2 (50%) 和 CO_2 (70%) + N_2 (30%) 的气调包装 (均为体积分数) 能明显延长货架期到 14 d。 CO_2 (70%) + N_2 (30%) 的气调包装能有效减少水分的散失, 第 14 天时水分的质量分数高达 30.47%, 且 CO_2 气调包装能够有效改善生湿面条的色泽和蒸煮吸水率, 并未对蒸煮损失率和质构特性造成不良影响。 **结论** CO_2 (70%) + N_2 (30%) 的气调包装更适合生湿面条的贮存。

关键词: 生湿面条; 气调包装; 保鲜; 品质

中图分类号: TS205.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)09-0086-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.09.015

Effects of Modified Atmosphere Package on Fresh-keeping Effect of Wet Raw Noodles

ZHANG Chun-hong¹, SHI Yi-mo¹, WANG Li², CUI Xiao-rui³, SHI Fei-fei³, LI Shu-rong², XU Yu-qian²

(1.Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China; 2.Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing 102442, China; 3.Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

ABSTRACT: The work aims to reduce the use of preservatives in food and preserve the wet raw noodles with packages. Different modified atmosphere packages and common package were selected as control group to study their effects on the fresh-keeping effect and quality of wet raw noodles. The modified atmosphere packages with CO_2 (50%) + N_2 (50%) and CO_2 (70%) + N_2 (30%) (both were volume fraction) could obviously prolong the shelf life to 14 days. The modified atmosphere package with CO_2 (70%) + N_2 (30%) could effectively reduce the water desorption, and the mass fraction of water was up to 30.47% on the 14th day. Moreover, the CO_2 modified atmosphere package could effectively improve the color and cooking bibulous rate, and had no bad impact on the cooking loss rate and texture property. The modified atmosphere package of CO_2 (70%) + N_2 (30%) is more suitable for the storage of wet raw noodles.

KEY WORDS: wet raw noodles; modified atmosphere package; preservation; quality

面条是日常生活中常见的主食之一, 深受国人的喜爱。市售面条分为湿式和干式, 两者区别在于前者有较高的水分含量, 其口感也更爽滑劲道, 更符合消费者的需求。市售生湿面条多为作坊生产, 卫生难以保障, 且生湿面条的水分含量高, 尤其是夏天高温环境下, 极易腐败变质, 严重者会变酸、发霉^[1], 影响生湿面条的品质, 阻碍其长远发展。目前, 生湿面条的保鲜及其研究主要集中在添加防腐剂、乙醇和有机酸处理结合冷链运销, 尚无有效的常温保鲜方法^[2]。韩金玉^[3]、Huang^[4]和谢沁^[5]等研究了紫外照射、防腐

剂和乙醇处理的保鲜方法, 但乙醇会带来难以接受的酒精味, 防腐剂存在安全隐患^[6], 因此, 为生湿面条的保鲜寻求一种新的手段极为重要。

气调包装 (MAP) 技术采用具有气体阻隔性能的包装材料包装食品, 通过改变包装内的气体环境, 达到抑菌并延长食品货架期的效果^[7]。 CO_2 对微生物有良好的抑制作用, 在食品 MAP 中得到广泛使用^[8-10]。MAP 具有健康和环保等优点^[11], 其研究多集中在肉类、果蔬及海产品, 关于面条保鲜的研究较少, 王晓明^[12]虽研究了 CO_2 和 N_2 包装生湿面条的保鲜效果,

收稿日期: 2017-12-21

基金项目: 国家科技部支撑项目 (2014BAA03B00); 北京农业职业学院团队创新项目 (XY-YF-16-25)

作者简介: 张春红 (1968—), 女, 博士, 沈阳农业大学副教授, 主要研究方向为粮油加工及其品质控制。

但并未调配气体充入比例。文中通过调节包装内 CO_2 与 N_2 的体积分数,探究 CO_2 气调包装对生湿面条保鲜的影响,为生湿面条气调包装技术的研发提供参考。

1 试验

1.1 生湿面条的制备

采用面条机配套量杯称取面粉约 600 g,按量杯加水。面条机及量杯均用体积分数为 75% 的酒精擦拭消毒,采用自动和面压条模式制作足量面条。采用食品级 BOPA/LDPE 复合膜袋包装(包装袋均已辐照灭菌)。双向拉伸尼龙/低密度聚乙烯(BOPA/LDPE)复合膜袋是食品保鲜、保香的理想材料,特别适合于冷冻、蒸煮、抽真空包装,且无毒无害。制作好的生湿面条在超洁净工作台中称量分装,每包质量为 25 g。

1.2 气调包装

气调包装实验在北京农林科学院国家蔬菜工程技术中心进行。选取 N_2 和 CO_2 并按比例充气,采用台式外抽真空充气包装机进行气调包装,设置参数中抽气时间为 0 s,充气时间为 3 s,冷却时间为 1 s,然后自动封口。试验选取 CO_2 (70%) + N_2 (30%), CO_2 (50%) + N_2 (50%), CO_2 (60%) + N_2 (40%), CO_2 (70%) + N_2 (30%), CO_2 (80%) + N_2 (20%), CO_2 (90%) + N_2 (10%) (均为气体体积分数),普通包装为对照处理,每个处理 3 组,贮藏于 4 °C 冰箱中。

1.3 微生物指标测定

菌落总数检测方法参照 GB 4789.2—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》,每组进行 3 次平行。霉菌总数检测方法参照 GB 4789.15—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 霉菌及酵母菌总数测定》,每组进行 3 次平行。

1.4 色度测定

色度的测定方法按照 Li^[13]和郭强^[14]等进行。用 WSC-S 测色色差计测定生湿面条的色泽变化。

1.5 水分含量测定

按照 GB 5009.3—2016《食品卫生检验方法 食品中水分的测定》中的直接干燥法进行。

1.6 蒸煮特性测定

称取约 10 g 生湿面条放入 500 mL 沸腾蒸馏水中煮至最佳蒸煮时间,捞出面条,在漏勺上进行沥干,10 min 后,称取面条质量,记为 m_2 ,蒸煮吸水率按式(1)进行计算。将煮完面条的剩余面汤冷却至常温后,倒入 500 mL 容量瓶定容,混匀,用量筒量取 100 mL 面汤,倒入烘至质量不变的烧杯中,放入 105 °C 烘箱中待水分蒸发至质量不变,蒸煮损失率按

式(2)计算。

$$A = \frac{m_2 - m_1}{m_1(1 - \omega)} \times 100\% \quad (1)$$

式中: A 为蒸煮吸水率(%); m_1 为煮前面条质量(g); m_2 为煮后面条质量(g); ω 为煮前面条的水分质量分数(%).

$$B = \frac{m}{m_1(1 - \omega)} \times 100\% \quad (2)$$

式中: B 为蒸煮损失率(%); m 为 500 mL 面汤中干物质的质量(g)。

1.7 质构特性的测定

参照 Mudgil^[15]和 Jridi^[16]的方法进行测定,将煮后的面条放在质构仪载物台上,选用 TA41 探头,选取 TPA 模式进行试验。质构仪设定参数:测试速度为 8 mm/s,触发点为 4.5 g,压缩时间为 1 s,压缩距离为 1.5 mm。测定指标为硬度、黏性、弹性、咀嚼性。每个样品的测定重复 6 次。

1.8 数据分析

采用 Excel 2010 软件对试验数据进行整理绘图,用 SPSS 23.0 软件对数据进行 Duncan 单因素方差分析及差异显著性分析, $P < 0.05$ 表示差异显著, $P < 0.01$ 表示差异极显著。

2 结果与分析

2.1 微生物数量

不同 CO_2 体积分数的气调包装的生湿面条微生物数量在贮藏时间内的变化见图 1。由图 1a 可以看出,0 d 时(刚刚经过试验处理)气调包装试验组的卫生情况均优于对照组和真空包装组,真空包装组优于对照组,但真空包装后的生湿面条由于挤压出现结团现象,极其影响感官品质。真空包装技术不适宜于生湿面条的贮藏包装,因此只进行了微生物试验。

贮藏第 14 天时,对照组生湿面条细菌总数达 8.02 lg(CFU/g),真空包装组为 7.70 lg(CFU/g), CO_2 气调包装后的菌落总数均明显低于对照组及真空包装组 ($P < 0.05$),其中 CO_2 (50%) 和 CO_2 (70%) 包装的试验组菌落总数相比其他气调包装组更好,仅有 5.63 和 5.57 lg(CFU/g),比对照组下降了 3 个数量级。由图 1b 可以看出,0 d 时,仅有 CO_2 (50%) 和 CO_2 (70%) 的包装组的霉菌数量显著低于对照组 ($P < 0.05$),其余包装组与对照组差异不明显。贮藏第 14 天时,对照组霉菌总数达 3.42 lg(CFU/g),真空包装组为 3.38 lg(CFU/g),两者差距不显著 ($P > 0.05$),但经 CO_2 气调包装的试验组的霉菌卫生情况均优于对照组 ($P < 0.05$),且 CO_2 体积分数为 50% 和 70% 的包装组的保鲜效果更好,与初始时的霉菌数量没有明显的差别。

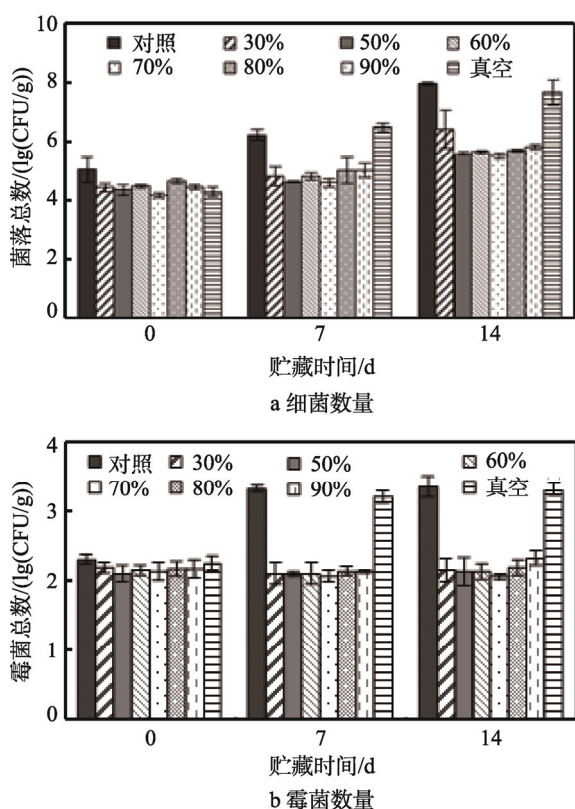


图1 不同 CO₂ 体积分数的气调包装在贮藏时间内微生物的变化情况

Fig.1 The change of microorganism of modified atmosphere package with different CO₂ volume fractions within storage time

代昕^[17]、Nobile^[18]等分别利用绿茶生湿面条和意大利面进行试验,结果表明 CO₂ 体积分数为 70% 的气调包装保鲜效果较好,这与文中试验结果相似。

2.2 水分含量

不同 CO₂ 体积分数的气调包装在贮藏时间内水分含量的变化情况见图 2,可知,随着贮藏时间的延长,所有组别的生湿面条中水分含量均呈现逐渐下降的趋势。0 d 时,对照组水分含量高于部分气调包装组。随着贮藏时间的变化,对照组水分含量呈逐渐下降的趋势,第 14 天时,对照组水分含量低于所有气调包装组。对照组初始水分质量分数为 30.67%,第 14 天时为 29.16%,下降趋势明显 ($P<0.05$)。CO₂ 体积分数为 70% 的气调包装组的水分保持效果显著好于其他组别 ($P<0.05$),贮藏第 14 天时水分质量分数高达 30.47%,随着贮藏时间的延长,下降趋势不明显 ($P>0.05$)。Sanguinetti^[19]在利用气调保鲜意大利面时报道了类似的结果,与对照组相比,气调包装能够有效减少水分的散失。

2.3 色泽

不同 CO₂ 体积分数的气调包装在贮藏时间内色泽的变化情况见图 3, L^* 为明亮度,反映面条的明暗

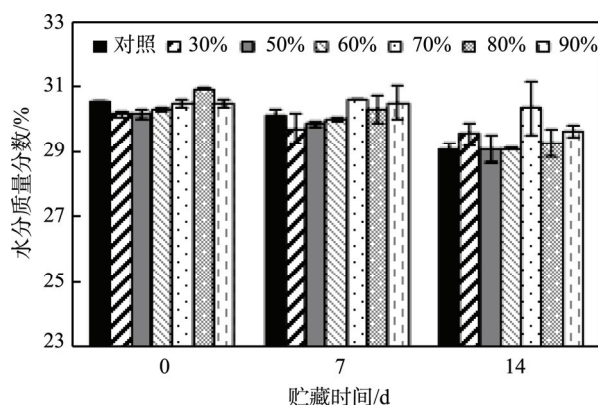


图2 不同 CO₂ 体积分数的气调包装在贮藏时间内水分含量的变化情况

Fig.2 The change of water content of modified atmosphere package with different CO₂ volume fractions within storage time

度, L^* 越大,样品越明亮。由图 3a 可知,随着贮藏时间的变化,对照组生湿面条的明度 L^* 呈现逐渐下降的趋势,且下降趋势明显 ($P<0.05$); CO₂ 气调包装试验组的明度 L^* 基本呈逐渐上升的趋势,说明气调包装有利于提高生湿面条的明度。贮藏第 14 天时, CO₂ 气调包装的所有试验组的明度 L^* 显著优于对照组 ($P<0.05$); 相比其他 CO₂ 气调包装组, CO₂ 体积分数为 60% 的气调包装组明度最佳,为 74.91,但与其他包装组别差别不明显 ($P>0.05$)。

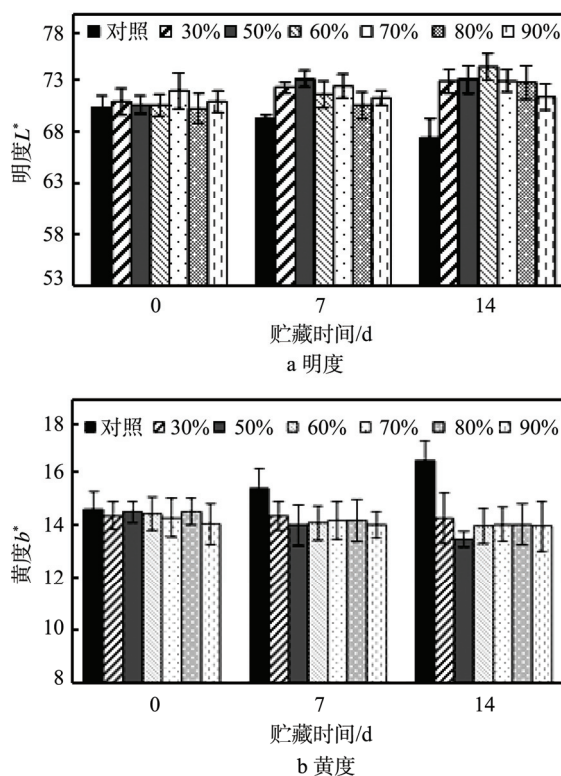


图3 不同 CO₂ 体积分数的气调包装在贮藏时间内色泽的变化情况

Fig.3 The color change of modified atmosphere package with different CO₂ volume fractions within storage time

b^* 代表样品的黄度， b^* 越大，说明颜色越偏黄。由图 3b 可知，对照组生湿面条的黄度 b^* 随贮藏时间的变化呈逐渐上升趋势，且上升趋势明显 ($P<0.05$)； CO_2 气调包装试验组的黄度 b^* 呈逐渐下降的趋势。贮藏第 0 天和第 7 天时，对照组与 CO_2 气调包装试验组的差别不明显 ($P>0.05$)，贮藏第 14 天时， CO_2 气调包装的所有试验组的黄度 b^* 均显著优于对照组 ($P<0.05$)，但组间差别不显著 ($P>0.05$)。马佳佳^[20]和罗玉龙^[21]等分别发现气调包装能够改善金针菜和发酵香肠的色泽，与文中试验的结果类似。Chang^[22]指出 CO_2 能够通过抑制细胞壁降解酶活性防止桃子软化，因此，推测文中试验造成色泽变化明显的原因，除密闭的包装隔绝了绝大部分氧气的进入外，还可能是因为 CO_2 抑制了多酚氧化酶的活性，减缓了氧化效应的发生。

2.4 蒸煮特性

贮藏时间内蒸煮吸水率的变化情况见表 1，在该试验设定的贮藏期内，所有气调包装组的吸水率均高于对照组。对照组在 0 d 时蒸煮吸水率为 128.72%，14 d 时下降到 123.99%，下降趋势显著。14 d 时气调包装组的蒸煮吸水率虽有下降，但均显著高于对照组 ($P<0.05$)。贮藏时间内蒸煮损失率的变化情况见表 2，可知蒸煮损失率随贮藏时间变化逐渐增大。同一贮藏时间下， CO_2 气调包装组的损失率均低于对照组，第 0 天和第 7 天时 CO_2 体积分数为 60% 以上的气调包装处理组损失率显著低于对照组 ($P<0.05$)，其中 CO_2 (70%) 气调包装组显著优于其余处理组 ($P<0.05$)。第 14 天时仅 CO_2 (70%) 气调包装组的损失率显著低于其他组 ($P<0.05$)。由此， CO_2 气调包装能够显著增大生湿面条的蒸煮吸水率，并降低蒸煮损失率。

表 1 贮藏时间内蒸煮吸水率的变化情况
Tab.1 The change of cooking bibulous rate within storage time %

组别	贮藏时间/d		
	0	7	14
对照组	128.72±0.09 ^{Af}	127.69±0.34 ^{Bg}	123.99±0.12 ^{Cd}
CO_2 (30%)	147.06±0.81 ^{Ae}	145.62±0.01 ^{Bf}	143.86±0.16 ^{Cc}
CO_2 (50%)	147.68±0.14 ^{Be}	150.34±0.22 ^{Ae}	150.03±0.18 ^{Aa}
CO_2 (60%)	153.79±0.05 ^{Bd}	154.48±0.03 ^{Ad}	150.10±0.08 ^{Ca}
CO_2 (70%)	164.40±0.26 ^{Bb}	180.02±0.21 ^{Aa}	150.26±0.69 ^{Ca}
CO_2 (80%)	158.82±0.11 ^{Bc}	168.66±0.11 ^{Ab}	150.33±0.66 ^{Ca}
CO_2 (90%)	175.66±0.23 ^{Aa}	160.35±0.19 ^{Bc}	149.40±0.08 ^{Cb}

注：同行大写字母不同表示差异显著 ($P<0.05$)，同列小写字母不同表示差异显著 ($P<0.05$)

崔铭育^[23]利用 N_2 和 CO_2 气调贮藏大米，发现大米的吸水率和膨胀率上升，这与文中试验生湿面条

表 2 贮藏时间内蒸煮损失率的变化情况
Tab.2 The change of cooking loss rate within storage time %

组别	贮藏时间/d		
	0	7	14
对照组	7.02±0.16 ^{Ba}	10.18±0.15 ^{Aa}	10.31±0.19 ^{Aa}
CO_2 (30%)	6.45±0.16 ^{Babc}	9.6±0.92 ^{Aab}	9.67±0.39 ^{Aab}
CO_2 (50%)	6.58±0.22 ^{Bab}	9.4±0.81 ^{Aab}	10.13±0.16 ^{Aab}
CO_2 (60%)	6.24±0.13 ^{Cbc}	8.32±0.77 ^{Bb}	9.49±0.37 ^{Aab}
CO_2 (70%)	6.06±0.22 ^{Bbc}	7.08±0.25 ^{Bc}	8.54±0.08 ^{Ab}
CO_2 (80%)	5.78±0.14 ^{Bc}	8.16±0.19 ^{Ab}	9.08±0.68 ^{Aab}
CO_2 (90%)	5.68±0.14 ^{Bc}	8.38±0.17 ^{Ab}	9.18±0.67 ^{Aab}

注：同行大写字母不同表示差异显著 ($P<0.05$)，同列小写字母均不同表示差异显著 ($P<0.05$)

吸水率上升的结果一致。饶伟丽^[24]证明高密度 CO_2 使蛋白二级结构中 α 螺旋和转角结构有向 β 折叠片转化的趋势，推测文中试验吸水率上升的原因，可能是因为 CO_2 溶于面条中的水，使面筋蛋白适度水解，蛋白二级网状结构展开，亲水基团和嵌在内部的淀粉颗粒暴露，共同导致了生湿面条整体吸水率变大。文中试验 CO_2 体积分数为 60% 以上的气调包装组蒸煮损失率低于对照组，这可能是因为面筋蛋白水解程度还不至使被包裹的淀粉颗粒在蒸煮过程中脱落，未对损失率造成不良影响。

2.5 质构特性

气调包装对生湿面条质构特性的影响见图 4。由图 4a 可知，各试验组的硬度随时间变化不显著 ($P>0.05$)。同一贮藏时间下，经 CO_2 气调包装的试验组的硬度均低于对照组，但其与对照组的差异不显著 ($P>0.05$)。在贮藏第 0 天和第 7 天时，随着气调包装中 CO_2 体积分数的升高，硬度逐渐下降；在贮藏第 14 天时，对照组与各处理组无差异，说明 CO_2 气调包装对硬度影响不大。

由图 4b 可知，对照组的咀嚼性随贮藏时间的延长逐渐降低。在贮藏第 0 天和第 7 天时，对照组与各 CO_2 气调包装组的咀嚼性无显著差异 ($P>0.05$)。在贮藏第 14 天时，对照组咀嚼性为 323.92 g·mm，其中 CO_2 体积分数为 30% 的气调包装组的咀嚼性最大，为 366.18 g·mm，显著高于对照组；除 CO_2 体积分数为 30% 的试验组外，其余各组咀嚼性虽高于对照组，但方差分析未表明有显著差异 ($P>0.05$)，说明随着贮藏时间的延长， CO_2 气调包装的面条的咀嚼性好于对照组。

由图 4c 可知，贮藏第 0 天时，除 CO_2 体积分数为 90% 的气调包装组的黏性与对照组相近外，其余 CO_2 气调包装组的黏性显著低于对照组，且各组之间没有显著差别。贮藏第 7 天时，虽 CO_2 体积分数为

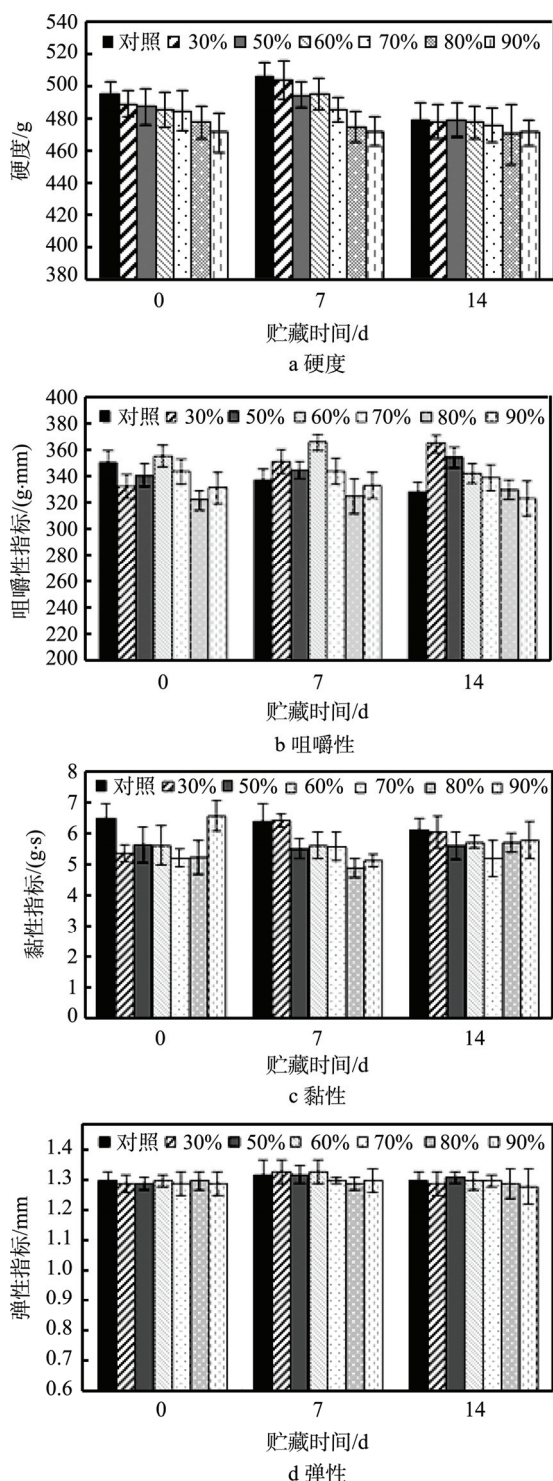


图4 贮藏时间内质构特性的变化情况

Fig.4 The change of texture property within storage time

30%的气调包装组黏性高于对照组,但其差异不显著 ($P>0.05$);其他组别的黏性均显著低于对照组 ($P<0.05$)。贮藏第14天时,所有CO₂气调包装组的黏性均低于对照组,仅CO₂体积分数为70%的气调包装组的黏性显著低于对照组 ($P<0.05$),说明CO₂体积分数为70%的气调包装组能够显著降低面条的黏性。

由图4d可知,同一贮藏时间内,各组别间弹性

没有显著差异 ($P>0.05$),且随着贮藏时间的延长,弹性变化趋势不明显 ($P>0.05$),说明CO₂气调包装对弹性影响不大。文中试验硬度结果与Fik^[25]等在CO₂气调包装粗面粉面包中的结果略有差别,这可能是由于试验材料及气调比例不同导致的。文中试验气调包装后面条硬度的降低可能与吸水率的变化有关,气调包装后面条的吸水率上升,蛋白质和淀粉吸水膨胀的趋势变大,使硬度有下降趋势。

3 结语

CO₂气调包装对生湿面条的保鲜效果显著,能够有效抑制细菌及霉菌,其中CO₂体积分数为50%和70%的气调包装组的保鲜效果较其他组更好。CO₂气调包装后生湿面条的色泽有明显改善,蒸煮吸水率也有所提升,对蒸煮损失率并未造成不良影响。CO₂气调包装对生湿面条的质构特性影响不大,CO₂体积分数为70%的气调包装能够显著降低生湿面条的黏性。对水分含量而言,CO₂体积分数为70%的气调包装更有助于减少水分的损失。综合考虑,CO₂和N₂体积分数分别为70%和30%时的气调包装更适合生湿面条的包装贮存。

参考文献:

- [1] 纪建海,崔志军.小麦蛋白质、面粉特性与面条品质的探讨[J].粮食科技与经济,2011,36(1):36—38.
JI Jian-hai, CUI Zhi-jun. Probe on Impact of Wheat Protein and Flour Characteristics to Noodle Quality[J]. Grain Science and Technology and Economy, 2011, 36(1): 36—38.
- [2] 谢佩文.鲜湿面的防腐保鲜及其质构品质的研究[D].广州:广东工业大学,2013.
XIE Pei-wen. Research on Preservation and Texture Quality of Wet Raw Noodles[D]. Guangzhou: Guangdong University of Technology, 2013.
- [3] 韩金玉.生鲜拉面的保鲜储藏技术研究[D].郑州:河南工业大学,2015.
HAN Jin-yu. Development on the Preservation and Storage Technology of Fresh Pulled Noodle[D]. Zhengzhou: Henan University of Technology, 2015.
- [4] HUANG J R, HUANG C Y, HUANG Y W, et al. Shelf-life of Fresh Noodles as Affected by Chitosan and Its Maillard Reaction Products[J]. LWT-Food Science and Technology, 2007, 40(7): 1287—1291.
- [5] 谢沁,李雪琴.生鲜湿面保鲜技术研究[J].农业机械,2012(9):65—67.
XIE Qin, LI Xue-qin. Study of Preservation of Wet Raw Noodles[J]. Farm Machinery, 2012(9): 65—67.
- [6] 谢沁.生鲜湿面品质控制关键技术研究[D].郑州:河南工业大学,2012.
XIE Qin. Study on Key Technology of Quality Control

- of Fresh Wet Noodle[D]. Zhengzhou: Henan University of Technology, 2012.
- [7] 谢晶, 程颖, 杨胜平, 等. 高体积分数 CO₂ 气调包装对冷藏凡纳滨对虾品质的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(18): 197—201.
- XIE Jing, CHENG Ying, YANG Sheng-ping, et al. Effect of High Carbon Dioxide Modified Atmosphere Packaging (MAP) on the Quality of *Litopenaeus Vannamei* during Cold Storage[J]. Food Science, 2016, 37(18): 197—201.
- [8] ZOUAGHI F, CANTALEJO M J. Study of Modified Atmosphere Packaging on the Quality of Ozonated Freeze-dried Chicken Meat[J]. Meat Science, 2016, 119: 123—131.
- [9] CARRIZOSA E, BENITO M J, RUIZMOYANO S, et al. Bacterial Communities of Fresh Goat Meat Packaged in Modified Atmosphere[J]. Food Microbiology, 2017, 65: 57—63.
- [10] 赵菲, 荆红彭, 伍新龄, 等. 不同气调包装结合冰温贮藏对羊肉保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(14): 232—237.
- ZHAO Fei, JING Hong-peng, WU Xin-ling, et al. Effect of Modified Atmosphere Packaging in Combination with Ice-temperature on Quality of Mutton during Storage[J]. Food Science, 2015, 36(14): 232—237.
- [11] 宋程, 王富华, 毕峰华, 等. 国内新鲜食品气调包装技术研究现状[J]. 包装与食品机械, 2017, 35(1): 54—57.
- SONG Cheng, WANG Fu-hua, BI Feng-hua, et al. Research Status of Modified Atmosphere Packaging Technologies for Fresh Food in China[J]. Packaging and Food Machinery, 2017, 35(1): 54—57.
- [12] 王晓明. 生鲜湿面在保鲜过程中品质调控的研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2014.
- WANG Xiao-ming. Study on the Quality Change of Fresh Noodles in the Preservation Process[D]. Zhengzhou: Henan University of Technology, 2014.
- [13] LI M, MA M, ZHU K X, et al. Delineating the Physico-chemical, Structural, and Water Characteristic Changes during the Deterioration of Fresh Noodles: Understanding the Deterioration Mechanisms of Fresh Noodles[J]. Food Chemistry, 2016, 216: 374—381.
- [14] 郭强, 刘宏图, 覃小丽, 等. 加工贮藏对荷叶茶黄酮类总量及香气和色泽的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(18): 272—277.
- GUO Qiang, LIU Hong-tu, QIN Xiao-li, et al. Effect of Processing and Storage on Flavonoids Content, Aroma Components and Color of Lotus Leaf Tea[J]. Food Science, 2015, 36(18): 272—277.
- [15] MUDGIL D, BARAK S, KHATKAR B S. Optimization of Textural Properties of Noodles with Soluble Fiber, Dough Mixing Time and Different Water Levels[J]. Journal of Cereal Science, 2016, 69: 104—110.
- [16] JRIDI M, ABDELHEDI O, SOUISSI N, et al. Improvement of the Physicochemical, Textural and Sensory Properties of Meat Sausage by Edible Cuttlefish Gelatin Addition[J]. Food Bioscience, 2015, 12: 67—72.
- [17] 代昕. 绿茶生鲜面的品质调控与保鲜研究[D]. 无锡: 江南大学, 2013.
- DAI Xin. Study on Quality Regulating and Preservation of Green Tea Fresh Noodles[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2013.
- [18] NOBILE M A D, BENEDETTO N D, SURIANO N, et al. Combined Effects of Chitosan and MAP to Improve the Microbial Quality of Amaranth Homemade Fresh Pasta[J]. Food Microbiology, 2009, 26(6): 587—591.
- [19] SANGUINETTI A M, CARO A D, SCANU A, et al. Extending the Shelf Life of Gluten-free Fresh Filled Pasta by Modified Atmosphere Packaging[J]. LWT-Food Science and Technology, 2016, 71: 96—101.
- [20] 马佳佳, 王毓宁, 隋思瑶, 等. 气调贮藏对金针菜外观色泽和营养品质的影响[J]. 食品工业科技, 2017, 38(9): 339—342.
- MA Jia-jia, WANG Yu-ning, SUI Si-yao, et al. Influence of Controlled Atmosphere Storage on Surface Color and Nutritional Qualities of *Hemerocallis Citrina* Baroni[J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(9): 339—342.
- [21] 罗玉龙, 靳焘, 靳志敏, 等. 不同包装条件对羊肉发酵香肠品质特性的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(18): 252—256.
- LUO Yu-long, JIN Ye, JIN Zhi-min, et al. Effects of Different Packaging Methods on the Quality Characteristics of Fermented Mutton Sausage[J]. Food Science, 2015, 36(18): 252—256.
- [22] CHANG E H, LEE J S, KIM J G. Cell Wall Degrading Enzymes Activity is Altered by High Carbon Dioxide Treatment in Postharvest 'Mihong' Peach Fruit[J]. Scientia Horticulturae, 2017, 225: 399—407.
- [23] 崔铭育. 不同气调条件对大米品质稳定性及食用品质影响的研究[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2015.
- CUI Ming-yu. Research on Different Controlled Atmosphere Influencing on Stability and Edibility of Rice Duality[D]. Daqing: Heilongjiang Bayi Agricultural University, 2015.
- [24] 饶伟丽. 高密度 CO₂ 对大肠杆菌菌体蛋白影响的研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2009.
- RAO Wei-li. Study of the Influence of Dense Phase CO₂ on the E.coli Protein[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2009.
- [25] FIK M, SUROWKA K, MACIEJASZEK I, et al. Quality and Shelf Life of Calcium-enriched Wholemeal Bread Stored in a Modified Atmosphere[J]. Journal of Cereal Science, 2012, 56(2): 418—424.