

包装方式对榨菜品质和保藏特性的影响

李阿敏¹, 杨文友², 洪冰¹, 吴杰², 杨蕊莲¹, 高平宇², 蒋和体^{1,*}

(1.西南大学食品科学学院, 重庆 400715; 2.重庆出入境检验检疫局, 重庆 400020)

摘要:以三腌完成的榨菜为原料, 加入辣椒、花椒、糖、食用油等进行调味, 选用透明(塑料袋)真空包装、不透明(铝箔袋)真空包装、透明充氮包装和不透明充氮包装4种方式对成品榨菜进行包装。对室温(25℃)条件下保藏的榨菜进行品质和保藏特性的研究。结果表明:在75 d保藏期内, 透明包装的褐变度、总酸含量、亚硝酸盐含量、菌落总数要高于不透明包装, 透明包装的色泽、硬度、感官均低于不透明包装;充氮包装榨菜的硬度、总酸含量、感官评价高于真空包装, 褐变度和菌落总数低于真空包装。不透明充氮的各项指标均优于其他包装方式, 可以较好地保持榨菜的品质。

关键词:榨菜; 材料; 充氮包装; 品质; 保藏特性

Effects of Packaging Methods on Quality and Storage Characteristics of Pickled Mustard Tubers

LI A'min¹, YANG Wenyou², HONG Bing¹, WU Jie², YANG Ruilian¹, GAO Pingyu², JIANG Heti^{1,*}

(1. College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Chongqing Enter-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Chongqing 400020, China)

Abstract: This study evaluated the quality and storage characteristics at room temperature (25℃) of pickled mustard tubers produced by three cycles of pickling, seasoning with chili, Sichuan pepper, sugar and cooking oil and one of three packaging treatments: transparent (plastic) vacuum packaging, opaque (aluminum foil) vacuum packaging, transparent nitrogen-filled packaging, and opaque nitrogen-filled packaging. Results indicated that during 75 days of storage, browning degree, total acid and nitrite contents, and aerobic plate count of pickled mustard tubers with transparent packaging were higher than those of the samples with opaque packaging, whereas color, hardness and sensory evaluation were lower in the former than the latter. The pickled mustard tubers in nitrogen-filled package had higher total acid contents and sensory evaluation scores but lower browning degree and aerobic plate count than those in vacuum package. All investigated indicators of opaque nitrogen-filled package were better than those of other types of package and opaque nitrogen-filled package maintained the quality of mustard better.

Key words: pickled mustard tubers; material; nitrogen-filled package; quality; storage characteristics

中图分类号: TS206.6; TS255.5

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2015)24-0332-05

doi:10.7506/spkx1002-6630-201524061

榨菜以茎用芥菜(*Brassica juncea* Cosson. var. *tumida*, 俗称青菜头)为原料, 经整理、脱水和加盐腌制再经后熟而成的一种半干的、伴有轻微乳酸发酵的特色蔬菜制品, 再以此为原料经过脱盐、调配、包装、灭菌等工艺制成方便榨菜^[1-2]。榨菜有“天然味精”之称, 经腌制发酵后, 其味更浓。涪陵榨菜作为世界三大酱腌菜之一, 凭借其鲜香嫩脆的特点深受广大消费者的喜爱^[3]。

市售的方便榨菜多是调味后进行包装再上架, 且大多采用的透明包装。相对于不透明包装, 透明塑料包装对食品具有良好的展示效果, 能够极大地提高顾客的购

买欲。但透明包装材料易透过光线引起食品变色甚至变质, 使其使用范围受到限制。采用透明包装的榨菜在保藏销售过程中极易发生变色、变味、变软, 甚至出现胀袋、酸败等一系列变质现象, 影响榨菜价值和保藏期^[4-5]。

随着包装技术和材料的发展, 食品的包装越来越多样化, 主要代表就是真空包装和充气包装。充气包装的两个主要作用是静菌(防霉)和防氧化, CO₂主要起静菌作用, 而防氧化作用主要由氮气完成^[6]。空气中的氧是食品氧化和嗜氧微生物大量繁殖致使食品腐败的不利因素, 当榨菜包装中的含氧量超过1%时就会加速榨菜的腐

收稿日期: 2015-05-30

基金项目: 重庆市科委2013重大课题(CSTC2013YYKF80004)

作者简介: 李阿敏(1991—), 女, 硕士研究生, 研究方向为现代食品加工理论与技术。E-mail: liamin.111@163.com

*通信作者: 蒋和体(1963—), 男, 教授, 博士, 研究方向为农产品加工。E-mail: jheti@126.com

败变质,因此榨菜的包装主要考虑控制其含氧量。可以通过真空充气包装来达到降低含氧量的目的。充入氮虽其本身不能抑制微生物生长繁殖,但它可减少榨菜包装内的氧气含量,并且使软包装饱满美观,同时它不会对榨菜产生危害。充入CO₂虽可起到静菌,但它对乳酸菌和酵母无效^[7],因此充CO₂不能用于榨菜的充气包装。虽说充氮包装可以用于榨菜的包装,但现在市面上基本没有充氮包装的榨菜。

本研究在榨菜加工中采用透明真空包装、不透明真空包装、透明充氮包装和不透明充氮包装,通过测定榨菜在一定保藏条件下,不同保藏时间的感官品质和理化指标变化,来探讨不同包装材料和方式对榨菜的品质和保藏特性的影响,为提高方便榨菜的品质提供有关选择包装材料和方式理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

三腌完成的半成品榨菜,重庆市涪陵榨菜集团股份有限公司;纯铝箔复合包装袋(PA/AL/PE、20丝、10 cm×15 cm)、塑料透明袋(PET/PE、20丝、10 cm×15 cm) 安徽顺发包装有限公司。

硝酸银、铬酸钾、氢氧化钠、酚酞、盐酸萘乙二胺、对氨基苯磺酸、冰醋酸、乙酸锌、亚铁氰化钾、硼酸钠、甲醛 成都科龙化工试剂厂。

1.2 仪器与设备

UltraScanPro测色仪 美国HunterLab公司;WFJ 7200型可见分光光度计 尤尼柯(上海)仪器有限公司;FA2004电子天平 上海舜宇恒平科学仪器有限公司;雷磁PHS-3C型pH计 上海仪电科学仪器有限公司;HWS-26电热恒温水浴锅 上海齐欣科学仪器有限公司;VD-650型桌上式净化工作台 苏州净化设备有限公司;CT-3质构仪 美国BrookField公司;DZ600/2S 真空包装机 上海人民包装股份有限公司;MAP-500型袋式气调保鲜包装机 上海炬钢机械制造有限公司。

1.3 方法

1.3.1 榨菜生产工艺^[8-9]

三腌完成的半成品榨菜→修筋→清洗→切片→脱盐→脱水→调配拌料→称量装袋→包装→整形杀菌→冷却→成品

工艺要点:脱盐脱水后的榨菜含盐量小于5%,属于低盐榨菜,水分含量约为85%。

将调配好的榨菜分别进行透明真空包装(真空度:0.09 MPa)、不透明真空包装、透明充氮包装

(100% N₂)和不透明充氮包装,采用90℃巴氏杀菌15 min,冷却后即成品,在室温条件下(25℃)保藏。在不同贮藏期测定榨菜的色泽、褐变度、硬度、亚硝酸盐含量、总酸含量、氨基态氮含量、微生物指标以及感官评定。

1.3.2 理化指标测定

1.3.2.1 色度的测定^[10]

随机选取榨菜片,置于UltraScanPro测色仪载物台反射口处,使用反射小孔在RSIN-包括镜面反射模式下采用L*a*b*系统测定L*、a*、b*值黄色程度。从包装袋中随机取5~10片,选择15个点进行测定,取其平均值。

1.3.2.2 褐变度的测定

采用消光值法^[10-11]。随机取样品并绞碎,称取10 g样品,加入100 mL蒸馏水,匀浆40 s后过滤,将滤液在25℃的水浴中保温5 min制成样液,在波长410 nm测定样液的吸光度A,以10×A_{410 nm}表示榨菜褐变度。

1.3.2.3 硬度的测定

采用TA44探头(直径4 mm),参数设置为:预测试速率2.00 mm/s,测试速率0.5 mm/s,2次测试中间停顿5 s,试样受压形变30%。从每袋榨菜中取5~10片,取15个点进行测定,取其平均值。

1.3.2.4 亚硝酸盐含量测定

参照GB 5009.33—2010《食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定》^[12],采用分光光度法测定。

1.3.2.5 酸度的测定

参照GB/T 12456—2008《食品中总酸的测定》^[13],采用酸碱滴定法测定。

1.3.2.6 氨基态氮含量的测定

参照ZBX 66038—1987《氨基态氮测定法》^[14],采用甲醛滴定法测定。

1.3.3 微生物指标

菌落总数参照GB 4789.2—2010《食品微生物学检验:菌落总数测定》^[15],采用琼脂培养基平板计数法。

大肠菌群按照GB 4789.3—2010《食品微生物学检验:大肠菌群计数》^[16],采用MPN计数法。

1.3.4 感官评定^[17-19]

表1 感官评价标准

Table 1 Criteria for sensory quality evaluation of pickled mustard tubers

项目	评分		
	8~10分	5~8分	5分以下
色泽(10分)	与原辅料相近,色泽鲜亮	与原辅料相差不大,较鲜亮	与原辅料相差大且发暗,发褐
滋味(10分)	具有榨菜的特有鲜香味及辅料固有滋味	原辅料香味较淡	原辅料香味不明显,有异味产生
质地(10分)	具有榨菜特有的嫩、脆,咀嚼性好	脆嫩感较好,咀嚼性适中	脆嫩感较差,咀嚼性差
形状(10分)	菜片呈片状,外形完整、均匀饱满	外形较完整,较饱满	外形完整性差,不饱满

打开榨菜包装，观察榨菜片颜色，闻其气味，再进行品尝，对其口感进行鉴定，感官评价人员为经过专业感官评价训练的在校学生（10人），评分标准如表1所示。

1.4 数据分析

运用Origin和SPSS软件对实验数据进行分析处理。

2 结果与分析

2.1 包装条件对榨菜色泽的影响

2.1.1 色差变化

表2 色泽在保藏期间的变化

Table 2 Change in color value of pickled mustard tubers during storage

包装方式	保藏时间/d	L^*	a^*	b^*	ΔE
不透明真空	0	49.13±1.52	2.17±0.32	17.51±1.20	
	15	47.47±1.34	2.85±0.30	18.61±1.41	3.33±1.01
	30	45.25±1.44	3.34±0.44	20.31±1.05	4.56±0.81
	45	44.18±1.63	4.02±0.41	19.63±1.61	5.17±0.64
	60	42.85±1.73	4.26±0.65	18.88±1.27	6.79±0.92
	75	41.17±1.29	4.41±0.59	18.78±1.19	8.38±1.23
透明真空	15	47.40±1.12	3.09±0.32	19.04±0.98	2.54±0.58
	30	43.85±1.45	3.55±0.56	20.24±1.53	5.54±1.30
	45	42.99±1.49	4.16±0.45	19.51±1.37	6.74±0.89
	60	41.14±1.62	4.42±0.59	19.14±1.27	8.44±0.73
	75	39.328±1.54	4.61±0.48	18.70±1.01	10.20±0.64
不透明充氮	15	48.10±1.40	3.06±0.35	18.61±1.13	2.52±0.83
	30	45.53±1.09	3.36±0.50	20.11±1.31	4.91±0.68
	45	44.50±1.53	4.12±0.75	19.77±1.34	5.49±0.57
	60	42.88±1.56	4.26±0.43	18.95±1.45	6.73±1.05
	75	41.32±1.54	4.43±0.36	18.78±1.38	8.24±0.94
透明充氮	15	46.97±1.29	3.18±0.29	18.77±1.19	3.53±1.18
	30	44.03±1.62	3.44±0.50	20.22±1.45	5.75±1.44
	45	43.11±1.38	4.13±0.52	19.62±1.32	6.66±1.16
	60	41.44±1.51	4.43±0.48	18.83±1.37	8.09±0.84
	75	39.61±1.62	4.52±0.42	19.04±1.41	9.90±1.04

表3 保藏一个月时榨菜色泽显著性分析 (n=15)
Table 3 Significance analysis of color parameters after one month of storage (n = 15)

处理	L^*	a^*	b^*	ΔE
不透明真空	45.25±1.44 ^a	3.34±0.44 ^a	20.31±1.05 ^a	4.56±0.81 ^a
透明真空	43.85±1.45 ^{bd}	3.55±0.56 ^a	20.24±1.53 ^a	5.54±1.30 ^{bd}
不透明充氮	45.53±1.09 ^a	3.36±0.50 ^a	20.11±1.31 ^a	4.91±0.68 ^a
透明充氮	44.03±1.62 ^{cd}	3.44±0.50 ^a	20.22±1.45 ^a	5.75±1.44 ^{cd}

注：同一列肩标不同字母表示差异显著（ $P<0.05$ ）。下同。

由表2可以看出，榨菜在保藏的过程中 L^* 值会逐渐下降。榨菜中含有的氨基酸达17种之多，同时榨菜中还含有较多的糖分、纤维素、果胶和半纤维素，还原糖和氨基化合物会发生美拉德反应，生成褐色甚至黑色物质，使得榨菜的亮度下降，表现为榨菜色泽变暗。张兰威^[20]研究发现褐变是造成腌制菜颜色变化的主要原因，包括酶促褐变和非酶促褐变。透明包装榨菜的 L^* 值低于不透明包装，真空包装的 L^* 值略低于充氮包装；榨菜保藏期

间 a^* 值先快速上升再缓慢上升。整个保藏期间榨菜的 a^* 值均为正值，表现为颜色偏红，与赵兴娥^[10]研究中 a^* 值起始值小于0不同，这是因为本实验中榨菜调味时加入辣椒所致； b^* 值在保藏期间均呈现出先快速上升再下降又缓慢上升的趋势，表现为变黄后变白再变黄，Ozawa等^[21]研究发现腌制小萝卜等腌制蔬菜在保藏过程中出现的变黄后变白再变黄的现象可能与4-甲硫基-3-叔丁基异硫氰酸酯的形成、分解并生成黄色素有关。 ΔE 值逐渐上升，其变化程度呈现出透明真空>透明充氮>不透明真空>不透明充氮。由表3可以看出，在保藏一个月时透明包装和不透明包装的 L^* 值和 ΔE 值均差异显著（ $P<0.05$ ），透明真空和不透明充氮的 L^* 值和 ΔE 值均差异显著（ $P<0.05$ ）。由此表明，相较于透明包装，不透明包装可以较好地保持榨菜的色泽，充氮包装也可以在一定程度减少延缓色泽的变化，不透明充氮包装保持榨菜色泽更佳。

2.1.2 褐变度变化

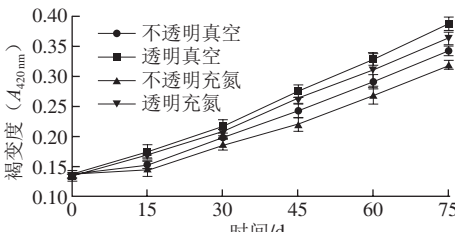


图1 褐变度变化趋势

Fig.1 Change in browning index as a function of storage time

由图1可以看出，随着榨菜保藏时间的延长褐变指数不断升高，透明真空>透明充氮>不透明真空>不透明充氮。不透明材料包装以及充氮包装对榨菜的褐变有一定的抑制作用，不透明充氮包装榨菜的褐变程度最小。

2.2 包装条件对榨菜硬度的影响

表4 硬度在榨菜保藏期间的变化

Table 4 Change in hardness of pickled mustard tubers during storage

处理	硬度/N						软变率/%
	0 d	15 d	30 d	45 d	60 d	75 d	
不透明真空	40.24±1.63 ^a	35.24±2.54 ^a	33.45±2.59 ^a	30.41±1.61 ^a	27.56±2.04 ^a	24.19±1.66 ^a	39.89
透明真空	36.87±2.45 ^{ab}	31.99±1.47 ^a	28.90±1.89 ^{bc}	25.04±1.80 ^b	22.48±1.62 ^b	19.61±1.60 ^b	46.81
不透明充氮	41.36±2.96 ^{ac}	36.23±2.51 ^a	34.11±1.27 ^a	31.31±1.15 ^a	29.11±1.75 ^a	27.02±2.68 ^a	34.67
透明充氮	37.73±2.30 ^b	34.83±2.22 ^a	31.11±1.40 ^c	29.32±1.30 ^b	24.71±2.31 ^c	22.10±2.15 ^d	41.43

注：软变率/% = (第0天硬度-第75天硬度)/第0天硬度×100。

由表4可看出，榨菜的硬度在整个保藏期间会逐渐下降。透明真空和透明充氮与不透明充氮的榨菜在杀菌完成后（0d）的硬度之间差异显著（ $P<0.05$ ），充氮以及不透明包装可以在杀菌过程中减少榨菜硬度的降低。在保藏30~75d时透明包装与不透明包装之间差异显著（ $P<0.05$ ），在保藏45~75d时充氮包装与真空包装之间差异显著（ $P<0.05$ ）。充氮包装和不透明包装分别可

以在榨菜保藏期间使得软变率下降7%和5%。不透明（铝箔）包装有很好的阻隔氧气和避光作用，从而减少了微生物生长和水分的流失。充氮包装可以减少榨菜在保藏过程中由于挤压造成的组织变软，同时袋内气体压强大可以阻止袋外气体的进入。穆翠娥等^[22]研究发现充氮包装可以减缓猕猴桃硬度的下降速度，并且有效延长猕猴桃的保质期。

2.3 包装条件对榨菜亚硝酸盐含量的影响

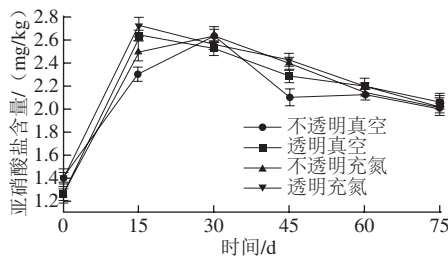


图2 亚硝酸盐在榨菜保藏期间的变化

Fig.2 Change in nitrite level of pickled mustard tubers during storage

由图2可以看出，榨菜亚硝酸盐含量在保藏过程中都会呈显著先增加再减少的过程，即出现“亚硝峰”。透明包装榨菜的峰出现在15 d左右，不透明包装的峰出现在30 d左右，且透明包装的峰值较不透明包装的峰值高，由此可以得出不透明包装可以推迟亚硝峰的出现时间，且峰值较低。在保藏期间充氮包装的榨菜中亚硝酸含量高于真空包装的榨菜。陈义伦等^[23]发现泡菜产品在保藏过程中亚硝酸盐会出现上升再下降的趋势。

2.4 包装条件对榨菜理化及微生物指标的影响

由表5可知，在整个保藏期内，总酸呈现出下降的趋势，不透明包装榨菜的总酸含量高于透明包装，不透明包装榨菜总酸的变化幅度较小，透明包装变化较大。充氮包装总酸略高于真空包装，但变化不明显；氨基酸氮含量整体上升，榨菜保藏前期氨基态氮的含量快速增加，且透明包装的增加程度大于不透明包装。透明包装的榨菜氨基态氮含量在30 d时达到最大之后又逐渐下降，最后趋于平缓。不透明包装的榨菜氨基态氮含量在45 d前都呈现增加趋势之后慢慢趋于平缓，稍有下降。这是因为榨菜在保藏前期蛋白质的分解所产生的氨基态氮的量比参与美拉德反应被消耗的量多，另外，光照会加速蛋白质的分解^[10,24-25]，从而导致透明包装的氨基态氮生成速度大于不透明组榨菜。45 d以后榨菜中的蛋白质大部分已经被分解了，氨基态氮没有其他的来源，但美拉德反应依然在进行，因此氨基态氮只能被消耗，所以透明和不透明包装的氨基态氮含量都随时间延长而减少。在保藏后期透明包装的氨基态氮含量减少的较快，铝箔隔氧性

强会减缓美拉德反应的速度，因此透明包装的褐变程度比充氮包装更严重。真空包装的榨菜对氨基态氮含量略高于充氮包装，氮气具有很好地抗氧化效果，减缓氨基态氮的损失；保藏期间各处理的菌落总数均增大，但都不超过80 CFU/g，其中透明包装增长较快，充氮包装增长较慢，大肠菌群均 ≤ 30 CFU/g，不影响榨菜的卫生状况。

表5 榨菜理化及微生物指标变化

Table 5 Changes in physical, chemical and microbiological indexes during storage

处理	保藏时间/d	氨基态氮含量/ (g/100 g)	总酸含量/ (g/100 g)	菌落总数/ (CFU/g)	大肠菌群/ (CFU/g)
不透明真空	0	0.142±0.013	0.337±0.015	2	≤30
	15	0.152±0.008	0.334±0.026	9	≤30
	30	0.162±0.011	0.326±0.021	25	≤30
	45	0.178±0.010	0.320±0.018	30	≤30
	60	0.177±0.013	0.319±0.025	45	≤30
	75	0.176±0.014	0.321±0.017	65	≤30
透明真空	15	0.160±0.011	0.330±0.018	10	≤30
	30	0.200±0.012	0.321±0.021	22	≤30
	45	0.181±0.009	0.318±0.024	35	≤30
	60	0.176±0.012	0.315±0.016	50	≤30
	75	0.173±0.014	0.320±0.024	75	≤30
不透明充氮	15	0.152±0.010	0.336±0.018	8	≤30
	30	0.161±0.014	0.326±0.023	15	≤30
	45	0.178±0.009	0.322±0.025	25	≤30
	60	0.177±0.011	0.320±0.017	45	≤30
	75	0.175±0.014	0.323±0.017	65	≤30
透明充氮	15	0.159±0.013	0.332±0.021	10	≤30
	30	0.195±0.010	0.322±0.025	23	≤30
	45	0.180±0.013	0.318±0.020	35	≤30
	60	0.177±0.012	0.316±0.019	45	≤30
	75	0.173±0.009	0.321±0.027	60	≤30

2.5 包装条件对榨菜感官评价的影响

由表6可以看出，成品榨菜在保藏期间感官评价总分逐渐降低；榨菜滋味的评价值在15 d时最高，这可能是因为在榨菜中添加的辅料在15 d时味道融合的更加和谐；不透明包装的榨菜评价值要高于透明包装，这主要体现在色泽和质地的评分方面，图1和表4中数据显示不透明包装的褐变度和硬度要分别低于和高于透明包装，透明包装的榨菜会受到光照的影响，以及透明袋有一定程度的透氧透光性会使得榨菜颜色变化较大，使得榨菜颜色变深和质地变软；充氮包装的评价值高于真空包装，这主要体现在榨菜外观形状和质地上，表4数据显示充氮包装的硬度高于真空包装，充氮包装可以充分地给予榨菜片空间，不会对榨菜造成挤压，使得榨菜的形状保持舒展完整，同时袋内气体压强大可以阻止袋外气体的进入，氮气具有抗氧化效果，减少腐败菌的滋生。

表6 榨菜感官评价结果
Table 6 Results of sensory quality evaluation

处理	保藏时间/d	评分				总分
		色泽	气味	质地	形状	
不透明真空	0	9.4	9.0	9.3	8.8	36.5
	15	8.7	9.3	8.5	8.4	34.9
	30	8.0	8.7	7.9	7.8	32.4
	45	7.4	7.6	7.3	7.3	29.6
	60	6.9	7.1	6.8	7.1	27.9
	75	6.3	6.5	6.5	6.5	25.8
透明真空	0	9.3	9.0	9.2	8.8	36.3
	15	8.3	9.2	8.4	8.4	34.3
	30	7.7	8.7	7.7	7.9	32.0
	45	7.0	7.5	7.2	7.1	28.8
	60	6.4	7.3	6.7	6.8	27.2
	75	5.9	6.0	6.2	6.4	24.5
不透明充氮	0	9.4	9.1	9.4	9.0	36.9
	15	8.7	9.2	8.7	8.7	35.3
	30	8.1	8.7	8.1	8.1	33.0
	45	7.7	7.6	7.6	7.6	30.5
	60	7.0	7.3	7.4	7.3	29.0
	75	6.5	6.3	6.7	6.7	26.2
透明充氮	0	9.3	8.8	9.3	8.9	36.3
	15	8.3	9.2	8.5	8.5	34.5
	30	7.9	8.5	8.0	8.0	32.4
	45	7.1	7.6	7.4	7.6	29.7
	60	6.5	7.3	7.0	7.1	27.9
	75	6.2	6.3	6.4	6.7	25.6

注：评价总分为各项得分之和。

表7 保藏一个月显著性分析 (n=10)
Table 7 Significance analysis of sensory evaluation score after one month of storage (n = 10)

处理	保藏时间/d					
	0	15	30	45	60	75
不透明真空	36.5±0.4 ^a	34.9±0.4 ^a	32.4±0.6 ^a	29.7±0.6 ^a	27.9±0.7 ^a	25.8±0.6 ^a
透明真空	36.3±0.5 ^{ab}	34.3±0.5 ^b	32.0±0.7 ^{ab}	28.8±0.5 ^b	27.2±0.6 ^b	24.5±0.4 ^b
不透明充氮	36.9±0.7 ^{ac}	35.3±0.3 ^{ac}	33.0±0.4 ^{ac}	30.5±0.4 ^c	29.0±0.6 ^c	26.2±0.4 ^c
透明充氮	36.3±0.6 ^a	34.5±0.5 ^{ab}	32.4±0.6 ^{ab}	29.7±0.8 ^a	27.9±0.5 ^a	25.6±0.4 ^a

由表7的显著性分析可以看出，随着保藏时间的延长，各个处理间出现显著差异（ $P<0.05$ ），尤其是在透明包装和不透明包装，充氮包装和真空包装之间。不同的包装条件会对榨菜的感官品质产生一定的影响，并且差异显著（ $P<0.05$ ）。

3 结论

采用透明塑料袋、铝箔袋、真空包装、充氮包装4种包装方式包装调配好的成品榨菜，在自然条件下进行保藏。在75 d保藏期内，透明包装的褐变指数、总酸含量、亚硝酸盐含量、菌落总数要高于不透明包装，透明袋的色泽、硬度、感官评价均低于不透明包装；充氮包装榨菜的硬度、总酸含量、感官评价高于真空包装，褐变指数和菌落总数低于真空包装。

综上，透明包装会使消费者比较直观地观察到榨菜的状态，但是由于其较大的透光透气性，会使得榨菜的营养物质流失，整体品质低于不透明包装榨菜。充氮包装可以很好地保持榨菜的外形及硬度，整体品质高于真空包装。实验中不透明充氮的各项指标均优于其他包装方式，可以较好地保持榨菜的品质。

参考文献：

[1] 雷兰兰, 吴祖芳, 翁佩芳. 榨菜低盐腌制卤汁生产营养调味汁的工艺优化[J]. 食品科学, 2012, 33(4): 287-191.

[2] 谭雁文, 赵心娥, 陈光静, 等. 透明包装榨菜变色机理[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(11): 182-186.

[3] 贺云川, 周斌全, 刘德君. 涪陵榨菜传统工艺概述[J]. 食品与发酵工业, 2013, 49(4): 57-60.

[4] JIRO N. Transparent high barrier report pouch[J]. JPI Journal, 2002, 40(5): 448-552.

[5] LANG J, WYSER Y. Recent innovations in barrier technologies for plastic packaging: a review[J]. Packaging Technology and Science, 2003, 16(4): 149-158.

[6] 沈洪. 国外食品充气包装发展趋向[J]. 包装工程, 1995, 15(3): 46-47.

[7] 肖梦兰. 榨菜的保鲜与包装[J]. 中国包装工业, 2003(3): 38-39.

[8] 张玉. 榨菜脱盐工艺条件的研究[J]. 四川食品与发酵, 2008, 44(5): 39-41.

[9] 周扬, 张聪, 黄文刚. 榨菜加工新工艺探讨[J]. 中国调味品, 2011, 36(4): 118-120.

[10] 赵兴娥. 透明包装榨菜品质变化及其控制技术研究[D]. 重庆: 西南大学, 2013.

[11] 郁志芳, 夏志华, 陆兆新. 鲜切甘薯酶促褐变机理的研究[J]. 食品科学, 2005, 26(5): 54-59.

[12] GB 5009.33—2010 食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.

[13] 中国食品发酵研究院. GB/T 12456—2008 食品中总酸的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.

[14] 上海市酿造科学研究所. ZBX66038—1987 氨基态氮测定法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1987.

[15] GB 4789.2—2010 食品微生物学检验: 菌落总数测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.

[16] GB 4789.3—2010 食品微生物学检验: 大肠菌群计数[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.

[17] 王肖莉, 屈小玄, 王守凤, 等. 煮汤对榨菜品质感官品质的影响[J]. 中国调味品, 2012, 37(9): 22-24.

[18] 邓冕, 尼海峰, 熊发祥, 等. 方便榨菜食品在流通领域的品质变化初探[J]. 食品与发酵科技, 2011, 47(2): 74-78.

[19] 叶兴乾. 果品蔬菜加工工艺学[M]. 2版. 北京: 中国农业出版社, 2010: 160.

[20] 张兰威. 酸菜发酵与保藏期间发生变色的机理研究[J]. 科研开发, 1997(5): 23-24.

[21] OZAWA Y, UDA Y, OHSHIMA T, et al. Formation of yellow pigment by the reaction of 4-methylthio-3-butenylisocyanate with L-ascorbic acid and some dihydroxyphenolic compounds[J]. Agricultural and Biological Chemistry, 1990, 54(3): 605-611.

[22] 穆翠娥, 饶景萍, 张中海. 充N₂包装对猕猴桃鲜果切片品质和生理效应的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2007, 35(7): 107-110.

[23] 陈义伦, 许苗苗, 尚艳艳. 泡菜产品保藏过程中亚硝酸盐含量的变化及控制[J]. 食品发酵与工业, 2009, 35(1): 78-81.

[24] 王樟, 许时婴. 食品化学[M]. 3版. 北京: 中国轻工业出版社, 2003: 544-549.

[25] 彭姣凤, 张磊. 光氧化的成因及其削减机制[J]. 生命科学研究, 2000, 4(2): 83-90.