

文章编号:1000-2340(2015)02-0249-05

## 不同温度下气调包装对酱牛肉保鲜效果的影响

顾 胜, 赵莉君, 赵改名, 柳艳霞, 李苗云, 高晓平, 张秋会, 孙灵霞, 黄现青

(河南省肉制品加工与质量安全控制重点实验室, 河南农业大学食品科学技术学院, 河南 郑州 450002)

**摘要:**为了解决酱牛肉流通时货架期短和风味易劣变难题,本研究探讨了10℃、25℃下气调和真空包装对酱牛肉保鲜效果的影响。结果表明,在10℃条件下贮藏,与真空组相比气调包装可使酱牛肉货架期延长2.78 d(在真空组第12菌落总数超标基础上),贮藏的第15天其硫代巴比妥酸反应物(TBARS)值、总挥发性盐基氮(TVB-N)分别降低了20.7%,14.4%;在25℃条件下贮藏,与真空组相比气调组货架期可延长1.56 d(在真空组第6天菌落总数超标基础上),贮藏的第15天其TBARS、TVB-N分别降低21.3%,12.6%。气调包装比真空包装能更好地保持酱牛肉风味,并显著延长其货架期,其保鲜效果在温度较低时效果尤为明显。

**关键词:**气调包装;酱牛肉;硫代巴比妥酸反应物;总挥发性盐基氮

中图分类号:TS251

文献标志码:A

DOI:10.16445/j.cnki.1000-2340.2015.02.022

### Effects of modified atmosphere packing on the preservation of spiced beef at different temperatures

GU Sheng, ZHAO Lijun, ZHAO Gaiming, LIU Yanxia, LI Miaoyun, GAO Xiaoping,

ZHANG Qiuhui, SUN Lingxia, HUANG Xianqing

(Henan Key Laboratory of Meat Processing and Quality Safety Control, College of Food Sciences and Technology, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** In order to solve the problem of short shelf life and flavor deterioration, studied the effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on the preservation of spiced beef at 10℃ and 25℃. The results showed that, compared with the vacuum packaging, the modified atmosphere packaging could extend the shelf life of spiced beef by 2.78 days stored at 10℃ (on the basis of the total number of colonies of the vacuum group exceeded on 12<sup>th</sup> day) and on the 15<sup>th</sup> day the thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) value was reduced by 20.7%, and the total volatile basic nitrogen (TVB-N) by 14.4%. The modified atmosphere packaging extended the shelf life of spiced beef by 1.56 days stored at 25℃ (on the basis of the total number of colonies of the vacuum group exceeded on 6<sup>th</sup> day) and on the 15<sup>th</sup> day TBARS was reduced by 21.3%, TVB-N by 12.6%. MAP could maintain the flavor of spiced beef well and extend its shelf life significantly. The results would be better in low temperature.

**Key words:** modified atmosphere packing (MAP); spiced beef; thiobarbituric acid (TBA); total volatile basic nitrogen (TVB-N)

酱牛肉作为中国传统的肉制品,其口感好、风味佳、食用方便,深受广大消费者喜爱<sup>[1]</sup>。但酱牛

收稿日期:2014-10-09

基金项目:“十二五”农村领域国家科技计划项目(2012BAD28B02-02);国家自然科学基金项目(31271895)

作者简介:顾 胜(1988-),男,河南信阳人,硕士研究生,主要从事肉品科学与食品微生物方面的研究。

通信作者:黄现青(1977-),男,河南安阳人,副教授,博士。

肉营养丰富,水分活度高,非常适宜微生物生长,产品的货架期很短,严重制约了酱牛肉的生产和流通,限制了其工业化的生产。目前,企业为了延长其货架期,采用二次热杀菌,这样却对其风味产生了严重的不利影响<sup>[2]</sup>。气调包装是延长食品货架期的一种新兴技术<sup>[3]</sup>,气调包装对冷鲜肉的保鲜、对酱牛肉货架期的延长和风味保持效果的研究,也有不少报道<sup>[4-8]</sup>。胡洁云等<sup>[9]</sup>研究了气调包装酱牛肉贮藏过程中优势腐败菌变化规律,海丹等<sup>[10]</sup>研究了低温下气调包装对酱牛肉保鲜效果的影响。但是,由于中国经济发展相对滞后,十分不平衡,冷链物流尚不健全,无法采用冷链运输或全程冷链流通。因此,必须对不同温度条件下气调包装酱牛肉保鲜效果的影响进行评价。本研究对 10 ℃ 和 25 ℃ 贮藏下气调比例为体积分数 80% CO<sub>2</sub> 和 20% N<sub>2</sub> 气调包装对酱牛肉的保鲜效果进行了研究,旨在为企业运输和酱牛肉产品贮藏提供理论依据和技术指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

某企业产牛后腿肉、食盐、酱油、黄酒、冰糖、香辛料等。

### 1.2 试验器材

DE-260/PD 真空包装机(大江真空包装器械有限公司);电子鼻 P/N PEN3(德国 AIRSENSE);DT-6S 实验室专用气调保鲜包装机(大江真空包装器械有限公司);DNP-9272 恒温培养箱(上海精密实验设备有限公司);MIR-254 SANYO 低温恒温培养箱;Allegra™ 64R 冷冻离心机(美国贝克曼库尔特有限公司);JJ-CJ-2R 洁净工作台(吴江市净化设备总厂);HVE-50 高压灭菌锅;蒸煮锅;电磁炉;电子天平。

### 1.3 样品处理与试验设计

将新鲜牛肉清洗干净并剔除表层的筋膜和脂肪、腌制、加料蒸煮,然后切分成每块质量约 100 g 的肉块,随机分组。分别用气调包装机和真空包装机进行包装,气调包装条件为:充气时间 30 s,充气压强为 0.2 MPa,气调比例体积分数 80% CO<sub>2</sub>/20% N<sub>2</sub>;真空包装条件为:抽真空 1.6 s,真空度 0.1 MPa。样品包装后立即置于 10 ℃ 和 25 ℃ 的恒温条件下贮藏,分别于贮藏的第 0、3、6、9、12、15 天取样进行各指标的测定。

### 1.4 指标测定方法

1.4.1 微生物计数 按照 GB/T 4789.2—2010

《食品卫生微生物学检验:菌落总数测定》进行测定<sup>[11]</sup>。

1.4.2 pH 值测定 按照 GB/T 9695.5—2008《肉与肉制品 pH 测定》进行。

1.4.3 色差值的测定 使用 CR400 型号色差计进行色差测定,选取样品表面不同部位测定,使用前对仪器进行校准。

1.4.4 硫代巴比妥酸(Thiobarbituric acid reactive substance, TBARS)测定 取 10 g 肉样研细,加入 50 mL 7.5% 的三氯乙酸(含 0.1% 的 EDTA),振荡 30 min,双层滤纸过滤。取 5 mL 上清液加入 5 mL 0.02 mol·L<sup>-1</sup> 的 TBA 溶液,90 ℃ 水浴中保温 40 min,取出冷却 1 h 后离心 5 min(1 600 r·min<sup>-1</sup>)。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,记录吸光度值。同时做平行试验和空白试验。试样中 TBARS 值按下式进行计算。

$$TBARS = [(A_{532} - A_{600}) / 155] \times 1/m \times 72.6 \times 100 \quad (1)$$

式中:TBARS 为硫代巴比妥酸, A<sub>532</sub> 为样液在 532 nm 波长吸光度值, A<sub>600</sub> 为样液在 600 nm 波长吸光度值, m 为样品质量。

1.4.5 TVB-N 值测定 按照 GB/T 5009.44—2003《肉与肉制品卫生标准分析方法》进行<sup>[12]</sup>。采用半微量定氮法。

1.4.6 风味测定 PEN3 电子鼻中有 10 个不同的传感器,不同的传感器可以分析不同类的气味物质,如表 1 所示。取不同贮藏天数的样品 10 g 放入 100 mL 三角瓶中,用保鲜膜封口后放置在恒温水浴锅中 45 ℃ 水浴 5 min,然后将进样针头插入三角瓶中进行电子鼻测定。电子鼻测定条件:样品准备 5 s,自动清洗时间 120 s,分析测定 60 s,进样流量为 300 mL·min<sup>-1</sup>。

表 1 PEN3 电子鼻传感器敏感物质

Table 1 Shows the schematic diagram of the electronic-nose measurements and the gas flow of PEN3

编号	传感器	敏感物质
Array number	Sensor	Substances for sensing
S1	W1C	芳烃化合物
S2	W5S	氮氧化物
S3	W3C	氨,芳香分子
S4	W6S	氢化物
S5	W5C	烯烃,芳族,极性分子
S6	W1S	烷类
S7	W1W	硫化物
S8	W2S	检测醇,部分芳香族化合物
S9	W2W	芳烃化合物,硫的有机化合物
S10	W3S	烷类和脂肪族

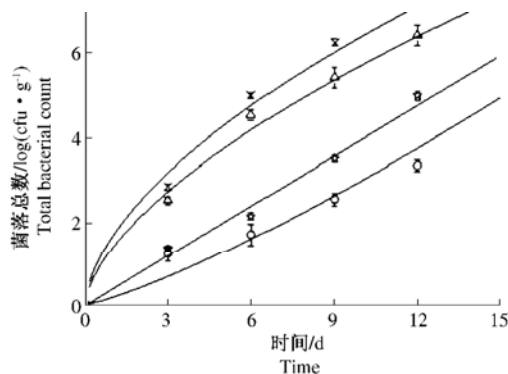
用 Origin8.0, SPSS18.0 和 Excel 进行数据处理与统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 酱牛肉贮藏期间菌落总数的变化

菌落总数是反映酱牛肉腐败变质的一个重要指标,酱牛肉主要是在冷却和包装过程中容易被微生物污染,对 10 °C 和 25 °C 条件下贮藏的 2 种包装方式酱牛肉于不同贮藏时间取样,进行菌落总数测定,对菌落总数随贮藏时间的变化用 Origin8.0 中 Power Allometric1 模型对其增殖曲线进行拟合,拟合曲线见图 1,拟合曲线相关参数见表 2。

由表 2 可知,拟合曲线相关系数  $R^2$  均在 0.95 以上,拟合程度较好。国标规定菌落总数限量为  $4.9 \log(\text{cfu} \cdot \text{g}^{-1})$ ,10 °C 贮藏条件下,真空组菌落总数第 12.25 天超标(实测第 12 天),气调组第 15.03 天超标(实测第 15 天)。25 °C 贮藏条件下,真空组菌落总数第 6.33 天超标(实测第 6 天),气调组第 7.89 天超标(实测第 9 天)。由图 1 可以看出,在贮藏天数相同条件下,真空组比气调组高,25 °C 比



Z:真空;Q:气调。数字指贮藏温度,下同。

Z. Vacuum; Q. Atmosphere, The numbers refer to the temperature. The same as below.

图 1 酱牛肉贮藏过程中菌落总数的变化

Fig. 1 Changes of the total bacterial count of spiced beef during storage

10 °C 高,表明低温气调具有更佳的保鲜效果。DEVLIEGHIERE 等<sup>[13]</sup>1998 年就研究提出气调包装时只有溶解的  $\text{CO}_2$  才是抑制微生物生长的活性气体。气调组中含有 80%  $\text{CO}_2$ ,对微生物生长具有一定的抑制作用,显示出较好的保鲜效果。

表 2 拟合曲线相关参数

Table 2 Curve fitting parameters

组 Group	温度/°C Temperature	方程 Equation	a	b	$R^2$	标准偏差 Standard error		x	y	实测值(x) Measured value
						a	b			
真空包装 Vacuum packaging	10	$y = ax^b$	0.41	0.99	0.9888	0.09	0.02	12.25	4.9	12
真空包装 Vacuum packaging	25	$y = ax^b$	1.68	0.58	0.9731	0.15	0.04	6.33	4.9	6
气调包装 MAP	10	$y = ax^b$	0.17	1.24	0.9594	0.07	0.07	15.03	4.9	15
气调包装 MAP	25	$y = ax^b$	1.39	0.61	0.9884	0.58	0.06	7.89	4.9	9

### 2.2 酱牛肉贮藏期间 pH 值的变化

pH 值是衡量肉制品品质的一个指标,随着肉制品贮藏时间延长,腐败变酸,pH 值下降。由图 2 可知,pH 值总体上变化较小。10 °C 下真空包装 pH 值较气调组高,这可能是气调中  $\text{CO}_2$  在贮藏过程中部分溶于肉中所致。

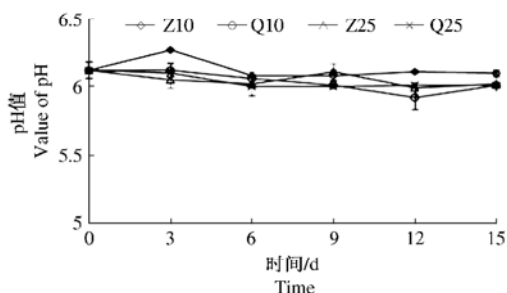


图 2 酱牛肉贮藏过程中 pH 值的变化

Fig. 2 Changes of pH of spiced beef during storage

### 2.3 酱牛肉贮藏期间色泽的变化

色差中  $L^*$  代表明度或者亮度,其值越大肉色越白; $a^*$  代表红度,其值越大说明样品具有更鲜艳的红色; $b^*$  代表黄度, $b^*$  值越大,肉色发黄。酱牛肉贮藏过程中色差值的变化如表 3 所示。

在贮藏过程中酱牛肉  $L^*$  值整体上呈增大趋势, $a^*$  值总体上呈下降趋势。贮藏第 15 天气调组  $L^*$ 、 $a^*$  与真空组比较相对较小,黄度值  $b^*$  相对较大,表明气调包装对酱牛肉色泽保持优于真空组。

### 2.4 酱牛肉贮藏期间脂肪氧化的变化

脂肪氧化会导致食品营养丧失,改变食品特性,加快食品的腐败变质,TBARS 值大小反映脂肪氧化程度,其值越大表明氧化越严重,产品风味劣变越严重。酱牛肉贮藏过程中 TBARS 变化趋势如图 3 所示。由图 3 可以看出,低温和气调均可以显

表3 酱牛肉贮藏过程中色差值的变化

Table 3 Changes of chromatic aberration of spiced beef during storage

类别 Classification			贮藏时间/d Storage time					
			0	3	6	9	12	15
			真空包装 Vacuum packaging	10 °C	$L^*$	$26.63 \pm 0.58$	$31.32 \pm 1.28$	$31.51 \pm 0.50$
		$a^*$	$7.37 \pm 0.55$	$4.88 \pm 0.50$	$6.36 \pm 0.51$	$6.99 \pm 0.61$	$6.36 \pm 0.73$	$6.38 \pm 0.46$
		$b^*$	$9.85 \pm 0.59$	$6.25 \pm 0.29$	$6.69 \pm 0.54$	$8.63 \pm 0.98$	$8.36 \pm 0.48$	$8.60 \pm 0.62$
	25 °C	$L^*$	$26.63 \pm 0.58$	$33.84 \pm 1.94$	$36.37 \pm 2.63$	$34.82 \pm 1.02$	$34.20 \pm 0.64$	$36.78 \pm 1.17$
		$a^*$	$7.37 \pm 0.55$	$8.25 \pm 0.84$	$7.16 \pm 0.52$	$8.14 \pm 0.46$	$6.95 \pm 0.67$	$6.54 \pm 0.90$
		$b^*$	$9.85 \pm 0.59$	$10.89 \pm 0.80$	$11.31 \pm 1.25$	$10.82 \pm 0.79$	$9.29 \pm 0.77$	$10.75 \pm 1.01$
气调包装 MAP	10 °C	$L^*$	$26.63 \pm 0.58$	$32.07 \pm 1.60$	$32.51 \pm 1.33$	$30.85 \pm 0.61$	$32.80 \pm 1.24$	$32.58 \pm 1.21$
		$a^*$	$7.37 \pm 0.55$	$6.37 \pm 0.28$	$6.80 \pm 0.80$	$6.40 \pm 0.36$	$6.16 \pm 0.46$	$6.05 \pm 0.49$
		$b^*$	$9.85 \pm 0.59$	$9.71 \pm 0.74$	$9.90 \pm 0.81$	$9.24 \pm 0.63$	$10.29 \pm 0.68$	$10.27 \pm 0.92$
	25 °C	$L^*$	$26.63 \pm 0.58$	$31.32 \pm 1.23$	$32.11 \pm 1.20$	$33.22 \pm 2.32$	$32.51 \pm 1.33$	$35.65 \pm 1.55$
		$a^*$	$7.37 \pm 0.55$	$8.11 \pm 0.28$	$7.87 \pm 0.57$	$6.55 \pm 0.64$	$6.80 \pm 0.80$	$6.07 \pm 0.64$
		$b^*$	$9.85 \pm 0.59$	$11.88 \pm 0.99$	$10.01 \pm 0.61$	$9.29 \pm 0.77$	$10.66 \pm 1.49$	$11.76 \pm 0.65$

著延缓脂肪氧化,更有利于酱牛肉的保鲜。在贮藏的第15天,10 °C和25 °C条件下,气调组分别比相对应的真空组降低了20.7%,21.3%;气调处理组10 °C贮藏比25 °C贮藏降低了37.8%,表明气调可有效的延缓酱牛肉的脂肪氧化,从而更好地保持其风味,此外,降低温度效果也更为显著。

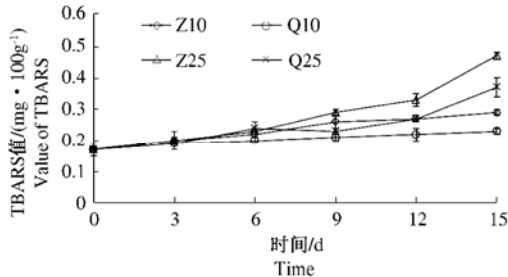


图3 酱牛肉贮藏过程中TBARS的变化

Fig.3 Changes of TBARS of spiced beef during storage

## 2.5 酱牛肉贮藏期间蛋白质氧化的变化

TVB-N是蛋白质分解而产生的氨以及胺类碱性含氮物质值,其值越大,蛋白氧化越严重。酱牛肉贮藏过程中TVB-N的变化如图4所示。由图4可以看出,随着贮藏时间的延长,其TVB-N值均逐渐上升。相同贮藏温度条件下,气调组均低于真空组;不同包装方式下,低温贮藏均低于高温贮藏,表明气调和降低贮藏温度均可以延缓蛋白质的氧化降解。在贮藏的第15天,10 °C和25 °C条件下,气调组分别比相对应的真空组降低了14.4%,12.6%;气调处理组10 °C贮藏比25 °C贮藏降低了13.7%,表明气调可有效的延缓酱牛肉的蛋白质氧化,从而更好地保持其风味,而降低贮藏温度也是保持风味的一个有效措施。

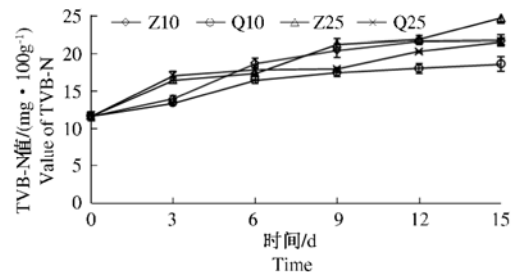


图4 酱牛肉贮藏过程中TVB-N的变化

Fig.4 Changes of TVB-N of spiced beef during storage

## 2.6 基于电子鼻评价的酱牛肉贮藏期间风味的变化

电子鼻技术具有响应时间短、检测速度快等优点,已用于肉品的检测的很多方面<sup>[14,15]</sup>,获得了较好效果。在测定过程中部分传感器敏感,W1C,W3C,W5C和W3S传感器不敏感,除去不敏感的传感器结果,选取第55s数据进行主成分分析结果如下。

10 °C下酱牛肉电子鼻主成分分析结果如图5,第1主成分贡献率为67.28%,前2个主成分累计贡献率89.40%,表明前2个主成分可以说明气味在贮藏过程中的变化。图5表明,随贮藏时间变化,酱牛肉气味发生变化。第3、6、12、15d真空组和气调组差别较大,呈分散状态,不同贮藏时间之间区分较明显。

25 °C下酱牛肉电子鼻主成分分析结果如图6,第1主成分贡献率为73.36%,前2个主成分累计贡献率85.24%,表明前2个主成分可以说明气味在贮藏过程中的变化。如图6所示,随贮藏时间变化,酱牛肉气味发生变化。第3、6、12、15d真空组和气调组差别较大,可明显区分开,不同贮藏时间

之间区分较明显。

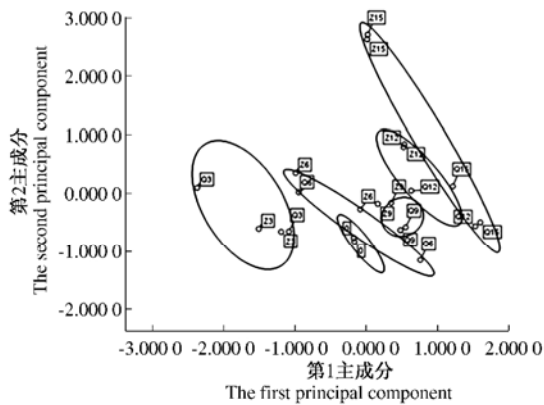


图5 10 °C酱牛肉电子鼻主成分分析

Fig. 5 Principal component analysis of electronic nose of sauce beef at 10 °C

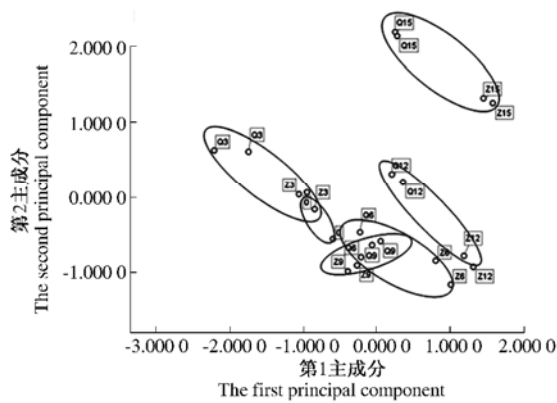


图6 25 °C酱牛肉电子鼻主成分分析

Fig. 6 Principal component analysis of electronic nose of sauce beef at 25 °C

### 3 结论

研究表明,在贮藏期间,同一温度下真空组对应的菌落总数、TBARS、TVBN 值均比气调组高,10 °C下,与真空组相比,气调组将货架期延长 2.78 d,25 °C气调组将货架期延长 1.56 d。气调包装中的 CO<sub>2</sub> 对微生物的生长有一定的抑制作用,在同等条件下,与真空包装相比,气调包装更能延长酱牛肉货架期,但由于气调包装费用稍高,操作相对复杂,在实际运用中较少。

温度是影响食品货架期的一个重要因素,从本试验结果可以看出,同样的包装方式,温度越低,其保鲜效果越好。为了更好地延长酱牛肉货架期,并较好保持其风味,建议相关生产企业,在资金充裕的情况下,进行冷链流通与售卖,也可以采用低温与气调组合处理,达到更好的保鲜效果。

### 参考文献:

- [1] 张 勉,唐道邦,刘忠义,等. 酱卤肉制品的研究进展 [J]. 肉类工业, 2010, 17 (9): 47 - 50.
- [2] 韩 凯,王 宇,臧明伍,等. 杀菌方式对酱牛肉风味的影响 [J]. 肉类研究, 2010, 14 (11): 51 - 53.
- [3] 曾丽芬. 几种气体在食品气调包装中的应用 [J]. 化学工程与装备, 2012, 43 (1): 117 - 118.
- [4] 赵毓芝,刘成国,周 玄,等. 气调包装技术在冷鲜肉生产中的研究进展 [J]. 肉类研究, 2011, 25 (1): 72 - 77.
- [5] FRAQUEZA M J, BARRETO A S. Gas mixtures approach to improve turkey meat shelf life under modified atmosphere packaging: The effect of carbon monoxide [J]. Poultry Science, 2011, 90 (9): 2076 - 2084.
- [6] DEVLIEGHERE F, DEBEVERE J, VAN IMPE J. Effect of dissolved carbon dioxide and temperature on the growth of lactobacillus sake in modified atmospheres [J]. International Journal of Food Microbiology, 1998, 41 (3): 231 - 238.
- [7] 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.
- [8] JOSÉ M L, MARÍA GÓMEZ. Shelf life of fresh foal meat under MAP, over wrap and vacuum packaging conditions [J]. Meat Science, 2012, 92 (4): 610 - 618.
- [9] 胡洁云,严维凌,林 露,等. 气调包装酱牛肉贮藏过程中优势腐败菌变化规律和预测模型的初建 [J]. 食品科学, 2010, 31 (23): 142 - 145.
- [10] 海 丹,黄现青,柳艳霞,等. 酱牛肉气调和真空包装保鲜效果比较分析 [J]. 食品科学, 2014, 35 (2): 297 - 300.
- [11] 中国国家标准化管理委员会. GB 4789.2 - 2010 食品卫生微生物学检验菌落总数测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [12] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 5009.44 - 2003 肉与肉制品卫生标准的分析方法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [13] VERMEIREN L, DEVLIEGHERE F, BEEST M, et al. Developments in the active packaging of foods [J]. Trends in Food Science & Technology, 1999 (3), 10: 77 - 86.
- [14] 柴春祥,杜利农,范建伟,等. 电子鼻检测猪肉新鲜度的研究 [J]. 食品科学, 2008, 29 (9): 444 - 447.
- [15] 刘 明,潘磊庆,屠 康,等. 电子鼻检测鸡蛋货架期新鲜度变化 [J]. 农业工程学报, 2010, 26 (4): 317 - 321.

(责任编辑:朱秀英)