

# 不同风味烧烤盐货架期分析

## Analysis of shelf life of different flavor barbecue salt

岳元媛 田艳

YUE Yuan-yuan TIAN Yan

(湖南省轻工盐业集团技术中心有限公司, 湖南长沙 410005)

(Hunan Salt Industry Technology Center Co., Ltd., Changsha, Hunan 410005, China)

**摘要:**采用加速货架期试验法,通过提高不同风味烧烤盐的储藏温度,加快其品质变化速度,测定其水分含量、菌落总数和大肠菌群的变化,并运用货架期预测模型来预测其货架期。结果表明,不同辅料和香辛料的添加是造成不同风味烧烤盐货架期长短不同的主要原因,其中,香辣风味烧烤盐的货架期最长(298 d),其次为麻辣风味烧烤盐(284 d),孜然风味烧烤盐和蒜味烧烤盐的货架期最短,分别为 188,174 d。

**关键词:**风味;烧烤盐;加速试验;货架期

**Abstract:** Using accelerated shelf life test method, by improving the different barbecue flavor salt storage temperature and speed up its quality changes, moisture content, total number of colonies, coliform group in different barbecue flavor salt was determined to predict its shelf life through the analysis shelf life model. Results show that the different spices and amount is the main reason that influence the shelf life length, among them, the shelf life of spicy barbecue flavor salt is the longest (298 d), followed is hemp and spicy flavor of barbecue salt (284 d), cumin flavor of barbecue salt and garlic flavor barbecue salt is the shortest, 188, 174 d, respectively.

**Keywords:** flavor; barbecue salt; accelerated test; shelf life

烧烤以其对人们味觉的诱惑和它独特的文化属性,在中国餐饮行业中高居榜首<sup>[1-2]</sup>。烧烤散发出的诱人香味,来源于食材的原始风味以及千变万化、各具风格的烧烤调味料。随着生活水平的提高和健康意识的增强,烧烤调味料的品质逐渐被消费者所关注。市场上烧烤调味料产品五花八门,原料大不相同,因此质量和货架期也相差甚远,如何确保烧烤调味料的质量以及确定其货架期将是烧烤调味料未来的研究热点<sup>[3-4]</sup>。

加速货架期试验(Accelerated shelf life testing, ASLT)

**作者简介:**岳元媛,女,湖南省轻工盐业集团技术中心有限公司助理研究员,硕士。

**通讯作者:**田艳(1988—),女,湖南省轻工盐业集团技术中心有限公司实习研究员,硕士。E-mail:2424311837@qq.com

**收稿日期:**2016-03-25

是一种在相对较短的时间内快速预测食品货架期的方法,该法可节约时间,提高食品研发的工作效率。中国常采用 ASLT 法研究食品货架期<sup>[5-10][11]70-72</sup>,但预测模型相差较大,如 Arrhenius 关系式<sup>[8]</sup>,鲜切西兰花货架期预测模型<sup>[9]</sup>,用来预测饮料的 M-Rule Container Performance 模型<sup>[10]</sup>以及速度和温度的关系方程式<sup>[11]70-72</sup>等。其中,速度和温度的关系方程式相对精确,应用广泛,是温度引起产品质量变化的较佳预测模式。调味盐是以食用盐为载体,添加一定量符合食品卫生要求的动植物辅料、调味品或食品调味配料,以及食品安全国家标准允许添加的食品添加剂或营养强化剂,并经加工而成的口味各异的系列固体调味盐。目前,中国对调味盐及调味品方面的研究较少,所有食盐及调味品产品标注的货架期都较统一,但调味盐中因香辛料的添加,极易吸潮导致水分和微生物超标,影响产品的食用价值和产品性状,并带来食品安全隐患。本研究拟采用速度和温度的不同关系式考察湖南省轻工盐业集团技术中心有限公司研发的新品系列调味盐(包括孜然风味烧烤盐、麻辣风味烧烤盐、香辣风味烧烤盐、蒜味烧烤盐)的货架期,通过提高调味盐的储藏温度,加快其品质变化速度,测定不同时间调味盐中水分含量、菌落总数、大肠菌群来预测其货架期,旨在为不同风味调味盐的配方研究及食品安全保障提供参考,也为盐及盐相关调味产品的货架期研究提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料及仪器

#### 1.1.1 试验材料

孜然风味烧烤盐、麻辣风味烧烤盐、香辣风味烧烤盐、蒜味烧烤盐:湖南省轻工盐业集团技术中心有限公司。

#### 1.1.2 试验仪器

微波干燥杀菌机:KL-12KW3 型,济南康来微波设备有限公司;

立式压力蒸汽灭菌锅:YXQ-LS-50SII 型,上海博讯实业有限公司;

恒温恒湿箱:BSC-250 型,上海博讯实业有限公司;

生化培养箱:SPX-250B-Z型,上海博讯实业有限公司;  
干燥箱:202型,天津泰斯特仪器有限公司。

## 1.2 试验方法

1.2.1 货架期预测模型 在一定条件下设定食品开始储藏时品质为  $Q_0$ ,  $\theta$  天后品质变为  $Q_\theta$ , 如果食品品质比  $Q_0$  低, 食品即失去商品价值, 则可以称  $\theta$  为该食品的货架期。在一定储藏条件下, 食品品质变化的速率  $v = (Q_0 - Q_\theta) / \theta$ 。假设储藏时间内食品  $Q_0 = 1, Q_\theta = 0$ , 则  $v = 1/\theta$ , 即  $\theta = 1/v$ 。

食品品质变化的速度与温度有很大关系, 温度越高, 变化的速度越快<sup>[12-13]</sup>。不同食品因营养成分种类和含量各不相同, 其品质变化的速度与温度的关系也不一致, 但具一定的规律可循。速度和温度的5种关系式类型包括<sup>[5]</sup>:

$$v = m + aKT; \quad (1)$$

$$v = mT^K; \quad (2)$$

$$v = mK^C; \quad (3)$$

$$v = me^{-K/T}; \quad (4)$$

$$v = m/(K - C), \quad (5)$$

式中:

$T$ ——绝对温度, K;

$C$ ——摄氏温度, °C;

$V$ ——不同温度下食品品质变化速度(注:若水分含量为食品品质变化量, 则单位为 %/d, 若菌落总数和大肠菌群为变化量, 则单位为 CFU/d);

$M, K$ ——待定系数。

根据  $v = 1/\theta$ , 式(1)~(5)可转化为式(6):

$$\begin{cases} 1/\theta = m + KT; \\ \lg\theta = \lg(1/m) - K\lg T; \\ \lg\theta = \lg(1/m) - C\lg K; \\ \ln\theta = \ln(1/m) + K/T; \\ \theta = K/m - C/m. \end{cases} \quad (6)$$

1.2.2 试验步骤 将经包装、微波灭菌的不同风味烧烤盐, 分别放置在湿度 65%, 温度分别为 25, 35, 45 °C 的条件下进行货架期试验, 根据 QB 2020—2003《调味盐》, 每隔一段时间对烧烤盐品质影响较大的主要质量指标水分含量、菌落总数和大肠菌群进行检测。因调味料产品易吸潮, 水分变化速度较快, 且标准要求( $\leq 3.0\%$ )范围较窄, 因此设定每 5~10 d 测定产品中水分含量; 因微生物变化受水分含量等环境影响较大, 且标准要求(菌落总数  $\leq 30\ 000$  CFU/g)范围较宽, 因此每隔 20~50 d 测定产品中菌落总数; 若烧烤盐于第 0 天时检出大肠菌群, 则放置在湿度 65%, 温度分别为 25, 35, 45 °C 的条件下中进行货架期试验, 每隔 20~50 d 测定产品中的大肠菌群; 若大肠菌群于第 0 天时未检出, 则选择本试验中最适宜大肠菌群繁殖的温度即 35 °C, 每隔 20~50 d 测定产品中大肠菌群。以此考察不同风味烧烤盐储藏过程中温度对产品水分含量、菌落总数、大肠菌群的影响。

储藏期间, 产品的水分含量逐渐升高(标准要求  $\leq 3.0\%$ ), 菌落总数和大肠菌群数也不断增加(标准要求菌落总数  $\leq 30\ 000$  CFU/g, 大肠菌群  $\leq 30$  CFU/100 g), 故以不同

风味烧烤盐中水分含量升高至 2.8% 及菌落总数和大肠菌群符合标准要求作为最低品质  $Q_0$ , 运用货架期模型分析预测得到不同风味烧烤盐的货架期。

1.2.3 测定指标及依据 经微波灭菌后的不同风味烧烤盐, 各项指标均符合 QB 2020—2003《调味盐》。不同风味烧烤盐中水分含量的测定方法按照 QB 2020—2003 进行测定, 标准中规定水分含量  $\leq 3\%$ , 菌落总数  $\leq 30\ 000$  CFU/g, 大肠菌群小于等于 30 CFU/100 g。菌落总数检测采用 GB 4789.2—2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》, 大肠菌群检测采用 GB 4789.3—2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数》。

1.2.4 数据处理及平行试验 进行 2 次水分平行测定, 2 次平行测定允许差为 0.3%, 取 2 次结果的平均值; 菌落总数、大肠菌群进行 3 次平行测定, 取 3 次结果的平均值进行计算。用各指标测定结果数据作图并根据趋势图得到符合标准要求的储藏时间, 再将储藏温度与时间代入 1.2.1 中速度与温度的关系式, 根据最佳回归方程得出常温 20 °C ( $T = 293$  K) 时最长的储藏时间, 即货架期。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同风味烧烤盐水分含量检测结果分析

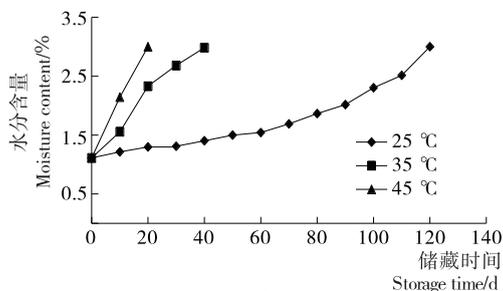
由图 1 可知, 在湿度 65%, 温度分别为 25, 35, 45 °C 的储藏条件下, 孜然风味烧烤盐中水分含量升高至 2.8% 的时间分别为 115, 35, 15 d; 麻辣风味烧烤盐中水分含量升高至 2.8% 的时间分别为 145, 40, 20 d; 香辣风味烧烤盐中水分含量升高至 2.8% 的时间分别为 120, 35, 20 d; 蒜味烧烤盐中水分含量不断升高至 2.8% 的时间分别为 100, 25, 10 d。

对比不同产品的研究结果可知, 随着温度增加, 水分含量的变化速度加剧, 各烧烤盐的储藏时间随着温度升高而急剧减少。高温 45 °C 时, 蒜味烧烤盐的货架期最短(10 d), 而麻辣和香辣风味烧烤盐最长(20 d)。常温 25 °C 时, 蒜味烧烤盐的货架期最短(100 d), 而麻辣风味烧烤盐最长(145 d)。由此可见, 温度和产品种类对其水分含量均有较大影响, 温度越高, 储藏时间越短, 其中蒜味烧烤盐的影响最大, 产品最易结块, 而对麻辣烧烤盐的影响最小。分析其原因, 这主要是由于添加的不同辅料和香辛料的吸水性不同, 使不同风味烧烤盐的吸水性呈现较大差别, 吸潮导致产品结块使得水分含量的变化成为影响其品质变化的主要因素之一。

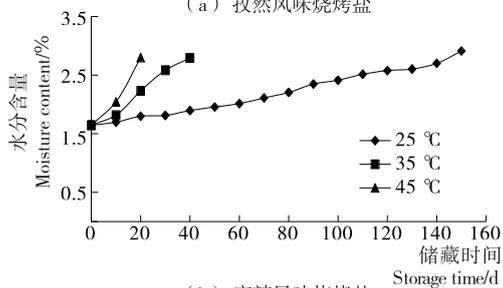
### 2.2 不同风味烧烤盐菌落总数检测结果分析

由图 2 可知, 在 25, 35, 45 °C 时, 孜然味烧烤盐储藏时间分别为 115, 35, 15 d 后, 其菌落总数符合标准要求; 麻辣味烧烤盐储藏时间分别为 145, 40, 20 d 后, 其菌落总数符合标准要求; 香辣味烧烤盐储藏时间分别为 120, 35, 20 d 后, 其菌落总数符合标准要求; 蒜味烧烤盐储藏时间分别为 100, 25, 10 d 后, 其菌落总数符合标准要求。

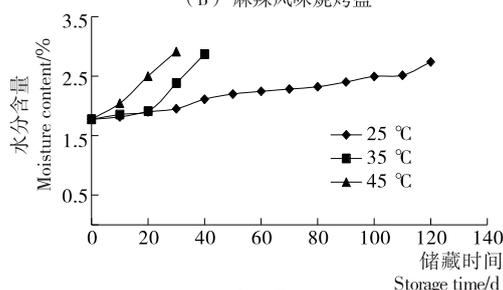
对比不同产品的研究结果可知, 随着温度增加, 菌落总数的变化速度加剧, 各烧烤盐的储藏时间随着温度升高而急剧减少, 高温 45 °C 时, 蒜味烧烤盐的货架期最低, 为 10 d, 而麻辣和香辣风味烧烤盐最高, 为 20 d。常温 25 °C 时, 蒜味烧



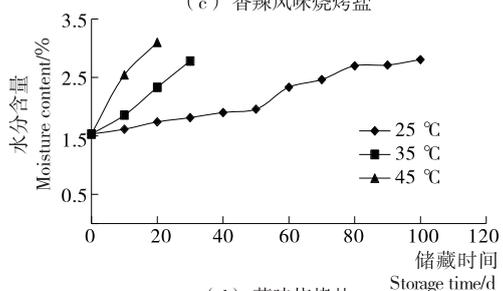
(a) 孜然风味烧烤盐



(b) 麻辣风味烧烤盐



(c) 香辣风味烧烤盐



(d) 蒜味烧烤盐

图 1 不同风味烧烤盐在不同储藏温度的水分变化曲线

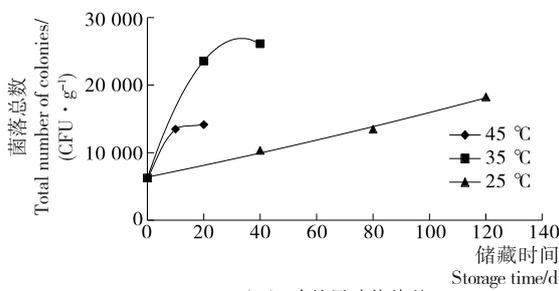
Figure 1 Different storage temperature curves of moisture of garlic flavor barbecue salt

烤盐的货架期最低,为 100 d,而麻辣风味烧烤盐最高,为 145 d。由此可见,温度和产品种类对其菌落总数都有较大影响,温度越高,储藏时间越短,其中蒜味烧烤盐的影响最大,麻辣烧烤盐的影响最小。

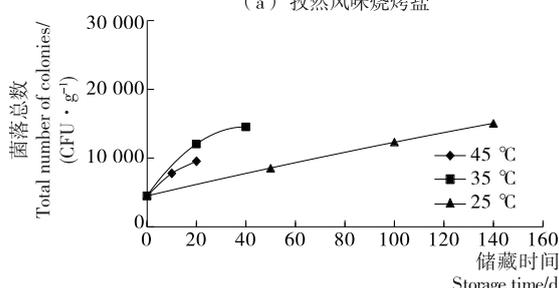
调味盐中的微生物来源可以是原辅料添加时带入,也可能是储藏过程中因水分等环境因素变化而引起的增长,然而由于食盐和香辛料本身具有一定的抑菌性,而不同香辛料的抑菌效果不一<sup>[14]</sup>,因此呈现出大肠菌群未检出,而菌落总数呈现不同趋势变化的结果。

### 2.3 不同风味烧烤盐大肠菌群检测结果分析

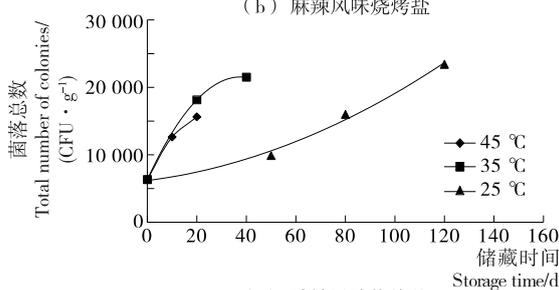
按照 1.2.2 中的试验方法,各风味的烧烤盐于第 0 天时均未检出大肠菌群,因此在 35 °C,每隔 20~50 d 进行检测。由表 1 可知,产品在整个试验过程中均未检出大肠菌群,符合标准要求。



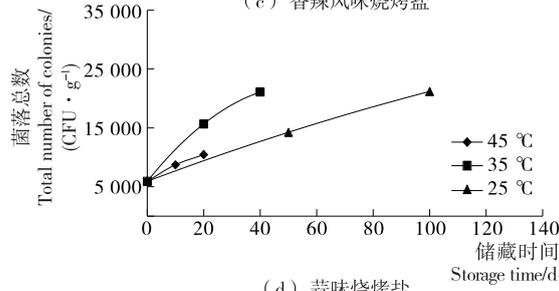
(a) 孜然风味烧烤盐



(b) 麻辣风味烧烤盐



(c) 香辣风味烧烤盐



(d) 蒜味烧烤盐

图 2 不同风味烧烤盐在不同储藏温度的菌落总数变化曲线

Figure 2 Different storage temperature curves of total number of colonies of garlic flavor barbecue salt

表 1 不同风味烧烤盐大肠菌群测定结果

Table 1 Different barbecue flavor salt coliforms determination results CFU/100 g

时间/d	孜然风味 烧烤盐	麻辣风味 烧烤盐	香辣风味 烧烤盐	蒜味烧 烤盐
0	未检出	未检出	未检出	未检出
50	未检出	未检出	未检出	未检出
100	未检出	未检出	未检出	未检出

### 2.4 不同风味烧烤盐货架期结果分析

2.4.1 孜然风味烧烤盐货架期结果 综上所述,孜然风味烧烤盐在 25,35,45 °C 及 65% 湿度的储藏条件下,其最长储藏时间分别为 115,35,15 d。将试验结果代入式(6)发现,公式

$\lg\theta = \lg(1/m) - K\lg T$  的相关系数  $R^2 = 0.9969$  最高(见图3),说明孜然风味烧烤盐储藏时间与温度的关系用此公式模拟较合适,根据曲线方程  $\lg\theta = -31.68\lg T + 80.424$  可知,常温  $20\text{ }^\circ\text{C}$  ( $T = 293\text{ K}$ ) 条件下,孜然风味烧烤盐中水分含量升高至  $2.8\%$  的最长期限,即货架期为  $188\text{ d}$ 。

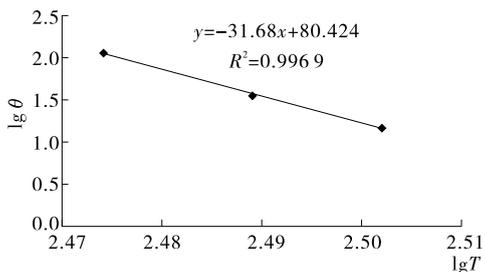


图3 孜然风味烧烤盐货架期最佳公式回归结果  
Figure 3 Cumin barbecue flavor salt shelf life best formula regression results

2.4.2 麻辣风味烧烤盐货架期结果 综上所述,麻辣风味烧烤盐在  $25, 35, 45\text{ }^\circ\text{C}$  及  $65\%$  湿度的储藏条件下,其最长储藏时间分别为  $145, 40, 20\text{ d}$ 。将此结果代入式(6)发现,公式  $1/\theta = m + KT$  的相关系数  $R^2 = 0.99154$  最高(见图4),说明麻辣风味烧烤盐储藏时间与温度的关系用此公式模拟较合适,根据曲线方程  $1/\theta = 0.00216T - 0.67959$  可知,常温  $20\text{ }^\circ\text{C}$  ( $T = 293\text{ K}$ ) 条件下,麻辣风味烧烤盐的货架期为  $284\text{ d}$ 。

2.4.3 香辣风味烧烤盐货架期结果分析 综上所述,香辣风味烧烤盐在  $25, 35, 45\text{ }^\circ\text{C}$  及  $65\%$  湿度的储藏条件下,其最长储藏时间分别为  $120, 35, 20\text{ d}$ 。将此结果代入式(6)发现,公式  $1/\theta = m + KT$  的相关系数  $R^2 = 0.99663$  最高(见图5),说明香辣风味烧烤盐储藏时间与温度的关系用此公式模拟较

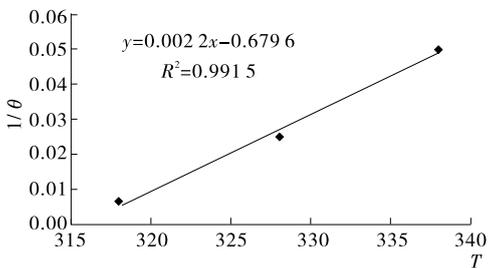


图4 麻辣风味烧烤盐货架期最佳公式回归结果  
Figure 4 Hemp and spicy flavor of barbecue salt shelf life best formula regression results

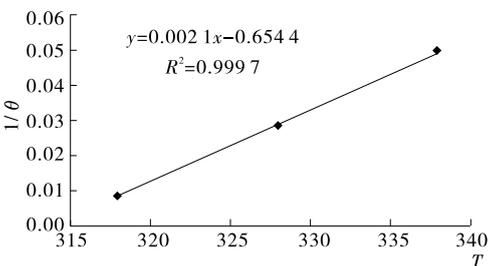


图5 香辣风味烧烤盐货架期最佳公式回归结果  
Figure 5 Spicy barbecue salt shelf life best formula regression results

合适,根据曲线方程  $1/\theta = 0.00208T - 0.65439$  可知,常温  $20\text{ }^\circ\text{C}$  ( $T = 293\text{ K}$ ) 条件下,香辣风味烧烤盐的货架期为  $298\text{ d}$ 。

2.4.4 蒜味烧烤盐货架期结果分析 综上所述,蒜味烧烤盐在  $25, 35, 45\text{ }^\circ\text{C}$  及  $65\%$  湿度的储藏条件下,其最长储藏时间分别为  $100, 25, 10\text{ d}$ 。将此试验结果代入式(6)发现,公式  $\ln\theta = \ln(1/m) + K/T$  的相关系数  $R^2 = 0.99029$  最高(见图6),说明蒜味烧烤盐储藏时间与温度的关系用此公式模拟较合适,根据曲线方程  $\ln\theta = 12402/T - 34.464$  可知,在常温  $20\text{ }^\circ\text{C}$  ( $T = 293\text{ K}$ ) 条件下,蒜味烧烤盐的货架期为  $174\text{ d}$ 。

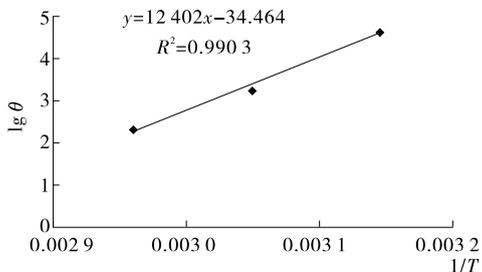


图6 蒜味烧烤盐货架期最佳公式回归结果  
Figure 6 Garlic flavor barbecue salt shelf life best formula regression results

### 3 结论

通过对水分含量、菌落总数、大肠菌群指标的变化分析,运用货架期模型预测得出,在常温  $20\text{ }^\circ\text{C}$  ( $T = 293\text{ K}$ ) 条件下,孜然风味、麻辣风味、香辣风味和蒜味烧烤盐产品中水分含量升高至  $2.8\%$  的最长期限,即货架期分别为  $188, 284, 298, 174\text{ d}$ 。

综上所述,在基础配方和生产工艺一致的前提下,不同辅料和香辛料的添加是造成不同风味烧烤盐货架期长短不同的主要原因。其中,香辣风味和麻辣风味烧烤盐的货架期明显长于孜然风味和蒜味烧烤盐,这可能是辣味香辛料添加导致的。但不同烧烤盐货架期的差异机理,以及随储藏时间的增加其风味的变化趋势和风味变化对货架期的影响等还需进一步深入探讨。因此,本研究中调味盐货架期的研究可为盐行业甚至调味品行业产品的研究提供一定的理论依据,实际生产中可添加食品安全标准中允许使用的抗结剂、松散剂等以防止调味盐产品因吸潮而结块以及水分和微生物指标超标。

### 参考文献

[1] 尹敏. 川菜调味品的开发与利用[J]. 中国调味品, 2002(10): 36-38.  
[2] 吕忠庆, 庄伟年. 烧烤调味料的研制思路[J]. 中国调味品, 2011, 36(11): 69-72.  
[3] 莫树平, 张菊梅, 柏建玲, 等. 鸡粉调味料工业化生产抗结块试验研究[J]. 食品与机械, 2009, 25(5): 157-159, 184.  
[4] 贾洪峰, 苏扬, 周凌洁. 我国复合调味料的研究进展[J]. 中国调味品, 2014, 39(5): 129-133.

(3) 由于 PPE 中的有效成分种类较多,对其有效成分的释放机理研究不足,不能充分说明 PPE 中的哪种成分起主要抑菌作用。今后的研究重点是探讨 PPE—PE 在食品模拟液中的释放动力学研究,并确定 PPE—PE 活性薄膜的抑菌机理。

参考文献

[1] 王连玮. 化学添加剂对食品安全的危害及检测方法研究概况[J]. 科学技术与工程, 2011, 16(11): 3 735-3 745.

[2] 夏秀芳, 孔保华, 于长青. 几种天然香辛料提取物延长冷却肉货架期的研究[J]. 食品与机械, 2008, 24(3): 55-59.

[3] 石亚中, 伍亚华, 许晖, 等. 竹叶黄酮与 V<sub>C</sub>、V<sub>E</sub> 复配对冷却猪肉品质的影响[J]. 食品与机械, 2013, 29(1): 180-183.

[4] Mirdehghan S H, Rahemi M. Seasonal changes of mineral nutrients and phenolics in pomegranate (*Punicagranatum L.*) fruit [J]. *Scientia Horticulturae*, 2007, 111(2): 120-127.

[5] Bell C, Hawthorne S. Ellagic acid, pomegranate and prostate cancer: a mini review[J]. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2008, 60(2): 139-144.

[6] 饶凤, 陈祥贵, 刘振平, 等. 鞣花酸和石榴皮多酚提取物抗氧化活性的比较[J]. 食品工业科技, 2012, 33(12): 111-113, 117.

[7] Hayrapetyan H, Hazeleger W C, Beumer R R. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by pomegranate (*Punicagranatum*) peel extract in meat paté at different temperatures[J]. *Food Control*, 2012, 23(1): 66-72.

[8] 张茜, 贾冬英, 姚开, 等. 石榴皮提取物的抗氧化作用研究[J]. 中国油脂, 2006, 31(8): 51-54.

[9] Park S, Marsh K S, Dawson P. Application of chitosan-incorporated LDPE film to sliced fresh red meats for shelf life extension [J]. *Meat science*, 2010, 85(3): 493-499.

[10] 格桑卓玛, 赵见营, 阮贵萍, 等. 生鲜牛肉调理配制方法对高氧 MAP 保鲜包装产品保鲜效果的影响研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(2): 310-318.

[11] Zinoviadou K G, Koutsoumanis K P, Biliaderis C G. Physical and thermo-mechanical properties of whey protein isolate films containing antimicrobials, and their effect against spoilage flora of fresh beef[J]. *Food Hydrocolloids*, 2010, 24(1): 49-59.

[12] Özogul Y, Özyurt G, Özogul F, et al. Freshness assessment of European eel (*Anguilla anguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods[J]. *Food Chemistry*, 2005, 92(4): 745-751.

[13] Chamanara V, Shabanpour B, Gorgin S, et al. An investigation on characteristics of rainbow trout coated using chitosan assisted with thyme essential oil[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2012, 50(3): 540-544.

[14] 姬勇. KJELTEC2300 全自动定氮仪测定羊肉中的挥发性盐基氮[J]. 石河子大学学报: 自然科学版, 2005, 23(5): 538-540.

[15] 刘骁, 谢晶, 林永艳. 复合生物保鲜剂对猪肉保鲜的研究[J]. 食品与机械, 2011, 27(6): 199-203.

[16] 顾海宁, 李强, 李文钊, 等. 冷却猪肉贮存中的品质变化及货架期预测[J]. 现代食品科技, 2013, 29(11): 2 621-2 626.

[17] 池圣贤, 乐道进, 徐祥兵, 等. 有机磷酸盐类成核剂改性聚丙烯[J]. 合成树脂及塑料, 2006, 23(5): 14-16.

[18] Sung S Y, Sin L T, Tee T T, et al. Effects of *Allium sativum* essence oil as antimicrobial agent for food packaging plastic film [J]. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2014, 26: 406-414.

[19] Brody A L, Bugusu B, Han J H, et al. Scientific status summary[J]. *Journal of Food Science*, 2008, 73(8): R107-R116.

[21] Comyn J. Polymer permeability[M]//Ashley R J. Permeability and plastics packaging. Berlin Germany: Springer Netherlands, 1985: 269-308.

[22] Yang Zhong, Dustin Janes, Zheng Yong. Mechanical and oxygen barrier properties of organoclay - polyethylene nanocomposite films[J]. *Polymer Engineering & Science*, 2007, 47(7): 1 101-1 107.

[23] Mohan C O, Ravishankar C N, Lalitha K V, et al. Effect of chitosan edible coating on the quality of double filleted Indian oil sardine (*Sardinellalongiceps*) during chilled storage[J]. *Food Hydrocolloids*, 2012, 26(1): 167-174.

[24] Hugo W B, Bloomfield S F. Studies on the mode of action of the phenolic antibacterial agent fentichlor against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* II. The effects of fentichlor on the bacterial membrane and the cytoplasmic constituents of the cell[J]. *Journal of Applied Bacteriology*, 1971, 34(3): 579-591.

[25] Wulf D M, Emmett R S, Leheska J M, et al. Relationships among glycolytic potential, dark cutting (dark, firm, and dry) beef, and cooked beef palatability [J]. *Journal of Animal Science*, 2002, 80(7): 1 895-1 903.

[26] 刘冬敏, 刘永乐, 王建辉, 等. 动物脂肪氧化酶及其对动物性食品的影响研究进展[J]. 食品与机械, 2012, 28(1): 253-258.

[27] 李建科, 李国秀, 赵艳红, 等. 石榴皮多酚组成分析及其抗氧化活性[J]. 中国农业科学, 2009, 42(11): 4 035-4 041.

(上接第 130 页)

[5] 李梁, 吉建邦, 康效宁, 等. 槟榔花茶饮料的研制及货架期分析 [J]. 食品科技, 2014, 39(4): 78-83.

[6] 杭锋, 郭本恒, 任璐, 等. 超高温灭菌乳货架期加速试验的研究 [J]. 化工学报, 2010, 61(5): 1 213-1 218.

[7] 齐娜, 李娜, 李涵, 等. 100% 梨汁饮品储藏品质的变化及货架期预测 [J]. 保鲜与加工, 2016, 16(2): 53-58.

[8] 张利平, 谢晶. Arrhenius 方程结合特征指标在蔬菜货架期预测中的应用 [J]. 食品与机械, 2012, 28(5): 163-168.

[9] 肖璐, 范新光, 王美兰, 等. 基于预报微生物学理论的鲜切西兰花货架期预测模型 [J]. 中国食品学报, 2014, 14(9): 141-145.

[10] 王晓兰, 张晓鹏, 王亚琦, 等. 食品货架期的预测模型 [J]. 内蒙古石油化工, 2008(12): 46-47.

[11] 余清. 大黄鱼微波热穿透工艺研究、品质分析及货架期预测 [D]. 福州: 福建农林大学, 2012.

[12] 史波林, 赵福, 支瑞聪. 基于品质衰变理论的食品货架期预测模型及其应用研究进展 [J]. 食品科学, 2012(21): 345-350.

[13] Alice pegg. Shelf-life[J]. *Nutrition and Food Science*, 1999, 99(3): 131-135.

[14] 夏秀芳, 孔保华, 于长青. 几种天然香辛料提取物延长冷却肉货架期的研究 [J]. 食品与机械, 2008, 24(3): 55-59.