

扇贝裙边香肠货架期的预测

王慧青¹, 刘红英^{1, 2}, 王颀¹

(1. 河北农业大学食品科技学院, 河北保定 071001) (2. 河北农业大学海洋学院, 河北秦皇岛 066000)

摘要: 本文研究了扇贝裙边香肠在不同温度下贮藏的货架期, 测定了贮藏期间香肠的 pH、感官评分、挥发性盐基氮 (TVB-N) 和菌落总数的变化。结果表明 pH 和感官评分随着贮藏时间的延长而不断下降, 贮藏温度越高, 其变化速率越大; TVB-N 值随着贮藏时间的延长不断增加, 随着贮藏温度升高, 变化趋势越明显; 菌落总数随着时间的延长不断增加, 温度越高变化越快, 符合一级化学反应动力学模型。本研究建立了扇贝裙边香肠菌落总数动力学模型, 分析得到 Arrhenius 方程和一级化学反应动力学方程相关系数均 > 0.9, 具有较高的拟合度。经验证货架期预测值与实测值之间的相对误差在 5% 以内, 因此可根据菌落总数对扇贝裙边香肠货架寿命进行预测。本研究通过货架期加速试验在短期内预测出了扇贝裙边香肠的货架期。

关键词: 扇贝裙边香肠; 贮藏; 品质; 货架期

文章编号: 1673-9078(2014)10-226-230

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2014.10.038

Shelf-life Prediction of Scallop Skirt Sausages

WANG Hui-qing¹, LIU Hong-ying^{1,2}, WANG Jie¹

(1. College of Food Science and Technology, Agricultural University of Hebei, Baoding 071000, China)

(2. Ocean College of Hebei Agricultural University, Qinhuangdao 066000, China)

Abstract: In this study, the shelf-life of scallop skirt sausages stored at different temperatures was studied, and changes in the pH, sensory scores, total volatile basic nitrogen (TVB-N), and total bacterial count during storage were determined. The results showed that the pH values and sensory scores declined with storage time-the higher the storage temperature, the greater the rate of change. TVB-N values increased with storage time; therefore, with an increase in the storage temperature, the change was more prominent. The total bacterial count increased with storage time-the higher the storage temperature, the higher the rate of change. This conformed to the first-order kinetics model. The dynamic model of the total bacterial count was established. All correlation coefficients of the Arrhenius equation and the first-order (chemical reaction) kinetic equation were greater than 0.9, showing a high goodness of fit. It was verified that the relative error of the expected shelf-life and the actual shelf-life was within 5%. Therefore, the shelf-life of scallop skirt sausages was predictable as per the total bacterial count. In this study, the shelf-life of scallop skirt sausages was predicted in a short time with the help of accelerated shelf-life testing.

Key words: scallop skirt sausage; storage; quality; shelf-life

海湾扇贝是我国沿海主要养殖贝类之一, 属瓣鳃纲, 异柱目, 扇贝科, 扇贝属, 是我国重要的经济贝类之一, 主要集中于河北、山东和辽宁。扇贝裙边是扇贝加工的副产品, 是扇贝的可食部分之一, 它约占鲜贝重量的 20%^[1-3], 扇贝裙边的营养价值高, 味道鲜美, 是生产药物和保健品的宝贵资源, 含丰富的蛋白质及微量元素 (铁、锌、锰、镁、钙、铜等)。其油脂含量虽仅有 1.5% 左右, 但 EPA、DHA 两种高度不饱和脂肪酸的含量却高达 20%^[4]。据计算: 加工 1 kg 扇贝丁需 9 kg 扇贝, 产生下脚料扇贝裙边 2.5 kg^[5]。

收稿日期: 2014-04-15

基金项目: 国家海洋局海洋公益性行业科研专项经费项目 (201205031)

作者简介: 王慧青 (1990-), 女, 在读硕士研究生, 研究方向: 食品工程
通讯作者: 刘红英 (1962-), 女, 博士, 教授, 研究方向: 水产品加工及贮藏

2012 年全国扇贝产量为 142 万 t, 则会产生 39 万 t 扇贝裙边。2012 年河北地区扇贝年产量为 29.6 万 t, 则会产生 8.2 万 t 的扇贝裙边。但由于扇贝裙边组成复杂, 感官状态不佳, 易带杂质, 难于加工, 影响了它的食用价值并且一般作为废弃物被扔掉, 造成极大的资源浪费和环境污染。本试验以扇贝裙边、鸡肉为原料, 研制出了具有独特海鲜风味的扇贝裙边香肠, 为扇贝的综合利用开辟了一条新途径, 大大增加了其附加值, 得到一种新型的海鲜产品。

近年来, 关于货架寿命的研究在国内外成为热点。杭锋^[6]等人通过建立超高温灭菌乳加速试验的动力学模型, 对灭菌乳的货架期进行快速测定; J N Martin^[7]等研究了不同贮藏时间、贮藏温度下的碎牛肉的货架期; P.García-García^[8]等人通过加速测试研究完成了对成熟橄榄的货架期预测。本试验探讨扇贝裙边香肠在

贮藏过程中的品质变化,通过理化卫生检测和感官评分进行相关分析,找到表征扇贝裙边香肠下降的关键因子,然后进行货架寿命加速试验,建立菌落总数的动力学模型。通过测定此关键指标来评价扇贝裙边香肠的质量,确定其货架寿命,为产品流通提供一种新的质量评价手段。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

扇贝裙边香肠产品;平板计数琼脂培养基,北京陆桥技术有限责任公司;三氯乙酸(AR),天津市凯通化学试剂有限公司;无水碳酸钾(AR),天津市凯通化学试剂有限公司;氯化钠(AR),天津市科密欧化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

移液枪,上海拜格生物科技有限公司;康威皿,无锡南长玻璃仪器厂;组织捣碎机,江苏金坛市亿通电子有限公司;生物培养箱(YLD-6000),江苏定坛市宏华仪器厂;酸度计 PHS-3C,上海雷磁仪器厂;无菌操作台 SW-CJ-2F,苏州安泰空气技术有限公司;灭菌锅 YX-280D,合肥华泰医疗设备有限责任公司。

1.3 试验方法

1.3.1 扇贝裙边香肠加工amp;工艺流程

食盐、复合磷酸盐、淀粉、大豆蛋白、卡拉胶等添加物

新鲜扇贝裙边、鸡肉→整理→绞碎→制馅→灌制→熟制(90℃左右煮制40 min)→冷却→成品→检验→贮藏

1.3.2 细菌总数的测定

按照 GB 4789.2-2010 方法测定。

1.3.3 感官评定

本研究由10名感官评定员参照表1对扇贝裙边香肠进行感官评定,感官品质指标包括3方面:滋味、口感和色泽质地。

1.3.4 挥发性盐基氮(TVB-N)的测定

按照 GB/T 5009.44-2003 方法测定。

1.3.5 pH的测定^[9]

取5 g样品,加入9倍蒸馏水,均质,静置30 min后测定。

1.3.6 试验设计

将扇贝裙边香肠设4、25、30、35和40℃5种贮藏温度下进行贮藏,定期取样进行感官评定、pH测

定、菌落总数测定和TVB-N的测定,试验重复3次。

表1 感官评定标准

Table 1 Sensory evaluation standards			
项目	指标		
滋味	滋味鲜美, 香味纯正	有浓郁的海鲜味, 无其他异味 (20~30分)	有异味 (20分以下)
口感	口感细腻均匀, 有良好的咀嚼性能 (20~30分)	口感细腻均匀, 咀嚼性一般 (10~20分)	口感细腻均匀, 咀嚼性差 (10分以下)
色泽质地	微黄, 外表有光泽; 组织紧密, 有弹性 (20~30分)	微黄; 组织较紧密, 有一定弹性 (10~20分)	微黄, 弹性小 (10分以下)

1.3.7 数据处理

采用 SPSS 19.0 软件和 Excel 软件进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 贮藏期间扇贝裙边香肠的理化指标、感官评分及菌落总数变化

2.1.1 贮藏期间扇贝裙边香肠的 pH 变化

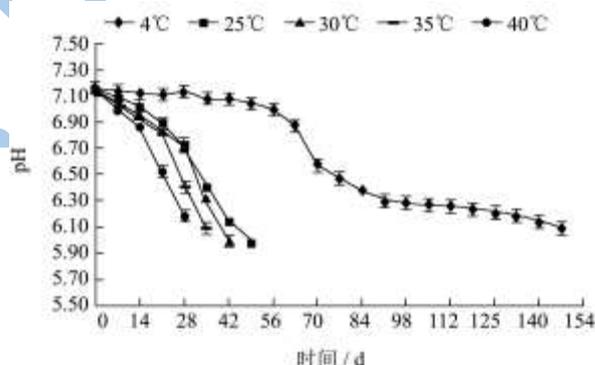


图1 贮藏期间的 pH 变化

Fig.1 pH changes during storage

不同贮藏温度扇贝裙边香肠的 pH 变化影响如图1所示。从 pH 值变化趋势图得知,扇贝裙边香肠在整个贮藏期间的 pH 都呈下降趋势。贮藏温度越高, pH 下降越快。4℃贮藏147 d时, pH 从7.16下降到6.1; 40℃贮藏28 d时, pH 从7.16下降到6.2。温度低时 pH 的下降缓慢,初期变化不大。由于在贮藏后期微生物大量繁殖,微生物利用制品中大量营养物质而发酵产酸,脂质水解产生游离脂肪酸从而使得 pH 下降。

2.1.2 贮藏期间扇贝裙边香肠的感官评分变化

贮藏期间扇贝裙边香肠的感官评分变化影响如图2所示。从感官评分值变化趋势图可以看出,扇贝裙边香肠在整个贮藏期间的感官评分都呈下降趋势。贮

藏温度越高, 感官评分下降越快。贮藏期间品质损失主要表现为滋味、色泽和质地。新鲜扇贝裙边香肠感官评分分数为 98 分, 品质极佳。4 °C 贮藏 147 d 时, 样品质地变粘、弹性变差并且散发异味; 40 °C 贮藏 28 d 时, 其总体品质变得不可接受。5 个温度下感官评分达到 50 时产品品质不可接受。扇贝裙边香肠的感官评价是对其品质变化的一个综合性评价。食品在贮藏期间由于各种物理的、化学的和微生物的影响, 品质会逐渐发生劣变, 达到消费者感官拒绝的程度时, 称为该食品发生腐败变质^[10-13]。据此, 可以根据扇贝裙边香肠的感官评价来确定其货架寿命的终点。

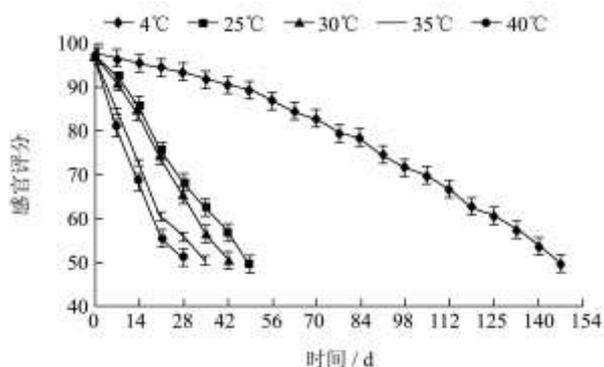


图 2 贮藏期间的感官评分变化

Fig.2 Sensory score changes during storage

2.1.3 贮藏期间扇贝裙边香肠的 TVB-N 变化

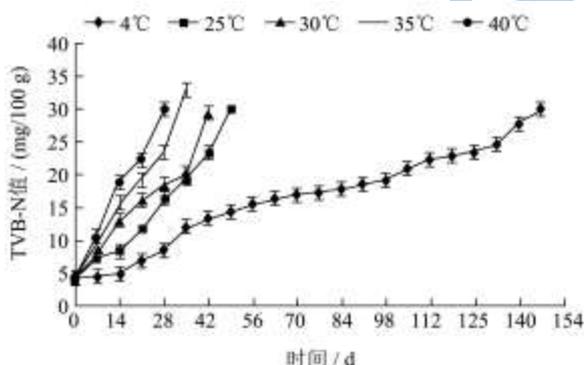


图 3 不同贮藏温度的 TVB-N 变化

Fig.3 TVB-N changes at different storage temperatures

贮藏期间扇贝裙边香肠的 TVB-N 变化影响如图 3 所示。从 TVB-N 值变化趋势图可以看出, 扇贝裙边香肠在整个贮藏期间的 TVB-N 都呈上升趋势。TVB-N 值随贮藏温度越高上升越明显。

2.1.4 贮藏期间扇贝裙边香肠的菌落总数变化

贮藏期间扇贝裙边香肠的菌落总数变化影响如图 4 所示。从菌落总数值变化趋势图可知, 扇贝裙边香肠在整个贮藏期间的菌落总数都呈上升趋势。贮藏温度越高, 菌落总数值上升趋势越明显。由 GB 2726-2005 熟肉制品卫生标准可知, 肉灌肠制品的菌落总数应 ≤ 50000 cfu/g。由图 4 数据可见, 在贮藏终点

时, 扇贝裙边香肠制品的微生物指标符合国家标准。

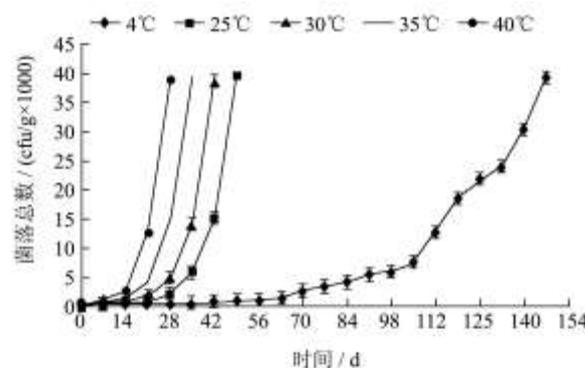


图 4 贮藏期间菌落总数变化

Fig.4 Changes in the total number of colonies during storage

2.2 扇贝裙边香肠货架期模型预测

2.2.1 扇贝裙边香肠贮存期间理化指标与感官评价分数的皮尔逊相关系数

采用 SPSS 19.0 软件分析得到产品贮藏期间感官评分和理化指标、菌落总数间的皮尔逊相关系数, 结果见表 2。从表 2 可知, 菌落总数与感官评价分数的皮尔逊相关系数最高, 所以选择菌落总数作为扇贝裙边香肠品质变化和货架期预测模型的关键指示因子。感官评分随着菌落总数值升高而降低, 菌落总数值和感官评分之间有很好的相关性。

表 2 样品贮藏期间感官评分和理化指标间的皮尔逊相关系数表

Table 2 Pearson correlation coefficients between sensory evaluation scores and physicochemical factors				
温度/°C	感官评分	pH	TVB-N	菌落总数
4	1	0.945**	-0.914*	-0.952**
25	1	0.963**	-0.976**	-0.996**
30	1	0.947**	-0.962**	-0.977**
35	1	0.873*	-0.964**	-0.990**
40	1	0.934*	-0.980**	-0.997**

由 GB 2726-2005 熟肉制品卫生标准可知, 肉灌肠制品的菌落总数应 ≤ 50000 cfu/g。本试验 5 个贮藏温度下当产品的感官评分达到 50 分时产品品质不可接受, 此时 5 个温度产品的菌落总数均在 40000 cfu/g 左右, 综合得出扇贝裙边香肠在货架期终点时的菌落总数值应 ≤ 40000 cfu/g。

2.2.2 扇贝裙边香肠贮藏过程中菌落总数的动力学模型

化学反应动力学模型已经广泛应用于很多领域。在食品加工和贮藏过程中, 大多数与食品有关的品质变化都遵循零级或一级反应模式, 其中一级反应动力学模型^[14]应用广泛, 反应速度常数与温度的关系用阿

伦尼乌斯方程来描述。一级反应动力学模型见式(1),阿伦尼乌斯(Arrhenius)方程见式(2)。

$$B = B_0 e^{k_B t} \quad (1)$$

注: t-食品的贮藏时间, d; B₀-食品的初始品质指标值; B-食品贮藏第 t d 时的品质指标值; k_B-食品品质变化速率常数

$$k_B = k_0 e^{-E_A/RT} \quad (2)$$

注: k₀-指前因子(又称频率因子); E_A-活化能, kJ/mol; T-绝对温度, K; R-气体常数, 8.3144 J/(mol·K); k₀和 E_A都是与反应系统物质本性有关的经验常数。绝对温度(K)=摄氏温度(°C)+273。

对不同贮藏条件下扇贝裙边香肠的菌落总数变化用指数方程进行回归分析,得到的各回归方程见表3。表3 样品在不同贮藏温度下菌落总数值随贮藏时间变化的回归方程

Table 3 Regression equations of total number of colonies of samples stored at different temperatures

贮藏温度/°C	回归方程	回归系数	k _B	lnk _B
4	y = 72.377e ^{0.0455x}	0.9769	0.0455	-3.09
25	y = 29.568e ^{0.149x}	0.9918	0.149	-1.90
30	y = 57.121e ^{0.1592x}	0.9773	0.1592	-1.84
35	y = 51.739e ^{0.1984x}	0.9799	0.1984	-1.62
40	y = 51.633e ^{0.2498x}	0.9742	0.2498	-1.39

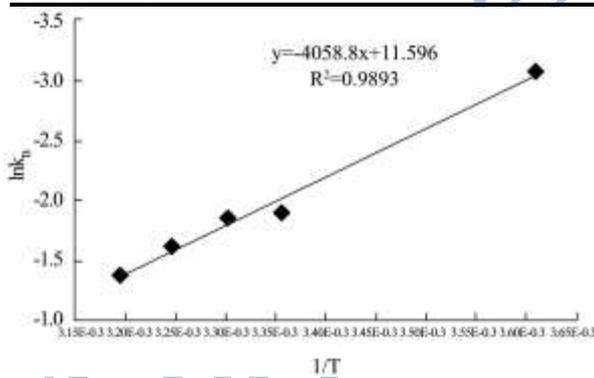


图5 菌落总数 Arrhenius 曲线

Fig.5 Arrhenius curve for total number of colonies

利用阿伦尼乌斯方程即公式(2),以 lnk_B对 1/T 作图(图5)得到 Arrhenius 方程 y = -4058.8x + 11.596

(R²=0.9893)。由 Arrhenius 方程 k_B = k₀e^{-E_A/RT} 的变形公式 ln k = - $\frac{E_A}{RT}$ + ln k₀ 可知, - $\frac{E_A}{R}$ = -4058.8,

ln k₀ = 11.596, 由此可以计算出 E_A和 k₀分别为 33.75 kJ/mol 和 108662.3。

2.2.3 扇贝裙边香肠贮存期间菌落总数变化动力学方程

将 E_A=33.75 kJ/mol 和 k₀=108662.3 代入动力学方程 A = A₀e^{k_Bt} 的变形公式 ln A = ln A₀ + k_Bt 中得到菌落总数的变化动力学方程:

$$\ln A = \ln A_0 + 108662.3e^{-\frac{4058.8}{T}} t$$

$$\text{即 } t = \frac{\ln \frac{A}{A_0}}{108662.3e^{-\frac{4058.8}{T}}}$$

注: A-菌落总数测定值, cfu/g; A₀-菌落总数初始值; T-贮存温度, K; t-时间, d。

2.3 货架期预测模型的验证和评价

表4 扇贝裙边香肠在4和40 °C贮藏下货架期的预测值和实测值

Table 4 Predicted and measured values of the shelf life of scallop skirt sausages stored at 4 °C and 40 °C

指标	shelf life stored at 4 °C and 40 °C			
	贮藏温度/°C	货架期预测值/d	货架期实测值/d	相对误差/%
菌落总数	4	152	147	3.4
	40	29	28	3.5

将扇贝裙边香肠在4 °C和40 °C贮藏条件下,用货架期实测值验证货架寿命预测模型。根据感官评分与菌落总数之间的比较,将菌落总数=40000 cfu/g 作为扇贝裙边香肠货架寿命的终点。在4 °C和40 °C贮藏条件下,扇贝裙边香肠的货架期预测值与实测值之间的比较如表4所示。由表4可见,应用本研究建立的扇贝裙边香肠货架期预测模型所得到的货架期预测值与实测值之间的相对误差在5%以内,根据此模型可以快速可靠地实时预测4~40 °C贮藏条件下扇贝裙边香肠的品质和剩余货架寿命。

3 结论

3.1 扇贝裙边香肠在不同温度下贮藏,感官评分随着贮藏时间的延长而不断下降,贮藏温度越高,其变化速率越大;TVB-N 值随着贮藏时间的延长而不断增加,贮藏温度越高,其变化趋势越明显;菌落总数随着时间的延长不断增加,温度越高变化越快,符合一级化学反应动力学模型。本研究得到的菌落总数动力学模型为:

$$t = \frac{\ln \frac{A}{A_0}}{108662.3e^{-\frac{4058.8}{T}}}$$

3.2 Arrhenius 方程和一级化学反应动力学方程相关系数均 >0.9 , 具有较高的拟合度。经验证货架期预测值与实测值之间的相对误差在 5% 以内, 因此可根据菌落总数值对扇贝裙边香肠货架寿命进行预测。

参考文献

- [1] 王璐.论扇贝的营养价值、生物活性及养殖[J].牡丹江大学学报,2007,16(3):92-94
WANG Lu. Study on scallops nutritional value, biological activity and breeding [J]. Journal of Mudanjiang University, 2007, 16(3): 92-94
- [2] Kae Morita, Kikue Kubota, Tetsuo Aishima. Investigating sensory characteristics and volatile components in boiled scallop aroma using chemometric techniques [J]. Food Chemistry, 2001, 78(1): 39-45
- [3] 陈英乡.扇贝边香肠的制作[J].中外技术情报,1994,7(12): 39-40
CHEN Ying-xiang. The product of scallop skirt sausages [J]. Anhui Science & Technology, 1994, 7(12): 39-40
- [4] Hau Yin Chunga, Ivan Ka Shing Yung, Wing Chi Joyce Ma, et al. Analysis of volatile components in frozen and dried scallops by gas chromatography mass spectrometry [J]. Food Research International, 2002, 35(1): 43-53
- [5] 丁琦,孔繁东,祖国仁,等.扇贝裙边酱油发酵工艺研究[J].食品研究与开发,2008,29(3):1-5
DING Qi, KONG Fan-dong, ZU Guo-ren, et al. Fermentation research on scallop skirt sauce [J]. Food Research and Development, 2008, 29(3): 1-5
- [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):1213-1218
HANG Feng, GUO Ben-huan, REN Lu, et al. Research of UHT milk shelf life accelerated test [J]. CIESC Journal, 2010, 61(5): 1213-1218
- [7] J N Martin, J C Brooks, T A Brooks, et al. Storage length, storage temperature, and lean formulation influence the shelf-life and stability of traditionally packaged ground beef [J]. Meat Science, 2013, 95(3): 495-502
- [8] García-García P, López-López A, Garrido-Fernández A. Study of the shelf life of ripe olives using an accelerated test approach [J]. Journal of Food Engineering, 2008, 84(4): 569-575
- [9] 汪之和.水产品加工与利用[M].北京:中国轻工业出版社, 2003
WANG ZHI-he. Aquatic products processing and utilization of [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2003
- [10] McMeekin T A, Ross T. Shelf life prediction: status and future possibilities [J]. Food Microbiology, 1996, 33(1): 65-83
- [11] Gram L, Ravn L, Rasch M, et al. Food spoilage-interactions between food spoilage bacteria [J]. International Journal of Food Microbiology, 2002, 78(11): 79-97
- [12] Jos H J, Huis int Veld. Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview [J]. International Journal of Food Microbiology, 1996, 33(1): 1-18
- [13] 柴春祥,杜利农.动力学模型在鱼肉品质变化中的应用[J].食品工业科技,2006,27(1):75-76
CHAI Chun-xiang, DU Li-nong. Kinetic model of quality changes on fish [J]. Science and Technology of Food Industry, 2006, 27(1): 75-76
- [14] Labuza T P, Shapero M, Kamman J. Prediction of nutrient losses [J]. J Food Proc and Pres, 1978, 2(2): 91-99

欢迎订阅 EI 收录期刊、中文核心期刊

《现代食品科技》

邮发代号: 46-349 刊号: ISSN 1673-9078/CN 44-1620

地址: 广州五山华南理工大学轻工与食品学院麟鸿楼 508, 邮编: 510640

电话: 020-87113352

E-mail: xdspkj@126.com

投稿系统: www.xdspkj.cn