

动力学模型预测泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*) 半干制品的货架期*

刘卓然 翁佩芳 敖雨燕 吴祖芳

(宁波大学 应用海洋生物技术教育部重点实验室 宁波 315211)

摘要 以泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)半干制品为研究对象,测定和分析其在不同贮藏温度(4°C、20°C、30°C和40°C)下,菌落总数、挥发性盐基氮(TVBN)、脂肪氧化程度(TBA值)与感官评分各项指标随贮藏时间的变化。结果表明,泥鳅半干制品在不同贮藏温度下,随着贮藏时间的延长品质逐渐下降,贮藏温度越低,品质指标变化越缓慢。经 Pearson 相关性分析,确定影响泥鳅半干制品品质变化的关键因子为菌落总数;基于 Arrhenius 方程,进一步建立菌落总数与贮藏时间、贮藏温度之间的动力学模型,该模型中活化能 E_a 为 26.5 kJ/mol,反应速率常数 k_0 为 3186.6,推算得出泥鳅半干制品货架期预测值与实测值相对误差较小,该动力学模型可准确预测泥鳅半干制品在 4—40°C 贮藏温度下的货架期。本研究可为泥鳅半干制品的开发、流通奠定理论基础。

关键词 泥鳅半干制品;贮藏;动力学模型;货架期

中图分类号 TS254.1 doi: 10.11693/hyhz20140100034

泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)属鲤形目、鳅科,广泛分布于我国各地天然淡水水域中,是一种小型淡水经济鱼类,营养丰富(赵振山等,1999;印杰等,2008),是典型的高蛋白低脂肪的健康食品(You *et al.*, 2009;黄钧等,2010)。近几年,随着我国水产养殖业的迅速发展,泥鳅的养殖产量逐年增加。由于泥鳅日常加工制作比较麻烦,为方便居民食用,一些学者对泥鳅加工工艺进行了研究,楼明等(1997)通过烘烤和油炸工艺制作了香酥泥鳅,赵忠全等(2000)开发了软包装泥鳅罐头。本实验室针对沿海地区居民喜食鱼干的特点,研制了泥鳅半干制品,该产品经蒸煮后即可食用,味道鲜美,且方便运输和贮藏,特别适合饭店、宾馆和超市的销售。

泥鳅半干制品因水分含量较高(达35%左右)且未经杀菌,在贮藏过程中品质会下降。很多研究表明动力学模型可以较好地反映水产制品品质的变化并预测其货架期(余晓琴等,2007)。不同类型产品品质变化的特点有一定的差异,国内外学者利用动力学模

型对冷冻虾(Tsironi *et al.*, 2009)、鲜鱼类(佟懿等,2009;郭全友等,2012)及即食水产品(Li *et al.*, 2011)等产品的货架期预测做了较多研究,但对泥鳅半干制品的货架期预测尚未见报道。

本论文通过分析泥鳅半干制品在不同贮藏温度下菌落总数、挥发性盐基氮(TVBN)、脂肪氧化程度(TBA值)和感官指标的变化规律,研究影响泥鳅半干制品品质变化的关键因子,进一步建立关键因子与贮藏温度、贮藏时间的动力学模型,从而对其货架期进行预测,以期在泥鳅半干制品的贮藏、销售过程中对产品品质变化进行控制。

1 材料与方法

1.1 实验材料

泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)、葱、姜,购于宁波市菜市场;黄酒、盐、味精、糖,购于宁波庄市乐购超市;平板计数琼脂(PCA)培养基购自杭州微生物试剂有限公司;氧化镁、硼酸、盐酸、甲基红、

*浙江省科技厅公益技术研究社会发展项目,2010C33180号。刘卓然,硕士研究生, E-mail: liuzhuoran1211@163.com

通讯作者:翁佩芳,教授,硕士生导师, E-mail: weng-pf@163.com

收稿日期:2013-07-22,收修改稿日期:2013-09-27

次甲基蓝、硫代巴比妥酸(TBA)、三氯乙酸、乙二胺四乙酸(EDTA)、1,1,3,3-四乙氧基丙烷等,以上试剂购自上海国药集团化学试剂有限公司,均为分析纯。

1.2 实验仪器

SPX-128 智能生化培养箱(宁波江南仪器厂), DHG-9140AS 电热恒温鼓风干燥箱(宁波江南仪器厂), HR83 梅特勒自动水分测定仪(梅特勒-托利多仪器有限公司), FSH-2 可调高速匀浆机(江苏省金坛市环宇科学仪器厂), H2500R2 高速冷冻离心机(湖南湘仪离心机仪器有限公司), 半微量定氮器, UV-3200 扫描型紫外可见分光光度计(上海美谱达仪器有限公司), LDZX-40 压力蒸汽灭菌器(上海申安医疗器械厂), DZ400/2D 真空包装机(温州市黄龙华能机械厂)。

1.3 实验方法

1.3.1 泥鳅半干制品加工工艺流程 泥鳅 清水

静养 1 天 剖片 去头去内脏 清洗 脱腥 调味 烘制 冷却 真空包装 成品。

泥鳅烘制过程中控制烘干温度和时间,使泥鳅半干制品的水分含量控制在 35%左右,冷却后,立即装于无菌塑料食品包装袋中(每袋装鱼片 50g),并迅速用包装机真空密封。

1.3.2 菌落总数测定 采用 GB 4789.2-2010 的测定方法。

1.3.3 TVBN 值测定 采用 GB/T5009.44-2003 半微量定氮法的测定方法。

1.3.4 TBA 值测定 采用硫代巴比妥酸法(闫文杰, 2011)。

1.3.5 感官评定方法 由 5 名富有食品感官鉴定经验的同学组成感官评定小组,取样后经蒸锅隔水蒸煮 5min 后进行感官评定,评分表见表 1。将感官评分总分 6 分作为消费者可以承受的最低品质限度。

表 1 泥鳅半干制品感官评分表
Tab.1 Sensory evaluation standard of semi-dried *M. anguillicaudatus* product

评分	感官指标			
	表面色泽	组织结构	滋味	口感
5	表面光滑,色泽鲜亮	坚实富有弹性,肌肉组织致密完整	鱼香味浓郁,味道鲜美	肉质软硬适中,口感细腻
4	表面光滑,色泽正常	坚实有弹性,肌肉组织紧密	鱼香味清淡,鲜味清淡	肉质略硬或略软,口感柔和
3	表面略有粘腻感,色泽稍暗淡	较有弹性,肌肉组织不紧密	略有腥臭味,鲜味淡	肉质略硬或略软,口感不柔和
2	表面有粘腻感,色泽暗淡	稍有弹性,肌肉组织局部松散	腥臭味略重,无鲜味	肉质硬或软,口感粗糙或软烂
1	表面粘腻感严重,毫无光泽	无弹性,肌肉组织松散	腥臭味无法忍受	肉质很坚硬无弹性,口感粗糙

1.4 试验设计

将泥鳅半干制品分成 4 组,分别贮藏在 4°C、20°C、30°C 和 40°C 恒温条件下,4°C 样品每隔 3d 取样,20°C、30°C 和 40°C 样品每隔 2d 取样,分别对泥鳅半干制品的菌落总数、TVBN 值和 TBA 值进行检测,同时进行感官评定。每次检测随机抽样 3 袋,取平均值。

1.5 数据分析

实验数据使用 PASW statistics 18 统计软件处理,

进行单因素方差分析、Pearson 相关系数分析和回归方程建立。

2 结果与分析

泥鳅半干制品在不同贮藏温度下各项指标与贮藏时间的关系见表 2 和表 3。

2.1 不同贮藏温度下泥鳅半干制品菌落总数的变化
由表 2、表 3 可见,泥鳅半干制品在 4°C 贮藏条件下,菌落总数的变化在相邻的两个贮藏时间内差

表 2 泥鳅半干制品在 4°C 贮藏条件下各指标的变化
Tab.2 The variance of semi-dried *M. anguillicaudatus* product indicators at 4°C

指标	贮藏时间(d)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
菌落总数 (lgCFU/g)	3.91(0.13) ^A	4.31(0.28) ^{AB}	4.88(0.16) ^{BC}	5.05(0.32) ^{CD}	5.56(0.26) ^{DE}	5.95(0.42) ^{EF}	6.92(0.56) ^{FG}	7.88(0.33) ^G
TVBN (mg/100g)	23.49(0.38) ^A	23.73(0.97) ^A	26.81(0.48) ^B	34.53(1.10) ^C	39.37(0.56) ^D	42.53(0.91) ^E	55.08(0.95) ^F	63.93(1.22) ^G
TBA(mg/kg)	1.23(0.05) ^A	1.26(0.07) ^A	1.33(0.11) ^{AB}	1.42(0.05) ^{BC}	1.49(0.06) ^{CD}	1.51(0.05) ^{DE}	1.57(0.06) ^E	1.69(0.04) ^F

应用单因素方差分析对数据进行分析,数据以三个重复的平均值(标准误差)来表示。数据上标小写字母表示同一贮藏时间不同贮藏温度下同一指标的差异性,大写字母表示同一贮藏温度不同贮藏时间下同一指标的差异性($P < 0.05$)。表中“—”表示各指标在上一贮藏时间时已达到感官评分可以承受的最低限度,产品达到其货架寿命,在该贮藏时间指标无意义。表 3 同

表 3 泥鳅半干制品在 20°C、30°C 和 40°C 贮藏条件下各指标的变化
Tab.3 The variance of semi-dried *M. anguillicaudatus* product indicators at 20°C, 30°C and 40°C

指标	温度(°C)	贮藏时间(d)					
		0	2	4	6	8	10
菌落总数 (lgCFU/g)	20	3.91(0.13) ^A	4.71(0.15) ^{a,B}	5.38(0.17) ^{a,C}	5.91(0.33) ^{a,D}	6.92(0.31) ^{a,E}	7.95(0.22) ^F
	30	—	5.23(0.23) ^{ab,B}	6.35(0.13) ^{b,C}	7.08(0.36) ^{b,D}	7.92(0.28) ^{b,E}	—
	40	—	5.72(0.22) ^{bc,B}	6.94(0.28) ^{c,C}	7.98(0.24) ^{c,D}	—	—
TVBN (mg/100g)	20	23.49(0.38) ^A	30.48(0.72) ^{a,B}	41.43(0.39) ^{a,C}	57.41(1.23) ^{a,D}	62.06(1.05) ^{a,E}	70.19(0.63) ^F
	30	—	36.43(0.91) ^{b,B}	49.12(0.47) ^{b,C}	66.28(1.06) ^{b,D}	74.81(1.21) ^{b,E}	—
	40	—	48.79(1.02) ^{c,B}	60.34(0.53) ^{c,C}	76.94(0.99) ^{c,D}	—	—
TBA(mg/kg)	20	1.23(0.05) ^A	1.41(0.09) ^{a,B}	1.52(0.13) ^{a,BC}	1.65(0.06) ^{a,CD}	1.71(0.05) ^{a,DE}	1.84(0.07) ^E
	30	—	1.43(0.11) ^{a,B}	1.57(0.08) ^{a,C}	1.75(0.09) ^{a,D}	1.95(0.07) ^{b,E}	—
	40	—	1.46(0.12) ^{a,B}	1.64(0.07) ^{a,C}	2.09(0.05) ^{b,D}	—	—

异不显著($P>0.05$), 而 20°C、30°C 和 40°C 三个温度下, 不同贮藏时间菌落总数变化差异显著($P<0.05$), 细菌繁殖较快, 说明随着贮藏时间的延长, 菌落总数呈增长趋势, 而低温有效地降低了细菌的繁殖速度。从第 4 天开始, 各温度之间菌落总数差异显著($P<0.05$), 说明贮藏温度越高, 泥鳅半干制品菌落总数增加越明显。

2.2 不同贮藏温度下泥鳅半干制品挥发性盐基氮(TVBN)的变化

挥发性盐基氮(TVBN)值是国标中评价动物性食品鲜度的指标, 其含量的增加标志着食品鲜度呈下降趋势(鸿巢章二等, 1994; 王欢等, 2013)。由表 2、表 3 可见, 贮藏在各个温度下的样品随着时间的延长, TVBN 值增加显著($P<0.05$), 在 40°C 贮藏 6d、30°C 贮藏 8d 和 20°C 贮藏 10d 时的样品, TVBN 值分别达到 76.94、70.19 和 74.81mg/100g, 其鲜度显著下降($P<0.05$)。在同一贮藏时间, 20°C、30°C 和 40°C 三个贮藏温度下 TVBN 值有着显著的差异($P<0.05$), 说明随着贮藏温度的升高, 泥鳅半干制品鲜度下降越明显。

2.3 不同贮藏温度下泥鳅半干制品脂肪氧化程度(TBA 值)的变化

泥鳅半干制品在贮藏过程中会发生脂肪氧化, 由表 3 可见, 在 30°C 和 40°C 条件下, 随着贮藏时间的延长, TBA 值增加显著($P<0.05$)。脂质过氧化产物丙二醛与 TBA 反应生成的复合物在 532nm 处有最大吸收峰, 所以 TBA 值增加, 说明脂肪氧化加剧(陆瑞琪, 2008); 泥鳅半干制品在同一贮藏时间, 温度越高, TBA 值增加越快, 脂肪氧化越严重。

2.4 不同贮藏温度下泥鳅半干制品感官品质变化

在不同贮藏温度下泥鳅半干制品感官评分与贮

藏时间的关系见图 1。随着贮藏时间的延长, 感官品质逐渐下降, 在 40°C 贮藏 6d、30°C 贮藏 8d、20°C 贮藏 10d 和 4°C 贮藏 21d 时, 感官品质已达到可以承受的最低限度, 贮藏实验终止(Gimenez *et al.*, 2008)。

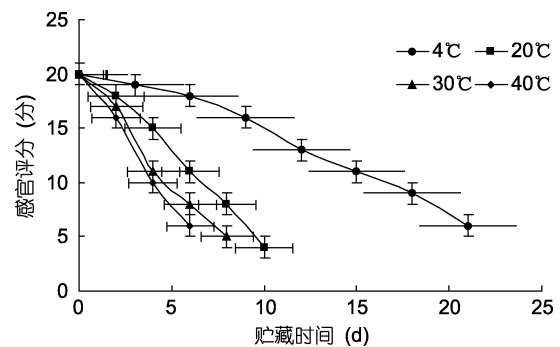


图 1 泥鳅半干制品贮藏过程中感官评分的变化
Fig.1 The variance of semi-dried *M. anguillicaudatus* product sensory evaluation score during the storage

2.5 泥鳅半干制品货架期模型的建立及其验证

Labuza 等(1978)发现大多数食品品质的变化与时间的关系都遵循一级反应动力学规律。一级动力学反应方程为: $A = A_0 e^{-kt}$ 。

式中, t 为贮藏时间; A 为贮藏 t 时间后的品质; A_0 为食品的初始品质; k 为反应变化速率常数。

反应速率常数 k 是温度的函数, 可以根据 Arrhenius 方程进行确定。Arrhenius 理论通常可以用三种不同的数学式来表达:

$$k = k_0 e^{-\frac{E_a}{RT}}, \ln k = \ln k_0 - \frac{E_a}{RT}, \frac{d \ln k}{dT} = -\frac{E_a}{RT^2}$$

以上三个公式依次称为该理论的指数式、对数式与微分式(傅献彩等, 1990)。其中 k 为当反应温度为 $T(K)$ 时的反应速率常数; R 为理想气体通用常数, k_0 与 E_a 为两个由反应本性决定, 而与反应温度及浓度无

关的常数, 分别称为指数前因子与活化能。Labuza (1980)应用了 Arrhenius 关系式反映了食品的腐败变质速率与温度的关系。

根据 Arrhenius 方程中的指数前因子和活化能, 得到不同反应温度下的 k_T , 通过动力学方程 $A = A_0 e^{k_T t}$, 推算出货架期模型: $t = \frac{\ln A - \ln A_0}{k_0 e^{-\frac{E_a}{RT}}}$ 。

2.5.1 泥鳅半干制品贮藏期间各项指标与感官评分之间的相关性 根据泥鳅半干制品贮藏期间各项指标的变化规律, 计算其与感官评分之间的 Pearson 相关系数, 见表 4。

由表 4 可知, 在各个温度下菌落总数与感官评分之间的 Pearson 相关系数最高, 呈显著相关, 确定其为影响泥鳅半干制品贮藏期间品质的关键因子。

表 4 不同贮藏温度下样品感官评分与各项指标间 Pearson 相关系数

Tab.4 The Pearson correlation coefficients between sensory scores and indicators of samples under different storage temperatures

指标	4°C	20°C	30	40
菌落总数	0.983**	0.993**	0.991**	0.985*
TVBN	0.986**	0.988**	0.990**	0.975*
TBA	0.983**	0.974**	0.983**	0.965*

*表示在 0.05 水平上显著相关, **表示在 0.01 水平上显著相关

2.5.2 泥鳅半干制品货架期模型的建立 由表 5 可见, 不同贮藏温度下泥鳅半干制品的菌落总数随时间变化的回归系数 $R^2 > 0.94$, 说明其回归方程有很高的拟合精度, 符合一级化学反应的动力学模型。

表 5 菌落总数随贮藏时间和温度变化的回归方程

Tab.5 The regression equations of the variance of colony numbers under different storage time and temperatures

温度(°C)	回归方程	R^2	k
4	$y=0.0307x+1.3627$	0.9792	0.0307
20	$y=0.0685x+1.3857$	0.9935	0.0685
30	$y=0.0857x+1.4357$	0.9512	0.0857
40	$y=0.1167x+1.4304$	0.9465	0.1167

以 $\ln k$ 对贮藏温度倒数 $1/T$ 作图, 得到方程 $y = -3185.2x + 8.0667$, 即 Arrhenius 方程 $y = -3185.2 \frac{1}{T} + 8.0667$, 从而推算出 E_a 为 26.5 kJ/mol, k_0 为 3186.6, 根据 $k_T = k_0 e^{-\frac{E_a}{RT}}$, 得到在不同温度下各项指标变化的反应速率常数 k_T , 即可建立泥鳅半干制品的菌落总数货架期模型为: $t = \frac{\ln A - \ln A_0}{3.2 \times 10^3 e^{-\frac{26.5 \times 10^3}{RT}}}$ 。

品的贮藏温度和贮藏前、后的菌落总数即可对其货架期进行预测。

2.5.3 泥鳅半干制品货架期预测及动力学模型验证 由已建立的泥鳅半干制品的菌落总数货架期模型: $t = \frac{\ln A - \ln A_0}{3.2 \times 10^3 e^{-\frac{26.5 \times 10^3}{RT}}}$, 将感官评分中消费者可以承受的低品质限度测得的菌落总数 ($A = 10^8$ CFU/g) 作为货架期的终点, 可得到贮藏温度分别为 4°C、20°C、30°C 和 40°C 下的货架期预测值, 实际测定得到的泥鳅半干制品的货架期, 见表 6。

由表 6 可见, 泥鳅半干制品货架期的预测值与实测值相对误差均较小, 说明建立的泥鳅半干制品动力学模型具有较好的拟合性。

表 6 泥鳅半干制品在不同贮藏温度下货架期的预测值和实测值比较

Tab.6 The comparison of prediction and actual values of semi-dried *M. anguillicaudatus* product shelf life under different temperatures

温度(°C)	预测货架期(d)	实测货架期(d)	相对误差(%)
4	22.02	21	4.6
20	11.75	10	14.8
30	8.22	8	2.7
40	5.87	6	2.2

3 结论

(1) 对泥鳅半干制品在不同贮藏温度下的菌落总数、挥发性盐基氮(TVBN)、脂肪氧化程度(TBA 值)等各项指标进行测定, 分析其品质变化规律, 结果表明: 随着贮藏时间的延长, 菌落总数、TVBN 值和 TBA 值呈上升趋势; 在同一贮藏时间, 随着贮藏温度的升高, 各指标值增大, 表明泥鳅半干制品品质下降。

(2) 分析泥鳅半干制品在贮藏中各项指标与感官评分的相关性, 结果表明: 菌落总数与感官评分的 Pearson 相关系数最高, 故菌落总数的变化是影响制品品质变化的关键因子。基于得到的 Arrhenius 方程

$\ln k = -3185.2 \frac{1}{T} + 8.0667$, 可推算得出 E_a 为 26.5 kJ/mol, k_0 为 3186.6, 结合一级动力学方程得到货架期预测模型为: $t = \frac{\ln A - \ln A_0}{3.2 \times 10^3 e^{-\frac{26.5 \times 10^3}{RT}}}$ 。

(3) 泥鳅半干制品在不同贮藏温度下货架期预测和货架期实测的验证试验表明: 预测得到的货架期与实际测得货架期相对误差较小, 说明建立的泥鳅半干制品动力学模型具有较好的拟合性。在泥鳅半

干制品的保藏和销售过程中,运用建立的动力学模型可以对其品质进行监控,保证食用安全。

参 考 文 献

- 王 欢, 谢 超, 孙 媛等, 2013. 凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*)即食虾仁在常温保藏中的货架期预测及品质分析. 海洋与湖沼, 44(4): 1095—1102
- 印 杰, 熊传喜, 李圣华, 2008. 四倍体和二倍体泥鳅及大鳞副泥鳅营养成分分析. 水生态学杂志, 1(2): 67—70
- 闫文杰, 李兴民, 李妙旋等, 2011. 葡萄籽提取物对无淀粉火腿肠保质期的影响. 农业工程学报, 27(03): 357—361
- 佟 懿, 谢 晶, 2009. 鲜带鱼不同贮藏温度的货架期预测模型. 农业工程学报, 25(6): 301—305
- 余晓琴, 车晓彦, 张丽平, 2007. 食品货架寿命预测研究. 食品研究与开发, 28(3): 84—87
- 陆瑞琪, 2008. 金华火腿现代工艺中脂质及风味变化. 无锡: 江南大学硕士学位论文, 11—15
- 黄 钧, 杨 淞, 覃志彪等, 2010. 云斑、泥鳅和瓦氏黄颡鱼的含肉率及营养价值比较研究. 水生生物学报, 34(5): 990—997
- 赵忠全, 陶志强, 2000. 泥鳅软包装加工工艺. 食品科学, 21(6): 66
- 赵振山, 高贵琴, 1999. 泥鳅和大鳞副泥鳅营养成分分析. 水利渔业, 19(2): 16—17
- 郭全友, 王锡昌, 杨宪时等, 2012. 不同贮藏温度下养殖大黄鱼货架期预测模型的构建. 农业工程学报, 28(10): 267—273
- 傅献彩, 沈文霞, 姚天扬, 1990. 物理化学(第四版). 北京: 高等教育出版社, 745—746
- 楼 明, 朱 昉, 1997. 香酥泥鳅加工工艺研究. 水产科学, 18(4): 17—20
- 鸿巢章二, 桥本周久编著, 郭晓风, 邹胜祥译, 1994. 水产利用化学. 北京: 中国农业出版社, 133—136
- Gimenez A, Gaston A, Gambaro A, 2008. Survival analysis to estimate sensory shelf life using acceptability scores. Journal of Sensory Studies, 23(5): 571—582
- Labuza T P, 1980. Temperature enthalpy entropy compensation in food reactions. Food Technol, 34(2): 67
- Labuza T P, Shapero M, 1978. Prediction of nutrient losses. Journal of Food Processing and Preservation, 2(2): 91—99
- Li W Q, Wang J, Sun J F *et al*, 2011. Shelf life prediction modeling of vacuum-packaged scallops on the kinetics of total volatile base nitrogen. International Journal of Food Engineering, 7(4): Article 17
- Tsironi T, Dermesonlouoglou E, Giannakourou M *et al*, 2009. Shelf life modeling of frozen shrimp at variable temperature conditions. LWT-Food Science and Technology, 42(2): 664—671
- You L J, Zhao M M, Cui C, 2009. Effect of degree of hydrolysis on the antioxidant activity of loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) protein hydrolysates. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 10(2): 235—240

PREDICTION OF SHELF LIFE ON SEMI-DRIED *MISGURNUS ANGUILLICAUDATUS* PRODUCT BY KINETIC MODEL

LIU Zhuo-Ran, WENG Pei-Fang, AO Yu-Yan, WU Zu-Fang

(Key Laboratory of Applied Marine Biotechnology of Ministry of Education, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract In this paper, we studied the variation of indicators of semi-dried *Misgurnus anguillicaudatus* product, such as total colony counts, total volatile basic nitrogen (TVBN), fat oxidation degree (TBA value) and sensory evaluation in different time at 4°C, 20°C, 30°C and 40°C, respectively. The results showed that the quality of the product got worse as the storage time extended and the change of quality indicators became slower with the lower storage temperature. Pearson correlation analysis showed that the crucial factor affecting product quality was total colony count. Based on the Arrhenius equation, the kinetic model was established between the total colony count and storage time as well as storage temperature. The activation energy E_a in the model was 26.5 kJ/mol and the reaction rate constant k_0 was 3186.6. By using this kinetic model, the prediction values of shelf life in different storage temperatures were close to the practical dates, and each relative error with this model was little. Therefore, this model can predict the shelf life of semi-dried *M. anguillicaudatus* product at the storage temperature between 4°C to 40°C. This result can provide the theoretical basis for the exploitation and market circulation of semi-dried *M. anguillicaudatus* product.

Key words semi-dried *Misgurnus anguillicaudatus* product; storage; kinetic model; shelf life