

猪肉品质变化的动力学模型^{*}

柴春祥

(天津商学院食品科学与工程系,天津 300134)

摘 要 考察了不同温度下贮藏过程中猪肉中细菌总数、挥发性盐基氮值随存放时间的变化规律及其动力学特性,建立了细菌总数、挥发性盐基氮值与贮藏温度和贮藏时间的动力学模型。贮藏过程中猪肉的细菌总数、挥发性盐基氮值随贮藏时间的延长而增加,随贮藏温度的增加而上升。细菌总数和挥发性盐基氮值对一级化学反应模型和 Arrhenius 方程具有较高的拟合精度。
关键词 猪肉,贮藏,数学模型,动力学

猪肉是人们喜食的肉食品之一。在加工、贮存和运输过程中,由于外界环境、微生物和酶等因素的作用,猪肉腐败变质,品质下降。为了预测、控制猪肉品质变化的程度,人们就需要了解猪肉品质变化的动力学特性。在掌握了猪肉品质变化的动力学规律,人们就可该规律对加工生产过程进行监控,对猪肉品质的变化进行预测,也可提前采取措施对猪肉的品质变化进行控制。

目前,在食品贮藏过程中,食品动力学特性的研究仅在草莓的保鲜、鱼丸、鲜鱼腐败等做过一些研究^[1~5],对于猪肉在贮藏过程中品质变化的动力学特性研究尚未见报道。猪肉保存过程中在细菌和酶等因素的作用下,蛋白质分解产生胺类等碱性含氮物质,此类物质具有挥发性,称为挥发性盐基氮。通过测定猪肉中挥发性盐基氮的含量、细菌总数就可反映猪肉鲜度的变化。文中初步探讨了猪肉贮藏过程中挥发性盐基氮值、细菌总数随贮藏温度、时间的变化规律,研究结果可为猪肉的实际生产加工提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料的预处理

把从市场购买的新鲜猪肉,用绞肉机加工成肉泥,然后把加工好的肉泥分成 2 组,每组肉泥分为 6 个样本,放在 2、8、14、25、30℃ 恒温条

件下进行保存。样本保存的时间分别为 1、2、3、4、5 d。

1.2 方 法

1.2.1 挥发性盐基氮(TVBN)的测定

将猪肉绞碎研匀,取样品 10 g,用 10 倍(100 mL)无氨蒸馏水浸抽 30 min,期间不断振荡,然后过滤,滤液即为 10% 样品浸抽液,可供测定用。按 GB 5009.44—1985 微量扩散法测定挥发性盐基氮含量。

1.2.2 细菌总数的测定

按 GB4789.2—1994 用稀释平板法测定细菌总数。

2 试验设计

对保存在不同温度条件下的样本,按一定时间间隔(约 24 h)分别检测样品的细菌总数、挥发性盐基氮值。每次检测做平行实验,取平均值。

3 结果与分析

3.1 不同温度下挥发性盐基氮与猪肉保存时间的关系

对保存在 2、8、14、25、30℃ 5 个温度下的样本,分别测定了保存时间为 1、2、3、4、5 d 猪肉挥发性盐基氮的值(见表 1)。为了直观地观察猪肉在保存过程中挥发性盐基氮值与其保存时间的变化关系,对其进行作图(见图 1)。从

作者:博士,副教授。

^{*} 天津市高校科技发展基金资助项目(No. 010009)

收稿时间 2004-03-17,改回时间 2004-04-22

图 1 中可以看出 ,猪肉挥发性盐基氮值随保存时间的延长增加。猪肉保存温度越高 ,挥发性盐基氮值的增加越快。保存温度越低 ,挥发性盐基氮值的增加较缓。

表 1 五个不同温度下挥发性盐基氮

时间 /h	挥发性盐基氮×10 ⁻² /mg·g ⁻¹				
	2℃	8℃	14℃	25℃	30℃
22	3.5	15.4	20.3	30.8	46.2
46	10.5	23.1	29.4	50.4	78.2
70	17.5	33.6	46.9	74.2	107.8
94	23.1	45.5	64.4	95.2	179.2
118	32.2	63.0	84.0	116.2	242.2

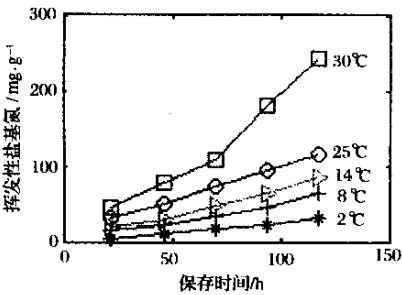


图 1 不同温度下猪肉挥发性盐基氮与保存时间关系图

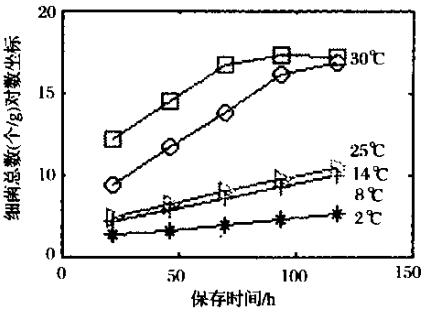


图 2 不同温度下猪肉细菌总数与保存时间的关系图

3.2 不同温度下细菌总数与猪肉保存时间的关系

对保存在不同温度、时间下猪肉的细菌总数进行了测定 ,测定值见表 2。从表 2 中可看出 ,猪肉细菌总数随保存时间的延长而增加 ,随存放温度的增加而增加。保存温度较低时 ,细菌总数的增加较缓慢。存放温度较高时 ,细菌总数增加较快。在 30℃ 保存 118h 猪肉的细菌总数低于保存 94h 的 ,可能原因为细菌生长已

到衰亡期 ,细菌死亡率增加 ,死亡数已超过新生数 ,总的细菌总数下降。

表 2 五个不同温度下猪肉中的细菌总数

时间 /h	细菌总数/个·g ⁻¹				
	2℃	8℃	14℃	25℃	30℃
22	560	1220	1 520	12×10 ³	194×10 ³
46	720	2 680	3 500	116×10 ³	194×10 ⁴
70	980	5 200	8 400	102×10 ⁴	186×10 ⁵
94	1 420	10 400	17 200	104×10 ⁵	330×10 ⁶
118	2 080	20 000	34 000	204×10 ⁵	280×10 ⁵

3.3 猪肉品质变化的动力学模型

食品品质改变一般指生产过程中化学、物理和微生物的变化 ,这些变化可用化学反应动力学模型进行描述^[6]。化学反应动力学模型已经得到了广泛的应用。在食品加工和保存过程中 ,大多数与食品质量有关的品质变化都遵循零级或一级模式 ,其中 ,一级反应动力学模型有广泛的应用。一级反应的动力学模型的形式如下^[7] :

$$\frac{dN}{dt} = kN \tag{1}$$

式中 :N——时间为 t 时的某参数的值 ;k——反应速率常数 ;t——时间 s。

对上式积分得 :

$$N = N_0 e^{kt} \tag{2}$$

式中 :N₀——初始时某个参数的值。

对保存在不同温度下猪肉细菌总数、挥发性盐基氮值随时间的变化关系进行回归分析 ,得到的模型参数见表 3。所有回归方程的复相关系数均 >0.9 ,表明回归方程的拟合精度较高。

对回归方程进行比较 ,发现描述猪肉中细菌总数随时间变化关系的反应速率常数随着保存温度的升高而增加 ,而描述猪肉中挥发性盐基氮随时间变化关系的反应速率常数随保存温度的增加而降低。温度对反应速率常数的影响用阿仑尼乌斯(Arrhenius)方程进行拟合。

$$k = k_0 e^{-\frac{E}{RT}} \tag{3}$$

式中 :k₀——回归系数 ;E——反应活化能 (J/mol) ;R——气体常数 ,T——绝对温度 (K)。

用上式对猪肉中细菌总数、挥发性盐基氮

随时间变化关系的反应速率常数与温度的关系进行了考察,得出(3)式可较好地反映猪肉中细菌总数随时间变化关系的反应速率常数与保存温度的关系,其复相关系数在0.9以上;不能较好地反映挥发性盐基氮随时间变化关系的反应速率常数与温度的关系。

表3 猪肉品质变化动力学模型的参数

温度 /℃	细菌总数		挥发性盐基氮	
	N_0	K	$N_0 \times 10^{-2}$	K
	/个·g ⁻¹	/s ⁻¹	/mg·g ⁻¹	mg·g ⁻¹
2	404	0.014	3.00	0.022
8	666	0.029	12.18	0.015
14	813	0.033	14.88	0.015
25	2 698	0.081	24.53	0.014
30	162 750	0.053	33.12	0.013

对于(3)式不能较好地反映挥发性盐基氮反应速率常数与温度关系的原因可推测如下:由于温度的升高,猪肉中的某些酶被激活。在酶的参与下,致使产生挥发性盐基氮的化学反应所需的活化能降低。活化能降低所引起的反应速率常数的变化远远大于温度升高所引起的反应速率常数的变化。因此,猪肉中挥发性盐基氮随时间变化关系的反应速率常数随保存温度的增加而降低。

4 结 论

猪肉在贮藏过程中,挥发性盐基氮、细菌总

数随贮藏温度的升高、保存时间的延长而增加。挥发性盐基氮、细菌总数随时间的变化规律符合一级化学反应动力学模型。描述猪肉中细菌总数随时间变化关系的反应速率常数随着保存温度的升高而增加;而描述猪肉中挥发性盐基氮随时间变化关系的反应速率常数随保存温度的增加而降低。

参 考 文 献

1 黄光荣.动力学在草莓 MA 保鲜中的应用[J].食品科学,1991(1):54~55
2 单衡明.不同冻藏温度对梭子蟹品质影响的研究[J].肉类工业,2001(11):23~26
3 娄永江,王 扬,杨文鸽.单冻带鱼保鲜技术研究[J].食品科学,2000,21(11):59~61
4 赵思明,李红霞,熊善柏等.鱼丸贮藏过程中品质变化动力学模型研究[J].食品科学,2002,23(8):80~82
5 Koutsoumanis K P, Taoukis P S, Drosinos E H et al. Applicability of an arrhenius model for the combined effect of temperature and CO₂ packaging on the spoilage microflora of fish[J]. Applied and Environmental Microbiology, 2000, 66(8):3 528 ~3 534
6 Van M A J S. Statistical aspects of kinetic modeling for food science problems[J]. J Food Sci, 1996, 61(3):477~485, 489
7 浙江大学普通化学教研组.普通化学[M].北京:高等教育出版社,1988

Research on the Kinetics Model of Pork Quality
Chai Chunxiang

(Food Science and Engineering, Tianjin University of Commerce, Tianjin, 300134)

ABSTRACT The aerobic bacterial count and TVBN value in fresh pork were studied at different storage temperature. The kinetics models of bacterial count and TVBN value with respect to the storage time and temperature were developed. It was found that the bacterial count and TVBN value increased with the increase of storage time and temperature. The first order reaction model and Arrhenius equation were used to describe the relationship between bacterial count and TVBN value as a function of the storage time and temperature.

Key words pork, storage, mathematics model, kinetics

市场
动态

儿童饮品市场需求 200 亿元

儿童饮料每年的市场需求大约在 200 亿元左右,但目前国内真正提供给孩子们的儿童专用饮料全年销量也不超过 80 亿元,而真正过得硬的儿童饮料更少。全国儿童饮料已开始摆脱以往果奶饮料的单一产品结构,趋向于更健康、更齐全、更营养,但市场需要更多品牌知名度高、品种全的儿童饮料企业。