

散装酱卤鸭肉制品中特定腐败菌的确定

谢萍^{1,2}, 徐明生^{1*}, 尹忠平¹, 唐道邦³, 徐玉娟³, 戴艺¹

(1. 江西农业大学/江西省农产品加工与安全控制工程实验室, 南昌 330045; 2. 江西煌德食品有限公司, 赣州 341000;
3. 广东省农业科学院蚕业与农产品加工研究所/广东省农产品加工重点实验室, 广州 510610)

摘要: **目的** 确定散装酱卤鸭肉制品的特定腐败菌(special spoilage organisms, SSO)。**方法** 研究产品在4 °C、25 °C贮藏时的腐败特性, 并对理化指标、感官指标和微生物指标进行相关性分析。**结果** 散装酱卤鸭肉制品在25 °C贮藏时, 乳酸菌(lactic acid bacteria, LAB)、肠杆菌科、葡萄球菌属与挥发性盐基氮(total volatile basic nitrogen, TVB-N)、感官极显著相关($P < 0.01$), 最小腐败量(minimum spoilage, Ns)是7.09 lg(CFU/g); 4 °C贮藏时, 嗜冷菌与硫代巴比妥酸反应物(thiobarbituric acid reactive substances, TBARS)、TVB-N和感官极显著相关($P < 0.01$), Ns为6.71 lg(CFU/g)。不同的贮藏条件下SSO不同, 嗜冷菌是散装酱卤鸭肉制品4 °C贮藏的SSO, LAB、肠杆菌科和葡萄球菌属是该产品25 °C贮藏的SSO。**结论** 本研究可为有效建立该产品货架期预测模型、保证其品质安全性提供依据。

关键词: 酱卤鸭肉; 腐败特性; 特定腐败菌

Determination of special spoilage organisms in bulk sauced duck products

XIE Ping^{1,2}, XU Ming-Sheng^{1*}, YIN Zhong-Ping¹, TANG Dao-Bang³, XU Yu-Juan³, DAI Yi¹

(1. Jiangxi Agricultural University/Engineering Laboratory for Agro-processing and Safety Control of Jiangxi, Nanchang 330045, China; 2. Jiangxi Huangde Food Co., Ltd., Ganzhou 314000, China; 3. Sericultural & Agri-Food Research Institute Guangdong Academy of Agricultural Sciences/ Guangdong Key Laboratory of Agricultural Products Processing, Guangzhou 510610, China)

ABSTRACT: Objective To determination the special spoilage organisms (SSO) of bulk sauced duck products. **Methods** The physicochemical and sensory evaluation were analyzed during storage at 4 °C and 25 °C, and the correlations of physical and chemical index, sensory indexes and microbial indexes with the amounts of microorganism were analyzed. **Results** lactic acid bacteria (LAB), *Enterobacteriaceae* and *Staphylococcus* had high amounts during storage at 25 °C and showed significant relations with total volatile basic nitrogen (TVB-N) and sensory evaluations ($P < 0.01$), and minimum spoilage (Ns) was determined as 7.09 lg(CFU/g). *Psychrophiles* had high amounts during storage at 4 °C and showed significant relations with TBARS, TVB-N and sensory evaluations with higher Pearson correlations ($P < 0.01$), and Ns was determined as 6.71 lg(CFU/g). Results showed that SSO was different under different storage conditions. LAB, *Enterobacteriaceae* and *Staphylococcus* should be the SSO of bulk sauced duck during storage at and 25 °C, and *Psychrophiles* should be the SSO of bulk sauced duck during storage at 4 °C. **Conclusion** This research can provide a theoretical foundation for development of a effective shelf-life

基金项目: 广东省农产品加工重点实验室 2013 年开放基金项目(201301)

Fund: Supported by Guangdong Key Laboratory of Agricultural Products Processing Project (201301)

*通讯作者: 徐明生, 教授, 主要研究方向为畜产品加工、天然产物与功能食品。E-mail: xmsjy@sina.com

*Corresponding author: XU Ming-Sheng, Professor, College of Food Science and Engineering, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China. E-mail: xmsjy@sina.com

prediction model and ensuring edible safety.

KEY WORDS: sauced duck products; spoilage characteristics; special spoilage organisms

1 引言

散装酱卤鸭肉制品营养丰富,水分活度较高,且加工过程中中心温度较低,使其极易受微生物污染,这不仅可能导致经济损失,也可能会威胁消费者的健康,同时极大地限制了该产品的销售周期、半径。消费者难以通过感官评定准确判断酱卤鸭肉制品的货架期,而传统的微生物分析方法又存在着“后知后觉”的缺陷。因此,为保证散装酱卤鸭肉制品的食用安全性,促进该行业健康有序发展,建立一种快速有效的货架期预测方法尤为重要。

对大多数食品而言,预测货架期的核心是确定特定腐败菌(special spoilage organisms, SSO),并建立 SSO 动力学模型,通过预测 SSO 的生长趋势预测食品货架期^[1]。然而,在不同的原料、工艺、包装和贮藏条件下 SSO 有所不同。因此,为有效预测货架期,对特定产品进行微生态研究并确定其 SSO 是非常有必要的。有部分学者应用预测微生物学技术对酱卤鸭肉制品品质、货架期进行了研究,但并没有系统深入地在研究酱卤肉制品的菌群结构、特定腐败菌的基础上构建 SSO 微生物生长动力学模型,只是研究某一类或者全部微生物,不能真实反映微生物污染的多样性,揭示产品腐败本质^[2-4]。

SSO 的确定需综合考虑感官、理化和微生物等几方面^[5]。SSO 一般属于优势菌群,并具有较强的腐败能力^[1,6]。因此,需要在优势菌群里寻找 SSO。有学者认为,单独应用现代分子生物学方法,并不能够确定所分析的核酸物质是来源于活菌还是已经死亡的微生物^[1]。因此,为确定酱卤鸭肉制品的 SSO,从而有效建立该产品的货架期预测模型,有必要结合其他辅助手段如选择性培养基培养计数,以分析酱卤鸭肉制品贮藏期间的腐败特性。

本课题组前期研究了散装酱卤鸭肉制品 4 °C(冷藏)和 25 °C(室温)贮藏的微生物菌群结构变化及其优势菌^[7,8],但其贮藏过程中的腐败特性尚不清楚。所以在此

基础上,本研究以散装酱卤鸭肉制品为研究对象,探讨其在 4 °C、25 °C 贮藏过程中的微生物指标、感官指标和理化指标的变化情况,通过对优势菌数与感官指标、各理化指标进行相关性分析确定 SSO 和最小腐败量(minimum spoilage, N_s),以期建立该产品的货架期预测模型提供依据。

2 材料与方法

2.1 仪器与试剂

Testo 650 水分活度仪(德国 Testo 公司); T 25 digital ULTRA-TURRAX[®](德国 IKA 公司); V-5600 型可见分光光度计(上海元析公司); PHS-P2 型便携式酸度计(上海大谱公司); SPX-250-II 生化培养箱(上海跃进公司); JJ-CJ-2A 型超净台(苏州金净公司); D-1 型灭菌锅(湖北永大公司); TDL-5-A 低速台式离心机(上海安亭公司); MJ-BL25C3 搅拌机(美的公司)。

平板计数琼脂(plate count agar, PCA)培养基、马铃薯葡萄糖琼脂(potato dextrose agar, PDA)培养基、MRS(man rogosa sharpe)培养基、结晶紫中性红胆盐葡萄糖琼脂(violet red bile glucose agar, VRBGA)培养基、MSA 培养基,青岛海博公司; 1,1,1,3,3-四乙氧基丙烷 TEP(E.Mesck, 97%, aladdin 公司); 没食子酸丙酯 PG(aladdin 公司); 2-硫代巴比妥酸 TBA(江苏强盛公司)。

2.2 实验方法

2.2.1 样品贮藏

购买当天制作的散装酱卤鸭翅,于冰盒中送至实验室,分别于 4 °C、25 °C 贮藏,分别每隔 3、0.5 d 进行取样,每个取样点设 3 个平行。

2.2.2 微生物计数

参照 GB 4789.2-2010《食品微生物学检验 菌落总数测定》^[9]测定。采用的培养基和培养条件见表 1。

表 1 选择性培养基及培养条件
Table 1 Selective medium and culture conditions

微生物	培养基	培养温度(°C)	培养时间(d)	备注
菌落总数	PCA	37	2	4 °C、25 °C
酵母、霉菌	PDA	25	5	4 °C、25 °C
乳酸菌(LAB)	MRS	30 ^[9]	2	25 °C
肠杆菌科	VRBGA	37	1~2	25 °C
葡萄球菌属	MSA	37	2	25 °C
嗜冷菌	PCA	4	10	4 °C、25 °C

2.2.3 pH 测定

参照 GB/T 9695.5-2008 《肉与肉制品 pH 测定》^[10]。

2.2.4 水分活度(Aw)测定

参照 GB/T 23490-2009 《食品水分活度的测定》^[11]。

2.2.5 挥发性盐基氮(TVB-N)测定

参照 GB/T 5009.44-2003 《肉与肉制品卫生标准的分析方法测定》^[12]。

2.2.6 硫代巴比妥酸反应物(TBARS)测定

参照 Grossi^[13]的方法, 略作修改。

样品制备与检测: 称取 10 g 碎肉于 50 mL 离心管, 加入 30 mL 7.5% TCA 混合液(0.1% EDTA, 0.1% PG), 使用分散机均质(9500 r/min, 30 s); 4000 r/min 离心 10 min, 过滤; 移取上述滤液 5 mL 于比色管中, 加入 5 mL 0.02 mol/L TBA, 混匀, 100 °C 孵育 40 min, 冷却至室温, 测定 A_{532} 、 A_{600} , 同时做空白。

标准曲线的绘制: 分别移取丙二醛标准使用溶液 0.0、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.7 和 1.0 mL 于比色管中, 加水至 5 mL, 加入 5 mL TBA 溶液, 然后按样品测定步骤进行, 绘制标准曲线。

标准曲线: $Y=1.0718X-0.0054$ ($R^2=0.9998$, $P<0.000$)。

按以下公式计算 TBARS 值。

$$\text{TBARS (mgMDA/kg)} = \frac{(A_{532} - A_{600} + 0.0054) \times 5 \times 6}{1.0718 m}$$

其中: A_{532} : 样液在 532 nm 波长下的吸光度; A_{600} : 样液在 600 nm 波长下的吸光度; m : 试样的质量, g。

2.2.7 感官评价

邀请 7 名在鸭肉感官评定方面有经验的人员组成评定小组, 要求评定人员从色泽、气味和质地等方面综合评定

散装酱卤鸭肉制品, 采用 7 分制, 其中 7 分为最好, 1 分为最差, 4 分为能接受的最低分。

2.2.8 SSO、Ns 的确定

研究散装酱卤鸭肉制品品质变化的微生物效应, 对其微生物指标与各理化指标(A_w 、pH、TBARS、TVB-N)和感官指标进行相关性分析, 从而确定 SSO、Ns。

2.2.9 数据分析

菌落数以 $\lg(\text{CFU/g})$ 形式进行分析, 应用 DPS 9.50 对各指标数据进行方差分析、差异性显著性检验 (Dunnett 法), 应用 SPSS 17.0 进行微生物指标和理化指标相关性分析。

3 结果与分析

3.1 产品贮藏期间 A_w 的变化

就水与微生物的关系而言, 食品中微生物的生长繁殖是由 A_w 而非水分含量决定的, A_w 反映了水与食品其他组分结合的强弱及其被微生物利用的有效性, A_w 比水分含量更能指示食品腐败变质^[14]。本研究对散装酱卤鸭肉制品 4 °C、25 °C 贮藏期间 A_w 的变化进行了分析, 如图 1 所示。4 °C 贮藏期间 A_w 总体上显著下降 ($P=0.0187$), 贮藏前 6 d A_w 略有升高后显著下降, 随后的贮藏时间里 A_w 无明显变化 ($P>0.05$)。25 °C 贮藏期间 A_w 总体上极显著下降 ($P=0.0021$), 贮藏前 1 d A_w 极显著下降后小幅度上升, 随后的贮藏时间里 A_w 小范围内波动, 变化不显著 ($P>0.05$)。而肖香^[15]发现, 真空包装着肉贮藏期间 A_w 并无明显变化。由此说明, 包装条件显著影响 A_w 。

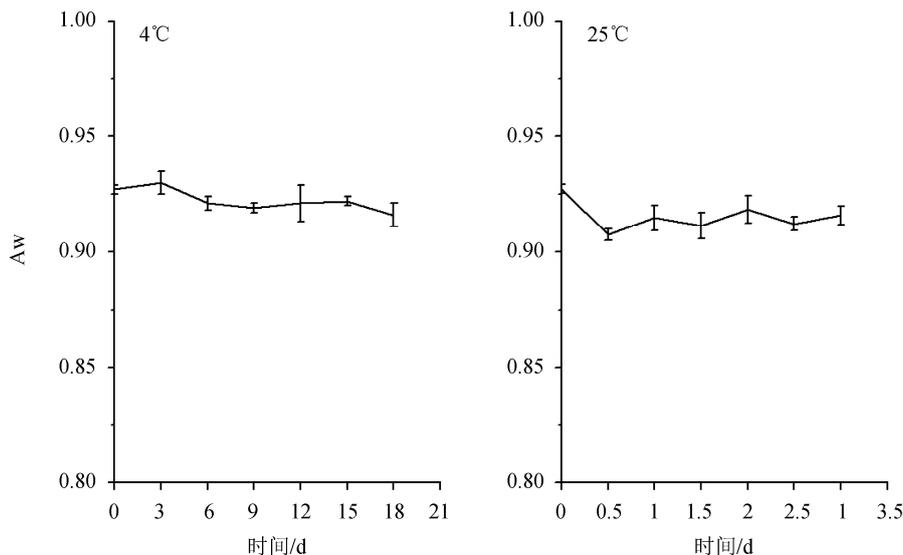


图 1 散装酱卤鸭肉制品贮藏期间 A_w 的变化

Fig.1 Changes of A_w in bulk sauced duck products during storage

3.2 产品贮藏期间 pH 的变化

肉制品贮藏期间 pH 的变化主要由微生物降解糖原产生乳酸等有机酸和蛋白质降解引起^[15]。图 2 是散装酱卤鸭肉制品贮藏期间 pH 变化图。4 °C、25 °C 贮藏期间 pH 在总体上均极显著变化(P 均为 0.0001)。*Weissella* sp. 是贮藏初期的优势细菌^[7], 该菌代谢产酸可能是 4 °C 贮藏前 3 d 极显著下降的原因。*M. caseolyticus* 是 4 °C 贮藏第 3 d 时的最主要优势细菌(32.41%)^[7], 吴艳涛等^[16]发现该菌可以降解脂肪、蛋白活性, 该菌分解蛋白质产生胺类物质可能是 pH 在贮藏 3 d 后极显著升高的原因, 这也说明 pH 变化有相对滞后性。在 4 °C 贮藏中后期 *P. pulmonis* 一直处于优势地位^[7], Bowman^[17]认为嗜冷菌属一般不能代谢复杂基质(如多糖), 只有少部分能降解蛋白质, 这可能是 4 °C 贮藏中期 pH 小幅度变化的原因。25 °C 贮藏 1 d 前 *Weissella* sp. 是优势细菌^[7], 其代谢糖类产酸乳酸等有机酸使 pH 极显著下降($P < 0.01$); 贮藏 1 d 后, pH 急剧上升, 这可能是微生物利用完糖类物质后开始降解蛋白质产生胺类物质, 从而使 pH 上升。

3.3 产品贮藏期间 TBARS 的变化

TBARS 值与肉及肉制品脂肪氧化程度高度相关^[15]。产品在 4 °C、25 °C 贮藏期间 TBARS 变化曲线如图 3 所示, 总体上两者均极显著变化(P 均为 0.0001), 与肖香^[15]的研究有差异, 这主要是因为散装贮藏下的有氧环境促进了脂肪氧化。在 4 °C 条件下贮藏 3 d 后, TBARS 极显著上升, 这与 *M. caseolyticus* 降解脂肪有关。贮藏 6~9 d 期间 TBARS 显著下降, 这或许和丙二醛能够与蛋白质、氨基酸、糖原

及其他食品成分发生反应有关。随后 TBARS 大幅度上升, 至第 18 d 时 TBARS 达 1.008 mg MDA/kg, 这可能与嗜冷杆菌属的特异降解脂肪活性有关^[17]。在 25 °C 贮藏时, TBARS 在 0.53~0.69 mg MDA/kg 范围内波动, 总体上变化极显著。

3.4 产品贮藏期间 TVB-N 的变化

TVB-N 是动物性食品中蛋白质因酶、微生物的作用而降解产生的碱性含氮物质。TVB-N 是评价肉及肉制品品质的一个重要指标。散装酱卤鸭肉制品贮藏期间 TVB-N 变化如表 2 所示, 总体上在 4 °C、25 °C 贮藏期间, TVB-N 均极显著升高(P 均为 0.0001)。4 °C 贮藏条件下 TVB-N 始终低于 20 mg/100 g, *P. pulmonis* 是贮藏中后期的优势细菌^[7], 这说明 *P. pulmonis* 的蛋白分解能力较弱。肖香^[15]发现接种 *Psychrobacter glacincola* 的肴肉在 4 °C 贮藏时 TVB-N 亦始终低于 20 mg/100 g。25 °C 贮藏第 2.5 d 时 TVB-N 超过 20 mg/100 g, 至第 3 d TVB-N 却下降至(19.4±0.59) mg/100 g。袁先群^[18]研究发现, 美好黑牛肉、高金黑牛肉和美好酱牛肉在 0~4 °C、6~10 °C 贮藏末期 TVB-N 均出现下降现象, 可能是由于贮藏末期蛋白质被消耗殆尽, 碱性含氮物质与酸性物质发生中和。

3.5 产品贮藏期间感官的变化

散装酱卤鸭肉制品在 4 °C、25 °C 贮藏期间感官变化如表 3 所示, 随着贮藏时间的延长, 感官评分均连续下降, 可接受度逐渐降低。在 4 °C 条件下贮藏第 15 d 时, 散装酱卤鸭肉制品品质已不可接受, 贮藏过程中品质下降主要表现为: 酱卤风味变淡、产生异味、产生粘液和表面有白色

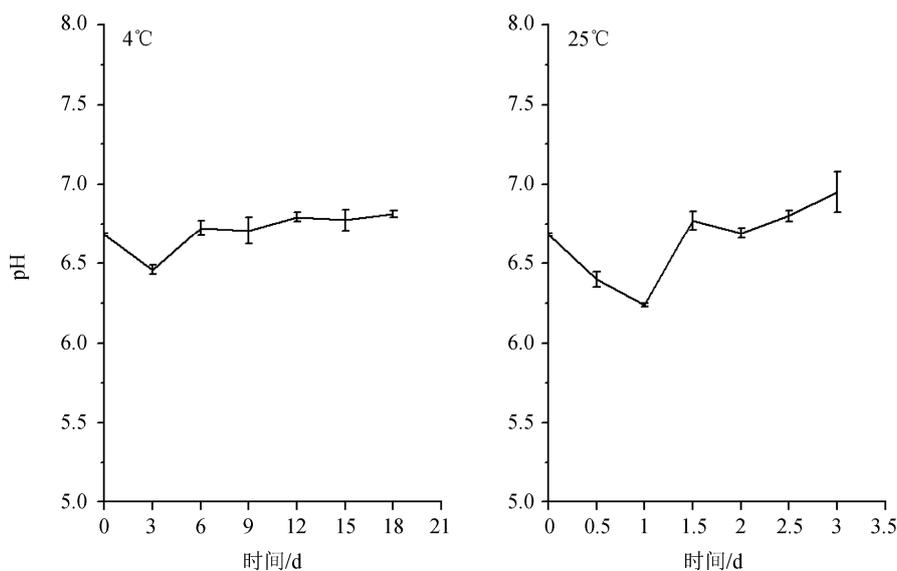


图 2 散装酱卤鸭肉制品贮藏期间 pH 的变化

Fig. 2 Changes of pH in bulk sauced duck products during storage

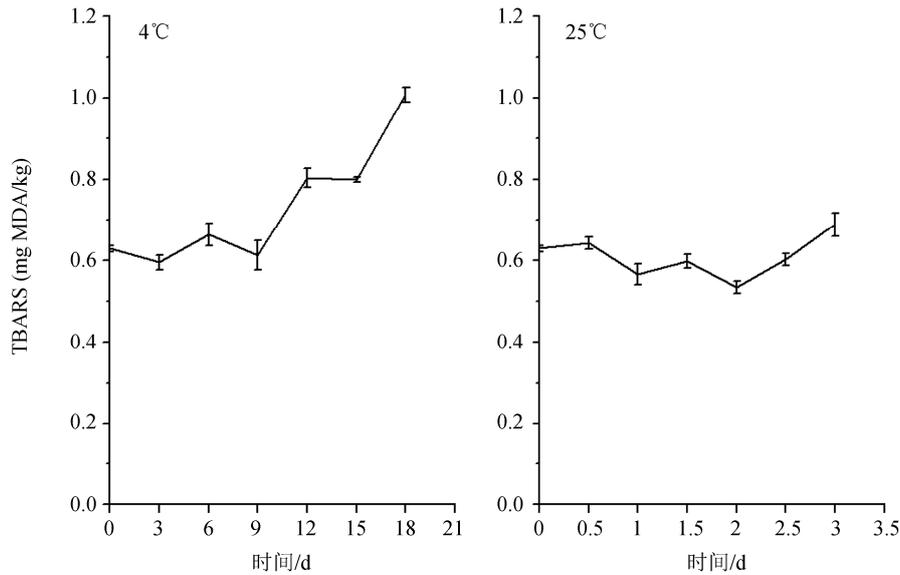


图 3 散装酱卤鸭肉制品贮藏期间 TBARS 的变化
Fig. 3 Changes of TBARS in bulk sauced duck products during storage

表 2 多重比较(Dunnett 法)
Table 2 Multiple comparisons (Dunnett)

4 °C		25 °C	
时间/d	TVB-N/(mg/100 g)	时间/d	TVB-N/(mg/100 g)
0	10.0±0.48 ^{eD}	0	10.0±0.48 ^{FD}
3	12.3±1.04 ^{dC}	0.5	11.8±1.11 ^{eCD}
6	13.7±0.29 ^{cBC}	1	13.4±0.71 ^{dC}
9	14.9±0.53 ^{bB}	1.5	15.9±0.77 ^{cB}
12	14.3±0.51 ^{bcB}	2	17.3±1.02 ^{cB}
15	17.2±0.24 ^{aA}	2.5	21.2±0.83 ^{aA}
18	18.2±0.70 ^{aA}	3	19.4±0.59 ^{bB}

注: 同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$), 不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)。

表 3 散装酱卤鸭肉制品 4 °C、25 °C 贮藏期间感官变化
Table 3 Sensory values of bulk sauced duck products during storage at 4 °C and 25 °C

贮藏温度	时间/d	感官评分	感官特性
4 °C	0	6.88±0.12	表面湿润有弹性, 浓郁的特有酱卤风味, 组织状态良好, 酱色
	3	6.75±0.23	表面湿润有弹性, 浓郁的特有酱卤风味, 组织状态良好, 酱色
	6	6.00±0.35	酱卤风味较淡, 酱色
	9	5.45±0.66	表面略干, 色泽变黑
	12	4.54±0.30	表面略干, 色泽变黑, 无明显异味
	15	3.00±0.56	有粘液, 有异味, 表面有未知白色颗粒物, 不可接受
	18	2.31±0.31	明显粘液, 异味明显, 表面有未知白色颗粒物, 表面有较大白色菌, 难以接受

续表 3

贮藏温度	时间/d	感官评分	感官特性
25 °C	0	6.88±0.12	表面湿润有弹性, 浓郁的特有酱卤风味, 组织状态良好, 酱色
	0.5	6.77±0.45	表面湿润有弹性, 浓郁的特有酱卤风味, 组织状态良好, 酱色
	1	6.00±0.35	酱卤风味明显, 组织状态良好, 色泽变黑
	1.5	4.94±0.45	酱卤风味淡, 无明显异味, 色泽变黑, 总体可接受
	2	3.26±0.10	略有粘液, 表面有白色颗粒物, 略有异味, 不可接受
	2.5	2.37±0.58	组织状态模糊, 粘液明显, 异味明显, 表面有未知白色颗粒物, 难以接受
	3	1.33±0.10	组织状态模糊, 肉块呈烂泥状, 异味明显, 表面有白色未知颗粒物, 难以接受

未知颗粒物。在 25 °C 条件下贮藏第 2 d 时, 散装酱卤鸭肉制品品质已不可接受, 贮藏过程中品质下降主要表现为: 酱卤风味变淡、产生异味、产生粘液、表面有白色未知颗粒物质和组织状态模糊。

3.6 产品贮藏期间微生物的变化

散装酱卤鸭肉制品在 4 °C、25 °C 条件下贮藏期间微生物变化分别如图 4、5 所示, 随着时间的延长, 总体上各菌数均呈现不断上升的趋势。微生物需要一定的时间即迟滞期以适应新环境, 由图 4、图 5 可知, 25 °C 贮藏迟滞期远远短于 4 °C 贮藏迟滞期, 这说明温度极大地影响微生物的生长。在 4 °C 条件下贮藏第 12 d 时菌落总数(5.94 lg(CFU/g)) 已经超过国标(4.90 lg(CFU/g)), 而在 25 °C 条件下贮藏第 1 d 时菌落总数(6.53 lg(CFU/g)) 就已超过国标。

3.7 SSO 的确定

应用 SPSS 17.0 对微生物指标与各理化指标(pH、Aw、TVB-N、TBARS)、感官指标进行相关性分析, 结果如表 4 所示。

由表 4 可知, 在 4 °C、25 °C 条件下贮藏时微生物指标均与 TVB-N、感官评分高度相关($P < 0.01$), 说明微生物代谢蛋白质是散装酱卤鸭肉制品腐败变质的原因之一。4 °C 贮藏时的微生物数与 TBARS 值亦高度相关($P < 0.01$), 说明脂肪氧化亦是散装酱卤鸭肉制品 4 °C 贮藏腐败变质的原因之一。从表 4 还可得知, TVB-N 与感官评分极显著相关, pH 与感官评分之间并无显著相关性, 这与王长远等^[19]的研究结果一致。综上所述, 可以用 TVB-N、TBARS、微生物数和感官评分综合评价散装酱卤鸭肉制品品质。

SSO 一般属于优势菌群, 并具有较强的腐败能力。结合 3.6 可知, 嗜冷菌是散装酱卤鸭肉制品 4 °C 贮藏时的 SSO, LAB、肠杆菌科和葡萄球菌属是散装酱卤鸭肉制品 25 °C 贮藏时的 SSO, 说明不同的贮藏条件下 SSO 不同。Mataragas 等^[20]及 Metaxopoulos 等^[21]发现 LAB 是真空包装、气调包装熟肉制品的 SSO, 说明 LAB 在真空包装及有氧贮藏条件下都有可能引起肉品的腐败变质。梁荣蓉^[1]研

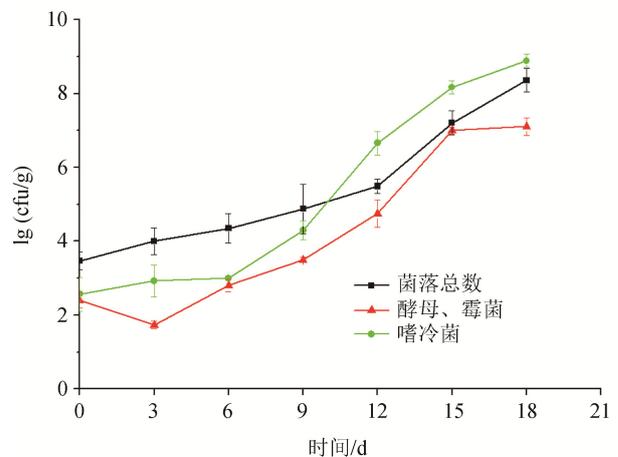


图 4 散装酱卤鸭肉制品 4 °C 贮藏期间微生物的变化

Fig. 4 Changes of microorganisms in bulk sauced duck products during storage at 4 °C

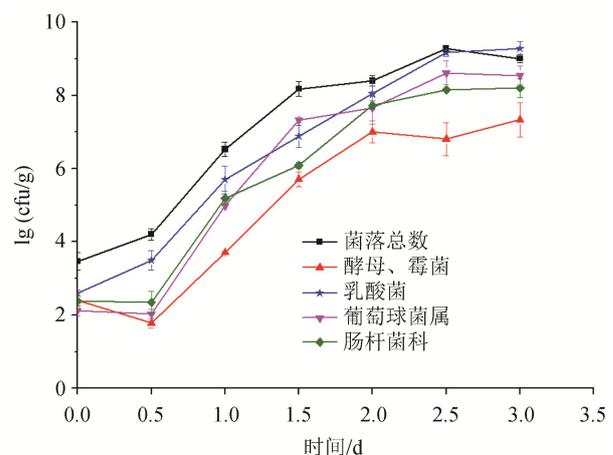


图 5 散装酱卤鸭肉制品 25 °C 贮藏期间微生物的变化

Fig. 5 Changes of microorganisms in bulk sauced duck products during storage at 25 °C

表 4 Pearson 相关系数
Table 4 Pearson correlation coefficient

贮藏温度		Aw	pH	TBARS	TVB-N	感官评分
4 °C	菌落总数	-0.7093	0.6411	0.9176**	0.9436**	-0.9902**
	酵母、霉菌	-0.6965	0.7537	0.8883**	0.8933**	-0.9882**
	嗜冷菌	-0.6613	0.6865	0.9081**	0.8908**	-0.9835**
	Aw	1	-0.8426*	-0.6812	-0.7819*	0.7378
	pH		1	0.6989	0.6020	-0.7184
	TBARS			1	0.7809*	-0.9117**
	TVB-N				1	-0.9379**
	感官评分					1
25 °C	菌落总数	-0.2837	0.5587	-0.1656	0.9518**	-0.8948**
	酵母、霉菌	-0.0605	0.7049	-0.1268	0.9261**	-0.9410**
	LAB	-0.2452	0.5914	-0.0771	0.9762**	-0.9521**
	肠杆菌科	-0.1360	0.5855	-0.1707	0.9507**	-0.9379**
	葡萄球菌属	-0.1853	0.6321	-0.1399	0.9479**	-0.9135**
	Aw	1	0.1982	-0.0537	-0.2952	0.0963
	pH		1	0.3799	0.6298	-0.7313
	TBARS			1	-0.0113	-0.1322
TVB-N				1	-0.9474**	
感官评分					1	

注: **: 0.01 水平极显著相关(双尾); *: 0.05 水平显著相关(双尾)。

究发现, 肠杆菌科是有氧贮藏的低温肉与肉制品中的常见菌群之一, 通常该菌在产品中的数量不是很高, 一般不会导致肉品的腐败, 但是肉品的一个重要的卫生指标。而雷质文^[22]、李苗云^[23]则认为肠杆菌科在一定条件下能够导致肉品腐败。因此, 为有效预测货架期, 对产品进行微生物多样性研究并确定其 SSO 是非常有必要的。而国内同类研究并没有在系统深入地研究酱卤肉制品的菌群结构、特定腐败菌的基础上建立模型, 只是以某一类微生物数或菌落总数为研究对象, 构建其生长动力学模型, 存在一定的不足之处。

3.8 Ns 的确定

由 3.5 可知, 25 °C 贮藏时散装酱卤鸭肉制品在第 2 d 出现明显腐败现象, 但感官评定并不能准确判断感官拒绝点即最小腐败量 Ns。对感官评分(Y₂₅)和 LAB 数(X₂₅, lg(CFU/g))进行回归分析, 回归方程如下所示:

$$Y_{25} = -0.7951X_{25} + 9.6399 (R^2 = 0.9065, P < 0.01)$$

$P < 0.01$, 说明所建回归方程具有统计学上极显著的意义, 是有效的。本研究确定 4 分为感官能接受的最低分, 根据上述回归方程可以推测出, 当感官拒绝时 LAB 数为 7.09 lg(CFU/g)。因此, 确定散装酱卤鸭肉制品 25 °C 贮藏的 Ns 为 7.09 lg(CFU/g)。这与 Borch 等^[24]的研究一致, 当菌落数达到 7~8 lg(CFU/g)时, 肉制品开始腐败。

同理, 构建 4 °C 贮藏时感官评分(Y₄)和嗜冷菌数(X₄, lg(CFU/g))的回归方程:

$$Y_4 = -0.6635X_4 + 8.4517 (R^2 = 0.9673, P < 0.01)。$$

由此确定散装酱卤鸭肉制品 4 °C 贮藏的 Ns 为 6.71 lg(CFU/g), 这与陈睿等^[25]在 2014 年确定的真空包装鸡肉早餐的 Ns 为 6.49 lg(CFU/g)较为接近, 但与大多数研究结果有所差异, 这可能是由于 PCA 培养计数不能很好地反应样品中的嗜冷菌数。

4 结 论

不同的贮藏条件下 SSO 不同,嗜冷菌是散装酱卤鸭肉制品 4 °C 贮藏的 SSO, LAB、肠杆菌科和葡萄球菌属是散装酱卤鸭肉制品 25 °C 贮藏的 SSO。散装酱卤鸭肉制品 25 °C 贮藏时, LAB 数、肠杆菌科、葡萄球菌属与感官均极显著相关($P < 0.01$), 其中以 LAB 与感官相关性最高, 二者的回归方程为 $Y_{25} = -0.7951X_{25} + 9.6399$ ($R^2 = 0.9065$, $P < 0.01$), 确定其 N_s 为 7.09 lg(CFU/g); 4 °C 贮藏时, 嗜冷菌与感官极显著相关($P < 0.01$), 二者的回归方程为 $Y_4 = -0.6635X_4 + 8.4517$ ($R^2 = 0.9673$, $P < 0.01$), 确定其 N_s 是 6.71 lg(CFU/g)。

参考文献

- 梁荣蓉. 生鲜鸡肉调理制品菌群结构分析和货架期预测模型的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2010.
Liang RR. Bacterial community and shelf-life predictive model of freshly prepared chicken products [D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2010.
- 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.
Hu JY, Yan WL, Lin L, et al. Change regularity and predictive modeling of dominant spoilage microorganisms in Chinese spiced beef during modified atmosphere storage [J]. Food Sci, 2010, 31(23): 142-145.
- 卢君逸, 罗瑞明, 刘莹莹, 等. 市售五香牛肉货架期预测模型的建立[J]. 肉类研究, 2013, 27(6): 25-28.
Lu JY, Luo RM, Liu YY, et al. Predictive modeling of the shelf life of spiced beef [J]. Meat Res, 2013, 27(6): 25-28.
- 邱春强, 张坤生, 任云霞, 等. 酱卤鸡肉货架期预测的研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(22): 351-354.
Qiu CQ, Zang KS, Ren YX, et al. Research of the prediction of sauce chicken shelf-life [J]. Sci Technol Food Ind, 2012, 33(22): 351-354.
- Gram L, Dalgaard P. Fish spoilage bacteria-problems and solutions [J]. Curr Opin Biotechnol, 2002, 13(3): 262-266.
- Nychas G-JE, Skandamis PN, Tassou CC, et al. Meat spoilage during distribution [J]. Meat Sci, 2008, 78(1): 77-89.
- 谢萍, 徐明生, 尹忠平, 等. MiSeq 测序研究散装酱卤鸭肉贮藏期间微生物群落多样性[J]. 现代食品科技, 2015, 31(11): 120-127.
Xie P, Xu MS, Yin ZP, et al. Microbial populations diversity of bulk sauced duck during storage by MiSeq sequencing [J]. Mod Food Sci Technol, 2015, 31(11): 120-127.
- Ercolini D, Ferrocino I, La Stora A, et al. Development of spoilage microbiota in beef stored in nisin activated packaging [J]. Food Microbiol, 2010, 27(1): 137-143.
- GB 4789. 2-2010 食品微生物学检验 菌落总数测定[S].
GB 4789. 2-2010 Food microbiological examination: aerobic plate count [S].
- GB/T 9695.5-2008 肉与肉制品 pH 测定[S].
GB/T 9695.5-2008 Meat and meat products: measurement of pH [S].
- GB/T 23490-2009 食品水分活度的测定[S].
GB/T 23490-2009 Determination of water activity in foods [S].
- GB/T 5009.44-2003 肉与肉制品卫生标准的分析方法测定[S].
GB/T 5009.44-2003 Method for analysis of hygienic standard of meat and meat products [S].
- Grossi A, Bolumar T, Søltøft-Jensen J, et al. High pressure treatment of brine enhanced pork semitendinosus: Effect on microbial stability, drip loss, lipid and protein oxidation, and sensory properties [J]. Innovat Food Sci Emerg Technol, 2014, 22: 11-21.
- 阚建全. 食品化学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2008.
Kan JQ. Food chemistry [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2008.
- 肖香. 肴肉微生物多样性与特定腐败菌控制机制研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2013.
Xiao X. Bacterial diversity and the inhibitory mechanism of antibacterial plant extracts against specific spoilage organism in yao meat [D]. Zhengjiang: Jiangsu University, 2013.
- 吴燕涛, 赵谋明, 孙为正, 等. 内源性发酵剂 *Macrococcus caseolyticus* 发酵广式腊肠的风味物质成分分析[J]. 食品工业科技, 2011, 32(7): 207-213.
Wu YT, Zhao MM, Sun WZ, et al. Analysis of volatile compounds of Cantonese sausage fermented by *Macrococcus caseolyticus* separated from Cantonese sausage [J]. Sci Technol Food Ind, 2011, 32(7): 207-213.
- Bowman J. The genus *Psychrobacter* [M]. New York: Springer New York, 2006.
- 袁先群. 酱卤类低温肉制品品质变化研究[D]. 重庆: 西南大学, 2012.
Yuan XQ. Research on quality changes of stewed meat in seasoning [D]. Chongqing: Southwest University, 2012.
- 王长远, 马万龙, 姜昱男. 猪肉新鲜度的检测及肉质综合评定[J]. 农产品加工, 2007, (10): 75-77.
Wang CY, Ma WL, Jiang YN. Detection of pork freshness and synthetic evaluation of pork quality [J]. Acad Period Farm Prod Process, 2007, (10): 75-77.
- Mataragas M, Drosinos E, Vaidanis A, et al. Development of a predictive model for spoilage of cooked cured meat products and its validation under constant and dynamic temperature storage conditions [J]. J Food Sci, 2006, 71(6): 157-167.
- Metaxopoulos J, Mataragas M, Drosinos E. Microbial interaction in cooked cured meat products under vacuum or modified atmosphere at 4 °C [J]. J Appl Microbiol, 2002, 93(3): 363-373.
- 雷质文. 肉及肉制品微生物监测应用手册[M]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
Lei ZW. Applied handbook on monitoring microorganisms in meat and meat products [M]. Beijing: China Standard Press, 2008.
- 李苗云. 冷却猪肉中微生物生态分析及货架期预测模型的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2006.
Li MY. Study on the analysis of microbial ecology in chilled pork and shelf life predictive model [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2006.
- Borch E, Kant-Muermans M-L, Blixt Y. Bacterial spoilage of meat and cured meat products [J]. Int J Food Microbiol, 1996, 33(1): 103-120.
- 陈睿, 徐幸莲, 周光宏. 真空包装鸡肉早餐肠货架期预测模型的建立[J]. 食品科学, 2014, 35(6): 209-213.
Chen R, Xu XL, Zhou GH. Establishment of prediction model for the shelf-life of vacuum-packaged chicken breakfast sausage [J]. Food Sci, 2014, 35(6): 209-213.

(责任编辑: 姚 菲)

作者简介



徐明生, 教授, 主要研究方向为食品科学、畜产加工、天然产物与功能性产品。
E-mail: xmsjy@sina.com



谢 萍, 主要研究方向为畜产加工。
E-mail: WSXP1104@163.com

“功能性食品微生物”专题征稿函

随着经济的发展和人们生活水平的不断提高, 人们对食品的要求已从单纯的温饱转向了“功能、营养和健康”的新要求; 膳食结构和组成是影响健康和疾病发生的重要因素, 在人们多年以来追求中医、西医或中西医结合预防和治疗疾病模式外, 渐渐转“医补”为“食疗”, 期望利用食品的功能性达到促进健康和干预疾病的目的。因此, 以功能性食品微生物为核心的功能性食品如益生菌、微生物源 PUFA、红曲等已逐渐深入人心, 这也推动了功能性食品微生物资源开发与应用的的发展。在 21 世纪生物技术大发展的时代背景下, 利用食品微生物的特定功能性质, 开发系列健康的功能食品成为重要的发展趋势。目前, 以功能性微生物为核心的技术与产品已广泛用于食品、保健品、医药和饲料行业, 应用前景十分广阔。

功能性食品微生物是一类通过菌体细胞或代谢产物能够赋予食品具有特定功能性质、或者显著改进和优化食品制造工艺的微生物。鉴于此, 本刊特别策划了“功能性食品微生物”专题, 由江南大学食品学院的陈卫教授担任专题主编, 围绕(1)功能性食品微生物的资源发掘、高效筛选、分离鉴定, (2)功能性食品微生物的生物性质、功能机理与作用机制, (3)基于功能性食品微生物的食品生物加工与制造的基础和应用研究, (4)功能性食品微生物的评价与优化等进行论述, 预计 2016 年 10 月见刊。

本刊主编吴永宁研究员及专题主编陈卫教授特邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述、实验报告、研究论文均可, 请在 2016 年 9 月 10 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

感谢您的参与和支持!

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoodsq@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部