

冯郁蔺, 孙仪, 赵颖, 等. 2 种耐压菌对盐水鸭货架期的影响[J]. 南京农业大学学报 2014 37(2): 127-132

2 种耐压菌对盐水鸭货架期的影响

冯郁蔺¹, 孙仪¹, 赵颖¹, 徐幸莲¹, 刘登勇^{2*}, 周光宏^{1*}

(1. 南京农业大学教育部肉品加工与质量控制重点实验室, 江苏 南京 210095;

2. 渤海大学食品科学研究院, 辽宁 锦州 121013)

摘要: 将前期研究分离得到的 2 种耐压菌蜡状芽孢杆菌(*Bacillus cereus*) 和沃氏葡萄球菌(*Staphylococcus warneri*) 接种至盐水鸭胸肉中, 以贮藏过程中理化性质的变化为指标, 评价 2 种耐压菌对真空包装盐水鸭货架期的影响。结果表明: 2 种细菌在盐水鸭胸肉中表现出很强的生长能力; 由 Gompertz 方程得到沃氏葡萄球菌和蜡状芽孢杆菌的生长动力学参数, 最大比生长速率分别为 0.257 5 和 0.473 3 h⁻¹, 延滞时间分别为 5.1 和 11.2 h, 最大菌落数分别为 7.18 和 6.53 lg(CFU·g⁻¹); 在盐水鸭菌落总数的可接受范围内(<4.9 lg(CFU·g⁻¹)) 2 种耐压菌对盐水鸭胸肉贮藏过程中的 pH 值及挥发性盐基氮(TVB-N) 值影响较小, 其致腐能力较弱; 在 60 h 时(即菌落总数达到 6 lg(CFU·g⁻¹)) 蜡状芽孢杆菌对盐水鸭胸肉气味影响较大, 接种该菌的样品与对照组样品的气味存在显著差别。结论: 耐压菌快速生长导致菌落总数超标可使货架期缩短, 因此, 控制耐压菌的快速生长是确保盐水鸭货架期的关键因素。

关键词: 耐压菌; 盐水鸭; 货架期

中图分类号: TS201.3

文献标志码: A

文章编号: 1000-2030(2014)02-0127-06

Effects of two pressure-resistant bacteria on the shelf-life of water-boiled salted duck

FENG Yulin¹, Sun Yi¹, ZHAO Ying¹, XU Xinglian¹, LIU Dengyong^{2*}, ZHOU Guanghong^{1*}

(1. Key Laboratory of Meat Processing and Quality Control, Ministry of Education, Nanjing Agricultural University,

Nanjing 210095, China; 2. Food Science Research Institute, Bohai University, Jinzhou 121013, China)

Abstract: Two pressure-resistant bacteria isolated from high pressure treated water-boiled salted duck were inoculated in the breast of the duck. The effect of the two bacteria on the shelf-life of the breast was analyzed. The results showed that the bacteria displayed strong growth activity in water-boiled salted duck. Adopting Gompertz regression equation to describe the growth curve of *Staphylococcus warneri* and *Bacillus cereus*, we gained the grow kinetics model parameters. The maximum specific growth rate of *Staphylococcus warneri* and *Bacillus cereus* were 0.257 5 h⁻¹ and 0.473 3 h⁻¹, the lag time were 5.1 h and 11.2 h, the maximum numbers of bacteria were 7.18 lg(CFU·g⁻¹) and 6.53 lg(CFU·g⁻¹), respectively. However, when the total number of colonies was at acceptable range(<4.9 lg(CFU·g⁻¹)), there was no significant difference between control and treatment samples of pH value and total volatile basic nitrogen(TVB-N) value. *Bacillus cereus* had a significant impact on the odor at 60 h(the total number of colonies reached 6 lg(CFU·g⁻¹)), and samples treated with *Bacillus cereus* could be separated completely from the controls. In conclusion, the rapid growth of the pressure-resistant bacteria, which caused the total number of colonies to exceed the hygienic standard, would shorten the shelf life of the samples. Therefore, controlling the rapid growth of the pressure-resistant bacteria is a key factor in ensuring the shelf life of salted duck.

Key words: pressure-resistant bacteria; water-boiled salted duck; shelf-life

盐水鸭是我国特有的酱卤类肉制品, 古有“六朝风味, 白门佳品”之誉, 组织细嫩、口感滑润、风味独特, 深受消费者喜爱^[1]。但由于蒸煮阶段温度较低, 导致杀菌不彻底, 加之冷却、包装等工序中的二次污染难以控制, 使得盐水鸭货架期较短, 严重制约了其产业发展。行业中多采用传统的高温杀菌技术延长产品货架期, 但是高温杀菌破坏了盐水鸭原有的感官特性及风味^[2], 消费者可接受性下降。近年来, 超高压杀菌技术作为一种冷杀菌技术成为国内外学者的研究热点, 在肉制品加工业中得到广泛应用, 同时有很多高压食品面市^[3]。研究表明, 超高压杀菌技术在延长肉制品货架期的同时, 能最大程度保持产品原有风

收稿日期: 2013-10-28

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金(KYZ201155); “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD28B03)

作者简介: 冯郁蔺, 硕士研究生。* 通信作者: 周光宏, 教授, 从事肉品加工与质量安全控制研究, E-mail: ghzhou@njau.edu.cn; 刘登勇, 副教授, 从事肉品加工与质量安全控制研究, E-mail: jz_dyliu@126.com。

味、营养价值、感官品质及质构特性等^[4-5]。

本试验室前期研究表明,超高压(400 MPa)可以有效延长盐水鸭货架期^[6],但在贮藏期间能够检测到蜡状芽孢杆菌(*Bacillus cereus*)和沃氏葡萄球菌(*Staphylococcus warneri*)的存在,这2种菌即为盐水鸭中的耐压菌,是盐水鸭贮藏过程中的优势菌。盐水鸭为熟肉制品,在腌制和蒸煮过程中,内源酶钝化,物理和化学因素对产品贮藏期间品质的变化影响很小,贮藏期间的优势微生物以及由微生物引起的理化品质劣变成为影响产品货架期的最主要因素。因此,掌握耐压菌的生长繁殖规律及对肉制品贮藏特性的影响规律,对超高压杀菌技术在实际中的应用是十分必要的。

本研究将前期从超高压处理的盐水鸭中分离筛选出的蜡状芽孢杆菌和沃氏葡萄球菌接至无菌盐水鸭胸肉中,通过研究2种细菌对盐水鸭贮藏特性的影响,准确地评价2种细菌对产品的腐败作用,揭示耐压菌的微生物效应,为超高压技术在盐水鸭行业的应用和质量控制提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

盐水鸭来自南京某盐水鸭生产线,随机挑选45只盐水鸭,用无菌取样袋包装,置于冰盒中于1 h内送至实验室,在无菌环境下进行分割,将鸭胸肉切分成体积为约6 cm×1 cm×1 cm的样品备用(约25 g)。

1.2 培养基与试剂

PCA计数琼脂培养基购于北京陆桥技术有限责任公司;氯化钠、氧化镁(轻质)、2-巯代巴比妥酸、氯仿和三氯乙酸(均为分析纯)购于南京化学试剂有限公司。

1.3 主要仪器与设备

SFP-S-1L-100-850-9-W超高压装置购于英国Stansted Fluid Power Ltd;PEN3便携式电子鼻购于德国AIRSENSE;生物安全柜购于Baker Company;Microprocessor pH计购于葡萄牙Hanna公司;UV-2450紫外分光光度计购于日本岛津;全自动凯式定氮仪购于Foss;均质拍打机和均质拍打袋购于法国Interscience公司。

1.4 试验方法

1.4.1 菌悬液的制备 使用的菌种沃氏葡萄球菌(*Staphylococcus warneri*)和蜡状芽孢杆菌(*Bacillus cereus*)是前期从400 MPa处理的盐水鸭中分离、纯化得到。将2种菌接种于LB液体培养基中,37℃震荡培养24 h,8 000 g离心5 min,收集菌体沉淀,用无菌生理盐水清洗2次,再以无菌生理盐水制成菌悬液,调整菌液浓度至 10^4 CFU·mL⁻¹,以备接种盐水鸭胸肉。

1.4.2 接种与贮藏试验 将分割后的盐水鸭胸肉真空包装,室温条件下,400 MPa处理样品10 min,制备成无菌样品(微生物检测结果为阴性)。再将无菌样品分为对照组和处理组,处理组采用点接种法^[7]分别接种沃氏葡萄球菌和蜡状芽孢杆菌,使初始接种量为 10^2 CFU·g⁻¹。将对照组和处理组样品真空包装,于25℃贮藏,定期进行取样分析。

1.5 测定方法

1.5.1 菌落总数的测定 将样品置于装有225 mL、8.5 g·L⁻¹的无菌生理盐水的拍打袋中,以8次·s⁻¹的速率均质拍打1 min,取1 mL上清液依次进行10倍递增稀释,选3个合适的稀释度,每个稀释度2个平行,按照GB4789.2—2010《食品微生物学检验菌落总数测定》^[8]进行菌落总数测定。

1.5.2 生长曲线 采用修正的Gompertz方程^[9]描述2种细菌在盐水鸭胸肉中的生长曲线。修正的Gompertz方程如下所示:

$$N(t) = A + (B - A) \times \exp\{-\exp[-\mu \times (t - M)]\}。$$

式中: $N(t)$ 是 t 时的微生物数量($\lg$ CFU·g⁻¹); A 是当时间无限趋近于零时的渐进对数值(相当于初始微生物数量)($\lg$ CFU·g⁻¹); B 是稳定期时达到的最大微生物数量($\lg$ CFU·g⁻¹); μ 是在 $t=M$ 时的相对最大生长速率(h⁻¹); M 是达到相对最大生长速率所需要的时间(h)。

1.5.3 pH值的测定 称取10 g样品,加入90 mL去离子水,以8次·s⁻¹的速率均质拍打1 min,静置2 min,用便携式pH计测样品浸出液的pH值。

1.5.4 挥发性盐基氮(TVB-N)的测定 将1.5.3节中的拍打液过滤,将滤液转移到消化管中,加入5 mL氧化镁悬浊液,利用全自动凯式定氮仪测定。

1.5.5 气味的测定 称取 10 g 样品,置于顶空瓶中,用锡纸密封静置,顶空时间为 15 min,依次用传感器阵列包含 10 个传感器的 PEN3 电子鼻进行测试。试验参数为:流速 $200 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$,测定时间 90 s,洗气时间 80 s,样品准备时间 5 s,自动调零时间 5 s,每组 6 个重复。试验发现传感器响应值在 80 s 左右趋于稳定,因此,选择 80 s 处的响应值用于数据分析。

1.6 数据处理

气味测定为 6 个重复,其余每个指标 3 个重复,每个重复 2 个平行。气味分析采用电子鼻自带的 Winmuster 软件进行主成分分析(principal component analysis, PCA)和线性判别分析(LDA);生长曲线的拟合及图形制作使用 Origin 9.0 统计软件;数据统计采用 SPSS 18.0 软件进行 Duncan's 多重比较。

2 结果与分析

2.1 2种耐压菌对贮藏期间盐水鸭菌落总数的影响

由图 1 可以看出,沃氏葡萄球菌和蜡状芽孢杆菌 2 种耐压菌在盐水鸭胸肉及 25°C 贮藏条件下适应能力强,生长迅速,表现出很强的生长能力。处理组样品菌落总数在 24 h 即到达 $6 \text{ lg}(\text{CFU} \cdot \text{g}^{-1})$,而盐水鸭为酱卤肉制品,熟肉制品标准中微生物指标规定其可接受的最大菌落总数值为 $4.9 \text{ lg}(\text{CFU} \cdot \text{g}^{-1})$,因此耐压菌的快速生长将使产品因菌落总数超标而达到货架期终点。对照组经过 400 MPa 杀菌处理,初始的菌落总数可以得到较好的控制,并在贮藏期间一直低于接种细菌的处理组样品。沃氏葡萄球菌和蜡状芽孢杆菌 2 种细菌的初始接种量分别为 2.07 和 $2.44 \text{ lg}(\text{CFU} \cdot \text{g}^{-1})$,与对照组相比,接种细菌的 2 组样品的菌落总数在贮藏前期快速上升,变化显著($P < 0.05$),且接种沃氏葡萄球菌样品的菌落总数一直高于接种蜡状芽孢杆菌样品的菌落总数。60 h 后,对照组与处理组间菌落总数没有显著性差异($P > 0.05$),因此,本试验结果分析与结论以 60 h 前的试验数据作为依据。

2.2 耐压菌的生长动力学参数

利用修正的 Gompertz 方程对沃氏葡萄球菌和蜡状芽孢杆菌在盐水鸭胸肉在 25°C 贮藏过程中的生长曲线进行拟合,结果见图 2。修正的 Gompertz 方程能很好地描述 2 种细菌的生长动态,为典型的 S 型曲线。由图 2 可知,2 种细菌的延滞时间较短,均表现出很强的生长能力,说明盐水鸭胸肉中的营养基质和 25°C 的贮藏温度能够为这 2 种细菌提供适宜的生长环境。

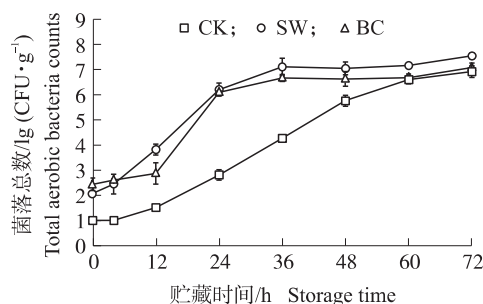


图 1 不同处理组样品在贮藏过程中菌落数的变化

Fig. 1 Changes of total aerobic bacteria counts of different samples during storage period

CK: 对照; SW: 接种沃氏葡萄球菌处理; BC: 接种蜡状芽孢杆菌处理

CK: Control; SW: Inoculating *Staphylococcus warneri* treatment; BC:

Inoculating *Bacillus cereus* treatment. The same as follows.

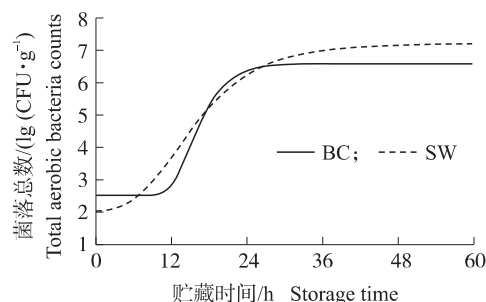


图 2 2种耐压菌在 25°C 贮藏过程中的生长曲线

Fig. 2 Microbial growth kinetics of different bacteria during storage period at 25°C

由 Gompertz 方程得到 2 种细菌的生长动力学参数:最大比生长速率($U_{\max}$)、延滞时间(Lag)和最大菌落数($N_{\max}$)。由表 1 可知,沃氏葡萄球菌的延滞时间短,为 5.1 h,而蜡状芽孢杆菌的延滞时间长,为 11.2 h。蜡状芽孢杆菌的最大比生长速率比沃氏葡萄球菌快,但是蜡状芽孢杆菌的最大菌落数低于沃氏葡萄球菌。

2.3 2种耐压菌对贮藏期间盐水鸭 pH 值的影响

由表 2 可知,随着贮藏时间的延长,各组样品的 pH 值均呈下降趋势。对照组样品 pH 值在贮藏前期变化不显著,直到 60 h 显著下降。接种沃氏葡萄球菌的样品 pH 值在 24 h 显著下降,之后变化不显著。接种蜡状芽孢杆菌的样品 pH 值在 36 h 出现显著下降,在 48 h 达到最低值 6.11,之后呈上升趋势,但差异

不显著。在贮藏期间,各处理组与对照组间的差异均不显著,表明这2种耐压菌引起盐水鸭胸肉酸化能力较弱。在盐水鸭菌落总数可接受范围内($<4.9 \lg(\text{CFU} \cdot \text{g}^{-1})$)2种耐压菌均未引起产品酸化。

表1 2种细菌的生长动力学参数

Table 1 Microbial growth kinetics parameters of different bacteria

细菌 Bacteria	最大比生长速率/ h^{-1} Maximum specific growth rate	延滞时间/h Lag phase	最大菌落数/ $\lg(\text{CFU} \cdot \text{g}^{-1})$ Maximum bacteria counts	拟合度(R^2) Degree of fitting
沃氏葡萄球菌 <i>S. warneri</i>	0.2575 ± 0.02	5.1 ± 0.67	7.18 ± 0.08	0.99
蜡状芽孢杆菌 <i>B. cereus</i>	0.4733 ± 0.04	11.2 ± 0.41	6.53 ± 0.06	0.99

表2 不同细菌对贮藏期间样品 pH 值的影响

Table 2 Effect of different bacteria on pH value in samples during storage period

处理 Treatment	贮藏时间/h Storage time					
	0	12	24	36	48	60
CK	6.27 ± 0.1^{Aa}	6.26 ± 0.07^{Aa}	6.22 ± 0.07^{Aa}	6.23 ± 0.13^{Aa}	6.16 ± 0.01^{Aab}	6.10 ± 0.02^{Ab}
SW	6.27 ± 0.1^{Aa}	6.27 ± 0.17^{Aa}	6.15 ± 0.06^{Ab}	6.07 ± 0.04^{Ab}	6.05 ± 0.07^{Ab}	6.05 ± 0.04^{Ab}
BC	6.27 ± 0.1^{Aa}	6.25 ± 0.05^{Aa}	6.18 ± 0.07^{Aab}	6.14 ± 0.03^{Ac}	6.11 ± 0.06^{Abc}	6.13 ± 0.06^{Abc}

注: 同列相同大写字母表示在 0.05 水平差异不显著; 同行不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

Note: The same superscript letters in the same column indicate no significant difference at 0.05 level and different small letters in the same row indicate significant difference at 0.05 level. The same as follows.

2.4 2种耐压菌对贮藏期间盐水鸭 TVB-N 值的影响

由表3可知,随着贮藏时间的延长,TVB-N值呈上升趋势。对照组样品TVB-N值在贮藏前期变化不显著,在60h时,TVB-N值显著增加;接种沃氏葡萄球菌的样品TVB-N值变化较大,在36和60h均发生显著变化;接种蜡状芽孢杆菌的样品在贮藏期间TVB-N值变化趋势平缓,在60h出现显著变化。各处理组与对照组的TVB-N值变化均不显著,说明这2种细菌分解盐水鸭胸肉中蛋白质产生挥发性盐基氮能力较弱。在盐水鸭菌落总数可接受范围内($<4.9 \lg(\text{CFU} \cdot \text{g}^{-1})$)2种耐压菌均未引起产品新鲜度的显著变化。

表3 不同细菌对贮藏期间样品挥发性盐基氮(TVB-N)的影响

Table 3 Effect of different bacteria on total volatile basic nitrogen(TVB-N) in samples during storage period $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$

处理 Treatment	贮藏时间/h Storage time					
	0	12	24	36	48	60
CK	9.33 ± 0.58^{Aa}	9.33 ± 0.58^{Aa}	9.33 ± 0.52^{Aa}	11.00 ± 2.65^{Aa}	12.50 ± 1.91^{Aab}	15.00 ± 2.65^{Ab}
SW	9.33 ± 0.58^{Aa}	9.00 ± 0.01^{Aa}	11.00 ± 1.73^{Aab}	11.75 ± 1.71^{Ab}	13.50 ± 1.0^{Ab}	16.50 ± 2.08^{Ac}
BC	9.33 ± 0.58^{Aa}	9.67 ± 2.52^{Aa}	10.33 ± 1.53^{Aa}	12.00 ± 1.00^{Aab}	12.50 ± 1.29^{Aab}	13.67 ± 1.53^{Ab}

2.5 2种耐压菌对贮藏期间盐水鸭气味变化的影响

2.5.1 主成分分析(PCA) 利用PCA对贮藏中期(24h)和后期(60h)各组样品的电子鼻响应值进行分析,结果如图3所示。从主成分PC1和PC2两个主轴上看,主成分PC1的贡献率达到93.60%,PC2的贡献率达到6.17%,说明主要是第一主成分对接种不同细菌样品的区分起作用;主成分的总贡献率为

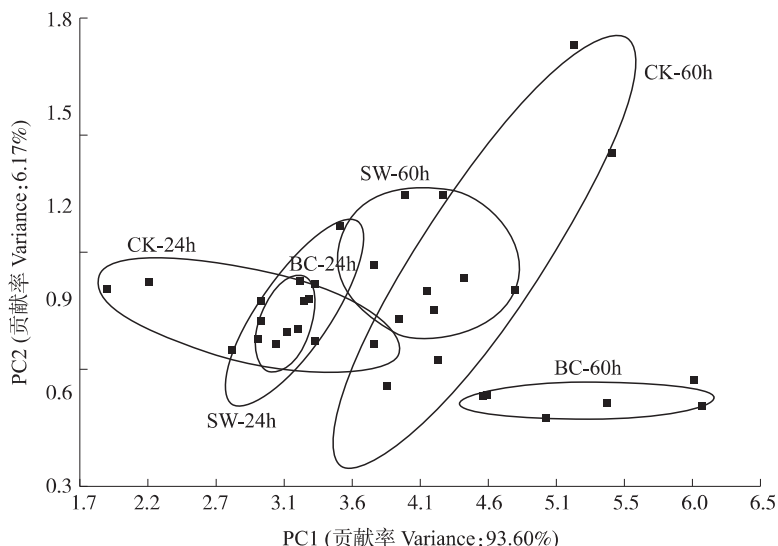


图3 不同处理组盐水鸭在贮藏期电子鼻响应值主成分分析

Fig. 3 Principal component analysis of e-nose response for different treatment during storage

99.77%,说明这2个主成分几乎可以包含样品的所有信息,可以用来代表样品的整体信息。样品的挥发性气味随着贮藏时间的变化而变化,同一组样品在不同贮藏期的气味响应值几乎没有重叠区域,区分度较好。

2.5.2 线性判别分析(LDA) 从图4可知,LDA能够将不同贮藏期的样品清晰地区分开。在贮藏中期(24 h),接种不同细菌的样品与对照组样品的响应值聚集在同一位置,说明2种细菌对盐水鸭胸肉的气味没有造成影响。在贮藏后期(60 h),接种沃氏葡萄球菌样品与对照组没有明显分开,重叠较多,说明沃氏葡萄球菌对盐水鸭胸肉挥发性物质的影响不足以引起种类的区分。而接种蜡状芽孢杆菌样品与对照组完全区分开,说明在贮藏后期,蜡状芽孢杆菌对盐水鸭胸肉气味影响较大,足以引起种类的区分。

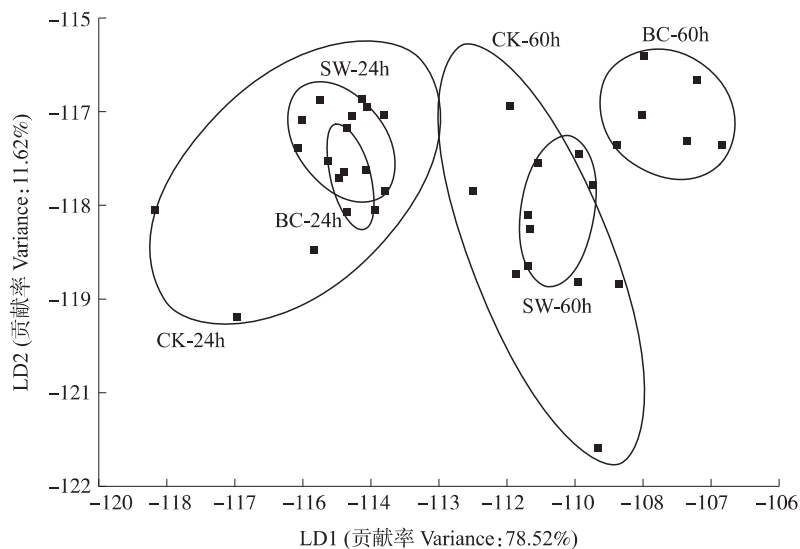


图4 不同处理组盐水鸭在贮藏期电子鼻响应值 LDA 分析

Fig. 4 Linear discriminant analysis of e-nose response for different treatment during storage

3 讨论

细菌利用可发酵性糖产酸,导致产品酸化;分解蛋白质产生氨以及胺类等碱性含氮物质,影响肉制品的新鲜度;发酵途径产生的气体及挥发性的代谢产物,导致产品异味;这些都是肉制品最典型的腐败表现形式。

本研究结果表明,2种耐压菌在盐水鸭胸肉及25℃贮藏条件下生命力旺盛,生长迅速。耐压菌的快速生长导致产品因菌落总数超标而达到货架期终点。因此,耐压菌的快速生长是决定超高压杀菌处理后盐水鸭货架期的关键因素。

本研究中,pH值的变化趋势与其他研究中肉制品在真空包装贮藏期间pH值变化结论相符^[10-12]。研究表明,沃氏葡萄球菌引起pH值变化略大于蜡状芽孢杆菌,说明沃氏葡萄球菌能更好地利用糖类物质,这与2种细菌在盐水鸭胸肉中的生长曲线所示的结果一致。结果显示,处理组pH值与对照组相比没有显著差异,这与沈旭娇等^[6]的研究结果一致,由此可知2种耐压菌产酸能力弱,不会导致产品酸化。

细菌生长进入稳定期时,分泌各种酶的能力增强,蛋白质等被分解利用,产生具有挥发性的氨以及胺类等碱性含氮物质,导致TVB-N值发生变化^[13]。TVB-N值的变化能有规律地反映肉制品质量鲜度变化,是评定肉品质量鲜度变化的客观指标。本研究中,接种2种耐压菌的样品TVB-N值的变化结果与pH值的变化结果一致,沃氏葡萄球菌引起盐水鸭TVB-N值的变化大于蜡状芽孢杆菌引起的变化。结果显示,在贮藏期间TVB-N值的最大值为 $16.5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$,与沈旭娇等^[6]的研究结果一致,说明这2种耐压菌引起产品蛋白质分解能力较弱,对产品新鲜度的影响较小。这与蜡状芽孢杆菌分解胞外蛋白酶的能力较强的结果不同^[14],可能是由于不同食品中蛋白质的含量及组成不同,导致蜡状芽孢杆菌对蛋白质的利用程度有较大区别。

气味是肉品品质的重要特征,用电子鼻来表征气味及检测品质更为可靠合理^[15-17]。本研究利用电子鼻表征2种细菌对盐水鸭气味的影响结果表明,在贮藏后期蜡状芽孢杆菌对盐水鸭气味的影响比沃氏葡萄球菌对气味的影响大,能够与对照组完全区分开,而沃氏葡萄球菌对盐水鸭胸肉气味的影响很小,与对

照组没有明显差异。这可能与蜡状芽孢杆菌产生的具有挥发性的代谢产物相关^[18]。贮藏后期,蜡状芽孢杆菌进入稳定期,代谢产物大量积累,影响盐水鸭胸肉的原有气味,但蜡状芽孢杆菌产生具有挥发性的代谢产物的种类有待进一步研究。

综上所述,2种耐压菌在盐水鸭菌落总数可接受范围内($<4.9 \lg(\text{CFU} \cdot \text{g}^{-1})$),并不引起产品的酸化、新鲜度的劣变及气味的变化。但是耐压菌的快速生长导致菌落总数超标,是制约超高压杀菌处理后的盐水鸭货架期的最主要因素。因此,为进一步有效延长盐水鸭的货架期,应对超高压抑制蜡状芽孢杆菌和沃氏葡萄球菌的条件进行研究和优化,以便更好地为超高压技术在盐水鸭中的应用提供理论支持。

参考文献:

- [1] 刘源,周光宏,徐幸莲,等.南京盐水鸭挥发性风味化合物的研究[J].食品科学,2006,27(1):166-171
- [2] 戴妍,常海军,邹兴建,等.不同二次杀菌处理的南京盐水鸭产品风味变化及感官特性[J].南京农业大学学报,2011,34(5):122-128. doi: 10.7685/j.issn.1000-2030.2011.05.022
- [3] Simonin H, Duranton F, de Lamballerie M. New insights into the high-pressure processing of meat and meat products [J]. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2012, 11(3): 285-306
- [4] Norton T, Sun D W. Recent advances in the use of high pressure as an effective processing technique in the food industry [J]. Food and Bioprocess Technology, 2008, 1(1): 2-34
- [5] Patterson M F, McKay A M, Connolly M, et al. Effect of high pressure on the microbiological quality of cooked chicken during storage at normal and abuse refrigeration temperatures [J]. Food Microbiology, 2010, 27(2): 266-273
- [6] 沈旭娇,徐幸莲,周光宏.超高压处理对南京盐水鸭货架期的影响[J].食品科学,2013,34(4):250-254
- [7] Chen H Q. Temperature-assisted pressure inactivation of *Listeria monocytogenes* in Turkey breast meat [J]. International Journal of Food Microbiology, 2007, 117: 55-60
- [8] 中华人民共和国卫生部. GB 4789.2—2008 食品微生物学检验:菌落总数测定[S].北京:中国标准出版社,2010
- [9] Zwietering M H, Jongenburger I, Rombouts F M, et al. Modeling of the bacterial growth curve [J]. Applied and Environmental Microbiology, 1990, 56(6): 1875-1881
- [10] 胡萍,周光宏,徐幸莲,等.真空包装烟熏火腿切片贮藏品质动态变化研究[J].肉类工业,2010(7):17-21
- [11] 芮汉明,陈建良,廖彩虎,等.白切鸡在30℃储藏的微波联合杀菌工艺研究[J].食品科技,2009,34(10):117-121
- [12] 董洋,王虎虎,徐幸莲.真空包装盐水鹅在不同温度条件下的贮藏特性及其货架期预测[J].食品科学,2012,33(2):280-285
- [13] 黄林,陈全胜,张燕华,等.冷却猪肉优势腐败菌分离鉴定及致腐能力测定[J].食品科学,2013,34(1):205-209
- [14] De Jonghe V, Coorevits A, De Block J, et al. Toxinogenic and spoilage potential of aerobic spore-formers isolated from raw milk [J]. International Journal of Food Microbiology, 2010, 136: 318-325
- [15] 谢安国,王金水,渠琛玲,等.电子鼻在食品风味分析中的应用研究进展[J].农产品加工·学刊,2011(1):71-73
- [16] 张军,李小昱,王为,等.电子鼻检测鲢鱼新鲜度的试验参数优化[J].农业机械学报,2009,40(4):129-132
- [17] Hansen T, Petersen M A. Sensory based quality control utilizing an electronic nose and GC-MS analyses to predict end-product quality from raw materials [J]. Meat Science, 2005, 69: 621-634
- [18] Macé S, Joffraud J, Cardinal M, et al. Evaluation of the spoilage potential of bacteria isolated from spoiled raw salmon (*Salmo salar*) fillets stored under modified atmosphere packaging [J]. International Journal of Food Microbiology, 2013, 160: 227-238

责任编辑:范雪梅