

软烤扇贝贮藏过程中的品质和细菌相变化

周彩华^{1,2}, 许钟², 郭全友², 杨宪时²

(1. 上海水产大学 食品学院, 上海 200090; 2. 中国水产科学研究院 东海水产研究所, 上海 200090)

摘要:研究了软烤扇贝在 10℃、25℃贮藏条件下的细菌种类、生长情况及品质变化, 结果表明, 产品贮藏初期的 pH、水分活度 (A_w) 值分别为 6.72 ± 0.01 、 0.91 ± 0.07 , A_w 控制较好, 而 pH 值偏高。产品贮藏初期菌落总数为 $(2.43 \pm 0.03) \lg$ (CFU)/g, 耐热菌数为 $(2.02 \pm 0.14) \lg$ (CFU)/g, 厌氧菌数为 $(1.30 \pm 0.11) \lg$ (CFU)/g, 细菌相比较单一, 主要包括芽孢杆菌 (71.8%)、玫瑰小球菌 (12.8%)、葡萄球菌 (10.3%)。10℃贮藏到达货架期终点 176 d 时, 细菌总数、耐热菌数、厌氧菌数分别为 $(5.56 \pm 0.17) \lg$ (CFU)/g、 $(5.41 \pm 0.05) \lg$ (CFU)/g、 $(2.11 \pm 0.08) \lg$ (CFU)/g; 25℃贮藏到达货架期终点 73 d 时, 细菌总数、耐热菌数、厌氧菌数分别为 $(5.00 \pm 0.28) \lg$ (CFU)/g 和 $(5.13 \pm 0.11) \lg$ (CFU)/g、 $(3.97 \pm 0.13) \lg$ (CFU)/g。不同温度下, 贮藏过程中的细菌相变化不同, 25℃贮藏过程中玫瑰小球菌比例上升, 从原来的 12.8% 上升至 83.4%, 而芽孢杆菌比例下降; 而在 10℃贮藏过程中芽孢杆菌比例基本没有发生变化, 而棒状杆菌比例上升至 28.2%。
[中国水产科学, 2007, 14 (7): 103–109]

关键词:软烤扇贝; 常温贮藏; 品质变化; 芽孢杆菌; 玫瑰小球菌

中图分类号: TS207.4

文献标识码: A

文章编号: 1005–8737–(2007)07–103–07

食品腐败是一个复杂的过程, 即使使用现代化的保藏技术, 大多食品依然会由于微生物的活动而产生腐败。为了确保食品安全, 并获得较长的货架期, 需要准确判定某种食品的特定腐败菌及分析其腐败活动, 以便采取针对性的保藏措施。由于食品的特性和贮藏条件不同, 导致腐败的微生物也不同。尽管食品原材料及加工条件具有多样性, 但是在贮藏期间及腐败的食品中, 可以根据食品的成分、添加物、水分活度、pH、包装形态及加工贮藏温度等参数预测微生物菌群的增殖情况, 同时结合感官、化学和微生物分析就可判断出不同食品的特定腐败菌^[1]。因此研究产品贮藏过程中微生物的生长情况及研究腐败优势菌, 对监控产品品质及预测产品货架期有重要的实际意义。

目前, 国外对传统水产制品的货架期及腐败特征的研究较为深入, 且对造成其腐败的微生物研究也较具体^[1], 但对类似高水分贝类调味干制品等温和加工制品的研究很少。软烤扇贝是一类新开发的典型高价值温和加工贝类即食制品, 其工艺技术建立在“栅栏效应”理论基础上, 通过改进加工工艺和

配方, 设置控制水分活度、调节 pH 值、多次热加工处理、高真空包装等保质栅栏因子, 保证了水分含量 >40%, 水分活度 0.92 ± 0.02 的制品仍可在 25℃以下贮藏达 6 个月^[2–3]。但是在实际生产流通中, 常温贮藏难以达到预定的 6 个月保藏期, 并且变败产品可能伴随病原菌的增殖^[4]。为了降低产品的变败率, 使产品能够安全保藏流通, 本研究探讨了在常温贮藏 (10℃, 25℃) 条件下软烤扇贝的品质和细菌菌相变化, 为改进加工过程的细菌控制, 延长产品货架期提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

样品为山东省荣成宏业水产食品有限公司 2006 年 1 月生产的软烤扇贝制品, 在 10℃以下冷藏库中取样, 随机抽取 2 kg (20 袋), 带回上海实验室。

1.2 贮藏实验

将所取 20 袋样品 (每袋 20 小包) 分别放入 $(10 \pm 0.1)^\circ\text{C}$ 、 $(25 \pm 0.1)^\circ\text{C}$ 高精度培养箱 (Sanyo MIR

收稿日期: 2007–02–09; 修订日期: 2007–05–23.

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项 (2007M05).

作者简介: 周彩华 (1981–), 女, 硕士研究生, 从事水产品微生物学安全的研究.

通讯作者: 杨宪时. Tel: 021–65678984, E-mail: xianshiyang@126.com

153, 日本)中贮藏。每隔适当时间随机取出2袋样品进行感官品质评价,用组织捣碎机打碎,用于pH、Aw、细菌菌落总数、耐热菌落总数、厌氧菌落总数测定。

1.3 品质变化测定

1.3.1 感官评定 由6名经过训练的评价员组成感官评价小组,评价样品的外观、色泽、气味、风味和口感。采用3点标度法:“2.0”表示产品初期,为最好品质;“2.0~1.0”表示高品质期,产品没有明显变化;“0.5”表示产品品质出现明显变化,作为商品不良,即货架期终点;“0”表示感官拒绝,产品不可以食用。

1.3.2 pH值 取10.00 g剪碎样品加90 mL蒸馏水,置均质器均质后浸渍30 min,用上海伟业PHS-3C酸度计测定pH值。

1.3.3 Aw 应用扩散法^[5]测定。

1.3.4 细菌菌落总数 (Total viable count, TVC)

称取打碎样品10.00 g,加入90 mL无菌生理盐水,置均质器中均质后制成 10^{-1} 混悬液,根据需要作10倍稀释。取合适梯度的稀释液0.1 mL,涂布于营养琼脂培养基表面。每个稀释液涂布2个平皿, $(36 \pm 1)^\circ\text{C}$ 培养48 h。

倾注法对照实验:取上述合适梯度的稀释液1 mL于平皿中,立即将凉至 46°C 左右的营养琼脂培养基约15 mL注入平皿,转动平皿混合均匀,每个稀释液倾注2个平皿,待凝固后,置 $(36 \pm 1)^\circ\text{C}$ 培养48 h。

1.3.5 耐热菌落总数 取1.3.4中的10 mL 10^{-1} 混悬液于试管中,置 85°C 水浴保温15 min,冰水混合物冷却1 h后测定细菌菌落总数^[6]。

1.3.6 厌氧菌落总数 取1.3.4中1 mL合适稀释度的样品液于灭菌平皿内,倾注营养琼脂于平板中,同时在灭菌平皿盖铺上灭菌纱布后加入焦性没食子酸1 g,并滴加10%氢氧化钠2 mL在焦性没食子酸上,待营养琼脂凝固后倒放入平皿盖中,真空包装后 $(36 \pm 1)^\circ\text{C}$ 培养48 h^[7]。

1.4 菌相分析

1.4.1 细菌分离纯化 挑选TVC计数(涂布法)菌数合适(菌落数30~100)的平板,对整个平板的所有菌株,根据菌落形态判断分类后,然后接种到肉汤或在琼脂培养基平板划线,纯化培养 37°C 24~48 h,重复划线分离2~3次。

1.4.2 菌株鉴定 根据微生物菌落形态学特征、微

生物细胞形态学特征、生理生化特征(参照《常见细菌系统鉴定手册》^[8]、海产鱼类细菌鉴定图^[9]、英国 Sensitire Automated Microbiology System 进行鉴定。

2 结果与讨论

2.1 感官品质变化

在软烤扇贝常温贮藏过程中,感官评定对其品质变化及货架期的确定是必要的,其感官品质会随贮藏时间的延长而变化,表现在外观、色泽、气味、风味、口感等方面,主要有色暗褐变,鲜香味逐渐消失,有酸涩味,口感软,弹性不佳等,这主要是由于细菌活动引起的。由图1可见,在 25°C 贮藏过程中感官评分随贮藏时间下降趋势比较显著,73 d达到商品不良即感官评分0.5;而 10°C 贮藏过程中感官品质下降较缓慢,176 d才达到商品不良即感官评分0.5。 25°C 和 10°C 贮藏的货架期分别为73 d和176 d。

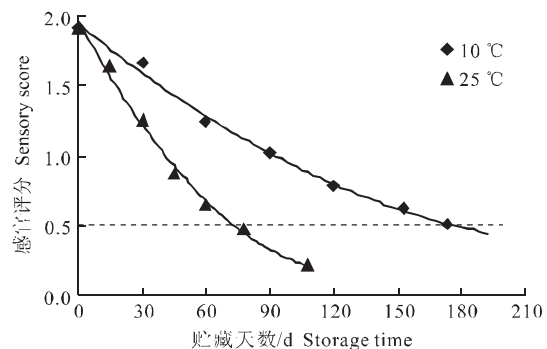


图1 软烤扇贝在不同温度下的感官评分随保藏时间的变化

Fig.1 Sensory score changes of lightly baked scallop during storage under different temperature

2.2 Aw和pH值随贮藏时间变化

从图2可以看出,软烤扇贝在贮藏过程中,Aw值都在0.90~0.92之间,随着贮藏时间的增加及贮藏温度的变化,Aw值并无明显变化。绝大多数细菌只能在0.90以上的水分活度下生长活动,而软烤扇贝产品残存的芽孢菌在水分含量45%,对应Aw 0.90~0.92时,就不能生长发育^[10]。但生产中由于控制不当而可能残存的球菌,其生长的最低Aw较低(真空下0.90就有可能生长)^[11],所以必须通过设置其他的栅栏因子如pH、真空包装等来抑制其生长。

由图3可知,产品的初始pH值为6.72,10℃下贮藏的产品其pH值基本未发生变化,而25℃下贮藏的产品pH值变化趋势是先下降然后上升,这是由于贮藏前期细菌作用产品糖类降解产生酸性物质导致pH值下降,而贮藏后期蛋白质分解接近腐败时引起pH值上升。微生物的生长发育受pH值影响很大,绝大多数细菌在6.6~7.5时生长最好,随pH值下降,细菌的生长发育受到抑制^[2],因为有机酸往往显示有较强的抑菌作用;而且pH值对微生物抗热性影响很大,pH值下降时,热加工的杀菌效果明显提高,尤其是对于耐热性强的球菌和芽孢杆菌。经杨宪时等研究,pH值5.7~5.9是保证产品口感和贮藏性的理想值^[2]。实验样品的初始pH值偏高,接近中性,与产品标准pH值(5.7~5.9)有很大差距,难以在热加工过程中有效杀灭细菌,也难以在贮藏过程中有效抑制残存的细菌芽孢发芽,一旦芽孢发芽,就难以控制营养细胞的增殖,这是导致产品菌落总数较快增长的主要因素。

2.3 细菌数在贮藏中的变化

实验中产品细菌总数的2种计数方法涂布法和倾注法结果接近,由于涂布法平板用于后续细菌鉴定,因此数据采用涂布法计数结果。产品的细菌总数和耐热菌数、厌氧菌数在贮藏中的变化规律如图4所示,与图1对比可以看出,达到较高菌数的时间与感官评分基本是一致的,表明两者之间存在的相关性,但是感官评分还是存在一定的滞后性。

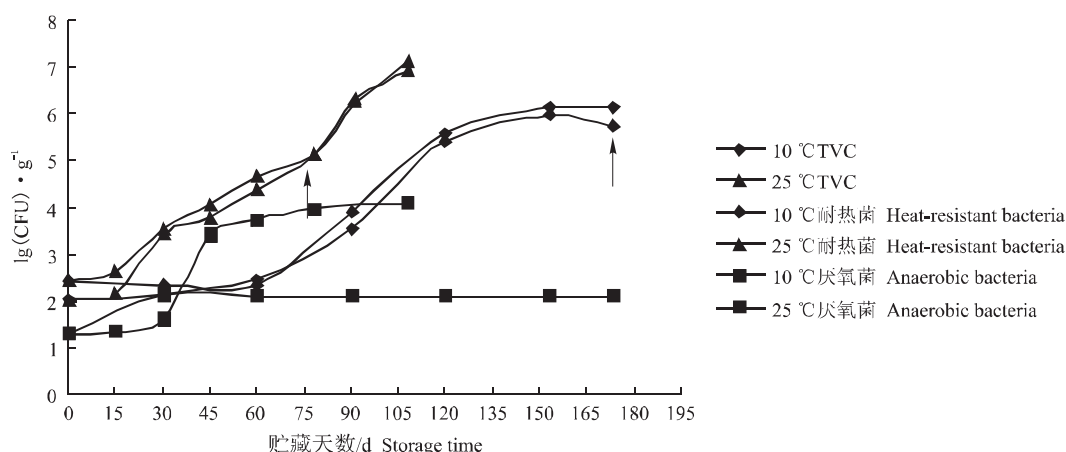


图4 软烤扇贝在不同温度下的细菌数变化

(“↑”指示货架期终点)

Fig.4 Changes of bacterium growth about lightly baked scallop during storage at different temperature

(“↑”show the end of shelf life)

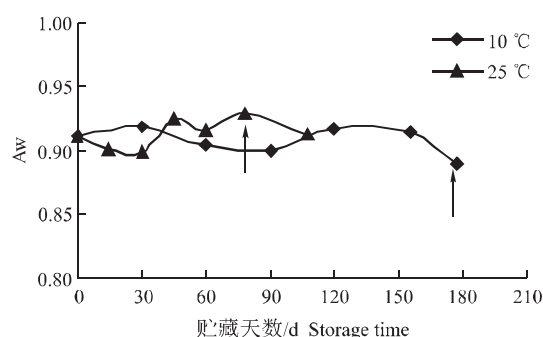


图2 软烤扇贝在不同温度下的Aw随保藏时间的变化
(“↑”指示货架期终点)

Fig.2 Aw changes of lightly baked scallop during storage at different temperature
(“↑”show the end of shelf life)

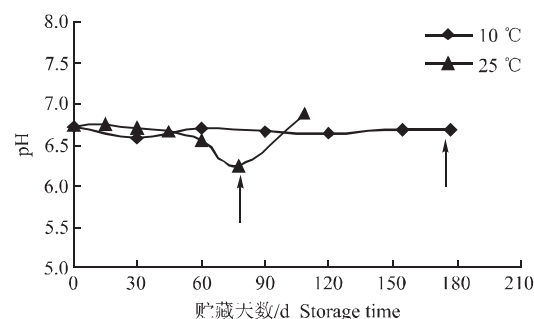


图3 软烤扇贝在不同温度下的pH随保藏时间的变化
(“↑”指示货架期终点)

Fig.3 pH changes of lightly baked scallop during storage at different temperature
(“↑”show the end of shelf life)

贮藏初期细菌总数为 $(2.43 \pm 0.03) \lg(\text{CFU})/\text{g}$, 耐热菌数为 $(2.02 \pm 0.14) \lg(\text{CFU})/\text{g}$; 10°C 贮藏至货架期终点时, 细菌总数、耐热菌数分别为 $(5.56 \pm 0.17) \lg(\text{CFU})/\text{g}$ 、 $(5.41 \pm 0.05) \lg(\text{CFU})/\text{g}$; 25°C 贮藏至货架期终点时, 细菌总数、耐热菌数分别为 $(5.00 \pm 0.28) \lg(\text{CFU})/\text{g}$ 、 $(5.13 \pm 0.11) \lg(\text{CFU})/\text{g}$, 证实产品残存的细菌基本上是耐热菌^[12] (25°C 贮藏至货架期终点时耐热菌数比细菌总数高, 可能是由于实验误差引起)。产品 25°C 贮藏过程中细菌总数和耐热菌数增长较快, 在达到货架期终点 73 d 时细菌数增长至 10^5 CFU/g , 而 108 d 产品腐败时, 细菌数为 10^7 CFU/g ; 10°C 贮藏前 80 d 菌数增长较慢, 货架期终点 176 d 时感官仍可接受, 但细菌数已接近 10^6 CFU/g , 这表明贮藏温度不同, 增殖的细菌种类不同, 细菌活动产生的代谢产物也不相同, 对产品产生了不同的腐败作用, 因此研究产品货架期不仅需要研究细菌数量, 研究细菌种类更加重要。

贮藏初期厌氧菌数为 $(1.30 \pm 0.11) \lg(\text{CFU})/\text{g}$; 10°C 贮藏至货架期终点时, 厌氧菌数为 $(2.11 \pm 0.08) \lg(\text{CFU})/\text{g}$, 在 10°C 贮藏过程中一直处于延滞期, 基本没有增殖; 25°C 贮藏前 30 d 厌氧菌处于延滞期, 贮藏 30~45 d 开始明显增殖, 至货架期终点时, 厌氧菌数达到 $(3.97 \pm 0.13) \lg(\text{CFU})/\text{g}$ 。这个结果也表明贮藏温度不同, 增殖的细菌种类不同。

2.4 软烤扇贝产品细菌相变化分析

对软烤扇贝产品及其在 10°C 、 25°C 保藏货架期终点分离获得的所有菌株, 根据菌体和菌落形态判断分类后分析鉴定, 共得到 4 组主要的菌株, 都为革兰氏阳性菌, 显微镜油镜观察发现第 1 组呈杆状、有芽孢, 第 2、3 组呈球状, 第 4 组也呈杆状、但无芽孢。菌株生理生化、营养特征鉴定结果见表 1。

软烤扇贝贮藏初期和货架期终点的主要菌群如表 2 所示。经历一系列的加工过程后, 产品细菌相比较单一, 基本上都是革兰氏阳性菌, 主要菌群有芽孢杆菌 (*Bacillus* spp.)、玫瑰小球菌 (*Micrococcus roseus*) 和葡萄球菌 (*Staphylococcus* spp.), 所占比例分别为 71.8%、12.8% 和 10.3%。根据该类产品加工工艺条件的有关文献 [2-3], 在经过初次蒸煮及焙干等工序后, 低温菌基本被杀死, 但某些耐热细菌仍可能残存, 主要有芽孢杆菌和球菌。在经过 150°C 的高温烤制后, 一些较耐热的球菌也难以残存, 在成品残存的可能只是一些芽孢菌。葡萄球菌是中温菌, 最低生长温度为 10°C , 比较耐热, 但只要

在良好的卫生和热加工控制下, 一般没有很大威胁^[4]。软烤扇贝残存了一些葡萄球菌及小球菌是由于产品加工过程控制不当, 如某些热处理如焙干 ($80\sim 85^\circ\text{C}$) 不均匀、热处理后冷却速度慢等。相对而言 Korkeala 等研究的熏烤波罗的海鲱鱼就有粪链球菌 (*Streptococcus faecalis*) 和金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*) 检出, 该产品的熏烤工序往往可以杀灭原料鲱鱼中的葡萄球菌, 但是在腌渍和后续的包装工序中产品污染了粪链球菌和金黄色葡萄球菌, 导致了该产品在 20°C 贮藏过程中的腐败^[13]。

贮藏过程中细菌相发生了一些变化。玫瑰小球菌在初始产品中检出比例为 12.8%, 在 25°C 贮藏过程中比其他细菌生长速度快, 货架期终点时比例上升到 83.4%; 而芽孢杆菌从原来的 71.8% 下降至 10.1%; 葡萄球菌从原来的 10.3% 下降到 3.2%, 仍然有一定比例。 10°C 贮藏芽孢杆菌比例在货架期终点基本没有变化, 而棒状杆菌 (*Corynebacterium* spp.) 生长起来, 上升至 28.2%。由此可以看出, 不同贮藏温度会引起不同的菌相变化, 也说明了保藏条件不同, 导致产品腐败的优势菌有可能不同, 这与 Dalgaard^[14]得出的结论相一致。也表明生产过程不良残存的非芽孢菌在 pH 值偏高的情况下较快生长是导致产品达不到预定货架期的主要原因。

微生物生长和新陈代谢是引起食品腐败的主要原因, 受其内在和外在因素影响 (如温度、pH、Aw), 微生物菌群在各种贮藏条件下具有不同忍耐力, 只有适应此环境的腐败菌群参与腐败过程, 代谢生成胺、硫化物、醛、酮、酯、有机酸等, 产生不良气味和味道, 使产品变得感官上不可接受并逐渐占据优势地位^[15], 这些适合生存和繁殖并产生腐败臭味和异味代谢产物的微生物, 就是该食品的特定腐败菌 (SSO)^[16]。SSO 初始时仅占非常小的一部分, 但在贮藏中生长比其他微生物快。不同食品有不同的 SSO, 而且可能是单一菌种^[16-17]。国外对海产食品的特定腐败菌进行了广泛研究, 但对类似高水分贝类调味干制品等温和加工制品的研究并不多见。Hollingworth 等^[18]对巴氏灭菌的真空包装模拟蟹肉进行了微生物学分析, 在 22°C 、 10°C 、 4°C 贮藏过程中, 产品菌相相对单一稳定, 大多数是革兰氏阳性菌, 这是由于热加工过程减少和去除了嗜冷菌以及真空包装抑制了好氧菌的生长; 产品初期细菌相以葡萄球菌和微球菌 (*Micrococcus* spp.) 为主, 22°C 19

天贮藏终点时以动性球菌 (*Planococcus* spp.)、链球菌 (*Streptococcus* spp.) 为主, 而 10 ℃、4 ℃ 36 天贮藏终点时分别以微球菌、棒状杆菌和葡萄球菌为主。本研究分析了软烤扇贝贮藏过程中的细菌相变化, 分离鉴定出了产品主要的腐败菌为芽孢杆菌和小球

菌, 这与其他作者对热加工产品的研究是一致的。但是从感官终点的产品中要分离鉴定出哪些细菌导致腐败并非易事, 需要广泛的感官、微生物学和化学的研究及不同条件下的腐败能力的检测。因此确定软烤扇贝的特定腐败菌还须进一步广泛的研究。

表 1 4 组细菌细胞形态学、生理生化及营养特征鉴定结果

Tab.1 Identification results for morphological, biochemical and nutritional characteristics of each group bacteria

特征 Characteristics	组别 Group			
	1	2	3	4
细胞形态 Morphology	杆状, 芽孢在菌体中部	球状成簇	球状	杆状, 无芽孢
革兰氏染色 Gram	G ⁺	G ⁺	G ⁺	G ⁺
尿素 Urea	-	+	-	+
山梨醇 Sorbitol	+	-	-	-
七叶苷 Aesculin	ND	-	-	-
鼠李糖 Rhamose	-	-	-	-
海藻糖 Trehalose	+	+	-	-
葡萄糖 Glucose	+	+	-	-
B-甲基葡萄糖苷 MethGlucO	+	-	-	-
精氨酸 Arginine	ND	+	-	+
乙二醇 Glycerol	+	-	ND	ND
蔗糖 Surrose	+	-	-	-
甘露醇 Mannitol	+	+	-	-
麦芽糖 Maltose	+	+	-	-
4MU-β-D 吡喃半乳糖 Galactopyranoside	ND	-	-	-
4MU-β-D-吡喃葡萄糖 Glucopyranoside	+	-	-	-
H-丙氨酸 Alanine 7AMC	-	-	+	+
4MU 呋喃稀糖苷 Ribofuranoside	-	+	-	-
4MU-β-D 吡喃甘露糖 Mannopyranoside	+	-	-	-
H-鸟氨酸 Ornithine 7AMC	+	-	+	-
H-精氨酸 Arginine 7AMC	+	-	+	+
4MU-β-D 葡萄糖醛 Glucuronide	-	-	-	-
4MU-β-D 吡喃葡萄糖 Glucopranoside	+	-	-	-
H-半胱氨酸 Cysteine 7AMC	-	-	+	-
H-苏氨酸 Threonine 7AMC	-	-	+	+
H-蛋氨酸 Methionin 7AMC	+	-	+	-
脯氨酸 Proline 7AMC	-	-	+	+
H-丝氨酸 Serine 7AMC	-	-	+	-
瓜氨酸 Citrulline 7AMC	+	-	+	-
吡啶烷酮焦谷氨 7AMC	+	-	+	-
H-酪氨酸 Trosine 7AMC	+	- +	+	-
H-缬氨酸 Valine 7AMC	-	-	-	-
鉴定结果 Identification result	芽孢杆菌	葡萄球菌	玫瑰小球菌	棒状杆菌

注: ND- 未检测。

Note: ND- Not detected.

表 2 软烤扇贝贮藏过程中细菌菌群组成变化
Tab.2 Change of bacteria colonies on lightly baked scallop during storage

主要菌群 Main bacteria colonies	贮藏温度 /℃ Storage temperature	贮藏初期 Beginning of shelf life		货架期终点 End of shelf life	
		菌株 Isolation	比例 /% Proportion	菌株 Isolation	比例 /% Proportion
芽孢杆菌 <i>Bacillus</i> spp.	10	28	71.8	80	68.4
	25			19	10.5
玫瑰小球菌 <i>Micrococcus roseus</i>	10	5	12.8	0	0
	25			151	83.4
葡萄球菌 <i>Staphylococcus</i> spp.	10	4	10.3	0	0
	25			6	3.3
棒状杆菌 <i>Corynebacterium</i> spp.	10	0	0	33	28.2
	25			0	0
未鉴定菌株 Unidentified isolation	10	2	5.1	4	2.8
	25			5	3.4

3 结论

在对软烤扇贝常温 (10℃、25℃) 贮藏过程中的品质和细菌相变化研究中, 得出产品的 Aw 控制较好, 而 pH 值偏高, 难以在贮藏过程中有效抑制残存的细菌芽孢发芽。产品贮藏初期菌落总数为 (2.43 ± 0.03) lg (CFU) /g, 耐热菌数为 (2.02 ± 0.14) lg (CFU) /g, 厌氧菌数为 (2.11 ± 0.08) lg (CFU) /g, 细菌相对比较单一, 主要包括芽孢杆菌、玫瑰小球菌等耐热菌。2 种贮藏温度货架期终点时, 细菌总数 (包括耐热菌数) 分别达到 10⁵ CFU/g 和 10⁶ CFU/g, 厌氧菌数也不相同。贮藏过程中细菌相发生变化, 芽孢杆菌和玫瑰小球菌是产品主要的腐败菌。

笔者考察了该产品的生产过程, 存在生产环境、器具、人员卫生条件达不到 SSOP 要求和清洗不彻底、某些热处理如焙干 (80~85℃) 不均匀、热处理后冷却速度慢等达不到 GMP 要求的问题, 认为生产者应该查明清除污染源, 改善生产环境、器具、人员卫生条件, 严格按照工艺参数加工制作, 以消除产品存在的品质和安全隐患。

参考文献:

[1] Gram L, Ravn L, Rasch M, et al. Food spoilage – interactions between food spoilage bacteria [J]. Int J Food Microbiol. 2002, 78: 79–97.
[2] 杨宪时, 许钟. 高水分扇贝调味干制品保质栅栏的模式及其强度 [J]. 水产学报, 2000, 24 (1): 68–71.

[3] 杨宪时, 许钟, 郭全有. 耐贮藏高水分水产调味干制品加工技术 [J]. 海洋渔业, 2003, 25 (4): 204–206.
[4] 周彩华, 许钟, 郭全友, 等. 常温贮藏软烤扇贝品质及潜在病原菌分析 [J]. 海洋渔业, 2006, 28 (3): 223–227.
[5] 大连轻工业学院等. 食品分析 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1994.
[6] 李博. GDL 豆腐中的主要腐败菌的研究及 HACCP 的建立 [D]. 北京: 中国农业大学, 2001: 17.
[7] 沈萍, 范秀容, 李广武. 微生物实验 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1996.
[8] 东秀珠, 蔡妙英. 常见细菌系统鉴定手册 [M]. 第 1 版. 北京: 科学出版社, 2001.
[9] 须山三千三, 鸿巢章二. 水产食品学 [M]. 东京: 恒星社厚生阁, 1987: 111–118.
[10] 许钟, 杨宪时. 调味扇贝半干制品适宜水分含量的研究 [J]. 水产学报, 1998, 22 (2): 190–192.
[11] James M. 现代食品微生物学 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001.
[12] 杨宪时, 许钟, 郭全友. 提高扇贝制品安全水分含量的初步研究 [J]. 中国水产科学, 2003, 10 (3): 258–261.
[13] Korkeala H J, Pakkala P K. Microbiological changes in smoked and charred Baltic herrings during storage [J]. J Food Protect, 1988, 51 (3): 197–200.
[14] Dalgaard P. Qualitative and quantitative characterization of spoilage bacteria from packed fish [J]. Int J Food Microbiol, 1995, 26: 319–333.
[15] Dalgaard P. Fresh and lightly preserved seafood [M] // Man C M D, Jones A A. Shelf life Evaluation of Foods. Gaithersburg Maryland USA: Aspen Publishers Inc, 2000, 110–139.
[16] Gram L, Hans H H. Fresh and processed fish and shellfish [M] // Lund B M, Baird-Parker T C, Gould G W. The Microbiological Safety and Quality of Food. Gaithersbury Maryland USA: Aspen

- Publishers Inc, 2000, 472 – 506.
- [17] Gram L, Hans H H. Microbiological spoilage of fish and fish product[J]. Int J Food Microbiol, 1996, 33: 121 – 137.
- [18] Hollingworth T A, Kaysner C A. Chemical and microbiological analysis of vacuum packed, pasteurized flaked imitation crabmeat [J]. J Food Sci, 1991, 56 (1): 164 – 167.

Research on quality characteristics and bacterial flora change of lightly baked scallop during storage

ZHOU Cai-hua¹, XU Zhong², GUO Quan-you², YANG Xian-shi²

(1. Food Science College of Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China; 2. East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China)

Abstract: The types and the growth of microorganisms and quality changes for lightly baked scallop stored under 10 °C and 25 °C were mainly analyzed. The results indicated that the value of pH and A_w were 6.72 ± 0.01 , 0.91 ± 0.07 . The control of A_w was advisable but the value of pH was high. The total viable counts (TVC), the heat-resistant bacteria counts and the anaerobic bacteria counts of initial products reached $(2.43 \pm 0.03) \lg(\text{CFU})/\text{g}$, $(2.02 \pm 0.14) \lg(\text{CFU})/\text{g}$ and $(1.30 \pm 0.11) \lg(\text{CFU})/\text{g}$, respectively. The bacterial flora were much simplex, mainly including *Bacillus* spp. (71.8%), *Micrococcus roseus* (12.8%) and *Staphylococcus* spp. (10.3%). The results showed that TVC were $(5.56 \pm 0.17) \lg(\text{CFU})/\text{g}$, the heat-resistant bacteria amount was $(5.41 \pm 0.05) \lg(\text{CFU})/\text{g}$ and the anaerobic bacteria amount was $(2.11 \pm 0.08) \lg(\text{CFU})/\text{g}$ at the end of shelf life of 176 d under 10 °C. And under 25 °C TVC was $(5.00 \pm 0.28) \lg(\text{CFU})/\text{g}$, the heat-resistant bacteria amount was $(5.13 \pm 0.11) \lg(\text{CFU})/\text{g}$ and the anaerobic bacteria amounts was $(3.97 \pm 0.13) \lg(\text{CFU})/\text{g}$ at the end of shelf life of 73 d. The composition of bacteria flora changed during storage. The growth of *Micrococcus roseus* was faster than other bacteria, from 12.8% to 83.4%, but the percent of *Bacillus* spp. descended under 25 °C. However, the percentage of *Bacillus* spp. was steady and the percentage of *Corynebacterium* spp. had grown from 0% to 28.2% during storage under 10 °C. [Journal of Fishery Sciences of China, 2007, 14 (7): 103 – 109]

Key words: lightly baked scallop; normal temperature storage; quality change; *Bacillus* spp.; *Micrococcus roseus*; *Corynebacterium* spp.

Corresponding author: YANG Xian-shi. E-mail: xianshiyang@126.com