

# 高水分扇贝调味干制品保质栅栏的模式及其强度

杨宪时 许 钟

(中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090)

**摘 要** 运用栅栏效应理论,通过设置多个强度缓和的保质栅栏的交互效应,阻止微生物的生长发育,避免了单一高强度防腐方法对产品感官质量等方面造成的不良影响,研究开发的高水分扇贝调味干制品在  $A_w > 0.90$  时仍非制冷可贮,口感柔软,能充分体现扇贝的鲜美风味,较好地保持了鲜品的色泽和外观,卫生安全性得到进一步保证,经济效益提高。本文探讨了高水分扇贝调味干制品的保质栅栏模式,着重对各栅栏因子的强度进行了选择。

**关键词** 扇贝,高水分干制品,非制冷可贮,保质栅栏,强度

## A model of quarantine quality hurdle and its strength designed for high moisture seasoned dried scallop

Yang Xianshi, Xu Zhong

(East China Sea Fisheries Research Institute, CAFS, Shanghai 200090)

**ABSTRACT** Based on the theory of Hurdle Effect, our research showed that because of the mutual effects between the several moderate strength hurdles designed for quality, the growth of microbe was prohibited and the harmful effect of single high strength antiseptic method on sensory evaluation was avoided. By this technique, the product, high moisture seasoned dried scallop, was developed which can still be stored without refrigeration when  $A_w > 0.90$  and has such advantages as feeling soft when eating. Comparatively well keeping the color and the flavor of fresh scallop, more health guarantee as well as more economic benefit. This paper dealt with we dealt with the Hurdle Model needed for the quality of the product and put emphasis on the process to select the strength of each Hurdle factor.

**KEYWORDS** scallop, high moisture dried product, stored without refrigeration, guarantee quality hurdle, strength

水产干制品具有风味独特,加工简单,能在常温下贮藏等优点,因而干制加工作为最古老的水产品加工方法一直延续至今。但经过干制,水产品原有的特性往往发生不可逆的变化而遭受损害,与鲜品相比,干制品总有汁少渣多的感觉,特别是贝类干制品,质地粗硬,不能很好地体现贝类鲜美的风味。提高干制品的水分含量,改善干制品的质地,是水产加工界多年努力的方向。调味干制品曾是风靡市场的一类水产干制品,实际上调味干制品是通过添加可溶性固形物(糖、盐等)来降低水分活度,抑制微生物的生长。但只有当水分活度降到 0.65 以下时,最耐干的霉菌才完全停止生长,测定此时调味扇贝干品的水分含量为 20%,虽然比非调味干品提高了 4% (干贝的安全水分含量为 16%<sup>[1]</sup>),但作为直接入口食品,仍感到质地粗硬。因此,在以往提高水产干制品水分含量的开发研究中,除采用适当降低水分活度

山东省烟台市科委资助项目(小个体扇贝加工利用技术研究),37号。

第一作者简介:杨宪时,男,1954年9月生,副研究员。Tel: 021-65680121, E-mail: yangxianshi@21cn.com

收稿日期:1999-07-05

的措施外,还采用添加防腐剂或低温贮藏流通等手段<sup>[2]</sup>。

随着消费者对调味干制品的感官、营养、卫生安全、方便等提出更高要求,人们认识到,传统的调味干制品要有突破性进展,必须采用新的理论和技术。Leistner等在长期研究和总结的基础上,提出了“栅栏效应(Hurdle Effect)”理论,即通过合理设置若干强度不同的“栅栏因子(Hurdle Factor)”的交互作用,形成特有的防止食品腐败变质的“栅栏”,从数方面打破食品中残存微生物的内平衡,达到阻止其生长繁殖的目的,避免了单一高强度防腐方法对产品造成的感官等质量的劣化,食品的卫生安全得到进一步保证<sup>[3]</sup>。

本文运用栅栏效应理论,通过加工工艺和配方,设置控制水分活度、调节PH值、降低氧化还原值、低温处理、巴氏杀菌等保质栅栏因子,并结合运用国际上还处于起步阶段的微生物预报技术(Predictive Microbiology)<sup>[4]</sup>,优化栅栏因子的强度,研究开发的新一代高水分扇贝调味干制品软烤扇贝、软烤鲜贝柱,在水分含量45%~50%仍常温可贮半年以上,制品质地柔软,能充分发挥扇贝的鲜美风味,较好地保持鲜品的原有色泽和外观。与一般扇贝干制品相比,高水分扇贝调味干制品成品率提高32%~65%,生产成本大幅度下降,不仅深受消费者青睐,生产者也获得了可观的经济效益。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

活栉孔扇贝,山东荣成佳宁水产食品有限公司提供,壳高范围55~65mm。

### 1.2 主要设备

隧道式干燥设备;DSJ-2型远红外连续烘烤机;MULTIVAC R230型深拉伸高真空包装机。

### 1.3 方 法

#### 1.3.1 高水分扇贝调味干制品制备工艺流程

扇贝 → 清洗 → 取肉 → 漂洗 → 调味 → 干燥 → 焙烤 → 单粒真空包装 → 杀菌 → 成品包装。

#### 1.3.2 理化测定和微生物检验

常规方法。

#### 1.3.3 保藏试验

将试样放入(36±1)℃的培养箱中保藏,按照《GB4789.26-1994 食品卫生微生物学检验 罐头食品商业无菌的检验》,定期抽样检验。

## 2 结果与讨论

### 2.1 加热杀菌强度与制品品质、贮藏性的关系

贝类真空包装加热杀菌制品,加热温度过高或时间过长,容易使制品口感软糜,风味不佳,水分离析,在水分含量高时尤其严重。调味的扇贝加热杀菌制品,加热中还容易产生美拉德反应使制品色泽褐变。另外,加热温度过高,深拉伸包装材料容易产生卷曲,影响商品外观。将水分含量45%左右的软烤扇贝试样,使用不同温度和时间进行杀菌试验,对制品品质的影响见表1。

由表1可见,采用85℃左右温度杀菌30~40分钟,对制品品质影响不大。

将试样用不同温度杀菌30分钟,测定试样中残存细菌数并镜检残存细菌种类,结果见表2。

表 1 加热杀菌强度对制品品质的影响

Tab. 1 Effect of sterilizing strength on quality of product

杀菌温度 (°C)	杀菌时间 (min)	制 品 品 质		
		色泽	口感及风味	包装材料形状
104~ 106	30	红褐	糜、失味	卷曲明显
98~ 100	30	稍红褐	较糜、味不正	不平整、卷曲
90~ 92	30	稍有影响	风味有影	不平整
	40	稍有影响	风味欠佳	不平整
84~ 86	30	正常	正常	基本平整
	40	正常	正常	基本平整
78~ 80	40	正常	正常	平整

由表 2 可见, 74~ 76°C 加热杀菌, 大部分细菌死亡, 但残留着无芽孢菌中抗热性强的球菌。即使在 84~ 86°C 温度下, 这些球菌仍难完全杀灭。而芽孢菌即使在 94~ 96°C 以上的温度, 也不能完全杀灭。为保证产品品质, 综合表 1、表 2 的结果, 把杀菌温度控制在 85~ 90°C, 杀菌时间控制在 30~ 40 分钟。与细菌相比, 酵母和霉菌的抗热性较弱, 在加热杀菌中很容易被杀灭。经上述杀菌, 大部分微生物被杀灭, 仅残留少量芽孢菌和耐热性强的球菌, 必须采用其他防腐栅栏加以抑制。

表 2 不同温度杀菌残留的  
细菌数和种类

Tab. 2 The number and species of bacteria survived under different temperature

加热温度 (°C)	细菌总数 (/g)	主要细菌种类
未加热	$5.2 \times 10^5$	球菌、非芽孢杆菌
74~ 76	$2.7 \times 10^3$	球菌
84~ 86	$3.9 \times 10^2$	球菌、芽孢杆菌
94~ 96	$6.0 \times 10$	芽孢杆菌

## 2.2 水分含量与制品品质、贮藏性的关系

关于水分含量与制品感官质量及贮藏性的关系, 许钟等曾经进行过探讨, 结果表明制品外观、色泽、风味、质地均较理想的水分含量为 45% 左右, 对应的水分活度值为 0.90 左右<sup>[5]</sup>。绝大多数细菌只能在 0.90 以上的水分活度下生长活动, 所以制品水分含量在 45% 以下时, 经 85~ 90°C 杀菌后残留的芽孢杆菌和耐热性强的球菌就不能生长发育。然而从产品品质以及经济效益的角度来看, 水分含量提高为 45%~ 50% 更为有利, 此时对应的水分活度值为 0.90~ 0.92, 可以抑制残留芽孢杆菌的生长, 但可能残存的球菌就有可能生长<sup>[6]</sup>, 必须设置其他保质栅栏加以抑制。

## 2.3 pH 值对制品品质、贮藏性的影响

如上所述, 由于较多考虑了制品的感官质量、营养性、工艺特性和经济效益, 通过上述杀菌和控制水分活度栅栏, 尚不能确保制品的非制冷可贮性和卫生安全性, 而且工厂生产中往往会遇到较恶劣的环境条件, 因此必须采用其他保质栅栏以确保阻止残留微生物的生长。微生物的生长发育受 PH 值影响很大, 一般细菌的最适 PH 值为 7~ 8, 随 PH 值下降, 细菌的生长发育受到抑制, 有机酸往往显示有较强的杀菌作用。据研究,  $A_w$  值调整为 0.94 的鱼肉香肠, pH6.5 的试样, 经 30°C 63 天贮藏出现异样和腐败, pH6.0 的试样是正常的。另一方面, PH 值的变化对微生物抗热性影响很大, 其中细菌在 PH 值下降时, 提高杀菌效果比霉菌、酵母更为明显, 尤其是抗热性强的球菌和芽孢杆菌更为突出<sup>[7]</sup>。据研究, 当 PH 值从 6.6 下降到 5.5 时, 金黄色葡萄球菌致死温度从 65°C 下降到 60°C, 蜡状芽孢杆菌等芽孢杆菌的致死温度从 100°C 下降到 60°C<sup>[8]</sup>。

本研究通过加入有机酸降低制品 PH 值, 对有机酸加入量的选择结果见表 3。

由表 3 可见, 加入扇贝肉重量 0.05% ~ 0.10% 的有机酸, 对制品风味没有不良影响, 并有一定去腥效果。添加量提高到 0.15% 时, 对制品风味有一定影响。从品质和贮藏性两方面考虑, 选择 0.10% 的有机酸加入量。制品经保温贮藏试验, 结果未变质, 见表 4。

表 3 有机酸加入量对制品品质的影响

Tab. 3 Effect of adding amount of organic acid on quality of product

有机酸加入量	制品品质	
	pH 值	风味
未加	7.18	鲜美、微有腥味
0.05	6.68	鲜美
0.10	5.91	鲜美
0.15	5.66	鲜美、微酸

表 4 制品保温保藏试验

Tab. 4 Storage test of product

品种	制品指标					贮藏时间				
	PH	盐分(%)	水分(%)	Aw	活菌数(/g)	2	4	6	8	10
软烤鲜贝柱	5.82	2.54	48.80	0.913	< 300	正常	正常	正常	正常	正常
软烤扇贝	6.68	3.23	44.03	0.901	< 300	正常	正常	正常	正常	正常
软烤扇贝	5.91	2.95	46.70	0.908	< 300	正常	正常	正常	正常	正常

## 2.4 降低氧化还原值的保质效果

在加热至中心温度 75℃ 以上还能生存的芽孢菌几乎都是需氧性芽孢杆菌属<sup>[8]</sup>。本研究采用进口深拉伸高真空包装机, 并采用高阻隔性深拉伸包装材料, 可达到和保持很高的真空缺氧状态, 起到了降低制品氧化还原值, 抑制需氧性微生物生长的作用。通过上述栅栏, 制品达到商业无菌, 见表 4 的保温贮藏试验。经实际常温保藏流通验证, 保质期达到 6 个月以上。

## 2.5 杀菌前的低温处理及微生物数量对杀菌效果的影响

已知即使是同样的微生物, 在不同的温度下培养, 抗热性有所不同, 高温下培养的要比低温下培养的抗热性强<sup>[6]</sup>。将试样真空包装后分别直接杀菌和在 0~5℃ 左右环境中放置 48 小时后再杀菌, 杀菌效果见表 5。

由表 5 可见, 低温处理对提高制品杀菌效果显著, 残存活菌数由 480/g 下降到 31/g, 相差十几

倍。没有进行低温处理的试样杀菌后, 有时就会达不到日本客户要求的细菌数小于 300/g 的指标。另外, 微生物数量与抗热性有很大关系, 菌量越多, 抗热性越强<sup>[6]</sup>, 而且其中混杂的芽孢菌也越多, 因此, 加工过程卫生、快捷、低温, 实行 HACCP 系统管理, 尽量减少杀菌前的细菌总数, 是不言而喻的, 也是非常重要的。

## 2.6 诸保质栅栏因子的综合效应

高水分扇贝调味干制品是非高温杀菌制品, 其非制冷可贮性是通过上述栅栏因子的交互作用得到保证的, 保质栅栏模式如图 1 所示。通过 PH 值降低到小于 6.0, 部分细菌被抑制。通过控制初菌数和低温处理, 提高了杀菌效果。经 85~90℃ 杀菌 30~40 分钟, 大部分微生物杀灭, 尤其在 PH < 6 的情况下, 抗热性强的球菌也完全杀灭, 残存细菌数下降到小于 300/g。又通过高真空包装和干燥脱水、添加可溶性固形物控制水分活度值 0.94 以下的联合作用, 抑制了残存芽孢菌的生长发育, 制品达到商业无菌即无致病菌、腐败菌不能生长的状态。

表 5 低温处理对制品杀菌效果的影响

Tab. 5 Effect of low temperature treatment on result of sterilizing for product

试样	杀菌前细菌总数 (/g)	杀菌后残存活菌数 (/g)
无处理	$3.7 \times 10^5$	$4.8 \times 10^2$
0~5℃ 存放 24 小时	$2.1 \times 10^5$	$3.1 \times 10$

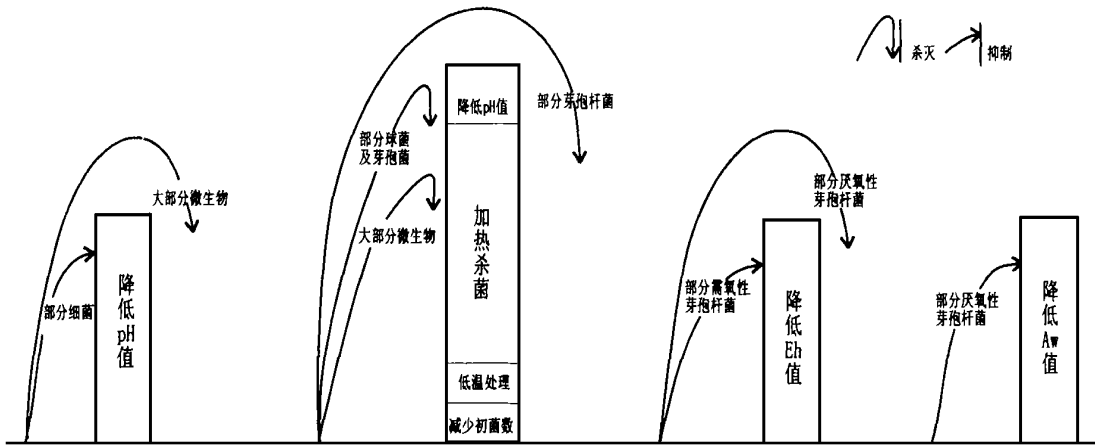


图 1 高水分扇贝调味干制品保质栅栏模式

Fig. 1 Diagram of hurdle model for quality of high moisture dried scallop

## 2.7 高水分扇贝调味干制品与传统扇贝干制品的对比分析

非制冷可贮高水分扇贝调味干制品, 贮藏流通食用方便, 又由于脱去的仅是游离水, 并且不经过高温杀菌, 所以较好地保持了鲜品的质地和风味, 改善了产品营养特性, 受到消费者欢迎。另一方面, 由于提高了成品率, 并且干燥过程基本处于恒速干燥阶段, 干燥速度快、时间短、耗能少, 所以作为扇贝加工的更新换代产品, 深得生产企业的青睐。

以山东荣成佳宁水产食品有限公司 1998 年下半年的生产出口为例, 高水分扇贝调味干制品与扇贝传统干制品的对比分析如表 6。

表 6 扇贝高水分干制品与低水分干制品的对比

Tab. 6 Comparison between products of high moisture dried scallop and low moisture scallop

品种	水分含量 (%)	成品率 (%)		干燥时间 (h)	生产成本 (元/kg)	出口售价 (美元/kg)
		相对扇贝肉	相对鲜扇贝柱			
软烤扇贝	≤50	45	-	3.5	99.81	18
软烤扇贝柱	≤50	-	36	2.0	145.81	23
调味扇贝干	≤20	34	-	10.5	115.45	16
干贝柱	≤16	-	22	9.5	218.25	28

与调味扇贝干相比, 软烤扇贝成品率提高 32%, 生产成本降低 14%, 出口售价提高 12.5%。软烤鲜贝柱与干贝柱相比, 成品率提高 65%, 生产成本降低 33%。经济效益十分显著。

## 参 考 文 献

- 李振铎. 干贝水分、盐分适宜含量的研究. 齐鲁渔业, 1994, 11(1): 41~ 42
- 铃木たね子. 鱼の味. 东京: 共立出版株式会社, 1983, 62~ 67, 73~ 75
- 王卫. 栅栏技术在肉食品开发中的应用. 食品科学, 1997, 18(3): 9~ 13
- 矢野信礼. 予測微生物学と食品流通贮藏. 冷冻, 1994, 72(2): 110~ 116
- 许钟, 杨宪时. 调味扇贝半干制品适宜水分含量的研究. 水产学报, 1998, 22(2): 190~ 192
- 无锡轻工业学院, 天津轻工业学院. 食品微生物学. 北京: 轻工业出版社, 1983, 98~ 214
- 日本水产学会. 水产加工食品の保全. 东京: 恒星社厚生阁, 1980, 106~ 107
- 横田理雄, 石谷孝佑. 食品と包装. 东京: 医齿药出版株式会社, 1982, 89~ 99