



浅谈鱼类保鲜包装方法

天津科技大学包印学院 夏征

摘要: 本文以鱼类的保鲜为例,从国外的鱼类包装保鲜方法,到国内水产品的运输方式,分析鱼类腐败的变化,并以鱼类的腐败菌生长动力学模型预测出鱼类保鲜的货架寿命,采取有效的包装方法,选择适当的包装材料来达到鱼类保鲜的目的。

关键词: 鱼类保鲜 货架寿命 腐败菌生长动力学模型 鱼类的保鲜方法

随着人们生活水平提高,对鲜活水产品的需求越来越旺盛,据最新统计资料表明,目前我国65%的水产品以鲜活方式进入市场销售,淡水水产品的鲜销比例更是高达95%,且加工制品中还有50%以上的是冷冻保鲜产品。因此针对不同水产品原料特性,进行适当的保鲜或保活处理,对水产品品质保持和储运销售就具有重大意义。本文以鱼类的保鲜为例,从国外的鱼类包装保鲜方法,到国内水产品的运输方式,分析鱼类腐败的变化,并以鱼类的腐败菌生长动力学模型预测出鱼类保鲜的货架寿命,采取有效的包装方法,选择适当的包装材料来达到鱼类保鲜的目的。

1. 国外最新的水产品包装保鲜法

对于小批量、低产量的高档水产品,开发其保鲜包装更具有增值价值。目前,国际上对水产品的保鲜包装比较重视,新的保鲜包装方法较多。

1.1 鱼类保鲜

美国发明了一种鱼类保鲜法:将刚捕到的鱼装入塑料袋,袋内注入混合气体(其中二氧化碳60%、氧气21%、氮气19%),密封包装后,放入普通仓库内。4个星期后,鱼类的外观和味道都没有改变,就像刚捕到的一样。

1.2 活鱼罐头

日本市场上新出现了一种活鱼罐头,做法是将活鱼用一种麻醉液浸泡至昏迷状态后装入罐头,两天之内不会死。烹调前,只要取出罐头内的鱼放入清水中,10分钟左右鱼就会苏醒。这种活鱼罐头携带方便,清洁卫生,味道鲜美。

1.3 鱼虾速冻真空包装

缅甸一家食品厂制作出鱼虾速冻产品。该产品经真空密封杀菌等处理,耐久存、卫生、可口。豆瓣鱼、麻辣鱼因价钱便宜,是缅甸家庭中的必备之物。但如果加工处理方法不当,不但味臭,还会令人毫无食欲。目前引进国外实物料理装罐技术,先经净化处理,再配料制作,杀菌真空包装,可算是替代罐头食物的速食品。真空包装不仅为厂家及消费者省去成本,还能抵制空气侵入,达到长时间的保存效果,具有广阔的市场。

1.4 鲭鱼片包装技术

美国皇冠控股有限公司最近研制出一种新的鲭鱼片包装技术——热封可揭罐盖技术。在饮料生产中,为了满足消费者的方便要求,拉环被广泛使用在食品行业。皇冠公司可揭盖新技术的可揭盖带有一层薄铝箔,热封在硬钢或铝环上,通常这是一个卷边环以适应双层封口工艺。盖上有一个小拉环,很容易揭起罐盖。拉环外层铝箔同内层聚丙烯薄膜的复合材料表面可上光印字。这种可揭罐盖开盖迅速、容易、安全。

1.5 德国的水产品包装

德国的水产品超市中品种各异,其包装也五花八门。德国人吃水产品以鱼为主,还有少量的虾,一般的鱼类包装按常温、冷藏和冷冻等分为三类。常温以马口铁鱼罐头包装为主。

冷藏类的水产品还是以鱼为主体,但多为经过处理加工可以直接食用的成品。以扁的圆柱体塑料盒最为常见,并配有套合严密的塑料盖。冷冻类的鱼虾品种最多。一种是德国人喜欢吃的炸鱼块,这是一种半成品,选用无刺的优质鱼肉块,外裹一层带佐料的面粉或面包渣,用油简单炸后冷却,然后装入白纸板纸盒内冷冻起来。第二种是把加工清洗过的切断的大鱼块或几条较小的鱼直接装入较厚的塑料袋内,热封后放入冷冻柜进行销售。德国超市的冷冻虾以大虾居多,其包装也分为两种,一种是直接把清洗处理过的大虾装入印刷精制的纸盒内冷冻;另一种是把大虾装入塑料袋热封后冷冻。

2. 水产品的物流现状

我国目前水产品产量居世界第一，占世界水产品产量的40%左右，每年有8000万吨水产品货物流通总运量。水产品的数量众多，我们必须了解水产品在国内的物流状况，从而了解水产品保鲜包装的重要性和必要性。

2.1 产品的特点对物流系统的要求

(1) 满足顾客对水产品多品种、小批量定货和处理的要求

水产品物流的货物品种多，这是因为水产资源丰富，品种繁多、各种鱼虾蟹贝等类多达千种，一些大宗经济水产品亦达百余种；还有冷冻、干制、胶制、罐制、调味品、鱼糜制品、营养保健品等多种加工制品。但就单个水产品种类讲，饭店或超市等顾客每日需求或订货批量往往只有近百公斤。

(2) 满足保持水产品鲜活性的要求

水产品通常是鲜活或生鲜商品。客户对其保鲜和色泽等要求很高，其保质期很短，所以水产品在物流过程中需要快速流转，因为鲜活性，部分水产品需要冷藏和冷链，需要分为常温品、低温品和冷冻品等不同属性进行储存和运输。

(3) 满足包装良好、防止腐变的特殊要求

水产品水分含量高，体组织酶类活性强容易腐烂变质、水产业从生产第一线开始，船上保鲜，码头起卸，挑选加工，冻结入库，运输中转，市场销售等都涉及包装问题，如果水产品物流没有良好的包装或容器就会导致到手的鱼变质。

2.2 中国水产品物流现状

目前水产品批发市场等传统分销渠道是我国水产品流通的中心环节，真正从事规模化运作的第三方水产品物流公司比较缺乏；物流市场潜力巨大。

(1) 水产品批发市场是我国水产品流通的主体

我国经过二十多年的改革和发展，逐步形成以批发市场为主体，加工、配送、零售为核心的市场交易体系、目前我国有专业水产品批发市场340多家，国家定点水产品批发市场20家，使水产品产区分散的渔户与城市市场之间建立了比较稳固的产销关系。

(2) 水产品流通主体的多元化

水产品市场开放后，广大的渔农、个体小商贩、合作商业和渔民集体、国有水产品公司等纷纷参与水产品流通，流通主体多元化给水产品市场注入了极大的活力、目前已基本形成批发市场、直销配送、代理和个体商贩等营销方式，促进了水产品的流通。近几年来，我国各地开始注重培养水产品代理商、经纪人，并利用他们与渔户和产地长期合作的优势，从渔户和产地收购水产品，并在产地进行初加工，逐步推进水产品的质量化、规格化、包装化，他们通过批发市场再分销到二级批发商或零售商手中，由于他们常年在批发市场中经营，讲信誉，重效益，在水产品商品流通中发挥着重要作用。

(3) 正在逐步完善市场体系和逐步实现物流配送

我国部分有条件的批发市场如深圳福田水产品批发市场等，学习日本、韩国以及台湾地区的经验，积极引进水产品拍卖制度，以实现公平竞争、公正价格，节省交易时间，避免非法买卖，防止资金流失，防止偷税漏税、由于拍卖要求水产品必须实行商品的质量等级化、重量标准化、包装规格化，因此拍卖制度的引进也促进了我国水产品物流的标准化进程。

我国各地在外部发展环境和内部运营硬件方面，正在为水产品物流配送的发展创造条件，部分水产品批发市场开始在市场内建设物流配送和加工中心，但物流规模较小。无论水产品加工量、加工品种和配送的辐射范围，都达不到真正意义上的物流配改。

3. 鱼类死后的变化

水产动物在死后比陆产动物更容易腐败变质，为了防止水产原料鲜度的下降，生产出优质的水产品，就必须了解鱼类死后在肌肉中发生的各种变化，以创造条件延缓其死后变化的速度。鱼类死后变化的整个过程可分为早期生化变化、僵硬与解僵、腐败三个阶段。

鱼类死后机体在酶的作用下进行无糖酵解，糖原和ATP减少到一定的程度，鱼体开始变硬，随着降解程度的加深，肌肉PH值下降，硬度不断增加，从开始变硬到硬度达到最大值这一持续时间称为僵硬期，这时鱼的鲜度与鲜活鱼类没有什么区别。僵硬期后，糖原和ATP进一步减少而代谢产物乳酸、次黄嘌呤、氨不断积累，基质网中的Ca⁺被释放出来，激活肌肉中所含的Ca⁺激活蛋白酶，水解肌球蛋白Z线部位，从而导致僵直肌肉硬度的逐渐降低，直至恢复到活鱼时的硬度，这个过程成为解僵，适度解僵的鱼类组织煮熟后口感肉质紧密，多汁而富有弹性。通常所说的保鲜就是要尽可能延长从死后到解僵过程的持续时间。僵硬期将要结束时，内源组织蛋白酶被释放出来而加剧了自溶作用，且微生物的分解开始活跃起来，水产品原有的形态和色泽发生劣化，并产生了异味，有时还会产生有毒物质，这一过程称为腐败。

4. 鱼的货架寿命预测

鱼的货架寿命与鲜度密切相关，所谓鲜度是评价水产品原料质量的一个非常重要的指标，就是指水产品的新鲜程度，包括了捕获后水产品外观形态、物理化学特性、安全性以及适口性变化等。水产品的鲜度与微生物密切相关，刚捕获的水产品鲜度高，微生物少，随着时间、温度和环境等外界条件的变化，水产品中的细菌在增加，当细菌总数大于106cfu/g时，水产品就为出现较为明显的变质现象。

研究表明，鲜鱼腐败主要是污染微生物中的一小部分生长繁殖造成的，这部分微生物就是这种鱼在这种条件下的特定腐败菌。由于是特定腐败菌造成鲜鱼的腐败，因此特定腐败菌生长动力学模型可作为预测鲜鱼鲜度和货架期预报的可靠迅速的工具。温度是影响鲜鱼中腐败微生物生长的最重要因子，因此探讨温度对腐败微生物生长动力学模型的影响是重要的。

4.1 材料与方法

4.1.1 贮藏实验

实验用淡水养殖鱼。活鱼送到实验室后立即放入冰水中休克，选用大小基本一致的鱼(尾重500~650g)，剖开腹腔去除内脏，洗净，装入下有篦子能沥水的塑料盆中，盖上有漏气空的盖，放入高精度低温培养箱中，分别控制贮藏温度0、5、10、15±0.1℃。每隔适当时间取出试样鱼进行感官质量评价和假单胞菌计数、VBN测定。

为了评价和比较所建立模型的可靠性，另外进行了3、8±0.1℃的贮藏实验。

4.1.2 样品处理

试验鱼去鳞洗净，用干净吸纸擦干后，沿脊骨从头至尾剖切，取得整个半条鱼肉和鱼皮，使用组织捣碎机打碎。

4.1.3 感官质量评价

由6名经过训练的评价员组成感官评价小组，在取样时进行生鱼感官评价，将剖切的另半条鱼煮熟进行熟鱼感官评价。以生鱼的气味和熟鱼的气味及味道为主要评价依据，结合其他感官特征作出评价。采用一种相对简单的3分法，0为最好品质，2为可接受界限，当半数或半数以上评价员评价2或2以上时，即为感官拒绝点。

煮熟时将鱼分别用铝箔包好，待锅中水沸腾后，将试样放入锅内的金属篦子上，盖上锅盖蒸20 min，取出后立即进行感官评价。

4.1.4 腐败菌计数

称取打碎鱼肉10.0g，加入90ml 0.1蛋白胨无菌生理盐水，高速振荡后，以10倍稀释将鱼肉浆稀释后，取较合适的稀释液0.1ml，涂布于假单胞菌(Pseudomonas)专用培养基表面(CFC培养基，Oxoid code CM 559, and supplemented with SR 103, 英国)，每个样品至少取3个稀释液，每个稀释液涂布3个平皿。25℃培养48h后计数。

4.1.5 VBN测定

称取打碎鱼肉10.00g于锥形瓶中，加入20ml水、20ml 10三氯醋酸，用玻璃棒搅匀，振摇，浸渍30min后过滤，滤液按半微量定氮法进行，每个样品至少做两个平行。

4.1.6 腐败菌生长动力学模型

将在0、5、10、15℃贮藏鱼中得到的假单胞菌实验数据，分别用修正的Gompertz方程(Ratkowsky et al. 1982)描述生长动态。修正的Gompertz方程如下：

$$\log N(t) = \log N_0 + \log \frac{N_{\max}}{N_0} \times \exp \left\{ -\exp \left[\frac{\mu_{\max} \times 2.718}{\log(N_{\max}/N_0)} \times (Lag - t) + 1 \right] \right\} \quad (1)$$

式中，t为时间(h)，N(t)为t时的菌数，Nmax、N0为最大和初始菌数(cfug)，μmax为微生物生长的最大比生长速率(h⁻¹)，Lag为微生物生长的延滞时间(h)。采用最小平方差法进行非线性回归。

4.1.7 温度对腐败菌生长影响动力学模型

温度对假单胞菌生长影响的动力学模型由Arrhenius方程(Ratkowsky et al. 1982)或Bel ehradek方程(Davey 1989)描述。

Arrhenius方程如下：

$$\ln(\mu_{\max}) = \ln(\mu_{\text{ref}}) - \left[\frac{E_{A\mu}}{R} \right] \times \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\text{ref}}} \right] \quad (2)$$

$$\ln\left(\frac{1}{Lag}\right) = -\ln(Lag_{\text{ref}}) - \left[\frac{E_{ALag}}{R} \right] \times \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\text{ref}}} \right] \quad (3)$$

式中，T为绝对温度(K)，Tref为基准温度(273 K)，μref(h⁻¹)和Lagref分别是基准温度(Tref)时的生长速率和延滞时间， $A_s = \frac{E_{A\mu} + E_{ALag}}{\sqrt{E_{A\mu}^2 + E_{ALag}^2}}$ (kJ/mol)分别是μmax和Lag的话化能，R是通用的气体常数。

Belshradek方程如下:

$$\sqrt{\mu_{\max}} = b_{\mu} \times (T - T_{\min\mu}) \quad (4)$$

$$\sqrt{\frac{1}{Lag}} = b_{lag} \times (T - T_{\min lag}) \quad (5)$$

式中, T为摄氏温度(°C), T_{min}为生长的最低温度, 即在此温度时最大比生长速率为零, b是方程的常数。

4.1.8 腐败菌生长动力学预测模型的可靠性评价

假单胞菌生长动力学模型求得的预测值, 与鱼贮藏实验所得的假单胞菌生长的数值比较, 依据偏差度和准确度, 评价建立的假单胞菌生长动力学预测模型的可靠性。偏差度用来检查预测值的上下波动幅度, 准确度是衡量预测值和实测值之间的差异。1.0表示预测值没有误差, 1.1和0.9分别表示预测值的上下误差各为10。偏差度和准确度用下式表示:

$$\text{偏差度} = 10^{\frac{\sum \log(t_{\text{预测}}/t_{\text{实测}})}{n}} \quad (6)$$

$$\text{准确度} = 10^{\frac{\sum |\log(t_{\text{预测}}/t_{\text{实测}})|}{n}} \quad (7)$$

式中, t_{实测}为贮藏实验中每次假单胞菌计数的时间(h), t_{预测}为假单胞菌预测值达到t_{实测}时菌数的时间(h), 为实验次数。

4.1.9 货架期预测与评价

有氧冷藏鱼的货架期(SL, h), 根据建立的假单胞菌生长动力学模型, 就可以通过这一特定腐败菌从初始菌数(N₀)到最小腐败量(N_s)所需的增殖时间来预测, 由式1可得:

$$SL = Lag - \frac{\log(N_{\max}/N_0)}{2.718 \times \mu_{\max}} \times \left\{ \ln \left[-\ln \frac{\log(N_s/N_0)}{N_{\max}/N_0} \right] - 1 \right\} \quad (8)$$

将贮藏在3和8°C温度中的鱼实验得到的货架期与模型预测的货架期进行比较, 评价建立的鱼货架期预测模型的可靠性, 以相对误差表示。

4.2 实验与分析

通过具体的实验来检验鱼类的货架寿命的预测模型, 从而选定合适的模型方程对鱼类在不同的温度下受特定腐败菌影响的货架寿命的精确预测来选择合适的包装方法和包装材料。

5. 鱼类的保鲜储运方法

水产品储藏保鲜的目的就是通过抑制内源酶的作用和微生物的生长繁殖, 延长僵直期, 抑制自溶作用, 推迟腐败变质过程。水产品的储藏保鲜方法主要有低温保鲜、气调保鲜、冰温气调保鲜、化学保鲜、脱水干藏保鲜以及辐射杀菌保鲜等。

5.1 冰藏保鲜

冰藏保鲜又称为冰冷却保鲜, 它是新鲜水产品保鲜运输中使用最普遍的保鲜技术。保鲜的冰有淡水冰和海水冰, 淡水鱼用淡水冰或者海水冰, 海水鱼最好用海水冰。冰藏保鲜采用的方法有干冰法和水冰法。干冰法也称为撒冰法, 冰经破碎后撒在鱼层上, 形成一层冰一层鱼的样式或将碎冰于鱼混拌在一起。水冰法是先用水将淡水或海水降温(淡水0°C, 海水-1°C), 然后把鱼类浸泡在冰水中进行冷却保鲜。

此外还有冷海水冷却保鲜法和微冻保鲜法, 前者是把鱼类浸渍在-1~0°C的冷海水中进行保鲜, 后者是保藏在冰点以下(-3°C)的一种轻度冷冻或部分冷冻的保鲜方法。

5.2 气调保鲜

气调保鲜技术是以不同于大气组成或浓度的混合气体替换包装食品周围的空气, 来抑制或减缓微生物生长和营养成分氧化变质, 在整个储藏过程中不再调节气体成分或浓度, 并选择合适的包装材料和冷链温度, 以尽可能延长食品的保质期。气调保鲜的气体组成主要有O₂、CO₂、N₂, 不同的气体对食品的保藏作用机理不同。

5.3 冰温气调保鲜

冰温储藏即是将易腐食品放置在冰温环境中储藏的方法。冰温是指0°C以下、冰点以上的温度区域, 其温度介于

冷藏和微冻之间，和微冻保鲜一起被总称为中间温度区带保鲜。冰温既可避免因冻结而导致的一系列质构劣化现象，又能保持食品的鲜活状态。

5.4 化学保鲜

化学保鲜是在水产品中加入对人体无害的化学物质来提高产品的储藏性能和保持品质的一种保鲜方法。目前，我国水产品加工行业采用的化学保鲜方法主要用食品添加剂（防腐剂、抗氧化剂、保鲜剂）进行保鲜、糟碎保鲜、盐藏保鲜、烟熏保鲜等。

5.5 脱水与干藏保鲜

水产品中含有75%~80%的水分，这些水分作为微生物的生长和酶活动提供了良好的条件。水产品的腐败变质通常是由微生物和生物化学反应所造成的，任何微生物进行正常的生长繁殖以及多数微生物化学反应都需要以水为溶剂或介质。如果将水产品中的水分减少到一定的程度，则可有效地抑制微生物生长、降低生物体内的各种酶的活性及减慢各种生化反应速度。

5.6 辐照杀菌保鲜

辐照是指利用射线照射食品（包括原材料），延迟新鲜食物某些生理过程（发芽和成熟）的发展，或对食品进行杀虫、消毒、杀菌、防霉等处理，达到延长保藏时间，稳定、提高食品质量目的的操作过程。其原理是利用钴-60放射源或电子加速器分别产生的 γ 射线或电子流辐照食品时，可产生4种效应：①生物学效应，使附着在食品中的昆虫、幼虫、卵、致病菌、食品腐败微生物失去繁殖能力或致死；②生理学效应，使食品的生化过程延缓或抑制，以致食品延缓生长或成熟；③物理学效应，使食品本身的渗透性改变，缩短蔬菜干燥或烹调的时间；④化学效应，使食品中各种组分发生离解，特别是水被离解后因产生间接效应而产生氧化还原反应。辐照保鲜技术是一种绿色加工新技术，它在水产品领域有着广泛的应用前景。

6. 结束语

水产品贮藏保鲜技术的开发，是养殖、捕捞生产活动的延续，是加工企业创收的必要保证，是整个渔业生产不可缺少的组成部分。因此研究水产品保鲜包装方法是非常必要的。

中国包装杂志社 版权所有

地址：北京市东城区东黄城根北街甲20号 邮编：100010

电话：(010)64036046 64057024 传真：(010)64036046

E-mail: zazhi@cpf.org.cn