

潘澜澜,王 洋,项仁帝,等. 活贝上岸后储运环境对其品质影响的研究进展[J]. 江苏农业科学,2017,45(1):9-12.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.01.003

活贝上岸后储运环境对其品质影响的研究进展

潘澜澜,王 洋,项仁帝,母 刚,张国琛

(大连海洋大学机械与动力工程学院/辽宁省渔业装备工程技术研究中心,辽宁大连 116023)

摘要:鲜活是贝类最主要的品质指标,是决定其价值的主要因素,储运是贝类供应链不可或缺的环节,活贝由于其采捕后生存环境的变化,遭受胁迫,肉质会产生变化,甚至死亡。对活体贝类上岸后储运环节的净化、暂养、无水运输等工艺环境对品质的影响研究进行综述,并探讨活体贝类储运工艺环境未来的发展方向。

关键词:活体贝类;品质影响;储运环境;研究进展

中图分类号: TS254.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)01-0009-03

贝类隶属软体动物门中的瓣鳃纲(Lane-llibranchia)或双壳纲,因其体外披有 1 块或 2 块贝壳,所以称其为贝类,常见的品种有牡蛎、贻贝、蛤、蛎等。贝类产业是我国海水养殖的第一大产业,据统计,2013 年我国贝类产量高达 0.127 亿 t,占亚洲生产总量的 80% 以上和世界生产总量的 65% 以上^[1]。鲜活是贝类最主要的品质指标,往往决定其价值,我国贝类产业面临着贝类上岸后贮运不便的问题,很难保证鲜活,抑制了该产业的发展。贝类采捕后要经过清洗分级、净化暂养、装运、暂养销售后到达消费者手中。由于其生存环境的变化,会引起活品贝类遭受胁迫,甚至死亡,肉质也产生变化^[2]。随着人们对水产品质量及品质的关注,更须研究贝类经采捕后其品质的变化,寻求在储运过程中有效控制其货架期,提升活品贝类品质的方法。因此,本文主要针对活体贝类上岸后储运环节的净化、暂养、无水运输等工艺环境对其品质的影响研究进展进行综述。

1 净化工艺对活贝品质影响研究综述

1.1 贝类净化技术概述

贝类净化是将滤食性的双壳贝类放在一个洁净的水环境中,排除细菌和致病微生物的过程。但是随着环境污染的日益严重,贝类还受到重金属、生活工业污水、生物毒素和病毒的污染。因此,贝类净化不仅仅是排除细菌和致病微生物,还有生活生产污水和病毒等。净化贝类已经成为一些国家和地区的强制法规,要求活体贝类上市前必须经过净化^[3],我国贝类净化技术规范及贝类质量安全操作规范均要求对二类海区(轻微污染区)的贝类进行净化,消灭贝类产品中的病原菌、病毒、毒素^[4-5]才能进入市场。目前,国内外贝类主要净化辅助方法有紫外线消毒法、臭氧消毒法、紫外线-臭氧消毒法、

氯消毒法和碘消毒法等,其中紫外线消毒法是最常用的方法^[6-8]。国外将紫外线用于净化双壳贝类的海水处理最早出现在日本,世界上许多国家都建有贝类净化工厂,净化的品种主要有泥蚶、贻贝、牡蛎、文蛤等双壳类^[9]。山东青岛、福建厦门、辽宁大连等地都建设了贝类净化车间,但我国现有的净化厂净化后的贝类大多供应到日本、美国和我国港台等地区,少量供应到我国内陆,而且净化工厂的数量远远达不到上市贝类的净化要求^[10]。分散型养殖的贝类有些未经过净化就上市销售,除了缺少净化设施条件外,更多考虑净化后的贝类可能会增加死亡率,造成损失,而一些研究已经证实合理净化工艺环境并不会增加死亡率^[2,11-12]。

1.2 净化工艺对活贝品质的影响

近年来,国内外很多学者为了优化净化工艺,达到既提升品质、又减少贝类损耗的目的,进行净化方法及环境因子对净化效果及品质影响的研究,影响贝类净化效果及品质的因素包括系统设计、净化方法、贝水比、水质条件、盐度、温度、时间等^[13-14]。Phuvasate 等通过紫外线净化方式对不同盐度、温度对太平洋牡蛎(*Crassostrea gigas*)副溶血性弧菌(*Vibrio parahaemolyticus*)净化效果进行了评估,结果显示在 7~15℃ 下,高盐度净化效果较好^[15-16]。Larsen 等对东部牡蛎(*C. virginica*)也在不同温度和高盐度下创伤弧菌(*V. vulnificus*)和副溶血性弧菌的净化效果进行研究,同样得出“盐度对其净化效果影响显著”的影响^[17]。Anacleto 等研究了 3 种双壳贝类在净化过程中品质的变化,重点研究了重金属含量的变化,净化 2 d 后,铁、铅、铜、汞等成分减少,3 种贝类的铅含量均可下降到低于国际限制标准,糖原可以作为双壳类动物在净化时健康状态的生理指标^[18]。乔庆林等通过紫外线净化菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)体内大肠杆菌的试验,证明紫外线对贝类净化用海水处理是有效的,并确定了菲律宾蛤仔最佳净化条件^[19]。通过正交试验研究各环境因子对文蛤(*Meretrix meretrix*)自身净化的影响,明确了影响净化的因素为换水率、水贝比、温度^[20]。夏远征等以大肠杆菌为指标,探讨影响虾夷扇贝(*Patinopecten yessoensis*)净化的几个关键因素,得出最佳净化水贝比、盐度和净化时间^[21]。费星等以细菌总数和大肠杆菌数为指标,探讨了在 20℃ 时,不同循环水量、贝水比条件下臭氧对近江牡蛎(*C. rivularis*)的净化

收稿日期:2015-12-13

基金项目:辽宁省社会科学规划基金(编号:L13CGL023);辽宁省农业领域人才支撑计划(编号:201509);辽宁省科学技术计划(编号:2015103021);辽宁省大学生创新创业项目。

作者简介:潘澜澜(1980—),女,吉林四平人,硕士,副教授,从事冷链物流、水产品质量控制、工业工程研究。E-mail:pllan@dlou.edu.cn。

通信作者:张国琛,博士,教授,从事水产品加工工艺与装备研究。

E-mail:zhangguochen@dlou.edu.cn。

效果,得出臭氧浓度对牡蛎存活率的影响较大,及净化前后牡蛎的主要营养成分并无太大变化^[22]。王艳等通过对紫外线、臭氧结合进行试验,证明组合法灭菌效率较单独紫外线法及臭氧法对毛蚶(*Scapharca subcrenata*)的净化效果好^[23]。

贝类的营养和经济价值被人们所公认,由于双壳贝类的滤食性特点,易将水体中的有害物质也吸入体内或富集于体表,食用不洁贝类极易引发疾病,贝类净化条件因素的研究优化了贝类净化工艺,促进了贝类净化效果及品质的评估。为确保贝类的食用安全,需更加典型、准确的水质和贝类微生物指标来加强贝类微生物的控制,能进一步对净化效率及品质进行预测,更好地保证贝类的食用安全^[24-25]。更有效的净化方法和更加精确的质量评价指标及方法能够减少贝类食品相关的食源性疾病对消费者的侵害,将是未来发展的方向。

2 活贝暂养及无水运输环境因素对其品质影响研究综述

2.1 活贝无水运输前暂养环境对其品质的影响

贝类的暂养一般用于第 3 类严重污染海域生产的贝类或是超标的双壳,暂养 1~2 个月,往往损失大,不易采用^[10]。近年来,随着生态冰温的研究,往往通过暂养进行梯度降温减少水产活品无水运输的胁迫性^[26-29]。生态冰温最初应用于鱼类的无水运输,近年国内外很多学者针对贝类进行了相应的研究,曹井志等发现,厚壳贻贝(*Mytilus coruscus*)在生态冰温 $-1.5\sim-0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下保活最好^[30]。夏昆等以紫彩血蛤(*M. edulis*)为原料,对其在生态冰温区域内和冰块堆积条件下以及不同冷藏温度和湿度下的保活效果进行了比较,结果显示,生态冰温区间内保活效果更明显^[31]。在低温无水干置法保活青蛤(*C. sinensis*)时,冰温区间内保活时间最长,并且营养成分损失不大、保活效果较好^[32]。杨家林等对大獭蛤(*Lutmaria maxima jonas*)进行逐级降温至其生态冰温区,在一定湿度和氧气量条件下,大獭蛤可达到最好的保活效果^[33]。费星等指出净化前后牡蛎的主要营养成分基本没有发生变化,在生态冰温保活过程中粗蛋白和水分含量基本保持稳定,粗脂肪和糖原含量呈明显下降趋势,而乳酸含量呈显著的上升趋势,得出无水低温保活将是今后贝类保活的必然发展趋势^[34]。各种贝类,尤其是名贵贝类在低温条件下的生存、代谢、冬眠规律将是今后贝类保活的重要研究方向^[35]。随着我国对贝类无水运输研究的不断深入,净化后的贝类进行暂养逐级降温,对降低贝类应激性,顺利进入无水运输具有一定的意义。

2.2 贝类保活无水运输因素研究进展

近年来,无水保活技术由于成本低、质量高、无污染,受到国内外学者的普遍关注,国内外一些学者针对贝类进行了无水运输温度、湿度、氧气等相关条件的研究,提出适宜贝类存活的相关温度、湿度、氧气条件,及其相关因素下的新鲜度及营养成分的变化^[36-37]。研究表明,魁蚶(*Scapharca broughtonii*)最佳保活温度为 $-2.3\sim-0\text{ }^{\circ}\text{C}$,可保活 20 d,存活率为 100%,失重率为 4.8% (16 d),主要化学成分无显著变化^[38]。夏昆等研究表明,紫彩血蛤在 $-1.5\sim-0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下可保活,10 d 后其存活率依然达 99%^[31]。申淑琦等通过研究温度、湿度和氧气对海湾扇贝(*Argopecten irradians*)无水保活的影响,指出在 $-2\sim-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温条件下采用保充氧处理方式对海湾扇贝进行无水保活效果最佳^[39]。刘丽娟等通过试验表明,4 $^{\circ}\text{C}$ 保

存 12 h 以内对贝类体内微生物无显著影响。结合其他研究结果可以推断,贝类在更接近于 0 $^{\circ}\text{C}$ 的环境下,体内微生物的原始状态可以保持更长时间^[40]。王霞对菲律宾蛤仔离水后的存活期及存活期内的微生物和理化指标变化进行研究,发现保活温度越高,死亡速度越快,纱布保湿存活率较高^[41]。朱光来等在研究温度的同时,考虑湿度因素,对四角蛤蜊(*Macra veneriformis*)进行研究,在不同温度、湿度条件下进行保活试验,并确定了无水运输的最佳温度和湿度参数^[42]。

3 活贝储运过程中的品质变化研究综述

3.1 贝类实际物流过程中的品质变化研究进展

不同贝类的温度、湿度、氧气条件对保活率的影响凸显其重要性,但实际物流过程中的振动、压力及光照度等也影响贝类的存活率及品质^[43],更应全面结合实际物流条件进行贝类无水运输的研究。Maguire 等通过比较无水运输(聚乙烯箱)和采用不同密度的活体运输车的运输方式,分析扇贝在不同运输过程中腺苷酸评估指标(AEC),得出虽然 AEC 不是致死的指标,但可用于海洋生物的胁迫压力和品质的分析^[44]。Buen-Ursua 等根据实际物流过程对不同规格的鲍鱼苗采用 5、10、20 g/L 等 3 种不同加冰量的聚乙烯箱进行无水运输试验,对其失重率及存活率进行评估,发现 8~10 h 存活率为 100%^[45]。Ocaño-Higuera 等跟踪采用“三明治”运输方式运输活体扇贝 11 h 后,评估其生化指标,其中碳水化合物、糖原、腺苷这些与能量变化相关的指标降低了,游离氨基酸增加,存活率可达 88%^[46]。傅润泽等对同一批次刚刚捕捞出水以及干露航空运输后的虾夷扇贝采用固相微萃取法及气相色谱-质谱联用对蒸制后的贝挥发性香气成分进行分析,确定 2 种状态扇贝的关键风味化合物^[47]。杨婷婷等根据虾夷扇贝现有的流通模式,模拟 7 d 的湿运和干运,针对其闭壳肌的感官及理化特性,系统探讨了在活品流通过程中的风味品质变化规律^[48]。全面结合实际物流条件进行贝类胁迫性反应分析,监控其品质变化,寻求关键评价指标是十分必要的。

3.2 活贝采收后储运工艺环境的集成研究

储运是活贝供应链不可或缺的一环,该环节涉及到暂养、净化、运输和暂养销售等阶段,这些阶段相互之间的时间分配对品质的影响也受到了关注。Anacleto 等通过研究 2 种蛤经过净化和不净化后分别进行 4、22 $^{\circ}\text{C}$ 无水运输,直到死亡率为 50%,分析其微生物指标,得出净化不影响死亡率,净化后细菌减少,弧菌受影响少,又对其生理反应(存活率、CI 指标、ATP 和糖原)进行了分析,建议净化至少 24 h 后,在 4 $^{\circ}\text{C}$ 运输品质最佳^[2,11]。Barrento 等通过研究贻贝供应链的净化、运输、暂养销售阶段的工艺,分析净化、暂养时间、环境温度(0、8 $^{\circ}\text{C}$)、湿度对存活率、失重率和血清浓度的影响,优化供应链净化、运输、暂养销售阶段的工艺过程,从而达到节约 14% 的成本^[49]。储运环节作为活品贝类供应链不可或缺的一环,易采用系统集成研究优化其采收后的工艺环境,从而提升活品贝类品质,也将是未来发展的方向。

4 研究展望及总结

4.1 研究展望

本文除了通过对上述活体贝类捕获后净化、暂养、无水运

输3个储运环节的工艺条件对品质影响的研究进展和发展方向的探讨外,贝类捕获后储运工艺条件对品质的影响还有以下几方面的展望:(1)近几年来农产品电商的兴起,进一步促进了冷链物流业的发展,消费者对农产品“门到门”服务的需求,带给物流承运商进一步的挑战,未来的活品物流更应注重水产活品的单元化配送方法的研究。(2)随着消费者对贝类活品品质的注重,更应该注重研究活品贝类采捕后口感、风味品质的变化。(3)国内外针对水产品货架期的研究主要集中在冰鲜水产品,采用微生物方法,对微生物指标在不同温度下随时间的变化,建立动力学模型来预测其货架期^[50-52]。活品贝类在物流过程中同样受物流时间、温湿度、氧气等因素影响其生理或微生物指标,这些指标反映出活品贝类的品质,寻求关键指标及其变化规律,建立模型进行风险评估,有效预测货架期及控制活品贝类的品质将是未来发展的方向。

4.2 总结

活品贝类采捕后储运处理工艺是活品贝类供应链不可或缺的环节,贝类采捕后储运过程中其生存环境的变化会引起生化反应,从而遭受胁迫,甚至死亡,肉质也产生变化。优化采捕后的储运环节对减少损耗、保证品质是十分必要的。本文通过对活体贝类上岸后净化、暂养、无水运输3个储运环节的工艺过程对品质的影响研究进展进行探讨,并在探讨的过程中给予了活品贝类采捕后处理工艺未来发展方向的建议。

参考文献:

- [1]农业部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴:2014[M]. 北京:中国农业出版社,2014.
- [2]Anacleto P, Maulvault A L, Barrento S, et al. Physiological responses to depuration and transport of native and exotic clams at different temperatures[J]. Aquaculture, 2013, 408: 136–146.
- [3]Polo D, Feal X, Varela M F, et al. Depuration kinetics of murine norovirus in shellfish[J]. Food Research International, 2014, 64: 182–187.
- [4]中华人民共和国农业部渔业局. 贝类净化技术规范: SC/T 3013—2002[S]. 北京:中国标准出版社, 2002.
- [5]中国水产流通与加工协会. 贝类质量安全操作规范[S]. 北京:中国标准出版社, 2008.
- [6]张饮江, 徐文达, 周培根, 等. 活双壳贝类净化人工环境优化设计与效应[J]. 渔业现代化, 2007, 34(4): 13–15.
- [7]沈和定, 张饮江, 吴建中, 等. 双壳贝类的净化技术(一)[J]. 中国水产, 2001(11): 75.
- [8]乔庆林, 蔡友琼, 徐捷, 等. 采用臭氧系统净化太平洋牡蛎中的大肠杆菌[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(5): 72–75.
- [9]李学鹏, 励建荣, 段青源. 贝类净化与保藏研究进展[C]//食品安全监督与法制建设国际研讨会暨第二届中国食品研究生论坛论文集(下). 北京:中国轻工业出版社, 2005: 657–661.
- [10]乔庆林. 我国贝类净化产业发展战略探讨[J]. 渔业信息与战略, 2010, 25(10): 3–4.
- [11]Anacleto P, Maulvault A L, Chaguri M, et al. Microbiological responses to depuration and transport of native and exotic clams at optimal and stressful temperatures[J]. Food Microbiology, 2013, 36(2): 365–373.
- [12]Barrento S, Powell A. The effect of transportation and re-watering strategies on the survival, physiology and batch weight of the blue mussel, *Mytilus edulis*[J]. Aquaculture, 2016, 450: 194–198.
- [13]Barile N B, Scopa M, Nerone E, et al. Study of the efficacy of a closed cycle depuration system on bivalve molluscs[J]. Veterinaria Italiana, 2009, 45(4): 555–566.
- [14]Loredana C, Elisabetta S, Gianni C, et al. Depuration treatment of mussels experimentally contaminated with *Vibrio parahaemolyticus* and *V. vulnificus*[C]. Proceeding Icmss, Nantes, France, 2009.
- [15]Phuvasate S, Su Y C. Impact of water salinity and types of oysters on depuration for reducing *Vibrio parahaemolyticus*, in Pacific oysters (*Crassostrea gigas*)[J]. Food Control, 2013, 32(2): 569–573.
- [16]Phuvasate S, Chen M H, Su Y C. Reductions of *Vibrio parahaemolyticus* in Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) by depuration at various temperatures[J]. Food Microbiology, 2012, 31(31): 51–6.
- [17]Larsen A M, Rikard F S, Walton W C, et al. Temperature effect on high salinity depuration of *Vibrio vulnificus*, and *V. parahaemolyticus*, from the Eastern oyster (*Crassostrea virginica*)[J]. International Journal of Food Microbiology, 2015, 192: 66–71.
- [18]Anacleto P, Maulvault A L, Nunes M L, et al. Effects of depuration on metal levels and health status of bivalve molluscs[J]. Food Control, 2015, 47(47): 493–501.
- [19]乔庆林, 蔡友琼, 徐捷, 等. UV系统净化贝类中大肠杆菌的研究[J]. 海洋环境科学, 2005, 24(1): 13–15.
- [20]乔庆林, 蔡友琼, 徐捷, 等. 紫外线系统净化文蛤中大肠杆菌的研究[J]. 海洋渔业, 2008, 30(4): 371–375.
- [21]夏远征, 辛丘岩, 李冬梅, 等. 虾夷扇贝中大肠杆菌的累积及净化技术研究[J]. 食品与机械, 2010, 26(3): 72–75.
- [22]费星, 秦小明, 林华娟, 等. 臭氧净化对近江牡蛎的存活率和主要营养成分的影响[J]. 食品工业科技, 2009(7): 91–93.
- [23]王艳, 周培根, 徐文达, 等. 贝类净化技术的初步研究[J]. 中国水产, 2004(9): 76–79.
- [24]Oliveira J, Cunha A, Castilho F, et al. Microbial contamination and purification of bivalve shellfish: crucial aspects in monitoring and future perspectives: a mini-review[J]. Food Control, 2011, 22(6): 805–816.
- [25]Doyle J J, Ward J E, Mason R. An examination of the ingestion, bioaccumulation, and depuration of titanium dioxide nanoparticles by the blue mussel (*Mytilus edulis*) and the eastern oyster (*Crassostrea virginica*)[J]. Marine Environmental Research, 2015, 110: 45–52.
- [26]王晓飞, 张桂, 郭晓燕. 麦穗鱼无水保活技术的初步研究[J]. 当代水产, 2008, 33(3): 19–21.
- [27]田标, 陈申如, 杨远航, 等. 黑鲟无水保活技术的初步研究[J]. 集美大学学报(自然科学版), 2004, 9(3): 221–225.
- [28]曾鹏, 陈天及, 申江. 鲫鱼冰温离水保活及氨基酸分析[J]. 广东农业科学, 2015, 42(2): 108–113.
- [29]聂小宝, 张玉哈, 孙小迪, 等. 活鱼运输的关键技术及其工艺方法[J]. 渔业现代化, 2014, 41(4): 34–39.
- [30]曹井志, 徐若, 包建强. 厚壳贻贝低温无水保活技术[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(10): 4248–4249.
- [31]夏昆, 崔艳, 江莉, 等. 紫彩血蛤低温保活技术研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(26): 11542–11543.
- [32]田国庆, 魏恩宗, 方应国, 等. 青蛤低温保活和营养成分的变化[J]. 上海海洋大学学报, 2002, 11(2): 184–187.
- [33]杨家林, 蒋艳, 蔡德建. 大獾蛤低温保活技术的初步研究[J]. 广西科学院学报, 2006, 22(2): 75–77.
- [34]费星, 秦小明, 林华娟, 等. 近江牡蛎在净化和生态冰温保活过程中主要营养成分的变化[J]. 食品科技, 2010(3): 68–71.
- [35]夏昆, 崔艳, 江莉, 等. 贝类无水低温保活技术[C]//上

赵盼盼,王 丽,袁园园,等. 提高 CRISPR/Cas9 系统靶向编辑效率方法的研究进展[J]. 江苏农业科学,2017,45(1):12-15.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.01.004

提高 CRISPR/Cas9 系统靶向编辑效率方法的研究进展

赵盼盼,王 丽,袁园园,常卫东,王林嵩

(河南师范大学生命科学学院,河南新乡 453007)

摘要:近年来,CRISPR/Cas9 系统经过一系列改造后已成为继锌指核酸酶 ZFNs 和 TALENs 后的新型高效定点编辑的新技术,目前,该技术已成功应用于人类细胞、斑马鱼、小鼠以及细菌的基因组精确编辑,但是该技术在农作物等植物中的应用还比较受限,且其脱靶效应等问题还有待解决。本文首先简要综述了 CRISPR/Cas9 系统的发展历程、结构组成和作用机制及其在农作物中的应用,进而综述了近年来探索出的提高 CRISPR/Cas9 系统靶向编辑效率的方法。最后,对基因组编辑技术在农作物和作物育种上的应用进行了展望。

关键词:CRISPR/Cas9 系统;向导 RNA;脱靶效应;农作物

中图分类号:S188 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)01-0012-04

基因组编辑技术产生于 20 世纪 80 年代,在 CRISPR/Cas 出现之前,科学家们只能通过对庞大的突变体库进行筛选,或通过同源重组途径来对 DNA 进行编辑。由于细胞发生随机同源重组的效率只有百万分之一,用同源重组方法进行基因

编辑耗时长、成本高,因此限制了基因组编辑技术的广泛应用^[1-2]。21 世纪初,科研人员相继开发出锌指核酸酶(zinc finger nucleases,简称 ZFNs)技术和类转录激活因子效应物核酸酶(transcription activator-like effector nucleases,简称 TALENs)技术,基因组编辑技术得到迅速发展^[3]。2013 年初,《Science》《Nature》《Biotechnology》《Cell》等杂志几乎同时报道了 1 种不依赖于 Fok I 核酸酶的基因组编辑技术——clustered regularly interspaced short palindromic repeats/associated nuclease 9(CRISPR/Cas9),CRISPR/Cas9 技术具有多个选择的靶向基因的位点,可实现多基因编辑,编辑的类型包括基因的定点插入、小片段的缺失、多个位点同时突变、基因定

收稿日期:2016-07-08

基金项目:国家自然科学基金(编号:31601241);河南省高等学校重点科研项目(编号:17A180007);河南师范大学博士启动课题(编号:qd14172)。

作者简介:赵盼盼(1991—),女,河南濮阳人,硕士研究生,研究方向为植物抗逆。E-mail:zhaopan1504183002@163.com。

通信作者:王林嵩,博士,教授。E-mail:wls@htu.cn。

海市制冷学会 2007 年学术年会论文集. 上海:上海制冷学会,2007.

[36] Fotedar S, Evans L. Health management during handling and live transport of crustaceans: a review [J]. Journal of Invertebrate Pathology, 2011, 106(1): 143-152.

[37] Tang S, Thorarensen H, Brauner C J, et al. Modeling the accumulation of CO₂ during high density, re-circulating transport of adult Atlantic salmon, *Salmo salar*, from observations aboard a sea-going commercial live-haul vessel [J]. Aquaculture, 2009, 296(1): 102-109.

[38] 殷邦忠, 滕 瑜, 王家林, 等. 魁蚶低温保活方法的研究[J]. 中国水产科学, 1994, 1(2): 40-46.

[39] 申淑琦, 万玉美, 申 亮, 等. 温度、湿度和氧气对海湾扇贝无水保活的影响[J]. 大连海洋大学学报, 2014(5): 492-497.

[40] 刘丽娟, 孟香丽, 姜向阳, 等. 不同保存条件对贝类体内微生物的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(1): 84-86.

[41] 王 霞. 菲律宾蛤仔离水后的存活期及存活期内的微生物和理化指标变[D]. 湛江: 广东海洋大学, 2010.

[42] 朱光来, 吴杨平. 温度和湿度对四角蛤蜊保活的影响[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(1): 295-296.

[43] Jacklin M, Combes J. The good practice guide to handling and storing live Crustacea [R]. UK Sea Fish Industry Authority Publication, 2007.

[44] Maguire J A, Cashmore D, Burnell G M. The effect of transportation on the juvenile scallop *Pecten maximus* (L.) [J]. Aquaculture Research, 1999, 30(5): 325-333.

[45] Buen-Ursua S M A, Ludevese G. Temperature and size range for the transport of juvenile donkey's ear abalone *Haliotis asinina* Linne [J]. Aquaculture Research, 2011, 42(8): 1206-1213.

[46] Ocaño-Higuera V M, Maeda-Martínez A N, Lugo-Sánchez M E, et al. Effect of emerged shipment on the physiological condition of the adductor muscle in adult giant lion's paw scallop *Nodipecten subnodosus* [J]. Aquaculture Research, 2011, 42(8): 1087-1095.

[47] 傅润泽, 沈 建, 王锡昌, 等. 底播虾夷扇贝活品流通前后挥发性成分的对比分析[J]. 食品科学, 2015, 36(2): 110-113.

[48] 杨婷婷, 刘俊荣, 俞微微, 等. 活品流通过程中虾夷扇贝风味品质的变化[J]. 水产学报, 2015, 39(1): 136-146.

[49] Barrento S, Powell A. The effect of transportation and re-watering strategies on the survival, physiology and batch weight of the blue mussel, *Mytilus edulis* [J]. Aquaculture, 2016, 450: 194-198.

[50] 杨胜平, 谢 晶, 高志立, 等. 冷链物流过程中温度和时间对冰鲜带鱼品质的影响[J]. 农业工程学报, 2013, 29(24): 302-310.

[51] 邢少华, 张小栓, 马常阳, 等. 波动温度下罗非鱼微生物生长动力学模型[J]. 农业机械学报, 2013, 44(7): 194-198.

[52] 佟 懿, 谢 晶. 鲜带鱼不同贮藏温度的货架期预测模型[J]. 农业工程学报, 2009, 25(6): 301-305.