中华人民共和国农业行业标准

《贝类水产品冷链物流技术规范》

（征求意见稿）

编制说明

**标准编制工作组**

**2024年03月**

目 录

[一、工作简况（包括任务来源、协作单位、主要工作过程、标准项目编制组成员及其所做的工作等） 3](#_Toc168555977)

[（一）任务来源 3](#_Toc168555978)

[（二）标准制订的意义 3](#_Toc168555979)

[（三）主要工作过程 4](#_Toc168555980)

[（四）编写人员与分工 5](#_Toc168555981)

[二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据 8](#_Toc168555982)

[（一）编制原则 8](#_Toc168555983)

[（二）标准主要技术内容及其确定依据 9](#_Toc168555984)

[三、主要试验（或者验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期效果 1](#_Toc168555985)4

[（一）主要试验（或者验证）情况说明 1](#_Toc9415)4

[（二）本规范应用后的预期效果](#_Toc14697) 28

[四、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况 2](#_Toc168555986)9

[五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系； 2](#_Toc168555987)9

[六、重大分歧意见的处理经过和依据 2](#_Toc168555988)9

[七、作为强制性标准或者推荐性标准的建议 2](#_Toc168555989)9

[八、涉及专利的有关说明 2](#_Toc168555990)9

[九、贯彻标准的要求、措施和建议 2](#_Toc30697)9

[十、废止现行有关标准的建议 2](#_Toc20195)9

[十一、其他应当予说明的事项 3](#_Toc1902)0

《贝类水产品冷链物流技术规范》（征求意见稿）

编制说明

1. 工作简况（包括任务来源、协作单位、主要工作过程、标准项目编制组成员及其所做的工作等）

**（一）任务来源**

本标准的编制任务由农业农村部规划设计研究院《关于征集2024年农产品冷链物流领域农业行业标准制修订项目入库建议的通知》下达，项目名称为制定《贝类水产品冷链物流技术规范》标准，项目编号为：NY/T-24345。标准由中国海洋大学、农业农村部规划设计研究院等单位共同起草。

**（二）标准制订的意义**

为深入贯彻落实党中央、国务院决策部署，保障“水产品冷链物流设施建设工程”顺利实施，依据《中共中央国务院关于做好2023年全面推进乡村振兴重点工作的意见》《关于进一步释放消费潜力 促进消费持续恢复的意见》，并与《“十四五”冷链物流发展规划》相衔接，农业农村部作出关于征集2024年农产品冷链物流领域农业行业标准制修订项目入库建议的通知，以期提高农产品冷链物流标准化和质量安全水平。其中，贝类冷链物流也是其重点之一。

我国是世界上最大的贝类主产国，产量位居世界第一。贝类经济价值高，种类繁多，在我国沿海分布有40余种，最常见的重要经济型贝类包括栉孔扇贝、海湾扇贝、虾夷扇贝等。贝类长期以来是我国海水养殖的重要品种之一。我国贝类产量主要来源于养殖，捕捞产量极少。2021年，我国贝类需求量为190.05万吨。2022年，我国贝类养殖量为179.22万吨。在2024年底，我国贝类市场总产值预计将达到357亿元，年复合增长率达到9.13%。

尽管我国贝类行业市场规模巨大，可贝类在捕后的供应链流通仍然存在以下问题：贝类水产品捕后的供应链流通要经历船上暂养、船载冷链运输、包装标识、陆地冷链运输、陆地冷库贮藏和销售等环节。由于缺少标准化的冷链物流技术和操作规范，导致贝类水产品捕后的冷链物流各环节经常发生“断链”的情况，严重降低了贝类水产品的存活率，影响了扇贝的风味和品质。流通中的物流损耗和能耗，也给贝类水产品产业带来巨大的经济损失。本项目拟通过制定贝类冷链物流技术规范，明确贝类水产品捕后冷链流通各个环节的操作规范，避免冷链物流“断链”和“倒箱”的情况，可以保证贝类水产品从捕后到销售全供应链始终处于适宜的低温状态。将有效提升贝类的贮运品质，降低贮运损失。同时，该标准的制定也有助于跟国际主流标准接轨，为我国贝类水产品出口提供技术标准支持，推动贝类水产品行业的高质量国际化发展。

**（三）主要工作过程**

1、2024年5月~7月调研和资料

查阅国内外相关文献，掌握贝类和其他相关水产品冷链物流关键技术流程和参数。赴山东、辽宁等我国贝类主产区的头部公司和渔户进行调研，征集并整理贝类在捕后贮藏、加工、运输和销售中使用的冷链物流的技术规范和产生“断链”的原因。开展船上作业，随捕捞船实地跟踪贝类从捕后到销售的全供应链冷链物流流程，并在每个关节采集样品进行后续分析检测；同时走访政府相关部门，了解贝类冷链物流中存在的实际问题，为标准的编写获得行之有效的数据支撑。

2、2024年8月~9月样品检测

将采集到的冷链物流不同环节的贝类进行实验室分析检测，取得冷链不同环节扇贝生命状态的有效数据。根据测得数据和文献资料，对贝类捕后船上贮存、包装与标识、陆地运输、陆地贮藏和销售等冷链物流每一环节的操作规范和工艺参数进行规定，形成标准征求意见稿。

3、2024年10月~11月征求意见

将“征求意见稿”发送至水产品行业内高校科研院所和相关企业专家，公开广泛征求意见。汇总反馈意见，并根据意见整理修改标准，完成标准送审稿并提交上报。

4、2024年12月标准送报审批

召开《贝类水产品冷链物流技术规范》标准审定会，根据与会专家的意见和建议对标准进行进一步的修改，形成最终报批稿。

**（四）编写人员与分工**

文件制订主要起草人为贾飞、曹荣、刘帮迪、韩延超、徐英江、张宾、林洪、薛长湖、谢晶、郜海燕、洪惠、曹建康、李兴民、徐宝才、周凯、孙霞、闫文杰、吴世嘉、徐恩波、曾名湧、刘尊英、钱怡霖、姜晓明、陈胜军、赵永强、应晓国、徐延、李立、陈文烜、牛犇、孙静、张敏、周新群、李健、周伟伟、叶新睦、张长峰、郝贵杰、沈亚芳、苏功兵、陈云云。

贾飞，副教授，中国海洋大学，负责标准编制和起草。

曹荣，研究员，中国水产科学研究院黄海水产研究所，负责标准编制和起草。

刘帮迪，高级工程师，农业农村部规划设计研究院，参与标准征求意见。

韩延超，副研究员，浙江省农业科学院，负责标准编制和起草。

徐英江，研究员，中国海洋大学，负责标准编制和起草。

张宾，教授，浙江海洋大学，负责标准编制和起草。

林洪，教授，中国海洋大学，负责企业调研与资料征集。

薛长湖，院士，中国海洋大学，参与标准征求意见。

谢晶，教授，上海海洋大学，负责企业调研与资料征集。

郜海燕，所长/研究员，浙江省农业科学院，负责企业调研与资料征集。

洪惠，教授，中国农业大学，负责标准编制和起草。

曹建康，教授，中国农业大学，负责标准编制和起草。

李兴民，教授，中国农业大学，负责标准编制和起草。

徐宝才，研究员，合肥工业大学，负责标准编制和起草。

周凯，副教授，合肥工业大学，负责标准编制和起草。

孙霞，教授，山东理工大学，负责标准编制和起草。

闫文杰，教授，北京联合大学，负责企业调研与资料征集。

吴世嘉，教授，江南大学，负责标准编制和起草。

徐恩波，副研究员，浙江大学，负责企业调研与资料征集。

曾名湧，教授，中国海洋大学，负责企业调研与资料征集。

刘尊英，教授，中国海洋大学，负责企业调研与资料征集。

钱怡霖，讲师，中国海洋大学，负责资料整理。

姜晓明，副教授，泉州海洋生物产业研究院，负责资料整理。

陈胜军，研究员，中国水产科学研究院南海水产研究所，负责资料整理。

赵永强，研究员，中国水产科学研究院南海水产研究所，负责资料整理。

应晓国，副教授，浙江海洋大学，负责标准编制和起草。

徐延，讲师，浙江海洋大学，负责资料整理。

李立，教授，上海海洋大学，负责标准编制和起草。

陈文烜，研究员，浙江省农业科学院，负责企业调研与资料整理。

牛犇，助理研究员，浙江省农业科学院，负责资料整理。

孙静，所长助理/正高级工程师，农业农村部规划设计研究院，负责资料整理。

张敏，工程师，农业农村部规划设计研究院，负责资料整理。

周新群，处长/研究员，农业农村部规划设计研究院，负责资料整理。

李健，所长/正高级工程师，农业农村部规划设计研究院，负责资料整理。

周伟伟，食品冷链工作室副总监/高级工程师，华商国际工程有限公司，负责企业调研与资料征集。

叶新睦，华商农产品流通院院长/高级工程师，华商国际工程有限公司，负责企业调研与资料整理。

张长峰，研究员，国家农产品现代物流工程技术研究中心，负责企业调研与资料征集。

郝贵杰，研究员，浙江省淡水水产研究所，负责企业调研与资料整理。

沈亚芳，助理研究员，浙江省淡水水产研究所，负责资料整理。

苏功兵，工程师，青岛澳柯玛冷链集成有限公司，负责参与标准征求意见。

陈云云，工程师，中国水产舟山海洋渔业有限公司，负责企业调研与资料征集。

二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据

**（一）编制原则**

1. 以法律法规为依据

遵循《食品安全法》和《食品安全法实施条例》关于食品安全标准的规定，并符合国家有关食品安全、质量、食品冷链物流、农产品产地冷链物流服务、信息技术服务、冷库管理的规章及规范性文件。

2. 遵从企业实际原则

标准起草过程中，多次到生产企业进行调研，充分听取企业意见，熟悉企业实际操作流程，在满足食品安全的前提下，充分反映企业实际，做到标准为企业服务。

3. 先进性、科学性、可操作性、实用性相统一原则

严格执行GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》中有关标准编写方面的标准。本标准的编写制定过程中以规范贝类捕后冷链流通关键技术和装备以及保证贝类水产品品质为总原则。遵循了标准制定过程中的先进性、经济性和适用性原则。在标准的制定过程中严格遵循国家有关方针、政策、法规和规章，严格执行强制性国家标准和行业标准。在标准制定过程中力求做到：技术内容的叙述正确无误；文字表达准确、简明、易懂；标准的构成严谨合理；内容编排、层次划分等符合逻辑与规定。

**（二）标准主要技术内容及其确定依据**

1. 范围

按GB/T 1.1-2020要求，根据标准结构框架，指出标准范围包括原料要求、捕后处置、包装、陆地运输、陆地贮藏及销售等关键作业流程技术规范。文件适用于牡蛎、蛤、扇贝、蛏、贻贝、蚶、螺、鲍等品种的海水贝类冷链流通。

2. 规范性引用文件

按GB/T 1.1-2020要求，根据文件中标准引用情况，描述了规范性引用文件情况。本文件共引用国家标准11项，行业法规1项，均无引用日期，因此各标准的最新版本都适用于本文件。

3. 术语和定义

冷链物流是本文件的核心描述事件。国标《冷链物流分类与基本要求》，根据实际需要,将运输、储存、装卸、搬运，包装、流通加工、配送、信息处理等基本功能实施有机结合，从生产到消费的过程中使物品始终处于保持其品质所需温度环境的实体流动过程。

4. 原料要求

4.1贝类

贝类原料应现场捕捞，以确保其鲜活品质。外壳完整，呈固有形状、色泽，常态下紧闭或微张开，受惊时闭合，显示出正常活力。 应保持活体销售或加工，确保其具有固有的滋气味且无异味。室温下，斧足与触管伸缩灵活，肌肉组织紧密且富有弹性，呈固有色泽。理化指标、污染物含量、农渔药残留应符合GB 2733的要求。

4.2用水、冷却材料

由于当前贝类养殖多采用筏式养殖方式，捕捞上岸的贝类通常附带大量泥沙和杂物，因此需要进行冲洗。为方便操作，可直接抽取贝类养殖海域的海水进行冲洗，但该水域的水质应符合GB 3097的要求。

暂养过程中应使用模拟贝类生长环境的用水，可直接使用清洁海水，或用海水晶和淡水配置的人工海水。人工海水的配置原料应符合QBT 4972的要求，淡水应该符合GB 5749的要求。

夏季高温时，需要对贝类水产品进行降温处理，可使用人造冰或蓄冷包。冷却用冰的质量应符合SC/T 9001的要求。蓄冷包外表材料的安全性能应符合GB 4806.7的要求，蓄冷包内蓄冷剂应使用无毒、无害、无腐蚀性材料，且需符合T/TJWL 004的要求，并通过GB 15193.3急性经口毒性试验的检查。

5. 捕后处置

5.1 暂存

贝类在捕捞上岸后，若无法立即进行后续处理，通常需要进行堆码暂存。然而，在夏季高温环境下，堆码区域的温度与湿度必须得到严格监控，以确保最优的贮藏条件。必要时，应采取加冰降温或喷洒清洁海水等措施，以维持贝类的生理活力。贝类在长期处于干露状态下，其生理活力会显著衰退，进而导致一系列生理功能的变化与失调。因此，为最大限度地保持贝类的生命力，干露时间应被严格控制，最长不宜超过6h。

5.2分拣清洗

在贝类的前处理加工过程中，通常针对蛤类进行清洗、去杂及分级筛选，而对于鲍鱼和扇贝类则更为侧重清洗环节。通过这一系列前处理加工流程，不仅可以有效去除贝类表面附着的杂质和泥沙，防止后续加工中的二次污染，还可以通过去除杂贝和死贝显著提高最终产品的质量与附加值。这些经过处理的洁净贝类，无论是用于运输、市场销售还是进一步加工，其品质均得到了大幅提高。例如，在（5±1）℃的低温无水保活过程中，经过清洗处理的组别相比带泥组别表现出更为显著的保活效果，缢蛏营养损失和生化特性变化均较缓慢, 且保持良好的鲜活状态。

5.3暂养净化

暂养净化过程可最大程度降低贝类在其生长环境中所积累和富集的有害物质，如致病菌、贝类毒素、农药及兽药残留等，从而确保贝类产品的食用卫生和安全性，暂养过程应符合GB/T 24861中5.1的要求。根据不同贝类的特性，其所需的暂养净化条件亦有所不同。例如，根据DB44/T 2382-2022，牡蛎的净化用海水温度宜低于养殖环境水温3℃～5℃，并在净化池中进行持续充气，使海水中的溶解氧维持在4.0 mg/L以上。同时，牡蛎与海水的质量比例应不超过1:5，净化池水位应足够淹没塑料筐，并控制净化时间在24～36h之间。原料暂养过程中，必须保持环境卫生和清洁，以避免影响水产品的品质和质量安全。

6. 包装与标识

根据运输距离和具体需求，应采取不同的包装方式，符合GB/T 24616的要求。例如，对于短距离运输且运送量较大的情况，可采用网袋或塑料筐进行包装。而对于高附加值的销售需求，也可以对单个贝类进行独立包装。有研究表明，合理且有效的包装设计可以减缓贝类品质劣变的速率，延长贝类的无水保活期，从而有利于提高保活销售的成效。此外，包装上应明确标识产品信息，包括原料的基础信息及关键环境参数应符合GB 7718的要求，以便实现有效的产品溯源和过程监管。这种包装管理措施对于保障贝类的食品安全及市场可追溯性具有重要意义。

7. 陆地运输

用于贝类长途运输的车辆应具备保温和控温功能，运输车厢内的温度需根据运输产品的要求进行调节，并配备控温设施以确保温度波动小于1℃。此外，运输车厢内不应存在任何有害污染物，以确保运输过程中贝类的生理状态不受外界有害因素的影响。在运输过程中，保持适宜的温度和湿度对于保障贝类的正常生理活动至关重要。通过应用车厢环境调控机制，能够实现对贝类长途运输过程中的智能化监控与管理，避免因设备故障或环境波动导致贝类品质的劣变。在运输车内部结构设计与布置方面，应优先采用高效减震材料，以最大限度地降低机械震动对贝类的影响。在运输过程中应尽可能减少机械振动，以降低贝类的损伤或死亡风险。尽管机械胁迫通常不会直接导致贝类的死亡，但其引起的应激反应会显著增加贝类体内能量物质的消耗，并加速有害代谢产物的积累。因此，为了在流通过程中保持贝类的高品质和高存活率，尽可能减少运输过程中的机械震动和胁迫是十分必要的。同时，运输应符合GB/T 36088的要求，填写运输单，内容包括：始发站、到达站（港）名称、品名、数量、重量、体积、收（发）货单位、承运机构名称、运输工具、运输方式、运输过程温度等，记录随运输贝类周转，以便追溯。

8. 陆地贮藏

在贝类贮藏过程中入库和出库全程保持低温能最大限度减少温度波动。贮藏环境中的温度和湿度是影响贝类贮藏效果的最重要因素。低温贮藏条件可有效降低贝类的代谢水平，从而在低温和适宜湿度的环境下延长其存活时间。因此，贮藏温度应严格符合不同贝类的最佳贮藏要求，以最大程度保持其新鲜度。此外，为确保产品的品质和市场价值，贮藏时间不宜过长，并应及时按照入库顺序进行出库管理，以避免因贮藏时间过久而导致的品质劣变。此外，出库作业区内操作要符合贝类贮藏温度下进行。

9. 销售

根据实地调研结果以及贝类原料的生理特性，对于销售环节的设备、温度、时间、卫生条件以及销售信息等方面，需制定科学的管理规定。

不同品种的贝类对贮藏和售卖条件有所差异。例如，在4℃条件下，长牡蛎可以在8d内保持良好的品质，而菲律宾蛤仔和虾夷扇贝的耐受时间分别为4d和2d。然而，为了最大程度保证贝类的品质，尤其是在售卖过程中温度条件难以保持稳定的情况下，建议尽量在捕捞或贮藏当天完成销售。这种销售管理策略不仅可以确保产品的新鲜度和安全性，还能有效减少由于温度波动引起的品质劣化风险。此外，销售信息应包括产品来源、贮藏条件、供货商等信息。不得采购和销售来源不明以及禁止采捕和销售区域的贝类水产品。

三、主要试验（或者验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期效果

**（一）主要试验（或者验证）的分析**

主要通过企业调研和课题组硕士课题-不同降温方式对栉孔扇贝无水保活的生理响应及品质影响研究，结果显示本标准所规定的主要技术经试验验证，被证实标准中涉及的条款、技术指标与试验方法均安全可靠，具有可行性与可操作性，能够用于贝类水产品冷链物流技术要求。

企业调研：



图1 捕捞分拣

贝类的养殖多采用渔网养殖的方法，此种方式不仅在捕捞操作上具有较高的便利性，同时也能有效确保贝类的产量和质量稳定性。以某牡蛎养殖企业为例，当牡蛎幼体在海水中生长至一定阶段后，工作人员将装有牡蛎的渔网捕捞至岸上进行处理。首先，工人将牡蛎从渔网中倒出并在平坦的工作区域上进行严格分类和筛选，剔除死亡或个体偏小的牡蛎。之后，将筛选出的较大个体整齐摆放，并重新装入新的渔网中。重新装网后的牡蛎再次投入海水中继续养殖，直至其达到理想的成熟阶段，再次捕捞上岸以进行最终的包装和运输处理。



图2 暂养净化

从码头或港口捕捞上岸后的贝类通常需要经过净化暂养，以恢复其生理品质并保障食品安全。在暂养过程中，需要精确调控盐度、温度和溶解氧等环境参数，以最大化贝类的生命力和商品价值。部分企业采用将贝类直接放入充氧的海水中进行暂养净化的方式，以确保其生理状态恢复至最佳水平。



图3 初步粗加工包装

经过暂养净化后的贝类或捕捞上岸后的贝类会被送入当地的小作坊或小型冷库进行初步加工处理。粗加工方式包括抽真空包装和PVE塑料封装等，之后再进行速冻处理，并在小型冷库中进行短期保存。待客户有需求时，贝类将从小型冷库中运出，进行进一步的销售或分发。



图4 冷链运输

该配送中心配备了智能化冷库及冷链运输车辆，以确保贝类在存储和运输过程中的温度控制，最大限度地延长产品的保鲜期。水产品产地低温直销配送中心与城发智慧冷链综合体实现了物流信息的共享，通过优化配送路线进一步提升了运输效率。



图5 陆地贮藏

以赣榆地区为例，当地冷库的运作模式主要为自用与外租相结合，少数冷库则为纯自用或纯外租模式。自用性质的冷库通常配备水产品加工和打包业务，并且销售包括贝类在内的多种水产品。赣榆地区在码头建设了水产品产地低温直销配送中心，该中心设有冷库和加工设施，旨在集中处理新鲜捕捞的贝类，提供分拣、冷藏及初步加工等服务，从而提升贝类的附加值。

试验结果：

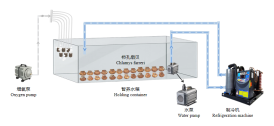


图6实验室栉孔扇贝暂养降温系统

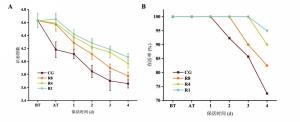


图7 不同降温处理方式对栉孔扇贝存活率（A）状态指数（B）的影响 （CG:对照组；R8: 8℃/h降温组; R4: 4℃/h降温组; R1: 1℃/h降温组）

如图7A所示，各组的状态指数随时间延长呈下降趋势，第4d时分别为20.94%、18.44%、14.27%和12.17%。无水胁迫过程中，扇贝体腔液量迅速减少，且降温速率越快，扇贝的质量损失越显著。

相较于对照组，降温处理显著提高了实验组中扇贝的存活率。降温速率对降温过程中的存活率影响不显著，但在无水保活阶段起到了关键。R4组的存活率最高，达到了70%，而CG组的存活率最低，仅为43.33%（图7B）。

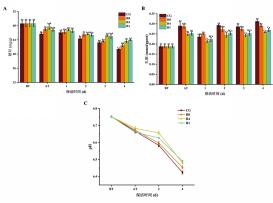


图8 不同降温处理方式对栉孔扇贝糖原（A）乳酸（B）pH（C）的影响

如图8A所示，各组糖原含量随时间延长呈下降趋势，在保活第4d时，各组糖原含量分别下降了14.88%、12.76%、10.25%和9.56%，其中R4组和R1组的糖原含量显著高于CG组和R8组（p＜0.05）。糖原含量随着降温速率的增加而减少，表明温度变化越大，扇贝所受的应激程度越高，因此需要消耗更多的糖原来维持代谢。同时随着保活时间的延长，各组乳酸含量整体呈上升趋势（图8B）。CG组和R8组的乳酸含量显著高于其它组（p＜0.05）。在保活第4d时，各组乳酸含量较处理前分别上升了79.57%、74.44%、50.63%和59.30%，该结果很好地证明了应激程度的增加会导致更多乳酸的产生，且与糖原含量呈负相关。如图8C所示，处理前，扇贝的 pH 为 6.75，表明其状态良好。在整体保活过程中，监测到 pH 值出现下降趋势，而在保活第 1 至第 4d期间，R4 组的 pH 值显著高于 CG 组和 R8 组（p＜0.05）。在无水保活过程中，糖原通过糖酵解分解成乳酸，导致 pH 值下降。当温度波动较大时，糖原降解更为明显，从而加剧pH 值下降速率。

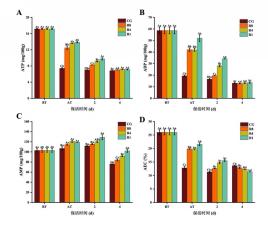


图9 不同降温处理方式对栉孔扇贝ATP（A）ADP（B）AMP（C）AEC（D）的影响

如图9所示，在干藏条件下，扇贝机体代谢异常，ATP 合成受阻，导致 ATP 含量持续下降。处理后，CG 组的 ATP 和 ADP 含量迅速下降，并难以恢复，表明温度的快速变化导致能量的迅速消耗。各组的AEC值呈下降趋势，且均低于50%的水平，表明各组在保活过程中无法从最初收获的应激条件中恢复，始终处于应激状态。由于AEC值在后期升高，AEC值对某些双壳贝类而言并非一种准确的生理指标。

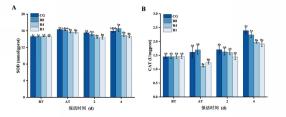


图10 不同降温处理方式对栉孔扇贝氧化应激SOD活力（A）CAT活力（B）的影响

如图10所示，随着时间延长，SOD和CAT活性呈现出先上升、后下降、再上升的趋势。在降温后及无水保活第4d，CG组和R8组的SOD和CAT活性显著高于R4组和R1组，表明快速降温是一种温度突变的降温方式，易导致扇贝长时间处于应激状态，从而产生氧化损伤。

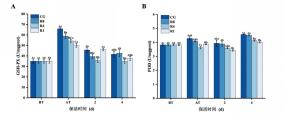


图11不同降温处理方式对栉孔扇贝氧化应激GSH-PX活力（A）POD活力（B）的影响

如图11所示，GSH-PX活性变化显著，随时间延长呈现先上升后下降的趋势。酶活性的升高表明活性氧自由基含量增加。R4组在第3d恢复到初始水平，说明慢速降温有利于维持抗氧化系统的稳定。CG组在降温后酶活性显著提高，表明快速降温处理方式会加剧贝类的氧化应激反应。

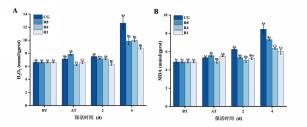


图12不同降温处理方式对栉孔扇贝氧化应激H2O2含量（A）MDA含量（B）的影响

如图12A所示，H2O2含量在无水保活期的前期无明显变化，而在后期第4d时显著上升，CG组较处理前增加了80.75%，显著高于其他组。各组MDA含量随保活时间延长呈上升趋势。在无水保活第5d时，各组较降温前分别增加了57.90%、54.95%、27.86%和20.23%（图12B），表明慢速降温有助于延缓保活终期的脂质氧化进程。

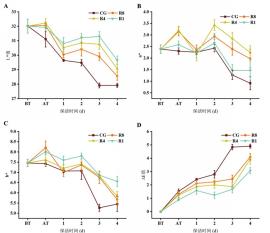


图13不同降温处理方式对栉孔扇贝亮度L\* (A) 红绿值 (B) 黄蓝值 (B)色差 ∆E (B) 的影响

如图13所示，在无水保活过程中，各组亮度L\*值呈下降趋势，色差∆E值呈上升趋势。这是由于扇贝体液流失导致肉中水分减少，从而使肉色加深。对照组在第3d亮度和色差发生显著变化，而R4组和R1组在第4d才出现显著变化，表明相比快速降温，缓慢降温能够延缓扇贝颜色加深的过程。

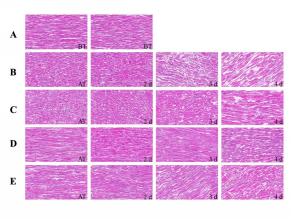


图14不同降温方式处理对栉孔扇贝处理前（A）CG组（B）、R8组（C）、R4组（D）、R1组（E）肌肉微观组织结构的变化（纵切面）的影响

如图14所示，降温处理会导致肌纤维弯曲，且随着保活时间的延长，肌纤维间隙不断增大，出现断裂，排列趋于松散混乱，微观结构破坏逐渐加重。R4组在处理后及保活期间的微观结构状态保持最佳，表明降温时间过短或过长均会影响微观结构，但快速降温的影响更为显著。

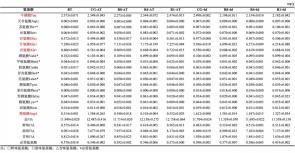


表1不同降温处理方式对栉孔扇贝游离氨基酸的影响

如表1所示，各组鲜味和甜味氨基酸含量从72.52%下降至61.36%、64.19%、65.14%和66.18%，而苦味氨基酸含量从6.79%上升至16.56%、16.22%、15.74%和14.16%。这表明降温速度较快会影响扇贝的食用口感。

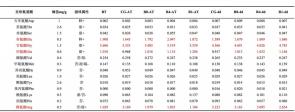


表2不同降温处理方式对栉孔扇贝呈味氨基酸的影响

如表2所示，鲜味和甜味氨基酸占总氨基酸的比例为61.36%-72.62%，而苦味氨基酸占总游离氨基酸的6.63%-16.57%。谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、精氨酸的TAV值大于1,是主要的呈味氨基酸。

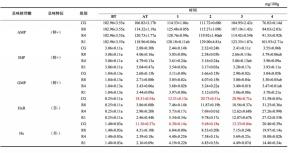


表3不同降温处理方式对栉孔扇贝呈味核苷酸的影响

如表3所示，AMP 是扇贝的主要呈味核苷酸，在整个过程中均保持较高含量。CG 组的苦味核苷酸在处理后及保活期间均保持较高含量，表明快速降温会促使扇贝产生更多苦味物质，与游离氨基酸的结果相一致。



图15不同降温处理方式对栉孔扇贝感官评价的影响

如图15所示，随着保活时间的延长，各组颜色逐渐加深，气味、质地和滋味得分均有所下降。与处理前相比，四组中CG组在弹性、质地、鲜味和腥臭味方面的变化最为显著，难以很好地保持扇贝的风味品质。

**（二）本规范应用后的预期效果**

1、直接降低经济损失：制定《贝类水产品冷链物流技术规范》标准，可以将贝类冷链物流和加工标准化，保证我国贝类捕后冷链物流“不断链”，将有助于提高贝类存活率，维持贝类营养品质，降低因腐败变质造成的经济损失。

2、降低物流耗损耗能：贝类捕后流通腐败损耗率为15%，捕后冷链贮运的不标准也导致了大量额外能耗损失。制定《贝类水产品冷链物流技术规范》标准，规范贝类捕后全供应链的冷链物流一体化，可以降低贝类冷链流通中的耗损率，同时节约冷链物流能耗。

3、打破出口贸易壁垒：中国是贝类国际贸易的主要参与者，中国将国产或日本产的贝类产品加工后再出口到美国等国家，美国经由中国进口的日本产贝类仅2022年一年就达到1亿美元。中国全面禁止日本水产品进口后，本土养殖的贝类可以填补这一出口空缺。制定《贝类水产品冷链物流技术规范》标准，将有助于提升我国贝类的国际市场准入率和可追溯性，为我国贝类产品“走出去”提供技术标准支持。

4、助推产业升级：制定《贝类水产品冷链物流技术规范》标准，为我国市场提供优质的贝类产品，也将有助于提高贝类产品的市场竞争力，同时推动水产品预制菜等新型行业的发展。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

无。

五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系；

本标准主要引用了国家标准和农业行业标准。与现行法律、法规和强制性标准无相互矛盾和抵触的条款。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、作为强制性标准或者推荐性标准的建议

建议本标准作为推荐性行业标准发布。

八、涉及专利的有关说明

无。

九、贯彻标准的要求、措施和建议

该标准发布实施后，建议各级农业行政、农业技术推广部门根据当地实际生产情况，产品需求，认真组织具体实施；逐级开展标准实施应用培训，必要时可由编制单位组织各召开标准宣传会，就标准相关内容进行解读，解决实施中出现的各种难题。

十、废止现行有关标准的建议

无。

十一、其他应当予说明的事项

无。